

Традиции,

Kareembo,

Genex

№3(31), III кв. 2018

<http://molochnoe.ru/journal>

МОЛОЧНОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ ВЕСТНИК

ISSN 2225-4269

Читайте в номере:

- Динамика уровня фибриногена в крови рыб под влиянием стресса
- Влияние различных рационов кормления на ассоциацию полиморфизма в гене MSTN и роста живой массы у молодняка петушков пушкинской породы
- Разработка туковой сеялки с дозирующим устройством на базе гибкого односпирального шнека

Уважаемые коллеги!

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н. В. Верещагина» предлагает преподавателям, научным работникам, аспирантам опубликовать результаты исследований в научном журнале «Молочнохозяйственный вестник».

К публикации в журнале «Молочнохозяйственный вестник» принимаются статьи, содержащие результаты теоретических и экспериментальных исследований авторов, являющиеся актуальными на современном этапе научного развития и соответствующие тематике журнала.

Материалы присылаются в редакцию в печатном и электронном виде. Электронный вариант отправляется по электронной почте на адрес редакции журнала (vestnik.molochnoe@yandex.ru), печатный вариант – Почтой РФ (160555, г.Вологда, с.Молочное, ул.Шмидта, 2, отдел науки, главному редактору А.Л. Бирюкову).

Журнал издается с 2011 года. Периодичность выхода: 4 раза в год.

Полнотекстовая версия журнала публикуется в открытом доступе в сети Интернет (<http://molochnoe.ru/journal/>).

Подана заявка на включение в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук.

Всем статьям журнала присваивается цифровой идентификатор объекта DOI

Журнал включен в международную базу данных AGRIS (International Information System for the Agricultural science and technology)

Журнал включен в систему Российского индекса научного цитирования (РИНЦ): (<http://www.elibrary.ru>).

Публикация статей в журнале бесплатная.

Молочнохозяйственный вестник

№3 (31), 2018

Электронный периодический теоретический и научно-практический журнал

Издается с 2011 года. Выходит 4 раза в год

Учредитель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н. В. Верещагина»

Главный редактор: Бирюков Александр Леонидович, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА

Редакционный совет:

Володина Тамара Ибраевна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры химии, агрохимии и агроэкологии, ФГБОУ ВО «Великолукская государственная сельскохозяйственная академия» (г. Великие Луки)

Гламаздин Игорь Геннадьевич, доктор ветеринарных наук, профессор, профессор кафедры ветеринарной медицины, ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств» (г. Москва)

Дарр Дитрих, доктор наук, профессор агробизнеса, Университет прикладных наук Рейн-Ваал (Германия, г. Клеве)

Попов Владимир Дмитриевич, доктор технических наук, профессор, академик РАН, научный руководитель ФГБНУ «Институт агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства» (г. Санкт-Петербург)

Савиных Петр Алексеевич, доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник, заведующий лабораторией механизации животноводства, ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого», (г. Киров)

Свириденко Юрий Яковлевич, доктор биологических наук, профессор, академик РАН, руководитель Центра научно-прикладных исследований в области сыроделия и маслоделия ФГБНУ «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН (г. Углич)

Титов Евгений Иванович, доктор технических наук, профессор, академик РАН, заведующий кафедрой технологии и биотехнологии продуктов питания животного происхождения ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств» (г. Москва)

Харитонов Владимир Дмитриевич, доктор технических наук, профессор, академик РАН, главный научный сотрудник ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности» (г. Москва)

Чойжилсурэн Нарангэрэл, кандидат технических наук, доцент, директор по научной работе и инновационной деятельности, Технологический институт (Монголия, г. Улан-батор)

Шестаков Владимир Михайлович, доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры зоотехнии, Калужский филиал Российского государственного аграрного университета МСХА имени К.А. Тимирязева (г. Калуга)

Редакционная коллегия:

Кузин Андрей Алексеевич, кандидат технических наук, доцент, проректор по научной работе, ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА (председатель)

Ганичева Валентина Вадимовна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры растениеводства, земледелия и агрохимии, ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА

Гнездилова Анна Ивановна, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры технологического оборудования, ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА

Кудрин Александр Григорьевич, доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры зоотехнии и биологии, ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА

Кузнецов Николай Николаевич, кандидат технических наук, доцент, декан инженерного факультета, ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА

Налиухин Алексей Николаевич, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, профессор кафедры растениеводства, земледелия и агрохимии, ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА

Новикова Татьяна Валентиновна, доктор ветеринарных наук, профессор, декан факультета ветеринарной медицины и биотехнологий, ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА

Рыжаков Альберт Валерьевич, доктор ветеринарных наук, профессор, профессор кафедры ВНБ, хирургии и акушерства, ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА

Фомина Любовь Леонидовна, кандидат биологических наук, доцент кафедры ВНБ, хирургии и акушерства, ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА

Адрес редакции: 160555, г. Вологда, с. Молочное, ул. Шмидта, д. 2

Телефон: (8172) 52-53-06

Web (режим доступа): <http://molochnoe.ru/journal>

e-mail: vestnik.molochnoe@yandex.ru

Регистрационные сведения

Журнал «Молочнохозяйственный вестник» зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций. Свидетельство о регистрации средства массовой информации Эл №ФС77-47557 от 30 ноября 2011 г.

Журнал зарегистрирован во ФГУП НТЦ «Информрегистр», номер государственной регистрации 0421200165. Регистрационное свидетельство № 541 от 13 октября 2011 г.

Подана заявка на включение в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные результаты диссертаций на соискание ученой степени

кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук

Всем статьям журнала присваивается цифровой идентификатор объекта DOI

Журнал включен в международную базу данных AGRIS

(International Information System for the Agricultural science and technology)

Журнал включен в систему Российского индекса научного цитирования (РИНЦ): (<http://www.elibrary.ru>)

Dairy Farming Journal

№3 (31), 2018

Electronic periodical theoretical and practical journal

Issued since 2011. Published 4 times a year.

Originator: Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Vologda State Dairy Farming Academy by N.V. Vereshchagin

Editor in chief: Biryukov Alexander Leonidovich, Candidate of Sciences (Technics), Associate Professor of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education the Vereshchagin State Dairy farming Academy of Vologda

Editorial Board:

Volodina Tamara Ibraevna, Doctor of Sciences (Agriculture), Professor, Professor of the Chemistry, Agrochemistry and Agroecology Chair, the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education the Velikiye Luki State Agricultural Academy (Velikiye Luki)

Glamazdin Igor Gennadyevich, Doctor of Sciences (Biology), Professor, Professor of the Veterinary Medicine Chair, the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education the Moscow State University of Food Production (Moscow)

Darr Dietrich, PhD, Professor of Agribusiness, University of Applied Sciences Rhine-Waal (Germany, Kleve)

Popov Vladimir Dmitrievich, Doctor of Sciences (Technics), Professor, Academician of RAS (Russian Academy of Sciences), scientific Director of the Federal State Budgetary Research Institution the Institute of Agroengineering and Environmental Problems of Agricultural Production (Saint-Petersburg)

Savinykh Petr Alekseevich, Doctor of Sciences (Technics), Professor, the chief researcher, the head of the animal breeding mechanization laboratory, the Federal State Budgetary Research Institution the Rudnitckii Federal Agrarian Research Center of North-East (Kirov)

Sviridenko Yuri Yakovlevich, Doctor of Sciences (Biology), Professor, Academician of RAS (Russian Academy of Sciences), the head of the Center for applied researches in the field of cheese and butter making the Federal State Budgetary Research Institution the Gorbatov Federal Research Center of Food Systems (Uglich)

Titov Evgeny Ivanovich, Doctor of Sciences (Technics), Professor, Academician of RAS (Russian Academy of Sciences), the head of the Technology and Biotechnology of Animal Origin Foods Chair the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education the Moscow State University of Food Production (Moscow)

Kharitonov Vladimir Dmitrievich, Doctor of Sciences (Technics), Professor, Academician of RAS (Russian Academy of Sciences), the chief researcher, the Federal State Budgetary Research Institution the All-Russian Research Institute of Dairy Industry (Moscow)

Chojilsuren Narangerel, Candidate of Sciences (Technology), PhD, Assistant professor, Director of the Research and Innovation Work, the Institute of Technology, Mongolia (Ulan-bator)

Shestakov Vladimir Mikhailovich, Doctor of Sciences (Biology), Professor, Professor of the Zootechnics Chair, the Kaluga Branch of the Russian State Agrarian University of the Timiryazev Agricultural Academy of Moscow (Kaluga)

Editorial Staff:

Kuzin Andrey Alekseevich, Candidate of Sciences (Technics), Professor, Pro-rector on scientific work, the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education the Vereshchagin State Dairy Farming Academy of Vologda (Chairman)

Ganicheva Valentina Vadimovna, Doctor of Sciences (Agriculture), Professor, Professor of the Plant Growing, Soil Cultivation and Agricultural Chemistry Chair, the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education the Vereshchagin State Dairy farming Academy of Vologda

Gnezdilova Anna Ivanovna, Doctor of Sciences (Technics), Professor, Professor of the Technological Equipment Chair, the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education the Vereshchagin State Dairy farming Academy of Vologda

Kudrin Aleksandr Grigoryevich, Doctor of Sciences (Biology), Professor, Professor of the Animal Breeding and Biology Chair, the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education the Vereshchagin State Dairy farming Academy of Vologda

Kuznetsov Nikolay Nikolaevich, Candidate of Sciences (Technics), Associate Professor, the Dean of the engineering faculty, the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education the Vereshchagin State Dairy Farming Academy of Vologda

Nalihin Aleksei Nikolaevich, Doctor of Sciences (Agriculture), Associate Professor, Professor of the Plant Growing, Soil Cultivation and Agricultural Chemistry Chair, the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education the Vereshchagin State Dairy Farming Academy of Vologda

Novikova Tatyana Valentinovna, Doctor of Sciences (Veterinary), Professor, the Dean of the faculty of veterinary medicine and biotechnology, the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education the Vereshchagin State Dairy Farming Academy of Vologda

Ryzhakov Albert Valer'evich, Doctor of Sciences (Veterinary), Professor, Professor of the Inner None-infectious Diseases, Surgery and Obstetrics Chair, the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education the Vereshchagin State Dairy Farming Academy of Vologda

Fomina Lubov' Leonidovna, Candidate of Sciences (Biology), Associate Professor of the Inner None-infectious Diseases, Surgery and Obstetrics Chair, Surgery and Obstetrics Chair, the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education the Vereshchagin State Dairy Farming Academy of Vologda

Editorial office address: 160555, Russia, Vologda, Molochnoe, Smidta St, 2.

Tel.: (8172) 52-53-06

Web (access regime): <http://molochnoe.ru/journal>

e-mail: vestnik.molochnoe@yandex.ru

The journal is registered in the Federal Supervision Service on Information Technologies and Mass Communications, registration number is EI №FS77-47557 is from November 30th 2011.

The journal is registered in FSEP STC "Informregistr", state registration number is 0421200165. Registration Certificate № 541 is from October 13th 2011.

Application for inclusion in the List of peer-reviewed scientific publications, which should publish the main results of dissertations on competition of a scientific degree of candidate of Sciences, on competition of a scientific degree of the doctor of Sciences is submitted.

All journal articles are assigned the digital object identifier DOI

Journal included in the International Information System for the Agricultural science and technology (AGRIS)

Содержание

Contents

- Березина Д. И., Фомина Л. Л.** Динамика уровня фибриногена в крови рыб под влиянием стресса8
Berezina D. I., Fomina L. L. Blood fibrinogen dynamics in fish under stress
- Гусаров И. В., Фоменко П. А., Богатырёва Е. В., Шутова М. В.** Биохимическое исследование крови высокопродуктивных лактирующих коров в период раздоя в зависимости от системы содержания..... 16
Gusarov I. V., Fomenko P. A., Elena B. V., Shutova M. V. Biochemical blood test in high-yielding lactating cows during the initial stage of lactation depending on the housing system
- Ларкина Т. А., Крутикова А. А., Козикова Л. В.** Редактирование генома сельскохозяйственных животных с помощью технологии CRISPR/Cas9..... 24
Larkina T. A., Krutikova A. A., Kozikova L. V. Editing the genome of farm animals using CRISPR / Cas9 technology
- Линьков В. В.** Прогрессивная агрономия в создании и эффективном использовании высокопродуктивных сенокосно-пастбищных угодий для молочно-товарного скотоводства..... 36
Lin'kov V. V. Progressive agronomy in creation and effective use of high-productive haying pasture lands for dairy cattle breeding
- Механиков А. А., Механикова М. В., Третьяков Е. А., Механиков В. А., Холлов С. А.** Совершенствование выращивания молодняка овец романовской породы 54
Mehanikov A. A., Mehanikova M. V., Tret'jakov E. A., Mehanikov V. A., Holov S. A. Improving the Romanov young sheep raising
- Митрофанова О. В., Дементьева Н. В.** Влияние различных рационов кормления на ассоциацию полиморфизма в гене MSTN и роста живой массы у молодняка петушков пушкинской породы..... 62
Mitrofanova O. V., Dement'eva N. V. Influence of various diets on association of polymorphism in MSTN gene and live weight increase in young cockerels of pushkin breed
- Абабкова А. А., Новокшанова А. Л.** Расширение спектра заквасочной микрофлоры в технологии кисломолочного продукта с гидролизатом сывороточных белков 71
Ababkova A. A., Novokshanova A. L. Expansion of the starter microflora spectrum in the technology of fermented product with whey protein hydrolyzate
- Виноградова Ю. В., Гнездилова А. И.** Теоретические и практические аспекты процесса кристаллизации лактозы в производстве сгущенных молочных консервов с сахаром 79
Vinogradova Yu. V., Gnezdilova A. I. Theoretical and practical aspects of the process of crystallization of lactose in the production of condensed milk with sugar
- Грунская В. А., Габриелян Д. С.** Микробиологические аспекты производства обогащенных кисломолочных продуктов с использованием молочной сыворотки 91

Grunskaya V. A., Gabrielyan D. S. Microbiological Aspects of Enriched Fermented Milk Products Manufacture with Use of Whey

Дёмшин С. Л. Разработка туковой сеялки с дозирующим устройством на базе гибкого односпирального шнека..... 104

Dyomshin S. L. The development of a seed cum fertilizer drill with a dosing device based on a flexible single helix auger

Забегалова Г. Н., Куренкова Л. А. Использование регионального сырья для производства функциональных продуктов..... 116

Zabegalova G. N., Kurenkova L. A. Use of regional raw materials in functional product manufacture

Рефераты.

Summaries. 125

Требования к оформлению статей для журнала

«Молочнохозяйственный вестник» 148

УДК 639.2:574.24:574.625

Динамика уровня фибриногена в крови рыб под влиянием стресса

Березина Дарья Игоревна, аспирант

email: vetxwork@gmail.com

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия им. Н.В. Верещагина»

Фомина Любовь Леонидовна, кандидат биологических наук, доцент

email: fomina-luba@mail.ru

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия им. Н.В. Верещагина»

Аннотация. В работе представлены результаты исследования уровня фибриногена у карпов при воздействии стресс-факторов. В качестве комплексного стресс-фактора выступил вылов рыбы и манипуляции по забору крови, а также гипоксия в течение дней эксперимента. Было выявлено, что к последнему дню эксперимента процессы коагуляции под воздействием стресса очевидно ускоряются. Отмечено наличие корреляции средней и высокой степени между уровнем фибриногена и содержанием стресс-маркеров.

Ключевые слова: гемостаз, фибриноген, кортизол, рыбы, стресс, гипоксия, карп.

Актуальность

Данные исследования важны как в современной ветеринарии, относительно недавно перешедшей на новую ступень развития, – хирургии декоративных рыб, так и в промышленном рыбоводстве, заинтересованном в продолжительном сохранении жизни самых продуктивных животных. В связи с этим, актуальна альтернативная оценка состояния здоровья промысловых рыб по показателям системы гемостаза и предотвращение их смертности в промышленных и декоративных условиях [1, 2].

В качестве стресс-факторов у рыб выступают абиотические факторы внешней среды, факторы внутренней среды, социальные факторы, антропогенные факторы. Стресс-реакции у рыб вызываются в основном катехоламинами и кортизолом, которые действуют в течение двух различных, но соприкасающихся друг с другом отрезков времени [2]. Количественная характеристика кортикального ответа рыб остается недостаточно изученной.

Существует обширная база зарубежных исследований, касающихся влияния различных видов стресса на промысловых и диких рыб [3, 4, 5, 6, 7, 8], у большинства из которых было экспериментально зафиксировано изменение концентрации кортизола в плазме крови. Среди этих работ можно отметить эксперимент по воздействию на сазане *C. carpio* десяти различных видов загрязнителей в сублетальных концентрациях, в результате чего концентрация глюкозы и кортизола сыворотки крови быстро повышались [9]. Напротив, уровень кортизола, глюкозы и некоторых других гематологических показателей значительно не изменились в результате транспортировки обыкновенного карпа *C. carpio*, причем отмечено, что предшествующие ей манипуляции оказались гораздо более существенным стрессовым фактором [10]. Стоит также отметить исследования, в результате которых была отмечена активация гемостатических механизмов у рыбы при стрессе, включающая быстрое снижение времени свертывания крови с увеличением числа тромбоцитов. Из других источников известно, что стресс, воспроизводимый путем вылова и манипуляций, понижает уровень фибриногена в крови вместе с увеличением числа тромбоцитов. Такие результаты, по мнению исследователей, подтверждают, что время свертывания является хорошим индикатором стресса, а его уменьшение возможно из-за увеличения числа тромбоцитов крови, вызванного повышением уровня катехоламинов и кортизола, которые выделяются во время стресса [11].

Русскоязычные работы с оценкой кортизола крови рыб под влиянием стресса весьма немногочисленны, лишь в недавнем исследовании по воздействию гипоксического стресса на *C. carpio*, прослеживалось изменение уровня кортизола в соответствии со стадиями классического адаптационного синдрома [3].

В доступной отечественной литературе можно встретить утверждение, что у рыб время свертывания крови – довольно нестабильный показатель, который зависит не только от способа взятия крови, но и от факторов внешней среды, физиологического состояния рыбы [12].

Материалы и методы

Исследование проведено на кафедре ВНБ, хирургии и акушерства факультета ветеринарной медицины и биотехнологий Вологодской ГМХА имени Н. В. Верещагина. Для проведения эксперимента использовали 8 карпов (*Cyprinus carpio*).

В качестве комплексного стресс-фактора выступили манипуляции по забору крови у рыб, сопровождаемые тотальной гипоксией, а также дальнейшее перекрытие поступления растворенного кислорода в воду в течение следующих

дней эксперимента [3]. Забор крови проводился шприцем из хвостовой артерии для исследования уровня фибриногена – в пластиковые пробирки, содержащие 3,8%-ный раствор цитрата натрия в соотношении 1:9 [1], для анализа стресс-маркеров – в пластиковые пробирки без антикоагулянта. Взятие крови согласно методике проведения острого эксперимента для рыб осуществлялось немедленно после акклиматизации и далее через 24, 48, 72 и 96 часов после влияния стресс-фактора. Исследование крови проводили не позднее двух часов после ее забора.

Концентрацию кортизола в плазме крови устанавливали методом твердофазного хемилюминесцентного иммуноанализа. Количественный анализ фибриногена определяли с помощью коагулометра «Thrombostat» производства Behnk Elektronik (Германия) [13].

Полученные в ходе исследования результаты обрабатывались с помощью программного обеспечения Microsoft Excel и STATISTICA 6.0. Значения полученных результатов в работе представлены в виде средней величины и стандартной ошибки средней ($M \pm m$).

Достоверность различий показателей фибриногена и кортизола карпов с помощью критерия Вилкоксона для зависимых выборок. Результаты исследования со значением вероятности допущения альфа-ошибки, равные либо менее 5% ($p < 0,05$), расценивались как статистически значимые. Различие двух показателей считали достоверным, если оно равнялось или превышало свою среднюю ошибку разности в два и более раз.

Качественную интерпретацию силы связи между стресс-реакциями и показателями коагулограммы выполняли по полученному значению R на основе шкалы Чеддока.

Результаты исследований

В целях оценки стрессорной реакции карпов при снижении уровня кислорода в воде были определены два показателя (стресс-маркера): кортизол и гемоглобин.

В результате проведенного эксперимента было отмечено, что уровень кортизола плазмы на 1-й и 3-й дни после воздействия стресс-факторов достоверно отличается от 2-го дня, а к 4-му дню уровень кортизола заметно снизился (табл. 1). Данные изменения можно сопоставить с классической стадийностью стресса, в которой 1-й и 2-й дни эксперимента соответствуют первой стадии (тревоги), в 3-й день при значительном увеличении уровня кортизола плазмы проявляется стадия резистентности, а резкое его снижение к 4-му дню согласуется со стадией истощения, когда компенсаторные процессы организма исчерпаны, а полезно-приспособительный эффект не достигнут [3].

Таблица 1 – Динамика уровня кортизола и гемоглобина крови рыб в ходе эксперимента (с первого по четвертый дни)

Показатель	1 день, n=8	2 день, n=8	3 день, n=8	4 день, n=8
Кортизол, нг/мл	287,2±28,9**	118,9±56,6* ***	333,6±65,2**	211,8±112,2
Гемоглобин, г/л	89,1±2,12** ****	80,3±9,8* ****		52,9±1,9* **
* – различия достоверны с первым днем исследований ($p \leq 0,05$) ** – различия достоверны со вторым днем исследований ($p \leq 0,05$) *** – различия достоверны с третьим днем исследований ($p \leq 0,05$) **** – различия достоверны с четвертым днем исследований ($p \leq 0,05$).				

Также было установлено, что концентрация гемоглобина крови на 1-й, 2-й и 4-й дни исследований (см. табл. 1) в условиях гипоксии, в результате которых в 1-й день она достоверно отличалась от 2-го и 4-го дня. Можно заметить очевидное снижение этого хромопротеида в крови подопытных животных с течением дней эксперимента. Скорее всего, данный эффект вызван кровопотерей, связанной с взятием крови на исследования ежедневно, вместе с этим не исключается влияние кортикостероидов на уровень этого показателя.

Следующей задачей было изучение динамики уровня фибриногена в крови карпов при гипоксии. Фибриноген – важный функциональный показатель системы плазменного гемостаза, обеспечивающий образование сгустка, у исследованных животных в 3-й день эксперимента имел достоверные отличия от 1-го и 4-го дня. Из данных таблицы 2 видно, что к 4-му дню воздействия стресс-факторов количество фибриногена крови значительно выросло.

Таблица 2 – Динамика уровня фибриногена крови рыб в ходе эксперимента

Показатель	1 день, n=8	2 день, n=8	3 день, n=8	4 день, n=8
Фибриноген, г/л	1,3±0,2**	1,3±0,4	1,0±0,2* ***	2,0±0,1**
* – различия достоверны с первым днем исследований ($p \leq 0,05$) ** – различия достоверны с третьим днем исследований ($p \leq 0,05$) *** – различия достоверны с четвертым днем исследований ($p \leq 0,05$).				

Корреляционный анализ выявил наличие тесной обратной корреляционной связи между показателями стресс-реакций – гемоглобином и кортизолом, где коэффициент корреляции составил -0,7. Модель регрессии при анализе зависимости этих показателей получилась наиболее качественной (R^2 составил 0,44). Графическое изображение корреляционной зависимости стресс-маркеров представлено на рисунке.

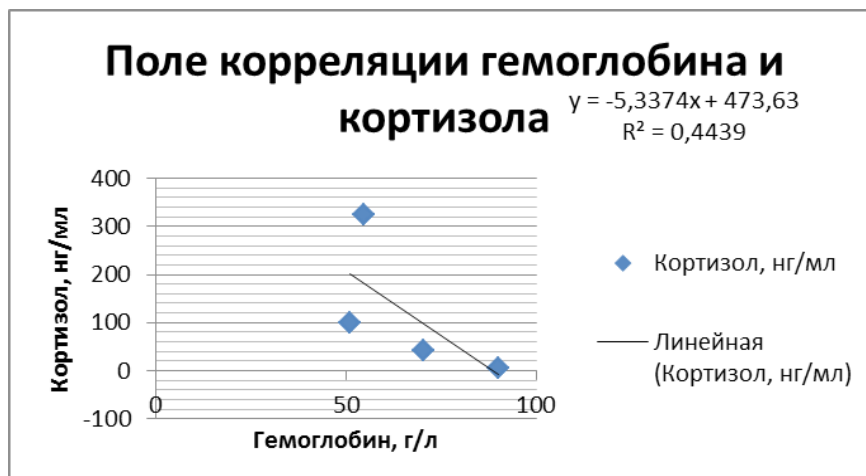


Рисунок. Графическое изображение корреляционной зависимости и регрессионные модели, описывающие взаимодействия стресс-маркеров

Анализируя эти данные, можно заключить, что оба стресс-маркера достаточно сильно взаимосвязаны, что делает возможным применение любого из них для идентификации стрессовых условий.

Корреляционный анализ также выявил наличие связей средней и высокой степени между уровнем фибриногена и содержанием стресс-маркеров в сыворотке крови у карпов. Так, коэффициент корреляции (R) между фибриногеном и кортизолом составил $-0,30$, что указывает на обратную зависимость между количеством кортизола и фибриногена. Данный факт может указывать на снижение свертывающей способности крови рыб под влиянием стресса, когда уровень кортизола растет.

В то же время, чем ниже содержание гемоглобина, тем ниже и уровень фибриногена ($R= 0,7$), что опять же приведет к снижению скорости остановки кровотечения при стрессе.

Выводы

Анализируя динамику уровня кортизола крови после воздействия комплекса стресс-факторов на исследуемых рыб (в 1-й день эксперимента - $287,2 \pm 28,9$ нг/мл; во 2-й день - $118,9 \pm 56,6$ нг/мл; в 3-й день - $333,6 \pm 65,2$ нг/мл и в 4-й день - $211,8 \pm 112,2$ нг/мл), можно провести соответствие его колебаний с классической стадийностью стресса. Также было установлено очевидное снижение концентрации гемоглобина в крови в течение эксперимента (в 1-й день - $89,1 \pm 2,12$ г/л, во 2-й день - $80,3 \pm 9,8$ г/л, в 4-й день - $52,9 \pm 1,9$ г/л). По увеличению количества фибриногена крови в течение дней эксперимента (в 1-й день - $1,3$ г/л, 2-й день - $1,3$ г/л ; 3-й день - $1,0$ г/л и 4-й день - $2,0$ соответственно) можно заключить, что процессы коагуляции ускорились под воздействием гипоксии.

Корреляционно-регрессионный анализ показал, что оба стресс-маркера (кортизол и гемоглобин) достаточно сильно взаимосвязаны, что делает возможным применение любого из них для идентификации стрессовых условий.

Также важно отметить наличие связей средней и высокой степени между показателем вторичного звена гемостаза и содержанием стресс-маркеров в сыворотке крови у карпов, а именно - обнаружена прямая корреляция гемоглобина с уровнем фибриногена и обратная связь кортизола с уровнем фибриногена, при этом коэффициент корреляции $0,7$ и $-0,3$ соответственно. В связи с этим количество фибриногена также можно использовать в качестве биоиндикатора критических для рыб условий.

Список литературных источников:

1. Фомина, Л.Л. Функциональное состояние системы гемостаза рыб [Электронный ресурс] / Л.Л. Фомина, А.Э. Вайцель, Д.И. Березина // Мол.-хоз. вестник. – 2015. – №2 (18). – Режим доступа: <http://molochnoe.ru>.
2. Березина, Д. И. Динамика уровня кортизола при стрессе у рыб [Электронный ресурс] / Д.И. Березина // Молодые исследователи агропромышленного и лесного комплексов – регионам: материалы II междунар. молодеж. науч.-практ. конф., Вологда-Молочное, 27 апр. 2017 г. / ФГБОУ ВО ВГМХА им. Н.В. Верещагина. – Вологда, 2017. – Т. 3 (2). – Режим доступа: <https://molochnoe.ru>.
3. Strange, R.J., Schreck C. B., Golden J. T. (1977) Corticoid stress responses to handling and temperature in salmonids. Transactions of the American Fisheries Society, 106 (3), pp. 213-218.
4. Barcellos, L. J. G., Nicolaiewsky, S., De Souza, S. M. G., & Lulhier, F. (1999) Plasmatic levels of cortisol in the response to acute stress in Nile tilapia,

- Oreochromis niloticus* (L.), previously exposed to chronic stress. *Aquaculture Research*, 30 (6), pp. 437-444.
5. Grutter, A. S., & Pankhurst, N. W. (2000) The effects of capture, handling, confinement and ectoparasite load on plasma levels of cortisol, glucose and lactate in the coral reef fish *Hemigymnus melapterus*. *Journal of Fish Biology*, 57(2), pp. 391-401.
 6. Pottinger, T. G. (1998) Changes in blood cortisol, glucose and lactate in carp retained in anglers' keepnets. *Journal of fish biology*, 53(4), pp. 728-742.
 7. Ruane, N. M., Huisman, E. A., & Komen, J. (2001) Plasma cortisol and metabolite level profiles in two isogenic strains of common carp during confinement. *Journal of Fish Biology*, 59 (1), pp. 1-12.
 8. Ruane, N. M., Carballo, E. C., & Komen, J. (2002) Increased stocking density influences the acute physiological stress response of common carp *Cyprinus carpio* (L.). *Aquaculture Research*, 33 (10), pp. 777-784.
 9. Gluth, G., & Hanke, W. (1985) A comparison of physiological changes in carp, *Cyprinus carpio*, induced by several pollutants at sublethal concentrations: I. The dependency on exposure time. *Ecotoxicology and environmental safety*, 9 (2), pp. 179-188.
 10. Dobšíková, R., Svobodova, Z., Blahova, J., Modra, H., & Velíšek, J. (2009) The effect of transport on biochemical and haematological indices of common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Czech J Anim Sci*, 54 (11), pp. 510-518.
 11. Tavares-Dias, M., & Oliveira, S. R. (2009) A review of the blood coagulation system of fish. *Revista Brasileira de Biociências*, 7(2).
 12. Иванов, А.А. Физиология рыб [Текст]: учебное пособие для студентов вузов / А.А. Иванов. – СПб [и др.]: Лань, 2011. – 279 с.
 13. Фомина, Л.Л. Определение активности плазменно-коагуляционного звена системы гемостаза рыб клоттинговыми методами с использованием коагулометра / Л.Л. Фомина, Т.С. Кулакова, Д.И. Березина // Актуальные вопросы вет. биологии. – 2017. – Т. 35. – №. 3. – С. 54-58.

References:

1. Fomina L.L., Vaitzel A.E., Berezina D.I. Functional state of fish hemostasis system. *Molochnohozyaystvennyy vestnik [Dairy Bulletin]*, 2015, no. 2, Vol.18, pp.41-45. (in Russian)
2. Berezina D.I. Dynamics of cortisol level under stress in fish. *Materialy 2 Mezhdunarodnoy Molodezhnoy Nauchno-Prakticheskoy Konferentsii Molodye issledovateli agropromyshlennogo i lesnogo kompleksov – regionam [Proc.2nd Int. Youth Scientific and Practical Conference "Young researchers of agro-industrial and forest complexes for regions]*, Vologda-Molochnoe, 2017, pp. 12-17. (in Russian)
3. Strange R.J. Schreck C. B., Golden J. T. (1977) Corticoid stress responses to handling and temperature in salmonids. *Transactions of the American Fisheries Society*, 106 (3), pp. 213-218.
4. Barcellos L. J. G., Nicolaiewsky S., De Souza S. M. G., Lulhier, F. (1999) Plasmatic levels of cortisol in the response to acute stress in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.), previously exposed to chronic stress. *Aquaculture Research*, 30 (6), pp. 437-444.

5. Grutter A. S., Pankhurst N. W. (2000) The effects of capture, handling, confinement and ectoparasite load on plasma levels of cortisol, glucose and lactate in the coral reef fish *Hemigymnus melapterus*. *Journal of Fish Biology*, 57(2), pp. 391-401.
6. Pottinger T. G. (1998) Changes in blood cortisol, glucose and lactate in carp retained in anglers' keepnets. *Journal of fish biology*, 53(4), pp. 728-742.
7. Ruane N. M., Huisman E. A., Komen J. (2001) Plasma cortisol and metabolite level profiles in two isogenic strains of common carp during confinement. *Journal of Fish Biology*, 59 (1), pp. 1-12.
8. Ruane N. M., Carballo E. C., Komen J. (2002) Increased stocking density influences the acute physiological stress response of common carp *Cyprinus carpio* (L.). *Aquaculture Research*, 33 (10), pp. 777-784.
9. Gluth G., Hanke W. (1985) A comparison of physiological changes in carp, *Cyprinus carpio*, induced by several pollutants at sublethal concentrations: I. The dependency on exposure time. *Ecotoxicology and environmental safety*, 9 (2), pp. 179-188.
10. Dobšíková R., Svobodova Z., Blahova J., Modra H., Velíšek J. (2009) The effect of transport on biochemical and haematological indices of common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Czech J Anim Sci*, 54 (11), pp. 510-518.
11. Tavares-Dias, M., & Oliveira, S. R. (2009) A review of the blood coagulation system of fish. *Revista Brasileira de Biociências*, 7(2).
12. Ivanov A.A. *Fiziologiya ryb* [Physiology of fish]. St. Petersburg, Lan' Publ., 2011. 279p.
13. Fomina L.L., Kulakova T.S., Berezina D.I. Determination of activity of plasma-coagulation unit of the hemostasis system in fish by clotting methods using a coagulometer. *Aktual'nye voprosy veterinarnoy biologii* [Actual issues of veterinary biology], 2017, Vol. 35, no. 3, pp. 54-58. (in Russian)

Blood fibrinogen dynamics in fish under stress

Berezina Dar'ya Igorevna, postgraduate student

e-mail: vetxwork@gmail.com

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education the Vereshchagin State Dairy Farming Academy of Vologda

Fomina Lyubov' Leonidovna, Candidate of Science (Biology), associate professor

e-mail: fomina-luba@mail.ru

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education the Vereshchagin State Dairy Farming Academy of Vologda

Abstract. The paper presents the research results of blood fibrinogen in carps under stress. It is established that the coagulation processes have accelerated under hypoxic stress by the 4th day of the experiment.

Keywords: hemostasis, fibrinogen, cortisol, fish, stress, hypoxia, carp

Биохимическое исследование крови высокопродуктивных лактирующих коров в период раздоя в зависимости от системы содержания*

Гусаров Игорь Владимирович, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, заведующий отделом кормов и кормления сельскохозяйственных животных

e-mail: i-gusarov@yandex.ru

Северо-Западный научно исследовательский институт молочного и лугопастбищного хозяйства – обособленное подразделение ФГБУН «Вологодский научный центр Российской академии наук».

Фоменко Полина Анатольевна, старший научный сотрудник

e-mail: polinafomenko208@gmail.com

Северо-Западный научно исследовательский институт молочного и лугопастбищного хозяйства – обособленное подразделение ФГБУН «Вологодский научный центр Российской академии наук».

Богатырёва Елена Валерьевна, старший научный сотрудник, заведующий лабораторией химического анализа

e-mail: laboratoriahimanaliza@gmail.com

Северо-Западный научно исследовательский институт молочного и лугопастбищного хозяйства – обособленное подразделение ФГБУН «Вологодский научный центр Российской академии наук».

Шутова Марина Валерьевна, научный сотрудник

e-mail: szniibiohim@mail.ru

Северо-Западный научно исследовательский институт молочного и лугопастбищного хозяйства – обособленное подразделение ФГБУН «Вологодский научный центр Российской академии наук».

Аннотация. В работе изучены биохимические параметры крови дойных высокопродуктивных лактирующих коров в период раздоя и его напряжённость в зависимости от способа содержания животных. Рассматриваются прогрессивные способы содержания и доения коров в сравнении с классической привязью. Авторы указывают, что в основе ведения эффективного молочного животноводства лежит организация системы нормированного кормления и, в свою очередь, её влияние на состояние животного.

Ключевые слова: рацион, лактирующие коровы, система содержания, система кормления, раздой, биохимические параметры.

* Работа выполнена в рамках выполнения гранта №18-416-350006.

Введение. Эффективность развития отрасли животноводства всецело опирается на современные технологии содержания и разведения крупного рогатого скота. основополагающим фактором успешного использования молочных коров является нормированное кормление животных. Объективную оценку полноценности питания скота возможно получить через биохимическое исследование крови в разные периоды лактации. Контроль за состоянием и напряжённостью обмена веществ в организме обеспечивает долговременное использование продуктивных животных и их высокую продуктивность [1]. В последние годы в Вологодской области, наряду с привязным способом содержания молочного скота, активно внедряется беспривязный, с применением доильных залов, а также роботизированное доение коров. Все это требует более объективной с зоотехнической точки зрения оценки состояния здоровья организма животного [18]. Из литературных источников известно, что для межклеточных обменов, оказывающих влияние на продуктивность и качество молока коров, регулирующим фактором является кормление, содержание и технология доения животных [2-9,11-17]. Поэтому возникает необходимость проанализировать влияние новых технологических процессов на биохимические параметры крови высокопродуктивных коров в период раздоя – один из основных напряжённых периодов лактации [14].

Целью работы является определение биохимических параметров крови высокопродуктивных лактирующих коров в стадии раздоя на привязном и беспривязном содержании при роботизированном доении.

В задачи исследований входило определение биохимического состава крови:

- глюкозы;
- кетоновых тел;
- общего белка;
- кальция;
- фосфора;
- каротина.

На основании полученных данных дать оценку напряжённости межклеточного обмена крови высокопродуктивных лактирующих коров при раздое в зависимости от системы содержания.

Материал и методика исследований. Исследования проведены в 2016–2017 гг. в ПЗ «Родина» Вологодской области. Объектом исследований являлись новотельные коровы чёрно-пёстрой породы в количестве 20 голов. Животных по принципу пар-аналогов, с учётом живой массы, суточного удоя, возраста лактации, содержания жира и белка в молоке, разбили на две группы – контрольную и опытную. Каждая группа включала в себя 10 голов. Группа с привязным содержанием коров служила контролем, а группа с беспривязным содержанием животных была опытной. Продолжительность опыта составляла 100 дней лактации коров. В конце эксперимента у подопытных животных осуществляли забор крови из яремной вены для проведения биохимического анализа.

Результаты и обсуждения. Предприятием используется достаточно широкий набор кормов, обусловленный хорошим химическим составом, удовлетворяющий пищевые потребности животных. Среднесуточные рационы лактирующих новотельных коров (табл.1) разработаны с целью обеспечения реализации высокой продуктивности животных в период раздоя в стойловый период.

Таблица 1 – Среднесуточные рационы лактирующих новотельных коров с суточным удоем 30 кг молока 3,8-4,0%-ной жирности и живой массой 600 кг в период раздоя (1-100 дней лактации)

Показатель	Хозяйство ПЗ «Родина»			
	Привязное содержание коров		Беспривязное содержание коров	
	факт	± к норме	факт	± к норме
Сено злаково-бобовое, кг	2,5		2,5	
Силос разнотравный, кг	37,0		37,0	
Комбикорм, кг	3,6		3,6	
Мука фуражная, кг	5,0		5,0	
Жмых подсолнечный, кг	4,1		4,1	
Соя экстрадированная, кг	0,6		0,6	
Патока свекловичная, кг	1,3		1,3	
Мел, г	320		320	
Сода, г	104		104	
Премикс, г	200		200	
В рационе содержится:				
ЭКЕ	20,7	-3,0	20,7	-3,0
Обменной энергии, МДж	207,4	-29,6	207,4	-29,6
Сухого вещества, кг	23,5	0,6	23,5	0,6
Сырого протеина, г	3600	140	3600	140
Переваримого протеина, г	2430	110	2430	110
Сырой клетчатки, г	4700	200	4700	200
Сахаров, г	2400	-40	2400	-40
Крахмала, г	4000	340	4000	340
Жира, г	900	90	900	90
Соли поваренной, г	150	0,0	150	0,0
Са, г	151	1	151	1
Р, г	129	21	129	21
Мг, г	80	44	80	44
К, г	157	4	157	4
Zn, мг	1136	-309	1136	-309
Сu, мг	89	-136	89	-136
Со, мг	1,8	-16,3	1,8	-16,3
Каротина, мг	1004	-6	1004	-6
Концентрация ЭКЕ в 1 кг сухого в-ва	0,88		0,88	
Переваримого протеина на 1 ЭКЕ, г	117		117	
Затраты сухого в-ва на 100 кг ж.м.	3,9		3,9	
Сахаро-протеиновое отношение	0,99		0,99	
Структура рациона, %				
Объемистые корма	33,3		33,3	
Концентрированные корма	66,7		66,7	

Из таблицы видно, что рационы лактирующих коров во время опыта при раздое как при привязном, так и беспривязном содержании состояли из одинакового набора кормов и были сбалансированы согласно существующих норм кормления [1, 10].

Следует отметить, что в период опыта для кормления лактирующих коров использовали фактические рационы применяемые в хозяйстве и корректировке их не подвергали. Рационы включали в себя широкий набор кормовых средств и состояли из грубых, сочных, концентрированных кормов, минеральных добавок и премикса (см. табл. 1). В таблице 2 приведены показатели крови лактирующих животных.

Таблица 2 – Метаболиты крови коров в период раздоя (1-100 дней лактации)

Показатель биотеста	Ед. изм.	Норма	Группа				±, % к контролю
			Привязное содержание		Беспривязное содержание		
			факт	отклонение от нормы %	факт	отклонение от нормы %	
Глюкоза	мг%	40-47	44,50	Н	43,79	Н	- 1,6
Общий белок	г%	8,3-8,8	8,71	Н	8,46	Н	-2,9
Кетоновые тела	мг%	11-13	11,02	Н	11,15	Н	1,2
Кальций	мг%	9,3-9,9	9,44	Н	9,31	Н	- 1,4
Фосфор	мг%	3,6-4,1	4,38	6,8	4,35	6,1	- 0,7
Каротин	мг%	0,3-0,4	0,32	Н	0,31	Н	- 3,1

Из анализа таблицы видно, что все метаболиты крови у коров в период раздоя были в пределах физиологической нормы как при привязном содержании, так и при беспривязном содержании. Однако, следует отметить, что биохимические параметры крови были лучше у животных при привязном содержании по сравнению с беспривязным. Так, в крови контрольных животных содержалось больше по сравнению с опытной группой, которая находилась на беспривязном содержании: глюкозы на – 1,6%, общего белка – 2,9%, кальция – 1,4%. Фосфора – 0,7%, каротина – 3,1%. Это объясняется тем, что при привязном содержании каждая корова получает индивидуально концентрированные корма, а при беспривязном содержании – свободный доступ животных к кормовому столу. Группу животных при беспривязном содержании трудно сформировать по продуктивности, живой массе, темпераменту, что оказывает существенное влияние на потребление корма животными, а значит и на обменные процессы в организме, о чём свидетельствуют полученные показатели крови коров.

Следует отметить, что в крови животных опытной группы на 1,2% содержалось больше кетоновых тел по сравнению с контрольной группой, это можно объяснить, что некоторые животные при беспривязном содержании больше потребляли концентрированных кормов с кормовой смесью, чем предусмотрено нормой. Поэтому в крови животных при беспривязном содержании отмечалось некоторое повышение кетоновых тел в сравнении с коровами, которые находились на привязи и потребляли корм согласно норм.

Выводы. Таким образом, полученные в опыте результаты показали, что в период раздоя высокопродуктивных молочных коров биохимические параметры крови при привязном содержании отвечают физиологическим нормам животного и в сравнении с беспривязным находятся в допустимых пределах указанных нами па-

раметров, что свидетельствует о более полноценном питании коров содержащихся на привязи.

Список литературы:

1. Гусаров, И.В. Система полноценного кормления КРС в Вологодской области / И.В. Гусаров, П.А. Фоменко, Е.В. Богатырёва // Сыроделие и маслоделие. – 2018. – №4. – С.16-19.
2. Кормовые добавки: справочник / А.М. Венедиктов, Т.А. Дуборезова, Г.А. Симонов [и др.]. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1992. -192 с.
3. Епифанов, В.Г. Влияние кормовой добавки «Белкофф-М» на молочную продуктивность голштинизированных первотёлок / В.Г. Епифанов, В.С. Зотеев, Г.А. Симонов [и др.] // Известия Нижневолжского комплекса. – Волгоград ГАУ, 2014. – №2(34). – С. 93-98.
4. Влияние белковой кормовой добавки Белкофф-М на качество молока коров чёрно-пёстрой породы / В.Г. Епифанов, Г.А. Симонов, В.С. Зотеев [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2014. – №6. – С. 102-104.
5. Зотеев, В.С. Витаминно-минеральный премикс для дойных коров / В.С. Зотеев, Л.А. Илюхина, Г.А. Симонов // Животноводство. – 1985. – №5. – С. 45-46.
6. Зотеев, В. Комплексная минеральная добавка для коров / В. Зотеев, Г. Симонов // Комбикорма. – 2011. – №5. – С. 75.
7. Комплексная минеральная добавка в рационе лактирующих коров в летний период // В.С. Зотеев, Г.А. Симонов, М.Ш. Магомедов [и др.]. // Проблемы развития АПК региона. – ДагГАУ, 2014. – №2(18). – С. 58-61.
8. Калашников, А.П. Воспроизводительная способность и состояние рубцового метаболизма коров при разной структуре рационов / А.П. Калашников, М.Ш. Магомедов, Г.А. Симонов // Доклады ВАСХНИЛ. – 1984. – №11. – С. 29-30.
9. Калашников, А.П. Эффективность кормления коров по детализированным нормам / А.П. Калашников, М.Ш. Магомедов, Г.А. Симонов // Животноводство. – 1984. – №9. – С. 7-8.
10. Магомедов, М.Ш. Биотехнология продукции животноводства / М.Ш. Магомедов, Г.А. Симонов, В.С. Никульников. – Махачкала: Типография ДНЦ РАН, 2011. – 504 с.
11. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных: справочное пособие / под ред. А.П. Калашникова, В.И. Фисинина, В.В. Щеглова, Н.И. Клейменова. – 3-е изд. перераб. и доп. – М.: 2003. – 456 с.
12. Симонов, Г. Влияние разной сбалансированности и структуры рационов / Г. Симонов, А. Калашников, М. Магомедов // Молочное и мясное скотоводство. – 1985. – С.19-21.
13. Симонов, Г.А. Как снизить уровень концентратов и повысить полноценность рационов / Г.А. Симонов // Зоотехния. – 1988. – №12. – С. 30-34.
14. Опыт создания высокопродуктивных молочных стад / Г.А. Симонов, В.А. Сабурин, Ю.В. Коваль [и др.]. // Зоотехния. – 2005. – №1. – С. 11-15.
15. Симонов, Г.А. Гематологические показатели и молочная продуктивность коров в зависимости от сбалансированности питания / Г.А. Симонов, Г.И. Шичкин, В.С. Зотеев // Известия «Самарская ГСХА». – 2009. – №1. – С.81-84.
16. Симонов, Г.А. Советы фермеру молочного скотоводства / Г.А. Симонов,

П.А. Алигазиева. – Махачкала: Наука ДНЦ, 2011. – 144 с.

17. Качество молока коров при различных технологиях доения / Е.А. Тяпугин, Г.А. Симонов, М.Ш. Магомедов [и др.] // Проблемы развития АПК региона. – Даг-ГАУ, 2015. – №3(23). – С. 75-78.

18. Сравнительная оценка технологических факторов, влияющих на производство и качество молока, при разных технологиях доения / Е.А. Тяпугин, С.Е. Тяпугин, Г.А. Симонов [и др.] // Российская сельскохозяйственная наука. – 2015. – №3. – С. 50-53.

References

1. Gusarov I.V., Fomenko P.A., Bogatyryova E.V. The system of adequate cattle feeding in the Vologda region. Syrodelyiye i maslodeliye [Cheese-making and butter-making], 2018, no 4, pp.16-19. (In Russian)

2.Venediktov A.M. Duborezova T.A., Simonov G.A. et al. Kormovyye dobavki: Spravochnik [Feed additives: Manual]. Moscow, Agropromizdat Publ., 1992. 192 p.

3. Epifanov V.G., Zoteev V.S., Simonov G.A. et al. The effect of "Belkoff-M" feed additive on dairy productivity of Holstein crossbred heifers. Izvestiya Nizhnevolzhskogo kompleksa [News of the Nizhnevolzhsky complex], 2014, no. 2 (34), pp.93-98. (In Russian)

4. Epifanov V.G., Simonov G.A., Zoteev V.S. et al. The effect of "Belkoff-M" protein feed supplement on the quality of milk of black-motley breed cows. Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [Proc. of the Orenburg State Agrarian University], 2014, no. 6, pp. 102-104. (In Russian)

5. Zoteev V.S., Ilyukhina L.A., Simonov G.A. Vitamin-mineral premix for milk cows. ZHivotnovodstvo [Animal husbandry], 1985, no. 5, pp. 45-46. (In Russian)

6. Zoteev V.S., Simonov G.A. Complex mineral supplement for cows. Kombikorma [Mixed feeds], 2011, no. 5, p.75. (In Russian)

7. Zoteev V.S., Simonov G.A., Magomedov M.Sh. et al. Complex mineral supplement in the diet of lactating cows during summer. Problemy razvitiya APK regiona, DagGAU [Problems of development of the agro-industrial complex of the region, DagGAU], 2014, no.2 (18), pp.58-61. (In Russian)

8. Kalashnikov A.P., Magomedov M.Sh., Simonov G.A. Reproduction ability and rumen metabolism condition in cows with different diet structure. Doklady VASKHNIL [Reports of the Agricultural Academy of Agricultural Sciences], 1984, no. 11, pp.29-30. (In Russian)

9. Kalashnikov A.P., Magomedov M.Sh., Simonov G.A. The efficiency of feeding cows by detailed norms. ZHivotnovodstvo [Animal husbandry], 1984, no. 9, pp.7-8. (In Russian)

10. Magomedov M.Sh., Simonov G.A., Nikulnikov V.S. Biotekhnologiya produktsii zhivotnovodstva [Biotechnology of livestock products]. Makhachkala, 2011. 504 p.

11. Norms and rations of feeding of farm animals. Reference manual. Moscow, 2003. 456 p.

12. Simonov G.A., Kalashnikov A.P., Magomedov M.Sh. The effect of different balance and structure of rations. Molochnoye i myasnoye skotovodstvo [Dairy and meat cattle breeding], 1985, pp.19-21. (In Russian)

13. Simonov G.A. How to reduce the level of concentrates and improve the usefulness of rations. Zootekhnika [Zootechnics], 1988, no.12, pp.30-34. (In Russian)

14. Simonov G.A., Saburin V.A., Koval Yu.V. et al. The experience in creating highly productive dairy herds. *Zootekhnika* [Zootechnics], 2005, no.1, pp.11-15. (In Russian)
15. Simonov G.A., Shichkin G.I., Zoteev V.S. Hematologic indices and dairy productivity of cows depending on the nutrition balance. *Izvestiya "Samarskaya GSKHA"* [Proc. of the Samara State Agricultural Academy], 2009, no.1, pp.81-84. (In Russian)
16. Simonov G.A., Aligazieva P.A. *Sovety fermeru molochnogo skotovodstva* [Tips for a dairy cattle breeding farmer]. Makhachkala, "Nauka DNC" Publ., 2011. 144 p.
17. Tyapugin E.A., Simonov G.A., Magomedov M.Sh. et al. Milk quality in cows under different milking technologies. *Problemy razvitiya APK regiona, DagGAU* [Problems of development of the agro-industrial complex of the region, DagGAU], 2015, no. 3 (23), pp.75-78. (In Russian)
18. Tyapugin E.A., Tyapugin S.E., Simonov G.A. et al. Comparative evaluation of technological factors influencing the production and quality of milk under different milking technologies. *Rossiyskaya sel'skokhozyaystvennaya nauka* [Russian Agricultural Science], 2015, no. 3, pp. 50-53. (In Russian)

Biochemical blood test in high-yielding lactating cows during the initial stage of lactation depending on the housing system*

Gusarov Igor Vladimirovich, Candidate of Science (Biology), Leading Researcher, Head of the Department of Feeds and Feeding of Farm Animals,

e-mail: i-gusarov@yandex.ru

The North-Western Research Institute of Dairy and Grassland Management, a separate subdivision of the Federal State Budgetary Institution of Science "The Vologda Scientific Center of the Russian Academy of Sciences".

Fomenko Polina, Senior Researcher,

e-mail: polinafomenko208@gmail.com

The North-Western Research Institute of Dairy and Grassland Management, a separate subdivision of the Federal State Budgetary Institution of Science "The Vologda Scientific Center of the Russian Academy of Sciences".

Elena Bogatyreva, Senior Researcher, Head of the Laboratory of Chemical Analysis,

e-mail: laboratoriahimanaliza@gmail.com,

The North-Western Research Institute of Dairy and Grassland Management, a separate subdivision of the Federal State Budgetary Institution of Science "The Vologda Scientific Center of the Russian Academy of Sciences".

Shutova Marina Valeryevna, Research Associate,

e-mail: szniibiohim@mail.ru

The North-Western Research Institute of Dairy and Grassland Management, a separate subdivision of the Federal State Budgetary Institution of Science "The Vologda Scientific Center of the Russian Academy of Sciences".

Abstract. The biochemical parameters of blood in high-yielding lactating dairy cows during the initial stage of lactation and the tightness of this stage depending on the housing system have been studied. Innovative cattle housing and milking methods are considered in comparison with the classic tied housing system. The authors point out that the basis of effective dairy farming is the organization of standardized feeding system, and its impact on the condition of the animal.

Keywords: ration, lactating cows, housing system, feeding system, initial stage of lactation, biochemical parameters.

* The work was carried out within the framework of the grant №18-416-350006

Редактирование генома сельскохозяйственных животных с помощью технологии CRISPR/Cas9*

Ларкина Татьяна Александровна, кандидат биологических наук, младший научный сотрудник

e-mail: tanya.larkina2015@yandex.ru

Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных, филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста»

Крутикова Анна Алексеевна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник

e-mail: anntim2575@mail.ru

Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных, филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста»

Козикова Лариса Васильевна, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник

e-mail: larkozik@list.ru

Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных, филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста»

Аннотация. Одной из самых обсуждаемых тем в современной генетике стало появление технологии редактирования геномов биологических объектов CRISPR/Cas9, которая оказала огромное влияние на молекулярную биологию, эта технология позволяет добавлять, удалять и вносить изменения в геном различных организмов, в том числе и высших млекопитающих. Это инновационный и мощный инструмент получения животных с заданными признаками. Стало возможным за относительно короткий срок создать животное с измененным геномом, что позволит повысить качество и эффективность производства продукции животноводства. В статье приводится обзор успешных экспериментов в мировой практике по редактированию сельскохозяйственных животных с помощью технологии CRISPR/Cas9.

Ключевые слова: CRISPR/Cas9, редактирование генома, мРНК, ген, мутация.

* Исследования проведены при финансовой поддержке ФАНО; тема ГЗ: АААА-А18-118021590138-1.

Введение. Благодаря своей простоте в использовании технология CRISPR/Cas9 занимает на сегодняшний день лидирующее положение в практике молекулярной генетики. Всего пару лет назад технология редактирования с помощью CRISPR/Cas9 стремительно пересекла границу из фантастики в реальность и была принята на вооружение в десятках лабораторий по всему миру. Большое количество статей говорят о получении положительных результатов в этой области.

CRISPR это иммунная система бактерий, защищающая их от чужеродных вирусов. Впервые она была обнаружена у *Escherichia coli* в конце 1980-х годов. Японские учёные заметили, что в геноме бактерии присутствуют повторяющиеся последовательности, разделенные спейсерами – уникальными участками ДНК. Но какую роль они играют, исследовали объяснить на тот момент не смогли. И только в 1992 году Франциско Мохика назвал их CRISPR (Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats – сгруппированные короткие палиндромные повторы, разделенные промежутками). Далее генетики выяснили, что CRISPR связаны с выработкой комплекса белков, названных Cas, которые узнают проникший в клетку бактерии вирус и вырезают кусок чужеродной ДНК и вставляют его в кассету CRISPR (рис. 1). Если клетка вновь встречается с идентичным вирусом, система CRISPR/Cas9 с легкостью помогает побороть инфекцию (рис. 2) [1].



Рисунок 1. Формирование CRISPR-опосредованного иммунитета у бактерий [2]

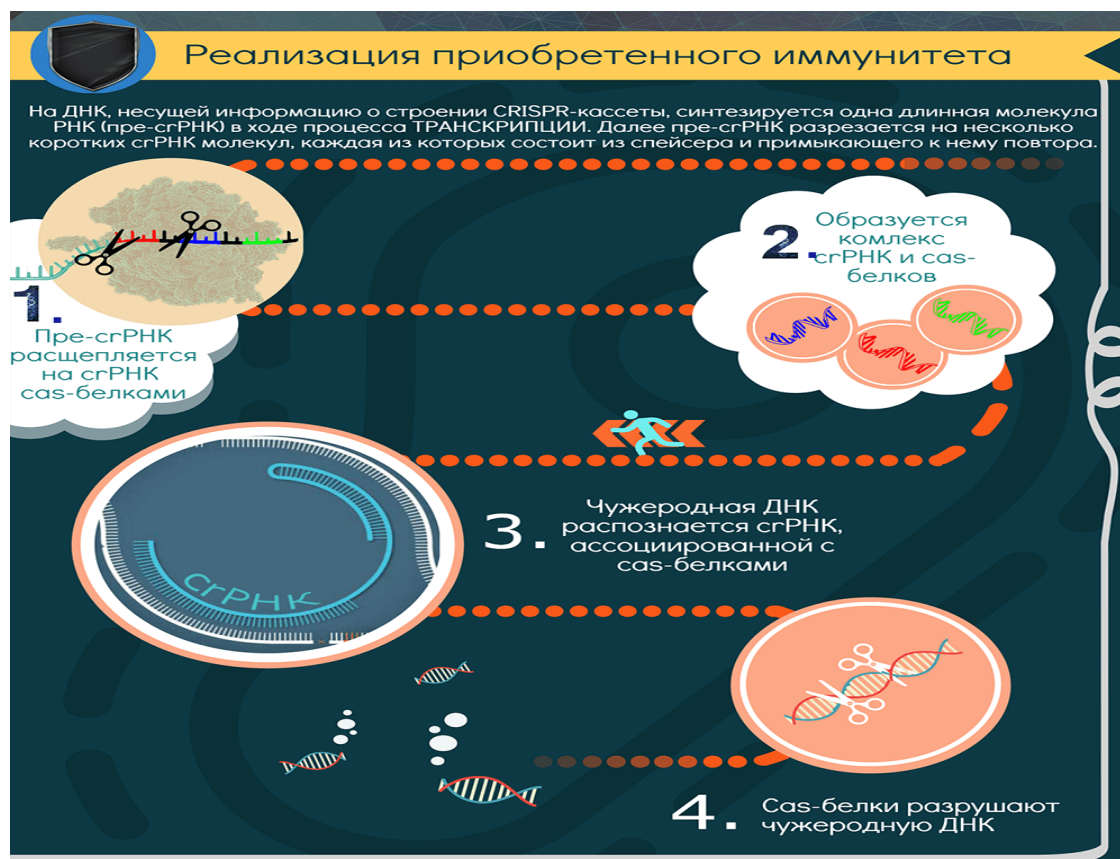


Рисунок 2. Реализация приобретенного иммунитета у бактерий [2]

Основная часть. Изменение генома животных на молекулярном уровне осуществлялось преимущественно методами трансгенеза, но эффективность была близка к нулю. Специалисты в области геной инженерии с большим азартом переняли технологию CRISPR/Cas9 для внесения изменений в геном сельскохозяйственных животных, что позволило более точно в облегченной форме модифицировать гены, участвующие в формировании хозяйственно полезных признаков у животных.

Объект исследований – свиньи.

Свиньи – животные неприхотливые и плодовитые, поэтому за короткий срок можно получить большое поголовье поросят, также свиноводство является важной отраслью животноводства для обеспечения продовольствием населения. К тому же, свинья это идеальная модель для исследования различных заболеваний человека. Китайский учёный Tang Hai с соавторами продемонстрировал применение CRISPR/Cas9 технологии для нокаута гена vWF (гликопротеин плазмы крови), мутация которого у человека вызывает серьезную болезнь Виллебранда (спонтанные кровотечения, болезнь схожа с гемофилией). В процессе производства мяса важным фактором является активное кровотечение после убоя, так как оставшаяся кровь является идеальной средой для роста бактерий, а это в свою очередь опасно для жизни человека. Таким образом, нокаут гена vWF позволит снизить сворачиваемость крови, что будет способствовать активному ее оттоку после убоя животного. Показано, что введение генетических конструкций методом цитоплазматической инъекции мРНК/Cas9 и мРНК/sgRNA в зиготы не оказывает существенного влияния на развитие эмбрионов свиней. В общей сложности 76 инъектированных эмбрионов были трансплантированы в 5 суррогатных матерей, 10 из 16 родившихся поросят содержали целевую делецию на участке гена vWF, эффективность мутации в этом

случае составила около 63%. Эти результаты показывают, что с помощью технологии CRISPR/Cas9 группа исследователей смогла получить как одноаллельных, так и биаллельных мутантных жизнеспособных свиней за один шаг путем прямой инъекцией в зиготу [3].

Двойной эксперимент провел Whitworth K. с коллегами, они получили свиней с отредактированным геномом с нокаутом генов CD163 и CD1D (антигенные маркеры клеток иммунной системы) двумя методами: путём переноса ядер соматических клеток (Somatic cell nuclear transfer – SCNT) в ооциты-реципиенты, а также методом цитоплазматической инъекции генетических конструкций в зиготу. Когда система CRISPR/Cas9 была введена методом инъекции в зиготу, почти 100% эмбрионов свиней содержали INDEL-мутацию в целевом гене и оказались жизнеспособны. У поросят, полученных путем SCNT, были проблемы со здоровьем, и они подверглись эвтаназии [4]. Модификация генома на уровне зигот имеет свои плюсы, например получение гипоморфных мутаций (потеря функции гена), не способных передаваться потомству, или в результате получаются гетерозиготные животные, несущие аллель дикого типа, что требует дополнительных шагов для получения гомозиготных особей. Метод SCNT позволяет выделить мутантные клетки перед началом эксперимента и гарантирует получение животных с запланированными модификациями генов [5].

Свиньи могут выступать продуцентами важных человеческих белков. Одним из таких белков является сывороточный альбумин. Этот белок участвует во многих жизненно важных процессах в организме, в том числе в регуляции кровяного давления в системе циркуляции, а также в транспортировке жирных кислот, аминокислот, желчных пигментов и различных компонентов сыворотки крови. При различных травмах, ожогах, в ходе хирургических операций сывороточный альбумин вводят в качестве заменителя плазмы. Так Peng с соавторами, используя преимущества системы CRISPR/Cas9, создал плазмидный вектор, нацеленный на locus альбумина свиней, который содержал в себе кДНК человеческого сывороточного альбумина и sgRNA (направляющую РНК) для нокаута гена альбумина свиней, чтобы блокировать экспрессию эндогенного альбумина. В результате эксперимента, в крови 16 поросят присутствовал человеческий альбумин [6]. X. Wang с коллегами наблюдали низкую частоту целевой встройки ДНК-фрагментов (ssODN) при ПЦР-анализе бластоцист свиней (13 %), а эффективность внедрения мутаций в ген *Mitf* с помощью инъекции CRISPR/Cas9 в зиготы свиней составила 100 % [7].

При всех достоинствах использования технологии CRISPR/Cas9 для генетической модификации одноклеточных эмбрионов у этого метода есть существенный недостаток – это мозаицизм развивающегося организма, возникающий в том случае, когда целенаправленные изменения генетической информации происходят не во всех бластомерах эмбриона. Если CRISPR/Cas9 модифицирует геном не на одноклеточной, а на двухклеточной стадии, то есть вероятность, что мутирует лишь часть генома, то есть лишь половина клеток родившегося животного будут нести целевую мутацию. Кроме того, если репарация по механизму NHEJ (негомологичная, когда концы ДНК сшиваются лигазой напрямую, без гомологичного шаблона) протекает с изменением целевого локуса, то модификации, произошедшие в разных клетках, могут приводить к различающимся мутациям. Таким образом, животное будет состоять из клеток с разными мутациями в целевом локусе генома. Если мозаицизм наблюдается в половых клетках, то проведение скрещиваний затянется на длительный срок, чтобы получить гомозиготных носителей мутации [8].

В 2015 году X. Zhou методом SCNT получил колонию мутированных фибробластов свиней с нокаутом по гену TYR (тирозидаза) и двойным нокаутом по генам PINK1 (киназа) и PARK2 (ген паркина). В результате получили 15 тирозиназных (TYR) и 20 (PARK2 и PINK1) биаллельных мутантных свиней. Все они были гомозиготными, свиньи с выключенной тирозиназой показали типичный альбинизм, а свиньи с двойным нокаутом по генам PARK2 и PINK1 были сильно истощены [9]. Положительные работы по INDEL-мутациям (делеции в геноме) с использованием CRISPR/Cas9 системы были опубликованы у K. Whitworth [10], L. Huang [11], K. Wang [12] и многих других исследователей. Еще одну успешную работу по введению гена мыши UCP1 (адипонектина) в эндогенный локус UCP1 свиньи провел Q. Zheng с коллегами. В результате семейство свиней *Ariodactyl Suidae*, которые до этого не имели функционального гена UCP1, ответственного за терморегуляцию организма, показало улучшенную способность поддерживать температуру тела во время холодового воздействия. Таким образом, свиньи семейства *Ariodactyl Suidae* адаптировались к холоду, это снижает неонатальную смертность поросят и уменьшает экономические затраты на обогрев помещений для содержания животных [13].

Объект исследований – крупный рогатый скот.

В настоящее время разведение крупного рогатого скота с целью получения продукции ведется в трех направлениях – молочное, мясное и молочно-мясное. Скотоводство занимает одно из ведущих мест в обеспечении населения полноценными продуктами питания. Применение технологии редактирования генома у крупного рогатого скота позволит существенно повысить продуктивность животных, сократить технологические потери, а также получить животных с заданными качествами.

Японский учёный M. Ikeda изучает местную породу крупного рогатого скота Вагю (японская черная), которая известна своей мраморностью и высоким содержанием ненасыщенных жиров. Более 60 лет велась селекция на мраморность, но это привело к накоплению рецессивных мутаций, которые вызывают генетические заболевания. Одним из таких заболеваний является синдром недостатка изолейцил-тРНК-синтетазы (IARS). Замещение в гене IARS (235G>C) приводит к замене аминокислотного состава белка (Val79Leu) вызывая тем самым снижение синтеза белка. У гомозиготных мутантных телят наблюдается задержка внутриутробного развития, они или умирают в утробе или рождаются нежизнеспособными. Для восстановления мутантного гена IARS учёные использовали вектор, который включал в себя систему CRISPR/Cas9 для создания двухцепочечного разрыва вблизи места мутации, ДНК, которая содержала синонимичный кодон для правильной аминокислоты, а также зеленый флуоресцентный белок (AcGFP) для идентификации включения ДНК в геном мутантного эмбриона. Отредактированные бластоцисты подсаживали суррогатным коровам. Получили пять жизнеспособных плодов. Анализ геномной ДНК плода показал, что мутантный аллель был исправлен [14].

Болезни животных также активно исследуются мировым сообществом учёных. Туберкулез причиняет животноводству большой экономический ущерб, что связано с преждевременной выбраковкой, снижением продуктивности и сдачей молодых животных на убой, продолжительными и дорогостоящими противоэпизоотическими мероприятиями. Группа учёных во главе с Y. Gao ввели ген NRAMP1, экспрессирующийся в макрофагах мыши и контролирующий чувствительность к *M. bovis* в культуру фибробластов эмбрионов крупного рогатого скота. В результате секвени-

рования генома учёные продемонстрировали, что ген NRAMP1 встроился в целевой участок и правильно экспрессируется. Путём переноса ядер из культуры фибробластов (Somatic cell nuclear transfer – SCNT) в ооциты-реципиенты, получили 11 жизнеспособных телят с повышенной устойчивостью к туберкулезу [15].

Объект исследований – козы и овцы.

Разведение коз и овец было самым популярным животноводческим направлением с древних времен. Человек приручил этих животных не одно тысячелетие тому назад, по некоторым сведениям это произошло 6–8 тысяч лет назад. С тех пор они верно служат человеку, обеспечивая его молоком, шерстью, пухом, шкурами и мясом.

В 2014 году W. Ni показал успешную индукцию в первичных фибробластах коз прецизионных мутаций с эффективностью от 9 до 70%. Котрансфекция с использованием объединения из двух или четырех различных систем Cas9/gRNAs позволила получать линии клеток, несущих разрывы одновременно в двух или четырех генах с эффективностью 20 и 2% соответственно [16]. Трансгенные козы, несущие мутации, могут быть получены в течение 5 месяцев (продолжительность беременности 150–155 дней). Козы – удобный объект для исследований, у них достаточно короткий период откармливания и размножения. Козье молоко имеет высокую питательную ценность. Однако козье молоко, как и коровье, содержит различные аллергены, преимущественно β -лактоглобулин (BLG). В прошлом году W. Zhou путем коинъекции мРНК (Cas9) и направляющих РНК (sgRNAs) в зиготу козы нокаутировал 29-bp регион 1 экзона β -лактоглобулина. Уровень экспрессии BLG резко снизился ($p < 0,01$) у мутантных коз. Кроме того, результат вестерн-блот анализа подтвердил отсутствие белка BLG в козьем молоке [17].

Большое значение уделяется совершенствованию продуктивности животных, которые относятся к шерстной группе. В Китае продемонстрировали увеличение подшерстка кашемировых коз за счет частичной потери функции гена FGF5 (ген длины шерсти) в результате редактирования генома животных с помощью инъекции системы Cas9/gRNA в зиготу [18].

Использование мелкого рогатого скота в качестве доноров тканей и органов для лечения заболеваний человека становится все более актуальным. Поскольку диабет является распространенным заболеванием, которое можно лечить с помощью тканей, полученных из стволовых клеток, Vilarino M. с коллегами сосредоточил свое внимание на гене PDX1. PDX1 (панкреатический и дуоденальный гомеобокс-белок 1) представляет собой транскрипционный фактор, который участвует в развитии поджелудочной железы в эмбриональном периоде и не только. В этом исследовании они оценили, может ли нарушение PDX1 остановить развитие поджелудочной железы у овец. В результате микроинъекции CRISPR/Cas9 в зиготу получились двуаллельные мутанты с отсутствием поджелудочной железы. Для уменьшения мозаики животного систему CRISPR/Cas9 вводят перед репликацией ДНК в зиготе или даже до оплодотворения [19].

Для увеличения мясной продуктивности животных необходимо нокаутировать ген MSTN (миостатин), который участвует в ингибировании дифференцировки и роста мышц. M. Crispo с коллегами выделил 53 бластоцисты, полученные после микроинъекции зиготы CRISPR/Cas9, они были перенесены в 29 суррогатных матерей, что привело к 65,5% (19/29) беременности овец и 41,5% (22/53) новорожденным ягнятам. Из 22 рожденных ягнят, проанализированных секвенированием, десять показали мутации indel в гене MSTN. Вестерн-блот анализ гомозиготных

носителей подтвердил отсутствие миостатина, а у ягнят рост мышечной массы проявлялся активнее, чем у аналогов дикого типа [20]. Успеха достигли Wang X. с коллегами после точного нокаута системой Cas9/gRNA трех генов (MSTN, ASIP и VSO2). Эффективность таргетинга в этих трех генах у родившихся ягнят составляла 27–33%, что подтвердило эффективность метода микроинъекции в зиготу для создания генетически модифицированных овец [21].

Объект исследований – куры.

Наряду с созданием генетически измененных сельскохозяйственных животных – млекопитающих (свиней, коров, коз, овец, кроликов), не меньший интерес представляет создание кур с отредактированным геномом. Однако классический метод микроинъекции генетической конструкции Cas9/gRNA в зиготу связан с проблемами в точности определения овуляции, большом количестве желтка в яйцеклетке, труднодоступностью яйцеклетки, сильным уплотнением цитоплазмы около пронуклеусов [22]. Эффективным способом создания кур с измененным геномом является трансформация бластодермальных клеток с использованием лентивирусных и ретровирусных векторов. Прорывом в области редактирования генома курицы стали успешные исследования китайских ученых. Они нокаутировали два гена яичного белка (OVA) и овомукоид (OVM) с использованием вирусной инфекции у раннего эмбриона в первичных зародышевых клетках, которые можно культивировать и генетически модифицировать *in vitro*. Таким образом можно получить яйца без белков овальбумина и овомукоида, тем самым снизив аллергенность яиц [23].

Для производства вакцин для борьбы с птичьим гриппом группа американских исследователей провела серию экспериментов по выключению тяжелой цепи иммуноглобулина В, что привело к отсутствию выработки антител и блокированию развития В-клеток [24].

Заключение.

Сельскохозяйственные животные с успешно отредактированным геномом технологией CRISPR/Cas9 представляют собой усовершенствованные организмы-модели, применяемые для доказательства новых концепций крупномасштабного производства продуктов питания и их производных, которые представляют существенный интерес для биомедицины, биофармацевтики и хозяйственной отрасли. В ближайшем будущем совершенствование технологий редактирования генома позволит расширить технические возможности методов трансгенеза, способствующих процветанию науки, развитию молекулярной биологии, а также станет научной базой для улучшения отечественных пород сельскохозяйственных животных с целью обеспечения населения полноценными и качественными продуктами питания.

Список литературы:

1. Barrangou R., Fremaux C., Deveau H., Richards M., Boyaval P., Moineau S., Romero D.A., Horvath P. CRISPR provides collected resistance against viruses in prokaryotes. *Science* (N.Y.), 2007, vol. 315, pp. 1709-1712.
2. Волкова, О. Просто о сложном: CRISPR/Cas / О. Волкова, А. Коротаев // Биомолекула – 2016 [Электронный ресурс]. URL: <https://biomolecula.ru/articles/prosto-o-slozhnom-crispr-cas>. Дата обращения: 23.07.2018 г.
3. Hai T., Teng F., Guo R. One-step generation of knockout pigs by zygote injection of CRISPR/Cas system. *Cell Res.*, 2014, vol.24, pp. 372-375. DOI: 10.1038/cr.2014.11

4. Whitworth K.M., Lee K., Benne J.A. Use of the CRISPR/Cas9 System to Produce Genetically Engineered Pigs from In Vitro-Derived Oocytes and Embryos. *Biology of Reproduction*, 2014, vol. 91, no.3, pp. 78-90.

5. Трансгенные сельскохозяйственные животные: современное состояние исследований и перспективы / Н.А. Зиновьева, Н.А. Волкова, В.А. Багиров, Г. Брем // *Экологическая генетика*. – 2015. – Т. 13. – № 2. – С. 58-76.

6. Peng J., Wang Y., Jiang J., Zhou X., Song L., Wang L., Ding C., Qin J., Liu L., Wang W., Liu J., Huang X., Wei H. Production of human albumin in pigs through CRISPR/Cas9-mediated knockin of human cDNA into swine albumin locus in the zygotes. *Zhang Sci. Reports*, 2015. DOI: 10.1038 / srep16705

7. Wang X., Zhou J., Cao C., Huang J., Hai T., Wang Y., Zheng Q., Zhang H., Qin G., Miao X., Wang H., Cao S., Zhou Q., Zhao J. Efficient CRISPR/Cas9-mediated biallelic gene disruption and sitespecific knockin after rapid selection of highly active sgRNAs in pigs. *Sci. Reports*, 2015. DOI: 10.1038 / srep13348

8. Система CRISPR/Cas9 – универсальный инструмент геномной инженерии / А.В. Смирнов, А.М. Юнусова, В.А. Лукьянчикова, Н.Р. Баттулин // *Вавиловский журнал генетики и селекции*. – 2016. – Т. 20. – №4. – С. 493-510. – doi:10.18699/VJ16.175.

9. Zhou X., Xin J., Fan N., Zou Q., Huang J., Ouyang Z., Zhao Y., Zhao B., Liu Z., Lai S., Yi X., Guo L., Esteban M.A, Zeng Y., Yang H., Lai L. Generation of CRISPR/Cas9-mediated gene-targeted pigs via somatic cell nuclear transfer. *Cell Mol Life Sci*, 2015, vol. 72, pp. 1175-1184. DOI: 10.1007 / s00018-014-1744-7

10. Whitworth K.M., Benne J.A., Spate L.D., Murphy S.L., Samuel M.S., Murphy C.N., Richt J.A., Walters E., Prather R.S., Wells K.D. Zygote injection of CRISPR/Cas9 RNA successfully modifies the target gene without delaying blastocyst development or altering the sex ratio in pigs. *Transgenic Res.*, 2017, vol. 26, no.1, pp. 97-107. DOI: 10.1007 / s11248-016-9989-6

11. Huang L., Hua Z., Xiao H., Cheng Y., Xu K., Gao Q., Xia Y., Liu Y., Zhang X., Zheng X., Mu Y., Li K. CRISPR/Cas9-mediated ApoE^{-/-} and LDLR^{-/-} double gene knockout in pigs elevates serum LDL-C and TC levels. *Oncotarget*, 2017, vol. 8, no.23, pp. 37751-37760. DOI: 10.18632 / oncotarget.17154

12. Wang K., Ouyang H., Xie Z., Yao C., Guo N., Li M., Jiao H., Pang D. Efficient Generation of Myostatin Mutations in Pigs Using the CRISPR/Cas9 System. *Sci Rep.*, 2015. DOI: 10.1038 / srep16623

13. Zheng Q., Lin J., Huang J., Zhang H., Zhang R., Zhang X., Cao C., Hambly C., Qin G., Yao J., Song R., Jia Q., Wang X., Li Y., Zhang N., Piao Z., Ye R., Speakman J.R., Wang H., Zhou Q., Wang Y., Jin W., Zhao J. Reconstitution of UCP1 using CRISPR/Cas9 in the white adipose tissue of pigs decreases fat deposition and improves thermogenic capacity. *Proc Natl AcadSci U S A*, 2017, vol.114, no. 45, pp. 9474-9482. DOI: 10.1073 / pnas.1707853114

14. Ikeda M., Matsuyama S., Akagi S., Ohkoshi K., Nakamura S., Minabe S., Kimura K., Hosoe M. Correction of a Disease Mutation using CRISPR/Cas9-assisted Genome Editing in Japanese Black Cattle. *Sci Rep.*, 2017. DOI: 10.1038 / s41598-017-17968-w

15. Gao Y., Wu H., Wang Y., Liu X., Chen L., Li Q., Cui C., Liu X., Zhang J., Zhang Y. Single Cas9 nickase induced generation of NRAMP1 knockin cattle with reduced off-target effects. *Genome Biol.*, 2017. DOI: 10.1186 / s13059-016-1144-4

16. Ni W., Qiao J., Hu S., Zhao X., Regouski M., Yang M., Polejaeva I.A., Chen C. Efficient gene knockout in goats using CRISPR/Cas9 system. *PLoS One.*, 2014. DOI:

10.1371 / journal.pone.0106718

17. Zhou W., Wan Y., Guo R., Deng M., Deng K., Wang Z., Zhang Y., Wang F. Generation of beta-lactoglobulin knock-out goats using CRISPR/Cas9. PLoS One., 2017, vol.12 (10): e0186056. DOI: 10.1371 / journal.pone.0186056

18. Wang X., Cai B., Zhou J., Zhu H., Niu Y., Ma B., Yu H., Lei An., Yan H., Shen Q., Shi L., Zhao X., Hua J., Huang X., Qu L., Chen Y. Disruption of FGF5 in Cashmere Goats Using CRISPR/Cas9 Results in More Secondary Hair Follicles and Longer Fibers . PLoS One., 2016. vol.11(10) e0164640. DOI: 10.1371/journal.pone.0164640

19. Vilarino M., Rashid S.T., Suchy F.P., McNabb B.R., Meulen T., Fine E.J., Ahsan S., Mursaliyev N., Sebastiano V., Diab S.S., Huising M.O., Nakauchi H., Ross P.J. CRISPR/Cas9 microinjection in oocytes disables pancreas development in sheep. Sci Rep., 2017. no.7: 17472. DOI: 10.1038/s41598-017-17805-0

20. Crispo M., Mulet A.P., Tesson L., Barrera N., Cuadro F., dos Santos-Neto P.C., Nguyen T.H., Crénéguy A., Brusselle L., Anegón I. Efficient Generation of Myostatin Knock-Out Sheep Using CRISPR/Cas9 Technology and Microinjection into Zygotes. PLoS One, 2015. no.10(8): e0136690. DOI: 10.1371/journal.pone.0136690

21. Wang X., Niu Y., Zhou J., Yu H., Kou Q., Lei A., Zhao X., Yan H., Cai B., Shen Q., Zhou S., Zhu H., Zhou G., Niu W., Hua J., Jiang Y., Huang X., Ma B., Chenc Y. Multiplex gene editing via CRISPR/Cas9 exhibits desirable muscle hypertrophy without detectable off-target effects in sheep. Sci Rep., 2016, no.6: 32271. DOI: 10.1038/srep32271

22. Muramatsu T., Mizutani Y., Ohmori Y., Okumura J. Comparison of three nonviral transfection methods for foreign gene expression in early chicken embryos in ovo. Biophys. Res. Commun., 1997. vol. 230. pp. 376–380.

23. Oishi I., Yoshii K., Miyahara D., Kagami H., Tagami T. Targeted mutagenesis in chicken using CRISPR/Cas9 system. Sci Rep., 2016. no.6:23980. DOI: 10.1038/srep23980

24. Schusser B., Collarini E.J., Yi H., Izquierdo S.M., Fesler J. , Pedersen D., Klasing K.C., Kaspers B., Harriman W.D., van de Lavoie M.C., Etches R.J., Leighton P.A. Immunoglobulin knockout chickens via efficient homologous recombination in primordial germ cells. Proc Natl Acad Sci. U S A, 2013, vol.110, no. 50. pp. 20170-5. DOI: 10.1073/pnas.1317106110

References:

1. Barrangou R., Fremaux C., Deveau H., Richards M., Boyaval P., Moineau S., Romero D.A., Horvath P. CRISPR provides collected resistance against viruses in prokaryotes. Science (N.Y.), 2007, vol. 315, pp. 1709-1712.

2. Volkova O., Korotaev A. Just about the complex: CRISPR. Biomolekula [Biomolecule], 2016. Available at: [https://biomolekula.ru /articles/prosto-o-slozhnom-crispr-cas](https://biomolekula.ru/articles/prosto-o-slozhnom-crispr-cas) (Accessed 23 July 2013)

3. Hai T., Teng F., Guo R. One-step generation of knockout pigs by zygote injection of CRISPR/Cas system. Cell Res., 2014, vol.24, pp. 372-375. DOI: 10.1038/ cr.2014.11

4. Whitworth K.M., Lee K., Benne J.A. Use of the CRISPR/Cas9 System to Produce Genetically Engineered Pigs from In Vitro-Derived Oocytes and Embryos. Biology of Reproduction, 2014, vol. 91, no.3, pp. 78-90.

5. Zinov'eva N.A. Volkova N.A., Brem G., Bagirov V.A. Transgenic agricultural animals: the current state of research and prospects. Ekologicheskaya genetika [Ecological

genetics], 2015, vol. 13, no. 2, pp. 58-76 (in Russian).

6. Peng J., Wang Y., Jiang J., Zhou X., Song L., Wang L., Ding C., Qin J., Liu L., Wang W., Liu J., Huang X., Wei H. Production of human albumin in pigs through CRISPR/Cas9-mediated knockin of human cDNA into swine albumin locus in the zygotes. *Zhang Sci. Reports*, 2015. DOI: 10.1038 / srep16705

7. Wang X., Zhou J., Cao C., Huang J., Hai T., Wang Y., Zheng Q., Zhang H., Qin G., Miao X., Wang H., Cao S., Zhou Q., Zhao J. Efficient CRISPR/Cas9-mediated biallelic gene disruption and sitespecific knockin after rapid selection of highly active sgRNAs in pigs. *Sci. Reports*, 2015. DOI: 10.1038 / srep13348

8. Smirnov A.V., Yunusova A.M., Lukyanchikov V.A., Battulin N.R. The CRISPR. *Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii* [Vavilovsky Journal of Genetics and Breeding], 2016, vol. 20, no.4, pp. 493-510. DOI: 10.18699 / VJ16.175

9. Zhou X., Xin J., Fan N., Zou Q., Huang J., Ouyang Z., Zhao Y., Zhao B., Liu Z., Lai S., Yi X., Guo L., Esteban M.A, Zeng Y., Yang H., Lai L. Generation of CRISPR/Cas9-mediated gene-targeted pigs via somatic cell nuclear transfer. *Cell Mol Life Sci*, 2015, vol. 72, pp. 1175-1184. DOI: 10.1007 / s00018-014-1744-7

10. Whitworth K.M., Benne J.A., Spate L.D., Murphy S.L., Samuel M.S., Murphy C.N., Richt J.A., Walters E., Prather R.S., Wells K.D. Zygote injection of CRISPR/Cas9 RNA successfully modifies the target gene without delaying blastocyst development or altering the sex ratio in pigs. *Transgenic Res.*, 2017, vol. 26, no.1, pp. 97-107. DOI: 10.1007 / s11248-016-9989-6

11. Huang L., Hua Z., Xiao H., Cheng Y., Xu K., Gao Q., Xia Y., Liu Y., Zhang X., Zheng X., Mu Y., Li K. CRISPR/Cas9-mediated ApoE^{-/-} and LDLR^{-/-} double gene knockout in pigs elevates serum LDL-C and TC levels. *Oncotarget*, 2017, vol. 8, no.23, pp. 37751-37760. DOI: 10.18632 / oncotarget.17154

12. Wang K., Ouyang H., Xie Z., Yao C., Guo N., Li M., Jiao H., Pang D. Efficient Generation of Myostatin Mutations in Pigs Using the CRISPR/Cas9 System. *Sci Rep.*, 2015. DOI: 10.1038 / srep16623

13. Zheng Q., Lin J., Huang J., Zhang H., Zhang R., Zhang X., Cao C., Hambly C., Qin G., Yao J., Song R., Jia Q., Wang X., Li Y., Zhang N., Piao Z., Ye R., Speakman J.R., Wang H., Zhou Q., Wang Y., Jin W., Zhao J. Reconstitution of UCP1 using CRISPR/Cas9 in the white adipose tissue of pigs decreases fat deposition and improves thermogenic capacity. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 2017, vol.114, no. 45, pp. 9474-9482. DOI: 10.1073 / pnas.1707853114

14. Ikeda M., Matsuyama S., Akagi S., Ohkoshi K., Nakamura S., Minabe S., Kimura K., Hosoe M. Correction of a Disease Mutation using CRISPR/Cas9-assisted Genome Editing in Japanese Black Cattle. *Sci Rep.*, 2017. DOI: 10.1038 / s41598-017-17968-w

15. Gao Y., Wu H., Wang Y., Liu X., Chen L., Li Q., Cui C., Liu X., Zhang J., Zhang Y. Single Cas9 nickase induced generation of NRAMP1 knockin cattle with reduced off-target effects. *Genome Biol.*, 2017. DOI: 10.1186 / s13059-016-1144-4

16. Ni W., Qiao J., Hu S., Zhao X., Regouski M., Yang M., Polejaeva I.A., Chen C. Efficient gene knockout in goats using CRISPR/Cas9 system. *PLoS One.*, 2014. DOI: 10.1371 / journal.pone.0106718

17. Zhou W., Wan Y., Guo R., Deng M., Deng K., Wang Z., Zhang Y., Wang F. Generation of beta-lactoglobulin knock-out goats using CRISPR/Cas9. *PLoS One.*, 2017, vol.12 (10): e0186056. DOI: 10.1371 / journal.pone.0186056

18. Wang X., Cai B., Zhou J., Zhu H., Niu Y., Ma B., Yu H., Lei An., Yan H., Shen Q., Shi L., Zhao X., Hua J., Huang X., Qu L., Chen Y. Disruption of FGF5 in Cashmere

- Goats Using CRISPR/Cas9 Results in More Secondary Hair Follicles and Longer Fibers . PLoS One., 2016. vol.11(10) e0164640. DOI: 10.1371/journal.pone.0164640
19. Vilarino M., Rashid S.T., Suchy F.P., McNabb B.R., Meulen T., Fine E.J., Ahsan S., Mursaliyev N., Sebastiano V., Diab S.S., Huising M.O., Nakauchi H., Ross P.J. CRISPR/Cas9 microinjection in oocytes disables pancreas development in sheep. Sci Rep., 2017. no.7: 17472. DOI: 10.1038/s41598-017-17805-0
20. Crispo M., Mulet A.P., Tesson L., Barrera N., Cuadro F., dos Santos-Neto P.C., Nguyen T.H., Cr n guy A., Brusselle L., Aneg n I. Efficient Generation of Myostatin Knock-Out Sheep Using CRISPR/Cas9 Technology and Microinjection into Zygotes. PLoS One, 2015. no.10(8): e0136690. DOI: 10.1371/journal.pone.0136690
21. Wang X., Niu Y., Zhou J., Yu H., Kou Q., Lei A., Zhao X., Yan H., Cai B., Shen Q., Zhou S., Zhu H., Zhou G., Niu W., Hua J., Jiang Y., Huang X., Ma B., Chenc Y. Multiplex gene editing via CRISPR/Cas9 exhibits desirable muscle hypertrophy without detectable off-target effects in sheep. Sci Rep., 2016, no.6: 32271. DOI: 10.1038/srep32271
22. Muramatsu T., Mizutani Y., Ohmori Y., Okumura J. Comparison of three nonviral transfection methods for foreign gene expression in early chicken embryos in ovo. Biophys. Res. Commun., 1997. vol. 230. pp. 376–380.
23. Oishi I., Yoshii K., Miyahara D., Kagami H., Tagami T. Targeted mutagenesis in chicken using CRISPR/Cas9 system. Sci Rep., 2016. no.6:23980. DOI: 10.1038/srep23980
24. Schusser B., Collarini E.J., Yi H., Izquierdo S.M., Fesler J. , Pedersen D., Klasing K.C., Kaspers B., Harriman W.D., van de Lavoie M.C., Etches R.J., Leighton P.A. Immunoglobulin knockout chickens via efficient homologous recombination in primordial germ cells. Proc Natl Acad Sci. U S A, 2013, vol.110, no. 50. pp. 20170-5. DOI: 10.1073/pnas.1317106110

Editing the genome of farm animals using CRISPR / Cas9 technology

Larkina Tatyana Aleksandrovna, Candidate of Sciences (Biology), junior researcher
e-mail: tanya.larkina2015@yandex.ru

Russian Research Institute of Farm Animal Genetics and Breeding — Branch of the
L.K. Ernst Federal Science Center for Animal Husbandry

Krutikova Anna Alekseevna, Candidate of Sciences (Biology), senior researcher
e-mail: anntim2575@mail.ru

Russian Research Institute of Farm Animal Genetics and Breeding — Branch of the
L.K. Ernst Federal Science Center for Animal Husbandry

Kozikova Larisa Vasil'evna, Doctor of Sciences (Biology), leading researcher
e-mail: larkozik@list.ru

Russian Research Institute of Farm Animal Genetics and Breeding — Branch of the
L.K. Ernst Federal Science Center for Animal Husbandry

Abstract. One of the most discussed topics in modern genetics is the technology emergence for editing of biological objects genomes CRISPR / Cas9, which has a huge impact on molecular biology, this technology allows adding, removing and making changes to the genome of various organisms, including higher mammals. It is an innovative and powerful tool for obtaining animals with specified characteristics. It has become possible in a relatively short time to create an animal with the modified genome, which improves the quality and efficiency of livestock production. The article gives an successful experiments overview in the world practice of editing agricultural animals using CRISPR / Cas9 technology.

Keywords: CRISPR / Cas9, editing the genome, mRNA, gene, mutation.

УДК 631.5:633.2.03

Прогрессивная агрономия в создании и эффективном использовании высокопродуктивных сенокосно-пастбищных угодий для молочно-товарного скотоводства

Линьков Владимир Владимирович, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агробизнеса
e-mail: linkovvitebsk@mail.ru

Учреждение образования «Витебская ордена «Знак Почёта» государственная академия ветеринарной медицины»

Аннотация. Проведённые многолетние исследования изучения целесообразности, последовательности и экономической эффективности создания и эффективного использования сенокосно-пастбищных угодий для молочно-товарного скотоводства показали, что в различных условиях хозяйствования могут быть использованы разные подходы перераспределения имеющихся в агрохозяйствах ресурсов. Экономическая эффективность рассматриваемой инновации составляет по сенокосам 1,33 долл./год чистой прибыли на балло-гектар сельскохозяйственных угодий, а по пастбищам 5,24 долл./год.

Ключевые слова: прогрессивная агрономия, молочно-товарное скотоводство, сенокосно-пастбищные угодья, экономическая эффективность.

Введение

Интенсификация ведения современного скотоводства предусматривает грамотное и рациональное использование располагаемых видов ресурсов в производственно-хозяйственной деятельности каждого конкретного агропредприятия. При этом основой интенсификации является активное и широкое внедрение достижений научно-технического прогресса [2, 3, 5–9, 11–18, 21–34], в результате которого происходят процессы изменения предметов труда под действием орудий труда и, собственно самого труда человека, в направлении совершенствования перераспределения потоков вещества и энергии в относительно замкнутых циклах биодинамических систем [1, 3, 5, 7, 16, 18, 22, 26], с наступлением саморегуляторных и иных качественных тенденций внутриортаслевого и межотраслевого взаимодействия [6, 8, 11, 15, 17, 21, 31].

Использование основ прогрессивной агрономии в качестве нового направления современного высокоэффективного интенсификационного земледелия предусматривает решение многокритериальных задач по адаптации процессов производства, функциональной синхронизации различных элементов биосистем и техногенеза [1, 3, 5, 9, 16, 18–20, 22, 26, 33, 34], а также – тщательное соблюдение сочетанного взаимодействия экологизации, экономики и технологичности производственных сельскохозяйственных систем [2, 5, 7, 9, 11, 12, 15, 18, 22, 26, 30].

Одним из важных моментов повышения количественных и качественных показателей крупнотоварного молочного скотоводства является создание и экономически просчитанное использование высокопродуктивных сенокосно-пастбищных угодий. Поэтому, представленная к обсуждению тема является важной, актуальной и востребованной современным сельскохозяйственным производством и, без сомнения, будет полезной очень большому кругу специалистов и руководителей аграрных предприятий.

Целью исследований являлось обобщение накопленного опыта и интерпретация результатов изучения направленного изменения создания высокоэффективных сенокосно-пастбищных угодий для молочно-товарного скотоводства при непосредственном использовании современных агрономических тенденций в рамках нового направления земледелия – прогрессивной агрономии. Основной упор при этом сделан на создании и эффективной эксплуатации современного пастбища, в отдельные периоды используемого как сенокосные угодья – в первый год эксплуатации, после стравливания и отрастания полновесного урожая, для омолаживания пастбищных трав. Для достижения поставленной цели решались следующие задачи: многолетнее производственное изучение различных перспективных направлений совершенствования сенокосных и пастбищных угодий; проведение анализа высокотехнологичных факторов современного земледелия в различных условиях хозяйствования; разработка новых подходов создания и эффективного использования высокопродуктивных сенокосно-пастбищных угодий для молочно-товарного скотоводства.

Обзор источников информации. Использование так называемых базовых концепций эффективного взаимодействия отраслей сельскохозяйственного производства в сенокосно-пастбищном хозяйстве предусматривает по меньшей мере следующие положения (*рис. 1*).



Рисунок 1. Организационно-технологические особенности взаимодействия отраслей в сенокосно-пастбищном хозяйстве агропредприятия (составлено по [5, 10–12, 15, 17, 28–30, 33] и новым собственным исследованиям)

Из рисунка хорошо видно, что практически на каждом агропредприятии должно осуществляться экономически целесообразное взаимодействие ведущих отраслей производства, при котором введение межотраслевого балансирования позволит так организовать производственные процессы в сельскохозяйственных отраслях, что они будут оказывать положительное взаимное влияние и позволят изыскивать значительные внутрихозяйственные резервы такого производства [1, 5, 6, 9, 10, 15, 17, 26, 30, 33].

Рассматривая практико-ориентированное совершенствование сенокосно-пастбищного хозяйства специализированных молочно-товарных агропредприятий, необходимо подчеркнуть поступательное действие и взаимодействие, динамическую положительную направленность отдельных элементов такой организации процессов производства, представленных на рисунке 2.

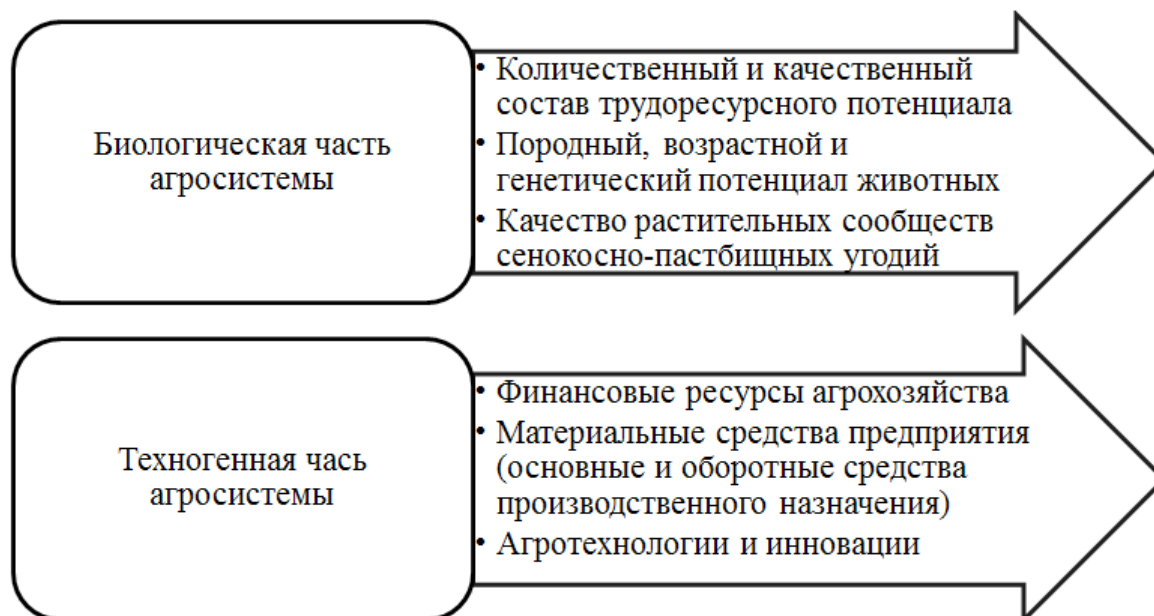


Рисунок 2. Агротехнологическое взаимодействие основных элементов сенокосно-пастбищного хозяйства (составлено по многочисленным источникам информации и собственным исследованиям)

Из рисунка также хорошо наглядно видно, что агротехнологическое взаимодействие основных элементов сенокосно-пастбищного хозяйства сельскохозяй-

ственного предприятия происходит при непосредственном участии и действенном влиянии различных высокотехнологических факторов земледелия. Так, например, в биологической части агросистемы задействованы макрофакторы сообщества растительного компонента агробиогеоценоза, управляющего воздействия и конкретных функций управления, а также – самих животных в их агроэкологическом взаимодействии с созданной агросистемой. В техногенной части можно наблюдать отдельные элементы, имеющие полные аналогии с биологической частью, в которых обязательно присутствуют: производственно-финансовое регулирование, материальные средства производства, инновации, основанные на современных достижениях научно-технического прогресса сельскохозяйственного производства.

В качестве примера высокоэффективного сенокосно-пастбищного хозяйства можно привести молочно-товарное скотоводство Австралии и Новой Зеландии [34], прошедшее многолетний путь становления и вхождения в мировое производство животноводческой продукции молока и мяса. Основные системообразующие компоненты процессов кормления и кормопроизводства молочно-товарного скотоводства представлены на *рисунке 3*, из которого видны действенные формы взаимодополнения такой оптимизации.

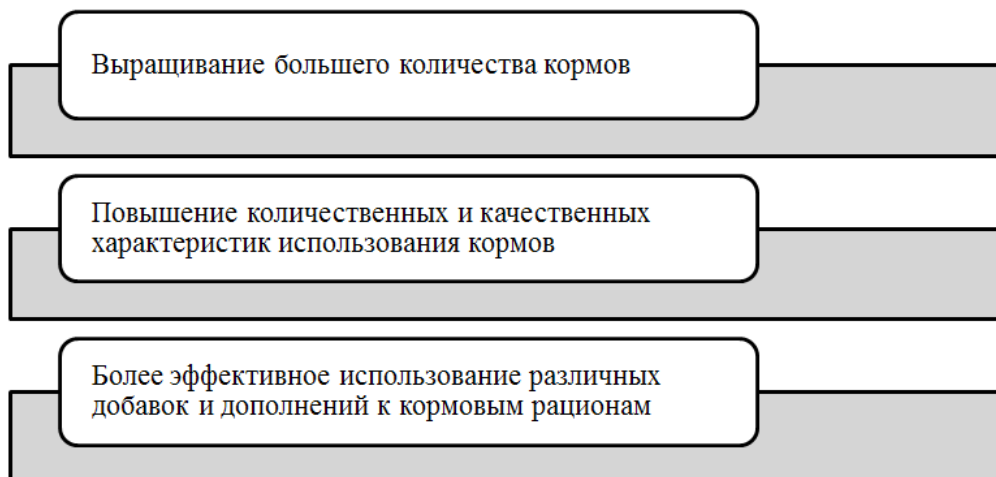


Рисунок 3. Важные элементы оптимизации кормления и кормопроизводства высокопродуктивного животноводства (интерпретировано по [1, 5, 10, 15, 17, 26–30, 34])

Материал, методика и результаты исследований. Исследования проводились в 1983–2017 гг. в условиях следующих крупнотоварных агропредприятий: СПК «Колхоз Свет Октября», РУП «Учхоз БГСХА» в Могилёвской области; СПК «Агрокомбинат «Снов» Минской области, ОАО «Рудаково», СПК «Лариновка» Витебской области. Предметом исследований являлись возможности прогрессивной агрономии в создании и эффективном использовании высокопродуктивных сенокосно-пастбищных агрогодий, обеспечивающих расширенное воспроизводство в молочно-товарном скотоводстве и упрочение местной кормовой базы на основе растительного сырья. В исследованиях использовалась общепринятая методика полевого и лабораторного опыта, а также методы анализа, синтеза, сравнений, прикладной математики. Все исследования выполнены по собственной инициативе, в свободное от основной работы время, за счёт личных средств.

В результате исследования были получены следующие данные, представленные в *таблице 1*.

Таблица 1 – Основные показатели, характеризующие уровень производственно-экономической деятельности изучаемых агропредприятий*

Анализируемые показатели	I	II	III	IV	V
	Период 1983 г.				
Поголовье дойного стада, голов	997	256	1458	1009	769
Среднегодовой удой на корову, т	2,8	4,2	4,7	3,1	3,6
Произведено кормовых единиц на фуражную корову, т в том числе сена и пастбищного корма, т	2,5 1,8	2,4 1,7	2,7 1,9	2,3 1,6	2,3 1,8
Уровень рентабельности молока, %	6,3	22,1	23,5	10,8	24,4
Урожайность зерновых и з/б, т/га	1,8	3,4	3,8	2,2	1,9
Рентабельность зерновых и з/б, %	38,4	25,9	40,1	12,0	13,4
Рентабельность сенокосно-пастбищных угодий, %	19,0	42,7	38,1	25,4	18,6
	Период 1991 г.				
Поголовье дойного стада, голов	1002	1094	1611	1332	1133
Среднегодовой удой на корову, т	3,9	5,2	5,1	3,3	4,3
Произведено кормовых единиц на фуражную корову, т в том числе сена и пастбищного корма, т	6,6 5,0	2,8 2,1	2,9 2,0	2,6 1,9	2,7 2,0
Уровень рентабельности молока, %	12,9	34,1	22,7	10,5	25,0
Урожайность зерновых и з/б, т/га	2,8	3,8	4,1	2,3	4,2
Рентабельность зерновых и з/б, %	45,7	46,7	39,2	18,9	19,6
Рентабельность сенокосно-пастбищных угодий, %	24,3	28,8	43,6	29,0	29,1
	Период 2001 г.				
Поголовье дойного стада, голов	994	1115	1713	1642	1279
Среднегодовой удой на корову, т	2,8	5,4	6,2	2,4	3,7
Произведено кормовых единиц на фуражную корову, т в том числе сена и пастбищного корма, т	2,7 1,4	2,5 1,6	2,6 1,7	2,2 1,5	2,5 1,5
Уровень рентабельности молока, %	6,1	34,8	31,4	4,7	20,8
Урожайность зерновых и з/б, т/га	2,2	3,9	5,3	2,8	3,4
Рентабельность зерновых и з/б, %	14,9	44,1	42,6	30,3	18,2
Рентабельность сенокосно-пастбищных угодий, %	11,3	37,6	29,9	34,6	49,3
	Период 2017 г.				
Поголовье дойного стада, голов	995	2198	2875	1850	1306
Среднегодовой удой на корову, т	1,9	6,2	10,2	5,7	10,3
Произведено кормовых единиц на фуражную корову, т в том числе сена и пастбищного корма, т	1,7 1,3	2,9 2,1	2,8 1,8	2,7 2,1	3,4 2,5
Уровень рентабельности молока, %	- 14,8	31,9	47,2	23,4	56,5
Урожайность зерновых и з/б, т/га	1,9	4,3	7,1	2,9	6,1
Рентабельность зерновых и з/б, %	- 14,7	45,2	88,7	43,0	112,3
Рентабельность сенокосно-пастбищных угодий, %	- 0,5	36,8	39,4	42,9	79,4
* Крупнотоварные агропредприятия: I – СПК «Колхоз Свет Октября»; II – РУП «Учхоз БГСХА»; III – СПК «Агрокомбинат «Снов»; IV – ОАО «Рудаково»; V – СПК «Лариновка».					

Общий анализ таблицы показывает, что из представленных пяти крупнотоварных специализированных агрохозяйств можно выделить следующие три градации по их динамическому развитию: 1) СПК «Колхоз Свет Октября»; 2) РУП «Учхоз

БГСХА» и ОАО «Рудаково»; 3) СПК «Агрокомбинат «Снов» и СПК «Лариновка».

СПК «Колхоз Свет Октября» является в своём роде уникальным образцом аналогового подхода в управлении сельскохозяйственным производством в разные времена своего существования. Например, в прежние годы (1986 г.) хозяйство демонстрировало феноменальные результаты производственно-экономической деятельности и по комплексным показателям входило в двадцатку лучших (на 16-м месте) крупнотоварных агропредприятий республики. Даже в 1991 г. предприятие показывало высокие значения среднегодового удоя (3,9 т), производства кормов (производился тройной запас кормов, избыток которых реализовывался за рубеж страны), высоких уровней рентабельности изучаемых показателей. Вместе с тем, как видно из таблицы 1, хозяйство полностью растратило созданный задел и к настоящему времени перестало реализовывать имеющийся потенциал, оказавшись в 2014 году на самом последнем месте в рейтинге отечественного сельскохозяйственного производства. В 2017 году колхоз «отличился» не только низкими показателями производства, но и предстаёт глубокоубыточным предприятием, требующим неотложного вмешательства и реформирования.

Хозяйства второй градации РУП «Учхоз БГСХА» и ОАО «Рудаково» имеют длительную историю и, если в Учхозе БГСХА у руля предприятия более 30 лет стоял известный руководитель Н.И. Блохин, агроном по двум базовым образованиям, направляющий предприятие по пути экономического совершенствования и внедрения достижений научно-технического прогресса (самые первые в Республике внедрили компьютерные технологии персонализированного подхода кормления и доения животных), то в ОАО «Рудаково» за такой же период времени сменилась целая череда руководителей, предприятие оказалось на грани банкротства в трудные 90-е годы и только благодаря действенным мерам частно-государственного партнёрства (Указу Президента и передаче хозяйства на баланс ОАО «Агропромбанка») в хозяйстве стали осуществлять чётко ориентированные, научно-обоснованные инвестиционные проекты по следующим направлениям: семеноводство агрокультур, круглогодичное тепличное овощеводство и овощеводство открытого грунта, картофелеводство, кормопроизводство, селекционно-племенную работу с поголовьем крупного рогатого скота (голштинизация черно-пёстрого скота), строительство новых, современных животноводческих комплексов с беспривязным содержанием скота, увеличение общих объёмов агропроизводственной деятельности, создание экономически эффективного производства, поглощение перерабатывающих и других предприятий АПК (молокоперерабатывающего завода, сельскохозяйственных предприятий региона). В результате в ОАО «Рудаково» среднегодовой надой на корову увеличился в 2017 г. по сравнению с 2001 г. и составил 5,7 т (увеличение в 2,4 раза при товарности молока 91 %), уровень рентабельности молока возрос с 4,7 % в 2001 г. до 23,4 % в 2017 г. (на 18,7 п.п.), рентабельность сенокосно-пастбищных угодий в 2017 г. составила 42,9 %.

Хозяйства третьей градации являются лидерами сельскохозяйственного производства в республике, имеют многолетнюю славную историю и, опять же, талантливых руководителей, уже почти двадцать лет стоящих у руля предприятий. Основные отличительные компоненты представленных хозяйств данной градации заключаются в следующем. В СПК «Агрокомбинат «Снов» созданы очень большие (даже по мировым меркам) фондо-ресурсные условия высококачественного и эффективного агропроизводства. На основе широкой специализации сельскохозяйственного производства (бройлерное птицеводство, свиноводство, молочное

и мясное скотоводство, овощеводство, производство сахарной свёклы и других агрокультур), интегративного взаимодействия производства, переработки и реализации молочной и мясной продукции собственного производства, достигаются высокие уровни рентабельности хозяйствования (молока 47,2 %, при среднегодовом удое на корову 10,2 т, зерновых 88,7 %, сенокосно-пастбищных угодий 39,4 %. Насыщенность сельскохозяйственной техникой в настоящее время такова (139 тракторов, 123 автомобиля, 497 единиц сельскохозяйственных машин), что посевная здесь уже на протяжении последних нескольких лет проводится за один день (высеивается >80 % зерновых). Тем не менее, у данного хозяйства имеется очень сильный конкурент СПК «Лариновка», где применяется совершенно иной принципиальный подход в организации и управлении производством, с показателями, явно превышающими СПК «Агрокомбинат «Снов». В 2017 г. СПК «Лариновка» нарастила среднегодовой удой на корову до 10,3 т (при товарности 95 % и 100 %-й сдаче молока на переработку сортом «Экстра»). В результате чего (и как следствие) наблюдаются очень высокие экономические показатели такого производства: уровень рентабельности молока составляет 56,5 %, зерновых – 112,3 %, сенокосно-пастбищных угодий – 79,4 %. Главной организационно-управленческой особенностью высокоэффективного агропроизводства СПК «Лариновка» являются: глубокий уровень специализации и функциональная синхронизация процессов производства с использованием инновационных прорывных технологий в кормопроизводстве, кормлении и содержании животных.

Тем не менее, таких рекордных среднегодовых надоев (10,3 т) в хозяйстве не получали никогда, и, по утверждению руководителя СПК «Лариновка» А.А. Кухтенкова (агронома по базовому образованию), создание благоприятных предпосылок современному состоянию агрохозяйства способствовало сотрудничеству предприятия и учебных учреждений двух областей, когда постоянно надо учиться самому и специалистам, совершенствоваться, ездить за рубеж, перенимать опыт и, руководствоваться принципами инициативы, деятельного участия, самодисциплины, экономической мотивации высокоинтенсивного и качественного труда.

Исходя из изложенного, из проведённых собственных исследований, можно резюмировать следующие основные моменты прогрессивной агрономии в повышении эффективности молочно-товарного скотоводства, представленные на *рис. 4*.

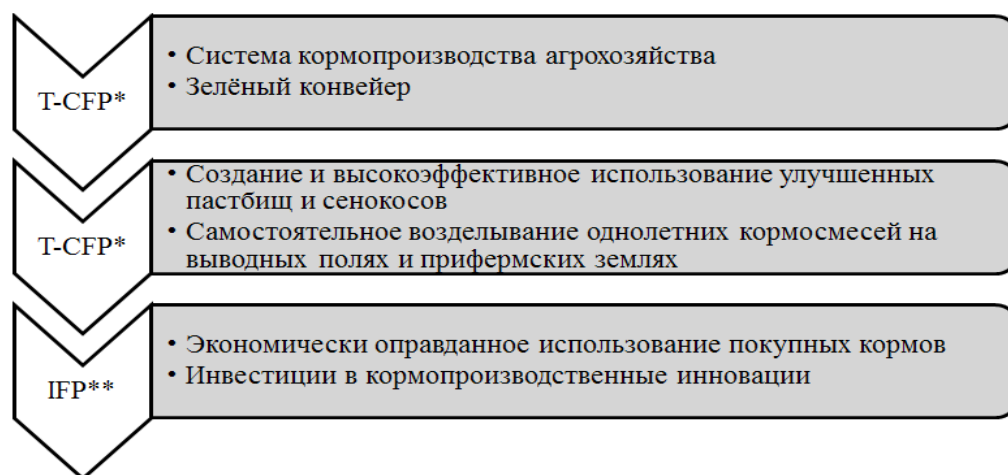


Рисунок 4. Важнейшие элементы прогрессивной агрономии при повышении количественно-качественных показателей кормопроизводства

* T-CFP – кормопроизводство высокого уровня (top-class fodder production);

** IFP – интегративное кормопроизводство (integrated fodder production)

Раскрывая цель проведённых исследований в направлении создания и высокоэффективного использования сенокосно-пастбищных угодий для молочно-товарного скотоводства, необходимо представить следующие подходы аналитического оценивания:

- проведение производственно-экономической оценки существующего положения дел с кормопроизводством агрохозяйства;
- осуществление временного изменения существующего порядка землеустройства кормовых угодий предприятия;
- проведение интенсификации кормопроизводства;
- создание высокопродуктивных сенокосно-пастбищных угодий;
- интегративное встраивание отдельных компонентов кормопроизводственных звеньев агропредприятия в общую систему кормопроизводства, способную перераспределять потоки вещества и энергии, с направлением их на повышение внутривладельческой эффективности агросистем;
- осуществление моральной и экономической мотивации труда.

В практической плоскости рассматриваемой темы особенно хочется подчеркнуть определённую трендовую направленность фитомелиоративного воздействия культивируемых видов растительного сообщества, когда, например при коренном улучшении, возможны два способа подготовки участка к залужению: 1) с предварительной подготовкой участка, когда в течение 1–3 лет возделывают предварительные культуры, а затем уже подготавливают угодья и сеют сенокосные, пастбищные или комбинированные травосмеси; 2) без возделывания предварительных культур, когда травосмеси непосредственно высевают по разработанной целине (ускоренное залужение). При этом ускоренное залужение применяют почти на всех типах кормовых угодий при тщательной разработке дернины и создании оптимальных условий для роста и развития лугопастбищных трав. Более широко рекомендуется ускоренное залужение на пойменных лугах, где возможен размыв дернины во время половодья, а также на угодьях, подверженных эрозии (склоны, балки, овраги). Вместе с тем, не следует применять ускоренное залужение на участках при заростности лесокустарником более 30–35 % и при сильно выраженном микрорельефе, на выродившихся лугах с плотной и мощной дерниной и содержанием в травостое более 20–25 % щучки дернистой и других растений агрофитоценоза, снижающих общее качество кормовых угодий [4].

Отличительными агрономическими особенностями сенокосных и пастбищных травостоев является то, что они характеризуются мощной корневой системой, которая играет важную роль запасящих органов. Накопленные в ней запасные вещества используются при возобновлении вегетации надземной массы весной или при её регенерации после сраживания или скашивания. Следовательно, между надземной и подземной массой идёт транспорт ассимилятов в двух направлениях. О масштабах накопления ассимилятов в отдельных органах культивируемых сенокосно-пастбищных трав в динамике этого процесса даёт представление *рис. 5* [29].

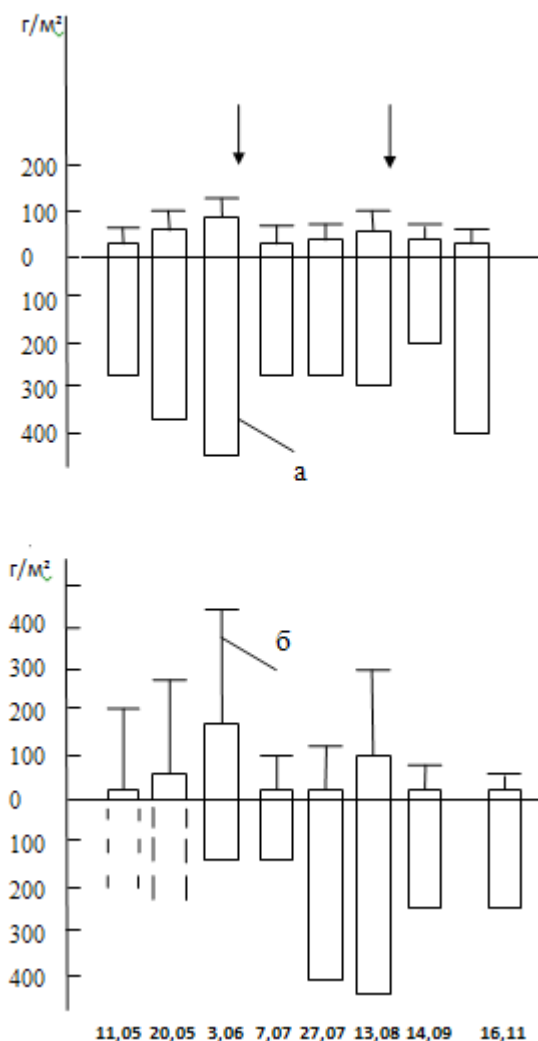


Рисунок 5. Динамика легкогидролизуемых углеводов в надземной и подземной биомассе луга: I – ассоциация с доминирующей овсяницей (верхняя часть рисунка); II – ассоциация с доминирующим лисохвостом луговым (нижняя часть рисунка); а – содержание гидролизуемых углеводов в надземной и подземной массе; б – урожай надземной массы (стрелки – сроки укосов).

Из рисунка наглядно видно, что в подземной биомассе травостой откладывает гораздо больше углеводов и азотистых веществ, чем в надземной: максимальное количество углеводов в надземной массе удобренных лисохвостных лугов составляет около 150 г/м², белковых веществ – около 45, тогда как в подземной массе их было обнаружено соответственно 400 и 130 г/м². У заболоченных лугов с доминирующими эндемичными видами, типа двукисточника тростниковидного эти показатели примерно в два раза выше.

Часть подземных запасов мобилизуется при регенерации травостоя после скашивания. На рисунке 5 видно, что около 35 % запасов углеводов переходит из корней в надземную часть растений. В этих же посевах после укоса примерно 60 % запасных белков переместилось из корней в листья. После регенерации листового аппарата (когда корреляции взаимодействия надземной и подземной частей растений восстановлены) поток ассимилятов меняет направление и травостой продолжает откладывать ассимиляты в корни и другие подземные органы. В некоторых случаях скорость транспорта углеводов в надземную часть травостоя составляет около 1 г/м² в сутки, однако одновременное их передвижение в корни достигает в среднем 7 г/м² в сутки. Скорость накопления белковых веществ в надземной био-

массе составляет около 0,5–1,0, а в корневой зоне – до 2,5 г/м² в сутки. К слову сказать, отмеченными свойствами среди сельскохозяйственных культур характеризуются лишь многолетние травостои, которые благодаря запасам питательных веществ в корневых системах имеют практически чрезвычайно большие возможности регенерации. Объективно-положительное исключение представляет лишь райграс однолетний, возделывание которого в собственных исследованиях показало, что лучшей культуры для сенокосного использования нет. Следует отметить также, что легкодоступные пластические питательные вещества служат источником энергии для почвенных микроорганизмов, в результате возрастает биологическая активность почвы, связанная с фиксацией атмосферного азота и повышением или восстановлением почвенного плодородия [3, 4, 7, 11, 17, 23–30]. Всё это должно способствовать более глубокому пониманию практикующих агрономов различных процессов агробιοлогического характера, на эффективное управление которыми направляются значительные интеллектуальные и материальные ресурсы, способствующие повышению количественных и качественных показателей используемых агросистем сенокосно-пастбищных угодий.

В качестве примера можно представить схему создания и использования высокопродуктивного пастбища с периодом ротации 6 лет (табл. 2).

Таблица 2 – Основные направления и экономические показатели рентабельности высокопродуктивного пастбища с 6-ти летней ротацией

Годы	Направления действий	Rп*
1	<p>Определение площадей и выделение участков сельскохозяйственных угодий для закладки нового пастбища.</p> <p>Уточнение финансово-производственных ресурсов агрохозяйства для формирования компонентов смесей пастбищных культур. Оптимизация создания компонентов смесей, в составе которых предпочтительно содержание бобового и злакового компонентов ([5, 9, 12, 26]).</p> <p>Внесение расчётных доз органических и минеральных удобрений ([3, 4, 7, 11, 14, 18, 21, 23, 26, 29]). Определение способов и методов посева (подпокровный, самостоятельный, ранневесенний и т.д.).</p> <p>Разработка технологической карты создания и эффективного использования пастбища. Уход и эксплуатация пастбища в год посева.</p>	0,0
2	<p>Осуществление постоянного контроля за жизнедеятельностью и высокоэффективным использованием пастбища.</p> <p>Проведение плановых и внеплановых мероприятий.</p>	88,4
3	<p>Ранневесенний ремонт пастбища в увеличении бобового компонента пастбищной травосмеси (подсев клеверов в дернину и т.д. [5, 11, 26, 28, 30]).</p> <p>Систематический контроль и управление количественно-качественными параметрами эксплуатации пастбища.</p>	69,1
4	<p>Систематический контроль и управление количественно-качественными параметрами эксплуатации пастбища ([3–5, 24, 25, 27, 29]).</p>	59,5
5	<p>Ранневесенний ремонт пастбища в увеличении бобового компонента пастбищной травосмеси (подсев клеверов в дернину и т.д. [5, 11, 26, 28, 30]).</p> <p>Систематический контроль и управление количественно-качественными параметрами эксплуатации пастбища.</p>	50,4
6	<p>Систематический контроль и управление количественно-качественными параметрами эксплуатации пастбища.</p> <p>Завершающая эксплуатация пастбища и подготовка к его коренному улучшению.</p>	30,2
M**	Анализ производственно-экономической эффективности	49,6

Годы	Направления действий	Рп*
* Рп – плановая рентабельность, %; ** М – среднестатистические показатели уровня рентабельности, %.		

Анализ таблицы показывает, что при создании современного пастбища происходит многомерно-динамическая (циклическая) доминанта использования разноразных затрат в период создания и на 3-й и 5-й годы эксплуатации пастбища, а также, как следствие – изменяются показатели экономической эффективности производимого пастбищного корма, с колебаниями в первый год (при выходе уровня рентабельности на ноль) и в последующие годы: от самого большого уровня рентабельности на второй год эксплуатации (88,4 %), связанного с последствием высоких (запасных) доз органических и минеральных удобрений, а также – с полным раскрытием биологических и хозяйственно-экономических качеств потенциальной продуктивности заложенного агрофитоценоза, до самого низкого положительно-го уровня в 30,2 % в последний год использования пастбища (когда наступает постепенное вырождение пастбищных трав, снижение эффективности коренного улучшения и последующих мероприятий, уплотнение почвы и другие особенности жизнедеятельности кормовых угодий), при среднем значении рентабельности за годы исследований в шестилетней ротации 49,6 %.

Заклучение. Таким образом, проведённые исследования изучения целесообразности, последовательности и экономической эффективности создания и эффективного использования сенокосно-пастбищных угодий для молочно-товарного скотоводства показали, что в различных условиях хозяйствования могут быть использованы разные подходы перераспределения имеющихся в агрохозяйствах ресурсов. При этом, представленный анализ производственной эффективности высокопродуктивного пастбища позволяет ориентировать практикующих специалистов сельского хозяйства на разработку сугубо индивидуального (для каждого конкретного агрохозяйства) подхода формирования собственной концепции создания сенокосно-пастбищных угодий, позволяющих полностью закрыть вопрос кормопроизводства в летний и частично в зимний период времени сельскохозяйственного года. Кроме этого, предлагаемая к обсуждению и практическому использованию инновация позволяет изыскать внутрихозяйственные экономические резервы получения чистой прибыли на каждый балло-гектар сельскохозяйственных угодий в размере: по сенокосным угодьям – 1,33 долл.; по получению зелёной массы многолетних трав и использованием её в качестве подкормки животным дойного стада – 1,81 ; по пастбищным угодьям – 5,24 долл. За этими кажущимися небольшими числами скрываются значительные внутрихозяйственные резервы: составляющие на каждой тысяче гектаров пастбищных угодий 157,2 тыс. долл. чистой прибыли.

Список литературы:

1. Базылев, М.В. Функциональная синхронизация процессов сельскохозяйственного производства в условиях СПК «50 лет Октября» Речицкого района / М.В. Базылев, В.В. Линьков, Е.А. Лёвкин // Аграрная наука – сельскому хозяйству : сборник материалов XIII Международной научно-практической конференции (15–16 февраля 2018 г.). Книга 1. – Барнаул : РИО Алтайского ГАУ, 2018. – 584 с. – С. 66–67.
2. Вавилов, Н.И. Избранные сочинения. Генетика и селекция / Н.И. Вавилов. –

М.: Колос, 1966. – 560 с.

3. Васько, В.Т. Теоретические основы растениеводства / В.Т. Васько. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб: : Профи-информ, 2004. – 200 с.

4. Вильямс, В.Р. Естественно-научные основы луговодства или луговедение / В.Р. Вильямс. – М. : Новая деревня, 1922. – 298 с.

5. Ганичева, В.В. Системы ресурсосберегающих приёмов восстановления продуктивности старосеянных лугов на Северо-Западе России / В.В. Ганичева : дис. доктора сельскохозяйственных наук; Великий Новгород, 2002. – 390 с. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.dissercat.com/content/sistemy-resursosberegayushchikh-priemov-vostranovleniya-produktivnosti-staroseyannykh-lugov-> (дата обращения: 07.07.2018).

6. Ганичева, И.А. Прогнозирование сельскохозяйственного производства в условиях циклических колебаний и инновационного развития (на примере производства молока в Сибирском федеральном округе) / И.А. Ганичева // Молочнохозяйственный вестник : электронный периодический теоретический и научно-практический журнал. – 2016. – №4, IV кв. – С. 132–139. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://molochnoe.ru/journal/sites/molochnoe.ru.journal/files/jrnl_publication/4-24-vypusk-v2.pdf (дата обращения : 07.07.2018).

7. Демолон, А. Рост и развитие культурных растений / А. Демолон. – М. : Сельхозгиз, 1961. – 400 с.

8. Емельянович, И. Земледелие на богатой почве науки / И. Емельянович // Наука и инновации. – 2017. – № 6. – С. 55–59.

9. Золотая книга фермера / под ред. С. Рублева. – Р/нд. : Владис, 2010. – 608 с.

10. Качество объёмистых кормов в хозяйствах Вологодской области / П.А. Фоменко [и др.] // Молочнохозяйственный вестник : электронный периодический теоретический и научно-практический журнал. – 2016. – №1, I кв. – С. 50–56. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://molochnoe.ru/journal/sites/molochnoe.ru.journal/files/jrnl_publication/1_21_1-2016_v4.pdf . – Дата доступа : 07.07.2018.

11. Линьков, В.В. Агробиологические основы технологии создания и эффективного использования короткоротационных пастбищ для овец / В.В. Линьков, В.Ф. Ковганов // Земледелие и защита растений. – 2015. – № 6. – С. 9–13.

12. Агробиологические подходы повышения эффективности использования каменистых и завалуненных почв в качестве сенокосно-пастбищных угодий / В.В. Линьков [и др.] // Вклад молодых учёных в инновационное развитие АПК России : сборник статей Международной научно-практической конференции, посвящённой 65-летию ФГБОУ ВО Пензенская ГСХА, Том I. – Пенза : РИО Пензенская ГСХА, 2016. – С. 16–19.

13. Линьков, В.В. Гиперконтактное взаимодействие при селекционно-генетической идентификации вегетирующих растений : научно-методический журнал / В.В. Линьков // Вестник / Белорусская государственная сельскохозяйственная академия. – Горки, 2015. – № 2. – С. 72–74.

14. Линьков, В.В. Конверсионные особенности макроэлементного состава органических удобрений / В.В. Линьков // Научные инновации – аграрному производству : материалы Международной научно-практической конференции, посвящённой 100-летию юбилею Омского ГАУ (21 февраля 2018 г.). – Омск : ФГБОУ ВО Омский ГАУ, 2018. – С. 220–224. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа : www.omgau.ru. (дата обращения : 04.05.2018).

15. Линьков, В.В. Поэтапное совершенствование кормопроизводства в условиях

крупнотоварного агропредприятия / В.В. Линьков // Молочнохозяйственный вестник : электронный периодический теоретический и научно-практический журнал. – 2018. – №2, II кв. – С. 61–75. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://molochnoe.ru/journal/sites/molochnoe.ru.journal/files/jrnl_publication/book-2_30-v2.pdf (дата обращения : 06.07.2018).

16. Линьков, В.В. Саморегуляция биодинамических систем : теория и использование в агрономической практике / В.В. Линьков // Вестник Донского ГАУ. – 2017. – №25, вып. 3, ч. 1. – С. 18–28.

17. Линьков, В. Смеси однолетних культур: +2,5 % рентабельности животноводства / В. Линьков, Н. Разумовский // Белорусское сельское хозяйство. 2017. – №8. – С. 42–44.

18. Линьков, В.В. Совершенствование биоэнергетической составляющей сельскохозяйственного производства / В.В. Линьков // Пути реализации Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017–2025 годы : материалы международной научно-практической конференции, посвящённой 75-летию Курганской области (19–20 апреля 2018 г.) / Курганская ГСХА ; под общ. редакцией С.Ф. Сухановой. – Курган : ФГБОУ ВО Курганская ГСХА, 2018. – С. 916–922.

19. Мацукевич, В. Теоретические аспекты специализации сельскохозяйственного производства в современных экономических условиях / В. Мацукевич // Аграрная экономика. – 2014. – № 1. – С. 26–32.

20. Минюк, С.А. Математические методы в экономике / С.А. Минюк, Е.А. Ровба, К.К. Кузьмич. – Минск : ТетраСистемс, 2002. – 432 с.

21. Организационно-технологические нормативы возделывания сельскохозяйственных культур : сборник отраслевых регламентов / Институт аграрной экономики НАН Беларуси ; рук. разработ. В. Г. Гусаков [и др.]. – Минск : Белорусская наука, 2008. – 462 с.

22. Орешкин, М.В. Агротехнологические основы адаптивного земледелия в условиях бассейна реки Северский Донец : дис. ... доктора сельскохозяйственных наук : 06.01.01 / М.В. Орешкин ; Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свеклы и сахара. – Рамонь, 2010. – 392 с.

23. Рассел, Э. Почвенные условия и рост растений : пер. с англ. / Э. Рассел ; ред. Н.П. Ремезов ; пер. И.М. Спичкин. – М. : Издательство иностранной литературы, 1955. – 623 с.

24. Растениеводство / под ред. А. Шейбе. – М. : Издательство иностранной литературы, 1958. – 560 с.

25. Советов, А.В. О системе земледелия. Рассуждения, представленные физико-математическому факультету Санкт-Петербургского университета, для получения степени доктора сельского хозяйства магистром А. Советовым / А.В. Советов. – СПб., 1867. – VI, 2886 с.

26. Спиридонов, А.М. Агроэкологическое обоснование интенсивного возделывания луговых бобовых растений на Северо-Западе России / А.М. Спиридонов : автореф. дис. доктора сельскохозяйственных наук. – СПб., 2011. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.dissers.ru/2selskohozyaistvo/agroekologicheskoe-obosnovanie-intensivnogo-vozdelyvaniya-lugovih-bobovih-rasteniy-na-severo-zapade-rossii-specialnost-06-01-01-obschee.php> (дата обращения : 08.07.2018).

27. Стебут, И.А. Избранные сочинения : в 2 т. Т. I. Основы полевой культуры / И.А. Стебут. – М. : Сельхозгиз, 1956. – 791 с.

28. Стрелков, В.Г. Ресурсосберегающий экологически чистый способ улучшения пастбищ и сенокосов / В.Г. Стрелков, К.К. Курилович, С.В. Янушко // Весці Акадэміі аграрных навук Рэспублікі Беларусь. – 1993. – № 2. – С. 34–40.

29. Формирование урожая основных сельскохозяйственных культур : пер. с чешского / пер. З.К. Благовещенская. – М. : Колос, 1984. – 367 с. : ил. – Библиогр.: с. 355–363.

30. Шофман, Л.И. Особенности создания и использования культурных пастбищ (подбор трав, качество корма и продуктивность животноводства): аналитический обзор / Л.И. Шофман, Н.В. Кириенко, Н.В. Мурашко ; БелНИИ внедрения новых форм хозяйствования в АПК. – Минск, 2004. – 72 с.

31. Factors associated with profitability in pasture-based systems of milk production / L. Hanrahan [ets.] // Journal of dairy Science. – 2018. – Vol. 101, Iss. 6. – Pp. 5474–5485. – [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030218302054> . – Date of access : 07.07.2018.

32. Kikuyu-based pasture for dairy production: a review / S. C. Garcia [ets.] // Crop and Pasture Science. – 2014. – Iss. 65. – Pp. 787–797. – [Electronic resource]. – Access mode : <http://www.bioone.org/doi/abs/10.1071/CP13414> . – Date of access : 09.07.2018.

33. Rinehart, L. Dairy Production on Pasture: An Introduction to Grass-Based and Seasonal Dairying / ATTRA Sustainable Agriculture, 2016. – [Electronic resource]. – Access mode : <https://attra.ncat.org/attra-pub/viewhtml.php?id=195> . – Date of access : 07.07.2018.

34. Wales, W. J. Challenges of feeding dairy cows in Australia and New Zealand / W. J. Wales, E. S. Kolver // Animal Production Science. – 2017. – Iss. 57. – Pp. 1366–1383. – [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.publish.csiro.au/AN/fulltext/AN16828> . – Date of access : 08.07.2018.

References:

1. Bazylev, M.V. Functional synchronization of the agricultural production processes in the conditions of the SEC “50 years of October” in the Rechitsa district. Agrarnaya Nauka Selskomu Hozyajstvu Sbornik Materialov XIII Mezhdunarodnoj Nauchno Prakticheskoy Konferencii. [Agrarian Science for Agriculture: Collection materials of the 13th International Scientific and Practical Conference (15-16 February 2018)]. Book 1. Barnaul: the Altai State University, 2018, pp. 66-67.

2. Vavilov, N.I. Izbrannye sochineniya. Genetika i selekciya. [Selected works. Genetics and Selection]. M., Kolos, 1966, 560 p.

3. Vasko, V.T. Teoreticheskie osnovy rastenievodstva. [Theoretical Foundations of Plant Growing: 2-nd edition, supplemented and revised]. St. Petersburg, Profi-Inform, 2004, 200 p.

4. Williams, V.R. Estestvenno-nauchnye osnovy lugovodstva ili lugovedenie. [Naturally-scientific basis of meadow-growing or meadow studies]. M., The New Village, 1922, 298 p.

5. Ganicheva, V.V. Sistemy resursosberegayushchih priyomov vosstanovleniya produktivnosti staroseyannyh lugov na severo-zapade Rossii. [Systems of resource-saving techniques for restoring the productivity of old-growing meadows in the North-West of Russia. Diss. Doctor of Agricultural Sciences]. Veliky Novgorod, 2002, 390 p. [Electronic resource]. Available at: <http://www.dissercat.com/content/sistemy->

resursosberegayushchikh-priemov-vostranovleniya-produktivnosti-staroseyannykh-lugov. Date of access: 07/07/2018.

6. Ganicheva, I.A. Prediction of agricultural production in conditions of cyclical fluctuations and innovative development (by the example of milk production in the Siberian Federal District). *Molochnohozyajstvennyj vestnik: Ehlektronnyj periodicheskiy teoreticheskiy i nauchno-prakticheskiy zhurnal*. [Dairy economic journal: Electronic periodic theoretical and scientific-practical journal], 2016, no. 4, IV quarter, pp. 132-139. [Electronic resource]. Available at: http://molochnoe.ru/journal/sites/molochnoe.ru.journal/files/jrnl_publication/4-24-vypusk-v2.pdf. Date of access: 07/07/2018.

7. Demolon, A. Growth and development of cultivated plants. M., Sel'khozizh, 1961, 400 p.

8. Emelyanovich, I. Agriculture on the fertile soil of science. *Nauka i innovacii*. [Science and Innovations], 2017, no. 6, pp. 55-59.

9. Zolotaya kniga fermera. [Gold book of the farmer / ed. S. Rublev]. Rostov-on-Don, Vladis, 2010, 608 p.

10. Quality of voluminous fodder in the farms of the Vologda region / P.A. Fomenko [and others]. *Molochnohozyajstvennyj vestnik*. [Dairy Bulletin: Electronic periodic theoretical and scientific-practical journal], 2016, no. 1, I quarter, pp. 50-56. [Electronic resource]. Available at: http://molochnoe.ru/journal/sites/molochnoe.ru.journal/files/jrnl_publication/1_21_1-2016_v4.pdf. Date of access: 07/07/2018.

11. Lin'kov, V.V. Agrobiological foundations of technology for the creation and effective use of short-path pastures for sheep. *Zemledelie i zashchita rastenij*. [Agriculture and plant protection], 2015, no. 6, pp. 9-13.

12. Lin'kov, V.V. Agrobiological approaches to increase the efficiency of stony and forested land use as haymaking and pasture lands. *Vklad molodyh uchyonyh v innovacionnoe razvitie APK Rossii: Sbornik statej mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii posvyashchyonnoj 65-letiyu FGBOU VO Penzenskaya GSKHA*. [Contribution of young scientists to the innovative development of the agro-industrial complex of Russia: Materials of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the 65th anniversary of the FSBEU of the Penza State Agricultural Academy]. Vol. I. Penza: Penza State Agricultural Academy, 2016, pp. 16-19.

13. Lin'kov, V.V. Hypercontact interaction in selection-genetic identification of vegetating plants: scientific and methodological journal. *Vestnik. Belorusskaya gosudarstvennaya selskohozyajstvennaya akademiya*. [Vestnik. Belorussian State Agricultural Academy]. Gorki, 2015, no. 2, pp. 72-74.

14. Lin'kov, V.V. Conversion features of the macroelement composition of organic fertilizers. *Nauchnye innovacii agrarnomu proizvodstvu: Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii posvyashchyonnoj 100-letnemu yubileyu Omskogo GAU*. [Scientific Innovations for Agricultural Production: Materials of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the 100th Anniversary of the Omsk State University (February 21, 2018)]. Omsk: FGBOU VO Omsk GAU, 2018, pp. 220-224. [Electronic resource]. Available at: www.omgau.ru. Date of access: 04/05/2018.

15. Linkov, V.V. Step-by-step improvement of fodder production in the conditions of large-scale agro-enterprise. *Molochnohozyajstvennyj vestnik*. [Dairy Bulletin: Electronic periodic theoretical and scientific-practical journal], 2018, no. 2, II quarter, pp. 61-75. [Electronic resource]. Available at: http://molochnoe.ru/journal/sites/molochnoe.ru.journal/files/jrnl_publication/book-2_30-v2.pdf. Date of access: 07/06/2018.

16. Lin'kov, V.V. Self-regulation of biodynamic systems: theory and use in agronomic

practice. Vestnik Donskogo GAU. [Bulletin of the Don State Automobile Inspection], Issue 3, Part 1, 2017, no. 25, pp. 18-28.

17. Linkov, V.V. Mixtures of annual crops: +2.5% profitability of livestock. Belorusskoe selskoe hozyajstvo. [Belarusian agriculture], 2017, no. 8, pp. 42-44.

18. Lin'kov, V.V. Perfection of the bioenergetic component of agricultural production. Puti realizacii Federalnoj nauchno-tehnicheskoy programmy razvitiya selskogo hozyajstva na 2017-2025 gody: Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii posvyashchyonnoj 75-letiyu Kurganskoj oblasti. [Ways of implementing the Federal Scientific and Technical Program for the Development of Agriculture for 2017-2025: Materials of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the 75th Anniversary of the Kurgan Region (April 19-20, 2018)]. Kurgan: FGBOU VO Kurgan State Agricultural Academy, 2018, pp. 916-922.

19. Matsukevich, V. Theoretical aspects of the specialization of agricultural production in the current economic conditions. Agrarnaya Ehkonomika. [Agrarian Economics], 2014, no. 1, pp. 26-32.

20. Minyuk, S.A. Matematicheskie metody v ehkonomike. [Mathematical Methods in Economics]. Minsk: TetraSystems, 2002, 432 p.

21. Organizacionno-tehnologicheskie normativy vozdeystviya selskohozyajstvennykh kultur: sbornik otraslevykh reglamentov. Organizational and technological standards for the cultivation of crops: a collection of industry regulations. Institut agrarnoy ehkonomiki NAN Belarusi. [Institute of Agrarian Economics of the National Academy of Sciences of Belarus]. Minsk: Belarusian Science, 2008, 462 p.

22. Oreshkin, M.V. Agrotekhnologicheskie osnovy adaptivnogo zemledeliya v usloviyah bassejna reki Severskij Donec. [Agrotechnological foundations of adaptive farming in the conditions of the Seversky Donets River Basin. Dis. ... doctor of agricultural sciences: 06.01.01]. All-Russian Scientific Research Institute of Sugar Beet and Sugar. Ramon, 2010, 392 p.

23. Russell, E. Pochvennye usloviya i rost rastenij. [Soil conditions and plant growth]. Moscow: Foreign Literature Publishing House, 1955, 623 p.

24. Rasteniyevodstvo. [Crop production]. Moscow: Foreign Literature Publishing House, 1958, 560 p.

25. Sovetov, A.V. O sisteme zemledeliya. Rassuzhdeniya predstavlenyye fiziko-matematicheskomu fakultetu Sankt Peterburgskogo universiteta dlya polucheniya stepeni doktora selskogo hozyajstva magistr A. Sovetovym. [On the system of farming. Reasonings presented to the Physics and Mathematics Faculty of the St. Petersburg University, to obtain the degree of Doctor of Agriculture, Master A. Sovetov]. St. Petersburg, 1867, YI, 2886 p.

26. Spiridonov, A.M. Agroekologicheskoe obosnovanie intensivnogo vozdeystviya lugovykh bobovykh rastenij na Severo-Zapade Rossii. [Agroecological substantiation of intensive cultivation of meadow leguminous plants in the North-West of Russia. Author's abstract. diss. Doctor of Agricultural Sciences]. St. Petersburg, 2011. [Electronic resource]. Available at: <http://www.dissers.ru/2selskohozyaistvo/agroekologicheskoe-obosnovanie-intensivnogo-vozdelyvaniya-lugovih-bobovih-rasteniy-na-severo-zapade-rossii-specialnost-06-01-01-obschee.php>. Date of access: 08/07/2018.

27. Stebut, I.A. Izbrannyye sochineniya: v 2 t. T.1. Osnovy polevoj kultury. [Selected works: in 2 volumes T. I. Fundamentals of field culture]. Moscow: Sel'khozgiz, 1956, 791 p.

28. Strelkov, V.G. Resource-saving, environmentally friendly way of improving

pastures and hayfields. Vesci Akadehmii agrarnykh navuk Respubliki Belarus. [Vestsi Akademii agrarian nazuk Respubliki Belarus], 1993, no. 2, pp. 34-40.

29. Formirovanie urozhaya osnovnykh sel'skokozyajstvennykh kultur. [Formation of the harvest of the main crops]. Moscow: Kolos, 1984, 367 p.

30. Shofman, L.I. Osobennosti sozdaniya i ispolzovaniya kulturnykh pastbishch (podbor trav, kachestvo korma i produktivnost zhivotnovodstva): analiticheskij obzor. [Features of the creation and use of cultural pastures (selection of grasses, quality of feed and productivity of livestock): an analytical review]. BelNII vnedreniya novykh form hozyajstvovaniya v APK. [BelNII introduction of new forms of management in the agro-industrial complex]. Minsk, 2004, 72 p.

31. Factors associated with profitability in pasture-based systems of milk production / L. Hanrahan [ets.] // Journal of dairy Science. 2018, Vol. 101, Iss. 6, pp. 5474–5485. [Electronic resource]. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030218302054>. Date of access : 07.07.2018.

32. Kikuyu-based pasture for dairy production: a review / S. C. Garcia [ets.] // Crop and Pasture Science. 2014, Iss. 65, pp. 787–797. [Electronic resource]. Available at: <http://www.bioone.org/doi/abs/10.1071/CP13414> . Date of access : 09.07.2018.

33. Rinehart, L. Dairy Production on Pasture: An Introduction to Grass-Based and Seasonal Dairying / ATTRA Sustainable Agriculture, 2016. [Electronic resource]. Available at: <https://attra.ncat.org/attra-pub/viewhtml.php?id=195>. Date of access : 07.07.2018.

34. Wales, W. J. Challenges of feeding dairy cows in Australia and New Zealand / W. J. Wales, E. S. Kolver // Animal Production Science. 2017, Iss. 57, pp. 1366–1383. [Electronic resource]. Available at: <https://www.publish.csiro.au/AN/fulltext/AN16828>. Date of access : 08.07.2018.

Progressive agronomy in creation and effective use of high-productive haying pasture lands for dairy cattle breeding

Lin'kov Vladimir Vladimirovich, Candidate of Sciences (Agriculture), Associate Professor in Agribusiness Department

e-mail: linkovvitebsk@mail.ru

Educational Establishment «Vitebsk "Order of the Badge of Honor" State Academy of Veterinary Medicine»

Abstract. Long-term researches into the feasibility, consistency and cost-effectiveness of creation and effective use of haying pasture lands for dairy cattle breeding showed that different approaches to the redistribution of resources available in agro-farming can be used in various farming conditions. The economic efficiency of the innovation under consideration is, according to the hayfields, 1.33 \$ / year of net profit per 1 hectare of agricultural land, and for pastures 5,24 \$ / year.

Keywords: progressive agronomy; dairy cattle breeding; haying pasture lands; economic efficiency.

Совершенствование выращивания молодняка овец романовской породы

Механиков Александр Анатольевич, глава крестьянско-фермерского хозяйства
e-mail: al.mexanickow@yandex.ru

Крестьянско-фермерское хозяйство Механиковой Марины Вениаминовны, Вологодский район, Вологодская область

Механикова Марина Вениаминовна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры зоотехнии и биологии

e-mail: mehanikovamv@molochnoe.ru

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина»

Третьяков Евгений Александрович, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры зоотехнии и биологии

e-mail: evgen-tretyakov@yandex.ru

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина»

Механиков Вениамин Александрович, аспирант

e-mail: mexan_mexa@mail.ru

Кафедра зоотехнии и биологии

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина»

Холов Салохиддин Азизуллоевич, зоотехник

e-mail: holov_sa@gmail.com

Крестьянско-фермерское хозяйство «Балчувон», Балджуванский район, Хиатлонская область, Республика Таджикистан

Аннотация. В статье изложены материалы обобщения и анализа десятилетнего опыта крестьянско-фермерского хозяйства по совершенствованию романовского овцеводства. Новые подходы в выращивании молодняка овец позволяют своевременно достигать планируемую живую массу при рациональном использовании кормов на единицу продукции.

Ключевые слова: овцеводство, романовская порода, выращивание, молодняк, живая масса.

Основная задача отечественного животноводства в рамках вступления России в ВТО заключается в обеспечении продовольственной независимости страны и повышении конкурентоспособности животноводческой продукции на внутреннем и внешнем рынках [6, 9].

В современных условиях развития овцеводства повышение его конкурентоспособности в большой степени обусловлено увеличением производства мясной продукции. Важной проблемой в овцеводстве является поиск путей ускоренного выращивания и откорма животных на основе использования закономерностей их роста и развития [3, 4].

Решающее значение в производстве баранины имеет порода. Наиболее ценными в этом соотношении считаются породы мясошерстного направления продуктивности, они хорошо трансформируют корм в продукцию, обладают высокой энергией роста, рано созревают для хозяйственного использования, что характеризует их высокую скороспелость [5, 11].

Спрос на национальном рынке на баранину является неограниченным, так как это ценный продукт питания, признаваемый во всех мировых религиях, и его конкурентоспособность по качественным показателям не вызывает сомнения. В общем объеме производства мяса в стране на долю баранины приходится 3,8% (7), но в отдельных субъектах ему принадлежит доминирующая роль. В отраслевой целевой программе Минсельхоза России «Развитие овцеводства и козоводства в Российской Федерации на 2012–2014 гг. и на плановый период до 2020 года» предусматривается к 2020 г. увеличить производство баранины до 336 тыс. т, или рост в сравнении с 2010 г. в 1,8 раза [2].

По своим продуктивно-биологическим свойствам романовская порода является ценнейшей в мировом генофонде овец. Ей свойственна высокая универсальная продуктивность и выносливость, позволяющая ее адаптировать и эффективно использовать в различных природно-экономических условиях. От овец романовской породы получают высококачественные шубные овчины и шерсть, представляющую ценность для изготовления валяльно-войлочных изделий. Также ценнейшим продуктивным качеством романовских овец является ее высокая мясная продуктивность, выраженная высокой плодовитостью маток и скороспелостью ягнят. Производство мяса на одну матку может составить 60–70 кг при выходе делового молодняка на каждые 100 маток не менее 220 голов. Матки романовской породы сочетают высокую плодовитость и хорошие материнские качества. Очень ценным биологическим свойством этих овец является полиэстричность, что позволяет получать приплод в любые сезоны года [10].

Романовская порода так же считается уникальной, непревзойденной по овчинно-шубным и мясным качествам. Грубошерстные овцы этой породы отличаются крепкой конституцией, хорошей приспособленностью к северным условиям, высокой плодовитостью. Наиболее ценные овчины и мясо получают при убое молодняка в 5–7 месячном возрасте [1].

Особенности интенсивного выращивания молодняка заключаются в том, что реализация приростков живой массы должна осуществляться с раннего возраста. Известно, что с увеличением возраста ягнят затраты корма увеличиваются: у ягнят романовской породы до 3-месячного возраста на 1 кг прироста затрачивается 4–4,5 кормовой единицы, а с 5–6 месяцев – 5–5,2 кормовой единицы (8).

Крестьянско-фермерское хозяйство М.В. Механиковой создано в 2005 году с целью сохранения и совершенствования племенных и продуктивных качеств овец

романовской породы в условиях Вологодской области. Общее поголовье – 450 голов, в том числе овцематок – 180 голов, ярок 200 и баранчиков – 70 голов.

В хозяйстве внедрена технология выращивания ремонтного молодняка, позволяющая получать высокопродуктивных животных. В основе этой технологии – нормированное кормление и оптимизация условий содержания ярок и баранчиков в различные возрастные периоды. Показатели планового роста животных определяют уровень и полноценность их питания, продолжительность подсосного периода, своевременное потребление растительных кормов. Программа выращивания ярок романовской породы с планируемой живой массой 60–65 кг во взрослом состоянии представлена в *таблице 1*.

Таблица 1 – План роста ярок романовской породы

Периоды	Возраст, мес.	Показатели роста	
		живая масса, на конец периода, кг	среднесуточный прирост, г
Подсосный	0 – 3	20,0	192
Выращивание – до осеменения	3 – 7	40,0	166
– до окота	7 –12	55,0	100

Согласно данной программы выращивания, практикуется осеменение ярок в 7-месячном возрасте с живой массой 40 кг и получение первого окота в годовалом возрасте, что соответствует требованиям племенного овцеводства. Осеменение ярок (6 месяцев), как показал опыт, может позволить получение жизнеспособного приплода, но не способствует поддержанию высокой молочности овцематок, что крайне важно поддерживать в романовском овцеводстве.

Продуктивность овец находится в прямой зависимости от живой массы. Замечено, что чем большую массу имеют матки, тем они плодовитее. Исследованиями так же установлено, что живая масса имеет определённую связь и с другими селекционными признаками, в частности с молочной, шёрстной и мясной продуктивностью животных. Следовательно, необходимо уделять должное внимание и этому признаку. Данные по живой массе представлены в *таблице 2*.

Таблица 2 - Показатели живой массы овец хозяйства за 2017 год.

Половозрастная группа	Всего, гол.	Общая живая масса, кг	Средняя живая масса, кг	Требования 1 класса
Бараны-производители	2	143	71,5	60
Матки	99	5907	59,7	50
Ярочки	102	3651	42,8	40
Баранчики	54	2532	46,9	45

Из приведённых данных видно, что романовские овцы племенной фермы КФХ М.В. Механиковой по живой массе превосходят требования первого класса на 0,7–19,4 %.

Основным фактором, определяющим динамику приростов и гармоничное развитие ярок с самого рождения, является их нормированное кормление на протяжении всех стадий роста. Однако организация их питания затруднена по причине

узкого ассортимента применяемых кормов и, особенно, их удовлетворительно-го качества. Решить эту проблему, то есть максимально сбалансировать рационы молодняка, предоставляется возможным благодаря использованию различных добавок и кормов. В условиях хозяйства при кормлении овцематок и молодняка применяются корма собственного производства и приобретаются балансирующие средства. Схема кормления ремонтного молодняка овец в КФХ М.В. Механиковой представлена в *таблице 3*.

Таблица 3 – Схема кормления ремонтного молодняка овец

Периоды	Возраст, дней	Живая масса, кг	Прирост, г	Молоко, кг	ЗЦМ, г	Концентрированные корма, г	Сено, г	Мин. подкормки, г		
								соль	мел	сера
Подсосный	1	2,7	–	1,2	–			–	–	–
	2 – 7	4,2	–	1,2	–	приуч.	приуч.	–	–	–
	8 – 30	8,5	192	1,2	100	50	50	–	–	–
	31 – 60	14,5	192	1,2	100	100	100	3	5	2
	61 – 90	20,0	192	1,2	100	150	300	3	5	3
Выращивание	91-120	25,0	166			300	400	3	5	3
– до осеменения	121-210	40,0	166			400	1500	3	10	3
– до окота	211-360	55,0	100			500	2000	5	10	3
Итого за 12 месяцев, кг		–	–	108	8,3	169	460	1,33	2,94	1,02

Первые 10–15 дней жизни являются самыми ответственными при выращивании ягнят. Молозиво и молоко матери в этот период являются основными жизненно необходимыми кормами, поэтому новорожденные ягнята в первые 2–3 недели питаются в основном молозивом и молоком матери, потребляя их по 1,2–1,5 литра в сутки.

Для стимулирования развития преджелудков ягнят, особенно рубца, в хозяйстве практикуют приучение к концентрированным и растительным кормам в раннем возрасте. Ягнята с 5–7-дневного возраста имеют свободный доступ (отдельно от маток) к специальным комбикормам (смеси ячменя, гороха, минвит 4–1, соли и мела), селу хорошего качества, чистой воде. Ягнята в первые месяцы жизни, в период бурного роста и развития, нуждаются в повышенном количестве минеральных веществ. С 7-дневного возраста они получают минералы в достаточном количестве с комбикормом.

Молодняк, приученный своевременно к поеданию большого количества корма, лучше развивается после отъема. Романовская овца достаточно молочна для того, что бы полноценно воспитывать ягнят-одиночек и двойников, а иногда и тройников. В многоплодных пометах в хозяйстве применяют метод искусственного выращивания на коровьем молоке и ЗЦМ. Необходимость этого приема возникает так же при заболевании вымени, низкой молочности маток, особенно первоокоток.

Спустя 2–3 дня в зависимости от того, насколько ягнята окрепли, маток с ягнятами объединяют в небольшие группы (сакманы). Многоплодных маток с тройневым и четверневым приплодом объединяют по 2–3 головы, а маток с двойниками и одиночками по 5–6 голов. В небольших сакманах матки и ягнята лучше привыкают друг к другу, что очень важно для дальнейшего выращивания ягнят.

Выращивание ягнят, полученных от зимнего и ранневесеннего ягнения, совпадает с пастбищным содержанием. При выходе на пастбища скармливание концен-

трированной подкормки ягнятам уменьшается, так как на пастбище ягнята употребляют достаточное количество питательных веществ. При таких условиях ягнятам за подсосный период вполне достаточно скормить 12–13 кг концентратов, чтобы получить к отъему в 4-месячном возрасте хорошо развитых животных.



Овцематка с ягнятами

В период отъема контроль за сбалансированностью питания ремонтных ярок не ослабевает. По мере роста животных увеличивается потребление объёмистых кормов, особенно сена. В летний период в дополнение к грубому корму скармливается зеленая масса. Способность молодняка потреблять большое количество объёмистых кормов в последующем положительно отражается на его здоровье. Расход кормов за период выращивания составляет 5,63 к.ед. на 1кг прироста. К семимесячному возрасту ярки имеют не только живую массу 40 кг, но и хорошее физиологическое развитие, что способствует получению жизнеспособного молодняка и высокой молочности, обеспечивающей выкармливание 2–3 ягнят.

Таким образом, обобщение опыта крестьянско-фермерского хозяйства по выращиванию ремонтных ярок романовской породы убедительно свидетельствует, что использование инновационных подходов при организации кормления животных позволяет получать качественное племенное поголовье в соответствии с мировыми стандартами.

Список литературы:

1. Васильева, Н.А. Продуктивность овец романовской породы при разных сезонах ягнения в условиях фермерского хозяйства / Н.А. Васильева, М.В. Механикова // Молочнохозяйственный вестник. – 2014. – № 2. – С. 7-12.
2. Повысить роль овцеводства в решении продовольственной проблемы / М. В. Забелина, Р. А. Денисов, Е. И. Григорашкина, А. В. Исаев // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2013. – №4. – С. 16-17.
3. Захаров, Л.И. Позитивным тенденциям внимание и поддержку / Л.И. Захаров, А.И. Ерохин // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2000.– № 4 – С. 12-15.
4. Кравченко, Н. Заниматься овцеводством выгодно / Н. Кравченко // Животноводство России. – 2014. – № 6. – С. 7-9.

5. Механиков, А.А. План селекционно-племенной работы по разведению овец романовской породы в ИП Глава КФХ Механикова М.В. / А.А. Механиков, М.В. Механикова, А.С. Литонина. – Вологда, 2014. – 86 с.
6. Механикова, М.В. Использование суспензии хлореллы в питании ремонтных телок черно-пестрой породы в молочный период / М.В. Механикова, Е.А. Третьяков, Т.С. Кулакова // Молочнохозяйственный вестник. – 2016. – №1 (21). – С. 35-42.
7. Российский рынок баранины: оценка и прогноз // Агровестник. – Режим доступа: <https://agrovesti.net/lib/industries/small-cattle/rossijskij-rynok-baraniny-otsenka-i-prognoz.html>
8. Технология интенсивного выращивания племенного молодняка романовской овцы // Агровестник. – Режим доступа: <https://agrovesti.net/lib/tech/ovtsevodstvo/tekhnologiya-intensivnogo-vyrashchiva-niya-plemennogo-molodnyaka-romanovskoj-ovtsy.html>
9. Применение стартерных кормовых добавок в питании ремонтных телок черно-пестрой породы / Е.А. Третьяков, Т.С. Кулакова, Л.Л. Фомина, Е.Н. Закрепина // Молочнохозяйственный вестник. – 2017. – № 4. – С. 104-111.
10. Романовское овцеводство / Н.А. Федоров, А.И. Ерохин, Л.С. Новиков и др. – М.: Агропромиздат, 1987. – С. 223
11. Шульгина, А. Овцеводство – доходная отрасль / А. Шульгина // Животноводство России. – 2015.– №3. – С. 54-58.

References:

1. Vasil'eva N. A., Mehanikova M.V. The Romanov sheep productivity in different lambing seasons in the conditions of farms. Molochnohozjajstvennyj vestnik [Dairy Bulletin], 2014, no. 2, pp. 7-12. (in Russian)
2. Zabelina M. V., Denisov R. A. Grigorashkina E. I., Isaev A. V. Enhancing the role of sheep in food problem solution. Ovcy,kozy,sherstjanoedelo [Sheep, goats, wool business], 2013, no. 4, pp. 16-17. (in Russian)
3. Zaharov L. I., Erohin A.I. Positive trends should receive attention and support. Ovcy,kozy,sherstjanoedelo [Sheep, goats, wool business], 2000, no. 4, pp. 12-15. (in Russian)
4. Kravchenko N. Engaging in sheep breeding is profitable. ZhivotnovodstvoRossii [Animal Husbandry of Russia], 2014, no.6, pp. 7-9. (in Russian)
5. Mehanikov A. A., Mehanikova M.V., Litonina A.S. Plan selekcionno-plemennoj raboty po razvedeniju ovec romanovskoj porody v IP Glava KFХ Mehanikova M.V. [The plan of the Romanov sheep selection and breeding on the peasant farm of M. V. Mekhanikova]. Vologda, 2014. 86 p.
6. Mehanikova M. V., Tret'jakov E. A., Kulakova T. S. The use of Chlorella suspension in the diet of black-motley replacement heifers during the suckling period. Molochnohozjajstvennyjvestnik [Dairy Bulletin], 2016, no. 1 (21), pp. 35-42. (in Russian)
7. The Russian mutton market: assessment and forecast. Agrovestnik [Agricultural Bulletin]. Available at: <https://agrovesti.net/lib/industries/small-cattle/rossijskij-rynok-baraniny-otsenka-i-prognoz.html>
8. Technology of intensive raising the young Romanov breeding sheep. Agrovestnik [Agricultural Bulletin]. Available at: <https://agrovesti.net/lib/tech/ovtsevodstvo/>

tekhnologiya-intensivnogo-vyrashchiva-niya-plemennogo-molodnyaka-romanovskoj-ovtsy.html

9. Tret'jakov E. A., Kulakova T. S., Fomina L. L., Zakrepina E. N. The use of starter feed additives in the diet of the black-motley heifers *Molochnohozjajstvennyj vestnik* [Dairy Bulletin], 2017, no. 4, pp. 104-111. (in Russian)
10. Fedorov N.A., Erohin A.I., Novikov L. S. et al. *Romanovskoe ovcevodstvo* [The Romanov sheep breeding]. Moscow, Agropromizdat Publ., 1987. 223 p.
11. Shul'gina A. Sheep breeding is a profitable industry. *Zhivotnovodstvo Rossii* [Animal husbandry of Russia.], 2015, no. 3, pp. 54-58. (in Russian)

Improving the Romanov young sheep raising

Mehanikov Aleksandr Anatol'evich, the head of a peasant farm

e-mail: al.mexanickow@yandex.ru

Peasant farm of M.V. Mehanikova, Vologda District, Vologda Region

Mehanikova Marina Veniaminovna, Can. of Science (Agriculture), associate professor of Zootechnics and Biology Chair

e-mail: mehanikovamv@molochnoe.ru

The Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «The Vereshchagin Vologda State Dairy Farming Academy»

Tret'jakov Evgenij Aleksandrovich, Can. of Science (Agriculture), associate professor of Zootechnics and Biology Chair

e-mail: evgen-tretyakov@yandex.ru

The Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «The Vereshchagin Vologda State Dairy Farming Academy»

Mehanikov Veniamin Aleksandrovich, a postgraduate student

e-mail: mexan_mexa@mail.ru

Zootechnics and Biology Chair

The Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «The Vereshchagin Vologda State Dairy Farming Academy»

Holov Salohiddin Azizulloevich, zootechnician

e-mail: holov_sa@gmail.com

Peasant farm «Balchuvon», Baldzhuvan District, Hiatlon Region, Tajikistan

Abstract. The article presents the materials of synthesizing and analyzing the ten-year experience of a peasant farm on improving the Romanov sheep breeding. New approaches in raising young sheep allow achieving the planned live weight with the rational use of feed per product unit in a timely manner.

Keywords: sheep breeding, the Romanov breed, raising, young animals, live weight.

УДК 575.174.015.3:636.5

Влияние различных рационов кормления на ассоциацию полиморфизма в гене MSTN и роста живой массы у молодняка петушков пушкинской породы

Митрофанова Ольга Викторовна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории молекулярной генетики

e-mail: mo1969@mail.ru

Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста»

Дементьева Наталия Викторовна, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории молекулярной генетики

e-mail: dementevan@mail.ru

Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста»

Аннотация. Проанализировано влияние различных рационов кормления на скорость роста петушков пушкинской породы в зависимости от генотипа по замене rs313744840 в гене миостатина. У петушков, выращенных на бройлерном корме (n=52), наибольшими привесам отличались гетерозиготы AG, которые начали достоверно ($p < 0,05$) отличаться от своих сверстников с 14 дня жизни. У петушков, выращенных на кормах для молодняка несушек (n=46), преимуществом в росте обладали гомозиготы AA, но различия между группами оказались недостоверными. При сравнении особей с гетерозиготным генотипом AG по замене rs313744840 в гене MSTN петушки, выращиваемые на бройлерных кормах, достоверно превосходили по показателям живой массы своих сверстников практически в течение всего периода наблюдения.

Ключевые слова: петушки, пушкинская порода, живая масса, миостатин, ПЦР-ПДРФ, полиморфизм, ДНК.

Изучение полиморфизма генов, влияющих на рост и развитие сельскохозяйственной птицы, является важным направлением современной генетики. Мясо кур составляет существенную долю в ежедневном рационе современного человека, поскольку является источником необходимых белков, аминокислот, микроэлементов и витаминов.

В последнее время актуальны исследования, направленные на поиск взаимосвязей между полиморфизмами отдельных генов, отвечающих за развитие мышечной и костной массы, и продуктивными характеристиками кур.

Ген миостатина у высших позвоночных способствует выработке одноименного белка, который, в свою очередь, оказывает отрицательное влияние на развитие мускулатуры [1]. Если путь от гена MSTN к мышцам блокируется, происходит их усиленный рост. Мутации, приводящие к изменениям последовательности ДНК в различных участках гена MSTN, встречаются у ряда животных. У высших позвоночных MSTN тканеспецифичен, его синтез происходит в скелетных мышцах, на которые он и оказывает биологические эффекты [2, 3].

Нуклеотидная последовательность гена миостатина полностью прочитана, а также известно, что этот ген включает в себя три экзона и два интрона [4]. Сейчас особое внимание уделяется обнаружению однонуклеотидных замен (SNP) в смысловых участках миостатинового гена, для того чтобы выявить их ассоциации с признаками продуктивности [5, 6].

Целью нашей работы было определить ассоциацию типа кормления со скоростью роста петушков пушкинской породы в зависимости от генотипа по замене rs313744840 в гене миостатина.

Материал и методы исследования

В качестве материала для исследования послужила ДНК, которая была выделена в крови петушков фенольным методом с использованием протеиназы К.

Каждый цыпленок при рождении был помечен индивидуальной меткой. В зависимости от типа кормления были сформированы 2 группы птицы. Первая (n=52) выращивалась на корме, предназначенном для откорма бройлерного молодняка (корм ПК-5, производство Тосненского комбикормового завода) до возраста 63 дня. Вторая группа (n=46) росла на корме для молодняка кур-несушек (ПК-4, производство ТККЗ). И тот и другой комбикорм являются полнорационными кормами. В корме ПК-5 отмечено повышенное содержание протеина (до 20%) и обменной энергии (до 310 ккал в 100 г корма).

Для определения живой массы петушков взвешивали на весах марки «Госметр». Птица, выращиваемая на кормах для бройлеров, взвешивалась при рождении, в 7, 14, 21, 34, 40, 49, 56, 63 и 70 дней. Птица, выращиваемая на кормах для кур-несушек, взвешивалась при рождении, в 7, 14, 21, 34, 40, 49, 56, 63 и 90 дней.

Определение генотипов по замене rs313744840 в гене миостатина проводили методом полимеразной цепной реакции с последующей рестрикцией. Для проведения ПЦР использовали праймеры следующего состава: прямой 5'-aac-caa-tcg-tcg-gtt-ttg-ac-3' и обратный 5'-cgt-tct-ctg-tgg-gct-gac-ta-3' [5]. С их помощью амплифицировали один участок экзона 1 миостатинового гена (AF346599). Продукты амплификации подвергали обработке ферментом рестрикции HpaII, разрезающим ДНК в определенной точке в положении rs313744840. В этом месте гена миостатина происходит однонуклеотидная замена G/A.

ПЦР осуществляли на амплификаторе «BioRad» (США) с использованием ре-

акционной смеси следующего состава: 67 мМ трис-НСl рН 8,6, 2,5 мМ MgCl₂, 16,6 мМ NH₄ОН, 0,125 мМ каждого из дезоксирибонуклеозидтрифосфатов (dATP, dGTP, dCTP, dTTP), 0,5 мкМ прямого и обратного праймеров, 50-100 нг геномной ДНК и 2,5 ед Taq-полимеразы («Сибэнзим», Новосибирск). Общий объем реакционной смеси составлял 10 мкл. Весь процесс включал в себя 35 циклов, состоящих из повторяющихся этапов денатурации ДНК (30 сек, 94°С), отжига праймеров (30 сек, 60°С) и элонгации (30 сек, 72°С).

Фрагменты ДНК разделяли с помощью электрофореза в горизонтальном 1,5% агарозном геле, окрашенном бромистым этидием, в течение 1 часа при рабочем напряжении 7,5 В/см в TBE буфере (45 мМ трис-борат, 1 мМ ЭДТА). В качестве маркера, который определяет длину полученных в ходе реакции фрагментов ДНК на геле, использовали pUC19/MspI (Thermo Fisher Scientific). Сигнал фотографировали в системе гель-документации фирмы Кодак.

Средние показатели живой массы по группам птицы, а также достоверность разницы между группами определялась с помощью программы SigmaPlot.

Результаты исследования

У петушков, выращенных на бройлерном корме, наибольшими привесам отличались гетерозиготы AG по замене rs313744840 в гене MSTN (табл. 1). Причем они начали достоверно (p<0,05) отличаться от своих сверстников с генотипами AA и GG уже с 14-дневного возраста. Значительные отличия наблюдались между гетерозиготами AG и гомозиготами GG к возрасту 63 дней.

Достоверные отличия отмечены и между петушками AG и гомозиготами AA, хотя в этом случае преимущество гетерозигот не было выражено так ярко.

Таблица 1. Живая масса в разные периоды жизни петушков пушкинской породы, выращенных на кормах для бройлеров, в зависимости от генотипа по замене rs313744840 в гене миостатина (1,2 – группы, разница между которыми достоверна, p<0,05)

Возраст цыпленка	Живая масса (г) в зависимости от генотипа по rs313744840 в гене MSTN			P
	AA (n=13)	AG (n=30)	GG (n=9)	
Первые сутки	40,627±0,985	40,797±1,015	41,063±0,720	0,539
7 дней	68,907±1,7992	70,200±1,3291,2	61,956±2,1411	0,013
14 дней	127,000±4,5412	128,014±2,8221,2	109,563±3,8731	0,009
21 день	221,679±7,2582	226,257±5,1621,2	190,667±6,6551	0,004
28 дней	335,143±10,2622	345,855±7,9341,2	291,389±8,8511	0,003
34 дня	480,500±13,1882	492,323±9,2841,2	417,222±13,7141	<0,001
40 дней	665,929±16,3262	670,484±11,4941,2	586,500±21,2491	0,003
49 дней	928,571±22,2602	937,452±14,6511,2	812,111±27,1131	<0,001
56 дней	1064,077±23,5862	1048,815±19,5701,2	923,667±33,3531	0,003

Возраст цыпленка	Живая масса (г) в зависимости от генотипа по rs313744840 в гене MSTN			P
	AA (n=13)	AG (n=30)	GG (n=9)	
63 дня	1272,583±25,8572	1241,692±23,1051,2	1116,125±38,5471	0,008
70 дней	1387,667±39,7932	1389,760±36,2591,2	1151,125±56,2691	0,003

У петушков, выращенных на обычном корме, гомозиготы AA превосходили сверстников по живой массе до возраста 56 дней (различия не достоверны) (табл. 2). В этот период «лучшими» по живой массе оказались гетерозиготы AG (среднее значение по группе составило 1067,444±31,055г). Они же и сохранили преимущество в живой массе до конца периода наблюдений, хотя от сверстников с генотипом GG практически не отличались.

К возрасту 90 дней петушки с генотипом AA (n=7) существенно отстали от сверстников. Средняя живая масса особей этой группы составила 1509,000±48,022 г. Гетерозиготы AG (n=18) в этом возрасте весили в среднем 1631,889±53,539 г, а гомозиготы GG (n=17) - 1629,824±60,847 г. Наблюдаемые различия не достоверны. Группы с разными генотипами отличаются разнообразием по живой массе, о чем говорит большое значение стандартной ошибки.

Таблица 2. Живая масса в разные периоды жизни петушков пушкинской породы, выращенных на кормах для несушек, в зависимости от генотипа по замене rs313744840 в гене миостатина

Признак	Живая масса (г) в зависимости от генотипа по rs313744840 в гене MSTN			P
	AA (n=7)	AG (n=21)	GG (n=18)	
Первые сутки	41,929±0,222	41,919±0,525	43,426±2,604	0,794
7 дней	69,2000±4,302	66,167±1,474	65,379±1,660	0,537
14 дней	123,143±7,526	118,286±3,878	115,833±3,690	0,639
21 день	218,250±14,224	213,810±7,074	210,553±7,039	0,867
28 дней	332,357±13,650	319,925±9,579	323,632±9,853	0,800
34 дня	467,500±16,049	447,643±12,740	459,105±13,792	0,680
40 дней	631,143±15,670	604,286±16,751	622,684±15,971	0,584
49 дней	884,167±24,504	866,429±22,262	881,474±19,920	0,845
56 дней	1006,857±15,893	1067,444±31,055	1064,278±29,109	0,490
63 дня	1228,143±31,943	1309,889±43,032	1306,118±48,174	0,561
90 дней	1509,000±48,022	1631,889±53,539	1629,824±60,847	0,434

При сравнении петушков с гетерозиготным генотипом AG по замене rs313744840

в гене MSTN, выращенных на разном типе корма можно отметить, что петушки, выращиваемые на бройлерных кормах, достоверно превосходили по показателям живой массы своих сверстников практически в течение всего периода наблюдения (табл. 3).

Таблица 3. Сравнительный анализ динамики роста живой массы у петушков пушкинской породы с генотипом AG по замене rs313744840 в гене MSTN, выращенных на различных кормах

Возраст цыпленка	Живая масса (г) петушков с генотипом AG по rs313744840 в гене MSTN		Значение t-критерия Стьюдента
	выращенных на корме для молодняка кур-несушек (n=30)	выращенных на корме для бройлеров (n=21)	
Первые сутки	40,797±1,015	41,919±0,525	0,98
7 дней	70,200±1,329	66,167±1,474	2,03(p<0,05)
14 дней	128,014±2,822	118,286±3,878	2,03(p<0,05)
21 день	226,257±5,162	213,810±7,074	1,42
28 дней	345,855±7,934	319,925±9,579	2,08 (p<0,05)
34 дня	492,323±9,284	447,643±12,740	2,83 (p<0,05)
40 дней	670,484±11,494	604,286±16,751	3, 26 (p<0,05)
49 дней	937,452±14,651	866,429±22,262	2,66 (p<0,05)
56 дней	1048,815±19,570	1067,444±31,055	0,51

Влияние кормления на рост и развитие молодняка различных видов животных, в том числе и сельскохозяйственной птицы, сложно переоценить. При несбалансированном или недостаточном кормлении организм просто не получит необходимый строительный материал для формирования органов и тканей. И, кроме того, не будет раскрыт генетический потенциал животного.

Пушкинская порода кур является породой мясо-яичного направления продуктивности. Курочки этой породы – хорошие несушки, а достаточное количество мяса можно получить и от курочек, и от петушков. Это делает представителей пушкинской породы привлекательными для птицеводов-любителей [7]. Комбинированная продуктивность и высокое генетическое разнообразие позволили использовать эту птицу как модельный объект для научных исследований [8].

Работа гена миостатина MSTN обуславливает формирование мышечной массы у высших позвоночных животных и птиц. Продуктом гена является белок миостатин, который подавляет рост мышечной массы в организме, а также обуславливает дифференцировку мышц. Он выступает в качестве негативного регулятора массы скелетных мышц и действует по принципу обратной связи. С увеличением массы мышц возрастает и секреция миостатина, что тормозит дальнейший рост мускулатуры [1].

Спонтанные мутации, которые приводят к уменьшению количества миостатина и/или подавляют его функции, обнаружены как у человека, так и у сельскохозяйственных животных и птиц. К настоящему времени выявлено множество

однонуклеотидных замен в гене MSTN, влияющих на скорость роста, показатели воспроизводства, а также состав мяса и его качество [4, 9]. В различных породах овец, свиней, собак и кур определены мутации в некодирующих регуляторных областях, что влияет на уровень экспрессии MSTN, а, следовательно, на рост и объём мышечной массы [10-12]. Изучалось влияние SNP в этом гене на живую массу в различных условиях выращивания и смертность цыплят [5].

Взаимосвязь между живой массой кур и петухов различных пород и заменой A>G в положении rs313744840 в гене миостатина наблюдалась и ранее [6, 9]. Показано, что особи, несущие аллель A по этой замене, обладали повышенной скоростью роста.

В проведенном исследовании среди петушков, выращенных на бройлерных кормах, преимуществом в росте обладали гетерозиготные особи с генотипом AG (см. табл. 1). В случае, когда молодняк рос на кормах для несушек, петушки с генотипом AA превосходили по живой массе сверстников (см. табл. 2). Можно предположить, что у гетерозигот AG по изучаемой замене есть значительный потенциал для роста, который не всегда может быть реализован в полной мере на кормах для молодняка кур-несушек. В то же время гетерозиготы по замене rs313744840 в гене MSTN, выращенные на кормах для бройлеров превосходили своих сверстников, выращенных на обычном корме (см. табл. 3).

Данное исследование выполнено при финансовой поддержке ФАНО России в рамках ГЗ АААА-А18-118021590138-1 с использованием популяций кур из биоресурсной коллекции ЦКП «Генетическая коллекция редких и исчезающих пород кур» (ВНИИГРЖ, Санкт-Петербург – Пушкин).

Выводы

У петушков, выращенных на бройлерном корме, наибольшими привесам отличались гетерозиготы AG. Причем они начали достоверно ($p < 0,05$) отличаться от своих сверстников с генотипом GG уже с 14-дневного возраста.

У петушков, выращенных на корме для выращивания несушек, гомозиготы AA превосходили сверстников по живой массе до возраста 56 дней (различия не достоверны).

Среди петушков старше 56 дней, выращенных на обычном корме, «лучшими» по живой массе оказались гетерозиготы AG (среднее значение по группе составило $1067,444 \pm 31,055$ г). Они же и сохранили преимущество в живой массе до конца периода наблюдений, хотя от сверстников с генотипом GG практически не отличались.

К возрасту 90 дней петушки с генотипом AA ($n=7$) существенно отстали от сверстников. Средняя живая масса особей этой группы составила $1509,000 \pm 48,022$ г. Гетерозиготы AG ($n=21$) в этом возрасте весили в среднем $1631,889 \pm 53,539$ г, а гомозиготы GG ($n=18$) - $1629,824 \pm 60,847$ г. Наблюдаемые различия не достоверны. Группы с разными генотипами отличаются разнообразием по живой массе, о чем говорит большое значение стандартной ошибки.

У петушков быстрее росли особи с гетерозиготным генотипом AG по замене rs313744840 в гене MSTN. При этом петушки, выращиваемые на бройлерных кормах, достоверно превосходили по показателям живой массы своих сверстников практически в течение всего периода наблюдения.

Использование корма с повышенным содержанием протеина и обменной энергии позволяет реализовать генетический потенциал птицы.

Список литературы:

1. Lee S. J. Regulation of muscle mass by myostatin. *Annu Rev Cell Dev Biol.*, 2004, vol.20, pp. 61-86.
2. Yang S., Li X., Liu X., Ding X., Xin X., Jin C., Zhang S., Li G., Guo H.. Parallel comparative proteomics and phosphoproteomics reveal that cattle myostatin regulates phosphorylation of key enzymes in glycogen metabolism and glycolysis pathway. *Oncotarget*, 2018, vol.9, no. 13, pp. 11352–11370.
3. Wang H., Gu X., Li W., Zhang X., Cui L., Li Y., Zhang Y., Zhao B., Li K.. CARP, a myostatin-downregulated gene in CFM cells, is a novel essential positive regulator of myogenesis. *International Journal of Biological Sciences*, 2014, vol.10, no. 3, pp. 309-320.
4. Baron E.E., Wenceslau A.A., Alvares L.E., Nones K., Ruy D.C., Schmidt G.S., Zanella E.L., Coutinho L.L., Ledur M.C. High level of polymorphism in the myostatin chicken gene. *Proc. 7th World Congr. Genet. Appl. Livest. Prod. Montpellier, France*, 2002, pp. 19-23.
5. Bhattacharya T. K., Chatterjee R. N. Polymorphism of the myostatin gene and its association with growth traits in chicken. *Poultry Science*, 2013, vol. 92, no.4, pp. 910–915.
6. Mitrofanova O. V., Dement`eva N. V., Krutikova A. A., Yurchenko O. P., Vakhrameev A. B., Terletskiy V.P. Association of polymorphic variants in MSTN, PRL, and DRD2 genes with intensity of young animal growth in Pushkin breed chickens. *Cytology and Genetics*, 2017, vol. 51, no. 3, pp. 179-184.
7. Юрченко, О.П. Гетерогенный подбор при разведении пушкинской породы кур / О.П. Юрченко, А.В. Макарова, А.Б. Вахрамеев // Генетика и разведение животных. – 2017. – № 3. – С. 51-57.
8. Дементьева, Н.В. Полиморфизм однонуклеотидных замен в гене GDF-8 у кур генофондных пород / Н.В. Дементьева, О.В. Митрофанова, С.А. Шабанова // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2015. – № 38. – С. 59-62.
9. Demytyeva N. V., Mitrofanova O. V., Tyshchenko V. I., Terletskiy V. P., Yakovlev A. F.. The rate of weight gain and productivity of a chicken broiler cross with various polymorphic types of the myostatin gene. *Russian Journal of Genetics: Applied Research*, 2017, vol.7, no. 1, pp. 1–5.
10. Hu W., Chen S., Zhang R., Yushuang L. Single nucleotide polymorphisms in the upstream regulatory region alter the expression of myostatin. *In Vitro Cell. Dev. Biol.-Animal.*, 2013, vol. 49, pp. 417-423.
11. Wang J., Zhou H., Hu J., Li S., Luo Y. Two single nucleotide polymorphisms in the promoter of the ovine myostatin gene (MSTN) and their effect on growth and carcass muscle traits in New Zealand Romney sheep. *J Anim Breed Genet.*, 2016, vol.133, no 3, pp. 219-226.
12. Mosher D.S., Quignon P., Bustamante C.D., Sutter N.B., Mellersh C.S., Parker H.G., Ostrander E.A. A mutation in the myostatin gene increases muscle mass and enhances racing performance in heterozygote dogs. *PLoS Genet.*, 2007, vol.3, no.5, pp. 79.

References:

1. Lee S. J. Regulation of muscle mass by myostatin. *Annu Rev Cell Dev Biol.*, 2004, vol.20, pp. 61-86.
2. Yang S., Li X., Liu X., Ding X., Xin X., Jin C., Zhang S., Li G., Guo H.. Parallel comparative proteomics and phosphoproteomics reveal that cattle myostatin regulates phosphorylation of key enzymes in glycogen metabolism and glycolysis pathway. *Oncotarget*, 2018, vol.9, no. 13, pp. 11352–11370.
3. Wang H., Gu X., Li W., Zhang X., Cui L., Li Y., Zhang Y., Zhao B., Li K.. CARP, a myostatin-downregulated gene in CFM cells, is a novel essential positive regulator of myogenesis. *International Journal of Biological Sciences*, 2014, vol.10, no. 3, pp. 309-320.
4. Baron E.E., Wenceslau A.A., Alvares L.E., Nones K., Ruy D.C., Schmidt G.S., Zanella E.L., Coutinho L.L., Ledur M.C. High level of polymorphism in the myostatin chicken gene. *Proc. 7th World Congr. Genet. Appl. Livest. Prod. Montpellier, France*, 2002, pp. 19-23.
5. Bhattacharya T. K., Chatterjee R. N. Polymorphism of the myostatin gene and its association with growth traits in chicken. *Poultry Science*, 2013, vol. 92, no.4, pp. 910–915.
6. Mitrofanova O. V., Dement`eva N. V., Krutikova A. A., Yurchenko O. P., Vakhrameev A. B., Terletskiy V.P. Association of polymorphic variants in MSTN, PRL, and DRD2 genes with intensity of young animal growth in Pushkin breed chickens. *Cytology and Genetics*, 2017, vol. 51, no. 3, pp. 179-184.
7. Yurchenko O.P., Makarova A.V., Vakhrameev A.B. Heterogeneous selection in the process of breeding chickens of Pushkin breed. *Genetika i razvedenie zhivotnykh [Genetics and Breeding of Animals]*, 2017, no. 3, pp. 51-57 (in Russian).
8. Dementeva N.V., Mitrofanova O.V. , Shabanova S.A. Polymorphism of single nucleotide substitutions in GDF-8 gene of gene pool chicken breeds. *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [Proceedings of the St. Petersburg State Agrarian University]*, 2015, no. 38, pp. 59-62 (in Russian).
9. Dementeva N. V., Mitrofanova O. V., Tyshchenko V. I., Terletskiy V. P., Yakovlev A. F. The rate of weight gain and productivity of a chicken broiler cross with various polymorphic types of the myostatin gene. *Russian Journal of Genetics: Applied Research*, 2017, vol.7, no. 1, pp. 1–5.
10. Hu W., Chen S., Zhang R., Yushuang L. Single nucleotide polymorphisms in the upstream regulatory region alter the expression of myostatin. *In Vitro Cell. Dev. Biol.-Animal.*, 2013, vol. 49, pp. 417-423.
11. Wang J., Zhou H., Hu J., Li S., Luo Y. Two single nucleotide polymorphisms in the promoter of the ovine myostatin gene (MSTN) and their effect on growth and carcass muscle traits in New Zealand Romney sheep. *J Anim Breed Genet.*, 2016, vol.133, no 3, pp. 219-226.
12. Mosher D.S., Quignon P., Bustamante C.D., Sutter N.B., Mellersh C.S., Parker H.G., Ostrander E.A. A mutation in the myostatin gene increases muscle mass and enhances racing performance in heterozygote dogs. *PLoS Genet.*, 2007, vol.3, no.5, pp. 79.

Influence of various diets on association of polymorphism in MSTN gene and live weight increase in young cockerels of pushkin breed

Mitrofanova Olga Viktorovna, Candidate of Sciences (Biology), senior researcher of Laboratory of Molecular Genetics

e-mail: mo1969@mail.ru

Russian Research Institute of Farm Animal Genetics and Breeding — Branch of the L.K. Ernst Federal Science Center for Animal Husbandry

Dement`eva Nataliya Viktorovna, leading researcher of Laboratory of Molecular Genetics

e-mail: dementevan@mail.ru

Russian Research Institute of Farm Animal Genetics and Breeding — Branch of the L.K. Ernst Federal Science Center for Animal Husbandry

Abstract. The effect of different diets on the growth rate of Pushkin breed cockerels depending on the genotype in substitution of rs313744840 in the myostatin gene has been analyzed. In cockerels grown on feed for broilers (n = 52) the AG heterozygotes have had the biggest weigh gain, which began to differ significantly ($p < 0.05$) from their peers from the 14th day of life. In cockerels grown on feed for young laying hens (n = 46) the AA homozygotes have had an advantage in growth, but the difference between the groups has proved to be unreliable. Individuals grown on feeds for broilers with the heterozygous AG genotype in substitution of rs313744840 in the parsley MSTN gene have exceeded the live weight of their peers practically during the entire observation period.

Keywords: cockerels, Pushkin breed, live weight, myostatin, PCR-RFLP, polymorphism, DNA.

УДК 637.146.3

Расширение спектра заквасочной микрофлоры в технологии кисломолочного продукта с гидролизатом сывороточных белков

Абабкова Анна Александровна, ведущий менеджер по качеству
e-mail: primadonna.88@yandex.ru

Акционерное общество «Учебно-опытный молочный завод» ВГМХА им. Н.В. Верещагина

Новокшанова Алла Львовна, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии молока и молочных продуктов
e-mail: alnovokshanova@gmail.com

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина»

Аннотация. С целью расширения спектра заквасочных микроорганизмов для получения пробиотического продукта с гидролизатом сывороточных белков проведены испытания сквашенного вторичного молочного сырья консорциумом микроорганизмов *Lactobacillus delbrueckii* подвид *bulgaricus*, комбинация пяти видов бифидобактерий (*B. bifidum*, *B. longum*, *B. adolescentis*, *B. breve*, *B. infantis*) в сочетании с *Streptococcus thermophilus* в соотношении 1:1:2 с добавлением гидролизата сывороточных белков в количестве от 1 до 3 %. Установлено положительное влияние гидролизата сывороточных белков на развитие заквасочной микрофлоры. Доказана функциональность кисломолочного продукта с гидролизатом сывороточных белков.

Ключевые слова: гидролизат сывороточных белков, кисломолочный продукт, функциональный продукт, пробиотик, заквасочная микрофлора, вторичное молочное сырье.

В соответствии с действующей нормативно-технической документацией, функциональные пищевые продукты предназначены не только для особых категорий граждан, но и для систематического употребления в составе пищевых рационов всеми возрастными группами здорового населения. При этом функциональные пищевые продукты должны обладать научно обоснованными и подтвержденными свойствами, снижающими риск развития алиментарно-зависимых заболеваний, предотвращать или восполнять дефицит питательных веществ в организме человека и улучшать здоровье за счет наличия функциональных пищевых ингредиентов. Важнейшую группу функциональных пищевых ингредиентов составляют пробиотики – полезные для человека непатогенные и нетоксикогенные живые микроорганизмы, обеспечивающие при систематическом употреблении в пищу в виде препаратов или в составе пищевых продуктов благотворное воздействие на организм человека в результате нормализации состава и (или) повышения биологической активности нормальной микрофлоры кишечника [1].

Как и большинство других культивируемых в молоке бактерий, пробиотические микроорганизмы нуждаются в создании благоприятных условий и дополнительных источниках питания, таких как свободные аминокислоты, небелковый азот, минеральные элементы и пр. Однако усиление любого из этих аспектов требует предварительной экспериментальной проверки, поскольку перемены привычных условий развития могут привести к изменению ферментативной активности и хода брожения, а в конечном итоге повлиять на продолжительность технологического процесса, виды синтезируемых метаболитов, органолептические показатели и качество готового продукта.

В данном исследовании в качестве функционального пищевого ингредиента использовался гидролизат сывороточных белков (ГСБ) с глубокой степенью гидролиза, производимый ВНИИМС – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН [2]. Высокая концентрация свободных аминокислот в ГСБ служит, во-первых, основанием для улучшения биологической ценности продукта, и, во-вторых, предпосылкой для их использования молочнокислой микрофлорой. Однако при сквашивании молочной основы с ГСБ одноштаммовыми заквасками, такими как *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus plantarum*, а также штаммами *Bifidobacterium*, *Lactococcus lactis* и кефирной закваской, нами было установлено, что хорошие качественные показатели продукта достигаются лишь при использовании *S. Thermophilus*, который не относится к числу истинных пробиотических культур [3, 4]. Только путем тщательного подбора различных сочетаний этих заквасочных микроорганизмов удалось достичь оптимальной комбинации бактерий и условий культивирования при концентрации ГСБ 1-3 % [5, 6].

Продолжая дальнейшие исследования в этом направлении, поставлена цель – расширение спектра заквасочных микроорганизмов для получения пробиотического продукта с ГСБ.

В качестве пробиотической составляющей использовали *Lactobacillus delbrueckii* подвид *bulgaricus* и комбинацию пяти видов бифидобактерий (*B. bifidum*, *B. longum*, *B. adolescentis*, *B. breve*, *B. infantis*) в сочетании с *Streptococcus thermophilus* в соотношении 1:1:2. Термофильный стрептококк в присутствии ГСБ, как было установлено ранее, формирует хорошую консистенцию продукта [3]. Она получается плотная, вязкая и однородная. Бифидобактерии и болгарская палочка обеспечивают пробиотические качества [7, 8]. Продуктами брожения бифидобактерий помимо лактата являются уксусная, муравьиная и янтарная кислоты [9]. Особенность бол-

гарской палочки заключается в том, что она подобно термофильному стрептококку участвует в формировании консистенции и внешнего вида кисломолочного продукта, предотвращает синерезис и повышает стабильность кисломолочного сгустка, а также кроме молочной кислоты продуцирует ацетальдегид, который подавляет нежелательную микрофлору кишечника [10].

В эксперименте использовали сырье, получаемое в промышленных условиях на АО «Учебно-опытный молочный завод» ВГМХА им. Н. В. Верещагина. Исследования проводили с пахтой и обезжиренным молоком, которые являются важным сырьевым ресурсом в производстве пищевых продуктов, так как при минимальной энергетической ценности они содержат комплекс биологически активных веществ. Почти все соединения, обнаруженные в молоке (минеральные соли, азотистые небелковые соединения, витамины, ферменты, гормоны, иммунные тела, органические кислоты) переходят в пахту и обезжиренное молоко, обуславливая их пищевую ценность, а также являясь благоприятной питательной средой для развития заквасочной микрофлоры. Использование в качестве молочной основы пахты и обезжиренного молока позволяет позиционировать продукт как низкожирный.

Испытания образцов проводили на кафедре технологии молока и молочных продуктов Вологодской ГМХА. Опытными образцами служили пахта и обезжиренное молоко с добавлением ГСБ в количестве от 1 до 3%, сквашенные комбинацией указанных микроорганизмов. В контрольные образцы ГСБ не вносили. Повторность опытов трехкратная. Для определения показателей опытных и контрольных проб продукта применялись стандартные методы испытаний. Определение количества болгарской палочки проводили в соответствии с методикой МР 2.3.2.2327-08.

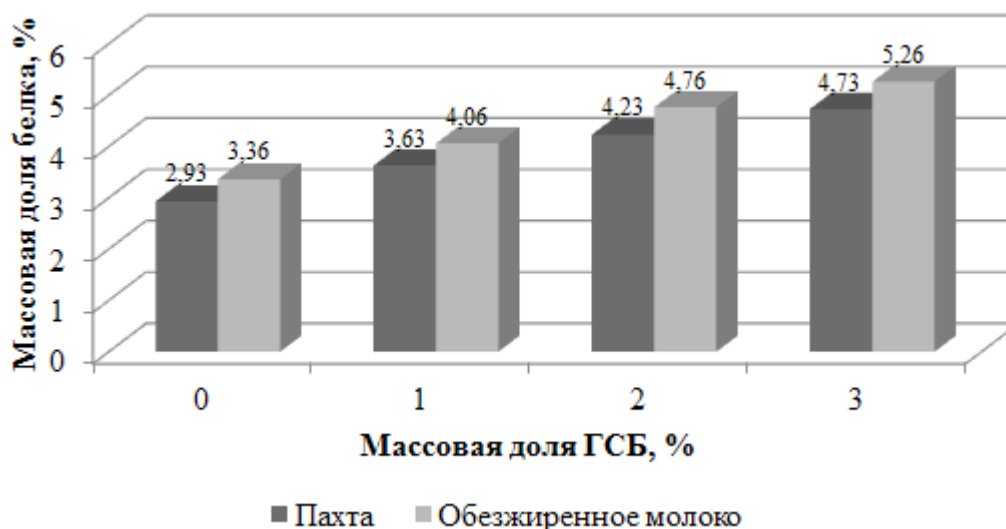
Сквашивание сырья проводили при температуре 41 °С в течение 6 часов. Данный режим сквашивания оптимален для развития *Streptococcus thermophilus* и *Lactobacillus delbrueckii* подвид *bulgaricus* и концентрата бифидобактерий.

По органолептическим показателям и физико-химическим свойствам молочное сырье соответствовало требованиям стандартов [11, 12]. Усредненные данные о составе пахты и обезжиренного молока представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Физико-химический состав вторичного молочного сырья

Вид сырья	Сухие вещества, %		
	Массовая доля жира, %	Массовая доля белка, %	Массовая доля лактозы, %
Пахта	0,27±0,024	2,93±0,0104	4,306±0,016
Обезжиренное молоко	0,048±0,005	3,36±0,017	4,73±0,009

В результате внесения ГСБ содержание белка в молочной основе, как видно на рисунке, повышается настолько, что более 12 % пищевой ценности продукта обеспечивается белком. Такое увеличение массовой доли белка позволяет считать продукт источником белка для многих категорий граждан.



Увеличение массовой доли белка в образцах с ГСБ

Микробиологические исследования образцов выполняли по окончании сквашивания и на конец предполагаемого срока хранения – через 7 дней. Результаты представлены в *таблице 2*.

Таблица 2 – Количество пробиотических микроорганизмов в продукте

Доза ГСБ, %	Пахта				Обезжиренное молоко			
	болгарская палочка, КОЕ/см ³		бифидобактерии, КОЕ/см ³		болгарская палочка, КОЕ/см ³		бифидобактерии, КОЕ/см ³	
	свежее	с хр.	свежее	с хр.	свежее	с хр.	свежее	с хр.
0	2,4×10 ⁷	1,4×10 ⁷	1,1×10 ⁸	1,2×10 ⁸	9,0×10 ⁷	1,0×10 ⁷	2,8×10 ⁸	1,6×10 ⁸
1	3,8×10 ⁷	2,5×10 ⁷	3,1×10 ⁸	2,6×10 ⁸	1,3×10 ⁸	1,0×10 ⁸	3,0×10 ⁸	1,8×10 ⁸
2	5,4×10 ⁷	3,8×10 ⁷	4,3×10 ⁸	6,2×10 ⁸	4,1×10 ⁸	3,3×10 ⁸	4,1×10 ⁸	2,1×10 ⁸
3	1,0×10 ⁸	1,2×10 ⁸	7,3×10 ⁸	8,5×10 ⁸	6,2×10 ⁸	5,3×10 ⁸	4,6×10 ⁸	2,9×10 ⁸

Анализ данных, представленных в таблице, свидетельствует, что при внесении ГСБ в продукт от 1 до 3% количество пробиотических микроорганизмов увеличивается по сравнению с контролем. Эти результаты позволяют предположить, что микрофлора закваски использует дополнительные питательные вещества ГСБ для своего развития. Общее количество молочнокислых микроорганизмов в контрольных и опытных образцах составляло не менее 1×10⁸ КОЕ/см³. Выходные данные готового продукта представлены в *таблице 3*.

Таблица 3 – Характеристика готового продукта

Показатели	Массовая доля ГСБ, %		
	1	2	3
Вкус	Чистый, кисломолочный		Чистый, кисломолочный, допускается легкий альбуминный привкус
Запах	Чистый, кисломолочный		Чистый, кисломолочный, допускается легкий альбуминный запах
Цвет	Белый		Светло-бежевый
Консистенция	Плотная, однородная		Плотная, однородная, допускается отделение сыворотки
Титруемая кислотность, °Т, не более	120	130	150
Массовая доля белка, %, не менее	4,0	4,5	5,0
Массовая доля жира, %, не более	0,5	0,5	0,5
Количество молочнокислых микроорганизмов, КОЕ/см ³ , не менее	1×10 ⁸	1×10 ⁸	1×10 ⁸
Калорийность/энергетическая ценность, ккал/кДж	35/150	40/160	40/160

На основании экспериментальных данных определены выходные показатели продукта с различной дозой ГСБ, которые соответствуют стандартным характеристикам кисломолочного продукта.

В соответствии с требованиями к функциональным продуктам полученный продукт может рассматриваться как функциональный по ряду отличительных признаков:

- низкокалорийный, так как продукт содержит не более 40 ккал (170 кДж) в 100 г;
- является источником белка, так как более 12 % пищевой ценности обеспечивается белком;
- пробиотический, поскольку содержание пробиотических микроорганизмов составляет не менее 1×10⁶ КОЕ/см³ [13].

Полученные результаты испытаний подтверждают, что использование поливидовой закваски микроорганизмов, включающей *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus bulgaricus* и концентрат бифидобактерий, в комплексе с ГСБ позволяет получить кисломолочный продукт с пробиотическими свойствами.

Список литературы:

1. ГОСТ Р 52349-2005 Продукты пищевые. Продукты пищевые функциональные. Термины и определения.
2. Разработка ферментативных гидролизатов сывороточных белков молока – технологии, свойства и применение [Электронный ресурс] / Д.В. Абрамов, Ю.Я. Свириденко, Д.С. Мяконосов, Е.Г. Овчинникова, М.П. Кангин, Н.В. Кокарева // ГНУ ВНИИ маслоделия и сыроделия Россельхозакадемии. – Режим доступа: <http://www.dairynews.ru/news/razrabotka-fermentativnykh-gidrolizatov-syvorotoch.html>.

3. Новокшанова, А.Л. Определение дозы внесения гидролизата сывороточных белков в кисломолочный продукт методом органолептической оценки / А.Л. Новокшанова, А.А. Абабкова, С.В. Иванова // Молочнохозяйственный вестник. – 2015. – № 1 (17). – С. 79-86.
4. Асонов, Н.Р. Микробиология – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, Колос-Пресс, 2002. – 352 с..
5. Новокшанова, А.Л. Результаты поиска оптимального консорциума микроорганизмов при производстве специального белкового кисломолочного продукта / А.Л. Новокшанова, А.А. Абабкова, Д.В. Абрамов // Вестник Международной академии холода. – СПб. – 2016. – № 4. – С. 23-29.
6. Патент RU 2617939. Способ получения пробиотического кисломолочного напитка, обогащенного гидролизатом сывороточных белков.
7. Шульпекова, Ю.О. Пробиотики и продукты функционального питания / Ю.О. Шульпекова // Российский журнал гастроэнтерологии, гепатологии, колопроктологии. – 2012. – № 3. – С. 70-79.
8. Тамим, А.Й. Йогурт и аналогичные кисломолочные продукты: научные основы и технологии / А.Й. Тамим, Р.К. Робинсон.; пер. с англ. под науч. ред. Л.А. Забодаловой. – СПб.: Профессия, 2003. – 664 с.
9. Рогожин, В. В. Биохимия молока и молочных продуктов: учебное пособие. – СПб.: ГИОРД, 2006. – 320 с.
10. Степаненко, П.П. Микробиология молока и молочных продуктов: учебник для вузов. – Сергиев Посад: ООО «Все для Вас – Подмоскowie», 1999. – 415 с.
11. ГОСТ 31658-2012 Молоко обезжиренное-сырье. Технические условия.
12. ГОСТ 34354-2017 Пахта и напитки на ее основе. Технические условия.
13. ГОСТ Р 55577-2013 Продукты пищевые функциональные. Информация об отличительных признаках и эффективности.

References

1. GOST R 52349-2005. Produkty pishchevye. Produkty pishchevye funktsionalnye. Terminy i opredeleniya. [Food products. Functional food products. Terms and Definitions. (in Russian)]
2. Razrabotka fermentativnykh gidrolizatov syvorotochnykh belkov moloka – tekhnologii, svoystva i primeneniye. [Development of enzymatic whey milk proteins hydrolysates - technology, properties and application]. GNU All-Russia Research Institute of butter-making and cheese making of the Rosselkhozakademiya. [Electronic resource]. Available at: <http://www.dairynews.ru/news/razrabotka-fermentativnykh-gidrolizatov-syvorotoch.html>. (in Russian)
3. Novokshanova A.L., Ababkova A.A., Ivanova S.V. Inoculation dose determination of whey proteins hydrolysate into fermented milk product by means of organoleptic evaluation. Molochnohozyajstvennyj vestnik. [Dairy Bulletin], 2015; 1 (17): 79-86. (in Russian)
4. Asonov N.R. Mikrobiologiya. [Microbiology]. 4th ed., rev. and updated. Moscow: Kolos, Kolos-Press, 2002, 352 p. (in Russian)
5. Novokshanova A.L. and others. Search results for the optimal consortium of microorganisms in the production of a special protein fermented milk product. Vestnik mezhdunarodnoj akademii holoda [Bulletin of the International Academy

- of Refrigeration]. SPb., 2016, no. 4, pp. 23-29. (in Russian)
6. Patent RU 2617939. Sposob polucheniya probioticheskogo kislomolochnogo napitka obogashchennogo gidrolizatom syvorotochnyh belkov. [A method for producing a probiotic fermented milk beverage enriched with whey protein hydrolysate]. (in Russian)
 7. Shulpekova Yu.O. Probiotics and products of functional nutrition. Rossijskij zhurnal gastroehnterologii, gepatologii, koloproktologii. [Russian Journal of Gastroenterology, Hepatology, Coloproctology], 2012, no. 3. pp. 70-79. (in Russian)
 8. Tamim A.Y. Jogurt i analogichnye kislomolochnye produkty: nauchnye osnovy i tekhnologii. [Yogurt and similar fermented milk products: scientific foundations and technologies]. St. Petersburg: Profession, 2003, 664 p. (in Russian)
 9. Rogozhin V.V. Biohimiya moloka i molochnyh produktov. [Biochemistry of milk and dairy products: Textbook]. SPb: GIORD, 2006, 320 p. (in Russian)
 10. Stepanenko P.P. Mikrobiologiya moloka i molochnyh produktov: uchebnik dlya vuzov. [Microbiology of milk and dairy products: a textbook for high schools]. Sergiev Posad: LLC "Everything for you - Moscow region", 1999, 415 p. (in Russian)
 11. GOST 31658-2012. Moloko obezzhirennoe syre. Tekhnicheskie usloviya. [Milk fat-free raw materials. Technical conditions]. (in Russian)
 12. GOST 34354-2017. Pahta i napitki na ee osnove. Tekhnicheskie usloviya. [Buttermilk and beverages based on it. Technical conditions]. (in Russian)
 13. GOST R 55577-2013. Produkty pishchevye funkcionalnye. Informaciya ob otlichitelnyh priznakah i ehffektivnosti. [Foodstuffs functional. Information about the distinctive features and effectiveness]. (in Russian)

Expansion of the starter microflora spectrum in the technology of fermented product with whey protein hydrolyzate

Ababkova Anna Aleksandrovna, Leading Quality Manager

e-mail: primadonna.88@yandex.ru

Joint-stock company "Training and Experimental Dairy Plant" of the Vereshchagin State Dairy Farming Academy of Vologda

Novokshanova Alla L'vovna, Candidate of Sciences (Technology), Associate Professor of Milk and Dairy Products Technology Department

e-mail: alnovokshanova@gmail.com

The Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education the Vereshchagin State Dairy Farming Academy of Vologda

Abstract. In order to expand the spectrum of starter microorganisms for the production of a probiotic product with whey protein hydrolyzate, a fermented secondary milk raw material was tested by a consortium of microorganisms *Lactobacillus delbrueckii* subspecies *bulgaricus*, a combination of five species of bifidobacteria (*B. bifidum*, *B. longum*, *B. adolescentis*, *B. breve*, *B. infantis*) in combination with *Streptococcus thermophilus* in a ratio of 1: 1: 2 with the addition of whey protein hydrolyzate in an amount of 1 to 3%. The positive effect of whey protein hydrolyzate on the development of starter microflora was established. The functionality of a fermented milk product with whey protein hydrolyzate has been proved.

Keywords: whey protein hydrolyzate, fermented milk product, functional product, probiotic, starter microflora, secondary dairy raw materials.

УДК 637.345

Теоретические и практические аспекты процесса кристаллизация лактозы в производстве сгущенных молочных консервов с сахаром

Виноградова Юлия Владимировна, кандидат технических наук, доцент кафедры технологического оборудования

e-mail: vinogradova_vgmha@mail.ru

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина»

Гнездилова Анна Ивановна, доктор технических наук, профессор кафедры технологического оборудования

e-mail: gnezdilova.anna@mail.ru

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина»

Аннотация: В работе проведен анализ различных параметров проведения и способов интенсификация процесса кристаллизация лактозы в производстве сгущенных молочных консервов с сахаром. В результате было сделано заключение, что кристаллизация лактозы при реализации двухступенчатого охлаждения является наиболее эффективной и может быть рекомендована для производства.

Ключевые слова: молочный, консервированный, кристаллизация, пересыщение.

Кристаллизация лактозы является неотъемлемой частью технологического процесса производства сгущенных молочных консервов с сахаром. Сущность этого процесса заключается в массовом формировании зародышей кристаллов, снятии за счет этого пересыщения и предупреждение последующего роста кристаллов на стадии хранения с целью получения продукта однородной консистенции.

Действующим стандартом предусматриваются требования к качеству молочных консервов по показателям консистенции при органолептической оценке готового продукта. Консистенция молочных консервов оценивается по размерам кристаллов лактозы. Для характеристики качества молока сгущенного с сахаром по консистенции существует шкала размеров кристаллов лактозы по группам. Количественная оценка кристаллизации молочных консервов осуществляется путем расчета среднего линейного размера кристалла, коэффициента однородности или коэффициента неоднородности (неравномерности), а также путем определения числа кристаллов в 1 мм^3 продукта [1]. Для наглядности кристаллизация может быть оценена по кривым относительного распределения кристаллов по размерам.

Для получения продукта однородной консистенции необходимо управлять процессом кристаллизации с целью обеспечения одновременного зарождения максимального числа кристаллических зародышей и получения мелких кристаллов в процессе их роста.

Скорость зарождения и роста кристаллов лактозы, как известно, зависит от степени пересыщения, температуры, интенсивности перемешивания, наличия затравки, добавление которой в период массовой кристаллизации ведет к образованию более мелких кристаллов и предотвращает пороки консистенции в продукте: мучнистость и песчанистость. Кристаллизация при этом сводится к выделению растворенной лактозы на искусственно введенной базисной поверхности и росту кристаллов затравки до размеров, не превышающих 10 мкм.

В качестве затравки могут использоваться следующие материалы: мелкокристаллический рафинированный молочный сахар, специальные препараты лактозы, пересыщенные растворы лактозы с зародышами кристаллов, водорастворимые высокомолекулярные органические вещества в кристаллическом состоянии в смеси с лактозой [1]. Авторами [2, 3] предлагается гетерогенная кристаллизация лактозы путем использования в качестве затравочного материала CaCO_3 , SiO_2 , TiO_2 .

Однако не всегда удается получить положительные результаты. Поэтому целью настоящей работы явился сравнительный анализ различных параметров проведения и способов интенсификации процесса кристаллизации лактозы в производстве сгущенных молочных консервов с сахаром, а также разработка рекомендаций для производства.

Как показали многочисленные исследования, наиболее эффективный способ кристаллизации достигается за счет внесения затравки в виде микрокристаллической лактозы, размером не более 2-3 мкм. Технологической инструкцией по производству молока цельного сгущенного с сахаром предусмотрено внесение затравки в количестве не менее 0,02% к массе готового продукта. Возможна корректировка этой величины опытным путем или по критерию метастабильности в зависимости от размера затравочных кристаллов и температуры.

Для обеспечения массовой кристаллизации лактозы и получения продукта однородной консистенции необходим обоснованный выбор также температуры внесения затравки. Температура внесения затравки должна соответствовать температуре усиленной кристаллизации, которую устанавливают по данным о мас-

совой доле лактозы в водном растворе молока цельного сгущенного с сахаром с помощью графика Гудсона [1]. Более точно температуру определяют по критерию метастабильности на основе данных о вязкости продукта и растворимости лактозы в присутствии сахарозы [1]. Проблема уточнения температуры внесения затравки усиливается в связи с увеличением объемов выработки молочных продуктов, в которых ингредиенты молока частично заменены на ингредиенты немолочного происхождения.

Однако даже при внесении затравки вследствие медленного перехода *b*-формы в *a*-форму практически невозможно полностью снять пересыщение и добиться завершения кристаллизации лактозы на стадии охлаждения. Поэтому дальнейший рост кристаллов происходит во время длительного хранения продукта при низких температурах и сопровождается образованием довольно крупных кристаллов.

При этом не исключены процессы рекристаллизации, заключающиеся в росте более крупных кристаллов за счет мелких. Рекристаллизация, приводящая к постепенному ухудшению качества молочных консервов, имеет место чаще при неконтролируемых колебаниях температуры в процессе хранения.

С целью более полного снятия пересыщения и предупреждения дальнейшего роста кристаллов на стадии хранения предлагается использование поверхностно активных веществ (ПАВ) таких, как карбоксиметил-крахмал и обработанный щелочью крахмал [4]. Действие этих добавок обусловлено тем, что, снижая поверхностную энергию, они интенсифицируют процесс кристаллизации не за счет роста, а за счет образования новых центров кристаллизации.

Исследования по применению этих ПАВ в количестве 0,3-0,6% к массе продукта, проведенные в Санкт-Петербургской академии холода, дали положительные результаты. Однако, действие этих добавок достигается при их сравнительно высоких концентрациях и, поэтому необходим дальнейший поиск более эффективных и доступных ПАВ.

Как показали экспериментальные и теоретические исследования, проведенные в Вологодской государственной молочнохозяйственной академии имени Н.В. Верещагина, растительное масло при его добавлении в количестве 0,001–0,005%, действуя по механизму ПАВ, способствует зарождению многочисленных центров кристаллизации.

Проведенные исследования были положены в основу разработки способа кристаллизации лактозы в сгущенном молоке с сахаром с использованием подсолнечного масла, которое вводят при подаче молочной смеси на сгущение или при поступлении продукта на охлаждение [5].

На процесс кристаллизации, как известно, влияет техника внесения затравочного материала. Поэтому были проведены исследования по кристаллизации лактозы в молоке цельном сгущенном с сахаром с использованием затравочной пасты, приготовленной путем смешения мелкокристаллической лактозы с подсолнечным маслом. Подсолнечное масло перед приготовлением пасты стерилизуют при температуре 90 °С в течение 30 мин. Затравочную пасту вносят при температуре усиленной кристаллизации лактозы.

Механизм действия затравочной пасты заключается в том, что при ее приготвлении каждый кристалл обволакивается пленкой масла, это препятствует конгломерации частиц, приводит к равномерному их распределению по всему объему аппарата. Вследствие этого затравочный материал имеет более развитую поверхность и способствует интенсификации массовой кристаллизации лактозы.

В результате проведенных исследований было установлено, что наиболее предпочтительной следует считать суспензию, состоящую из 0,02% сухой затравки и подсолнечного масла, взятых в соотношении 1:1 или 2:1 [6].

Промышленная проверка разработанного способа кристаллизации лактозы в молоке цельном сгущенном с сахаром дала положительные результаты.

При проведении промышленной кристаллизации неизбежен рост пересыщения, обусловленный переохлаждением раствора. Поэтому для максимально возможного снятия пересыщения на стадии выработки и предупреждения его последующего увеличения на стадии хранения при низких температурах предлагается двухстадийное внесение затравочного материала: на первой стадии при 31–35°C в количестве 0,02% и затем в конце процесса охлаждения при 20 °C – 0,01–0,02 % [7–9].

Механизм полученного эффекта может быть объяснен следующим образом. При охлаждении сгущенного молока с сахаром растворенная лактоза переходит в пересыщенное состояние. С целью снятия этого пересыщения вносят первую дозу затравки мелкокристаллической лактозы. При дальнейшем охлаждении продукта пересыщение вновь нарастает. Для снятия остаточного пересыщения вносят вторую дозу затравки. Она способствует появлению новых мелких кристаллов и предупреждает рост уже образовавшихся кристаллов. Таким образом, достигаются условия для образования кристаллов менее 10 мкм, что в конечном итоге повышает качество готового продукта.

Температура усиленной кристаллизации лактозы, а, следовательно, и температура внесения затравки определяется, как было сказано выше, по графику Гудзона. В наших исследованиях [10] была уточнена температура внесения затравки при кристаллизации лактозы в производстве сгущенных молочных и молочкосодержащих консервов с сахаром. Для этого была установлена взаимосвязь между продолжительностью индукционных периодов τ_{ind} и коэффициентом пересыщения K_{nep} в виде уравнения:

$$\lg \tau_{ind} = k - z \cdot \lg K_{nep}, \quad (1)$$

где k – константа скорости процесса зародышеобразования;

z – порядок процесса зародышеобразования.

Коэффициенты k и z в уравнении (1) были определены по экспериментальным данным о продолжительности индукционных периодов.

Уравнение (1) было использовано для оценки устойчивости пересыщенных растворов. Для этого прямолинейная зависимость $\lg \tau_{ind}$ от $\lg K_{nep}$ была экстраполирована в область $\tau_{ind} = 0$ и по ней определено предельное пересыщение $K_{nep}^{пред}$. Это значение отвечает переходу раствора из метастабильного в лабильное состояние.

По полученным значениям предельного пересыщения при 20, 35 и 50 °C была установлена граница метастабильности, а затем построен график в координатах температура-лактозное число (рисунок 1, кривая 2) в сравнении с известным графиком Гудзона (кривая 1).

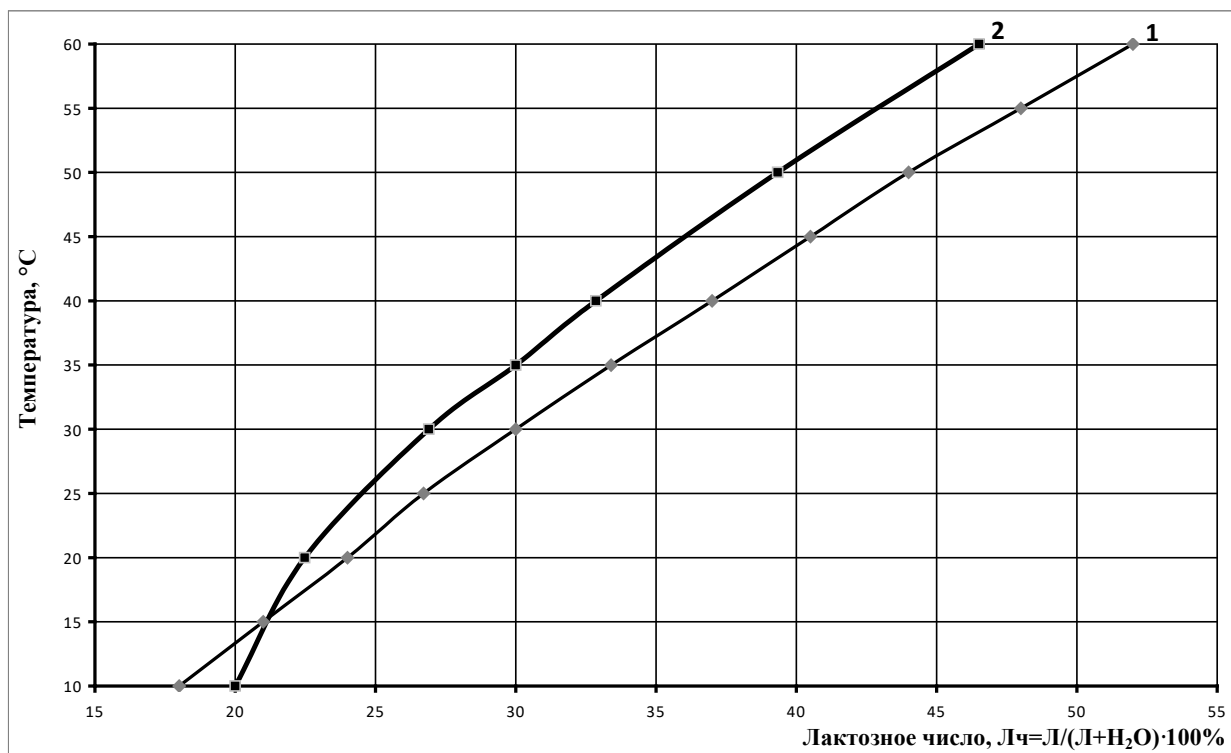


Рисунок. Диаграмма состояния водных растворов лактозы:

1 – линия усиленной кристаллизации по Гудзону; 2 – установленная в работе граница метастабильности

По установленной границе метастабильности, а также с помощью графика Гудзона была определена температура усиленной кристаллизации лактозы (ту.к.) для двух образцов молочных консервов с сахаром.

Затем после внесения 0,02% затравки при установленных температурах было проведено охлаждение этих образцов. После завершения кристаллизации образцы отправлялись на хранение при температуре не выше 10 °C и периодически подвергались анализу. В образцах измерялся линейный размер кристаллов лактозы с помощью микроскопа и рассчитывалось их среднее значение.

Как показали результаты исследования, при внесении затравки по предлагаемому способу средний линейный размер кристаллов лактозы через 14 месяцев хранения снижается в сравнении с известным способом: для молочных консервов на 7%, для молокосодержащих – на 9%. Вследствие этого снижается вероятность появления крупных кристаллов лактозы, что в конечном итоге улучшает показатели качества готового продукта.

Необходимым условием кристаллизации является охлаждение сгущенных продуктов с сахаром. Разработаны различные режимы охлаждения сгущенных молочных консервов: периодический, непрерывный, вакуумный, предполагающие различное аппаратное оформление процесса [1]. Широкое распространение получил периодический способ охлаждения сгущенных молочных продуктов с сахаром в вакуум-охладителях, который заключается в охлаждении продукта с 60 до 20 °C в течении 40-50 мин. [1].

Исследования показали, что при охлаждении сгущенных молочных продуктов с сахаром кристаллизация лактозы не заканчивается и продолжается в течение последующих 49-100 суток хранения. В случае недостаточно полной кристаллизации молочного сахара в продукте во время длительного хранения при низкой темпе-

ратуре возможна спонтанная кристаллизация, сопровождающаяся образованием крупных кристаллов.

Для интенсификации процесса кристаллизации лактозы и более эффективного снятия пересыщения нами [11-15] был разработан температурный режим, согласно которому охлаждение сгущенных молочных и молокосодержащих консервов с сахаром рекомендуется проводить в две ступени.

Интенсивное охлаждение на первой ступени обеспечивает создание высокого пересыщения, при котором возникают условия для преобладания скорости зародышеобразования над скоростью роста. В результате на второй ступени происходит эффективное снятие пересыщения за счет образования большого количества мелких однородных, органолептически не ощущаемых кристаллов лактозы.

Интенсивное охлаждение продукта на первой ступени предлагается осуществлять в пластинчатом скребковом теплообменном аппарате, где тепловая обработка проводится в тонком слое и обеспечивает охлаждение со скоростью 10–15 град/мин [16].

Охлаждение на второй ступени рекомендуется проводить в аппарате емкостного типа, снабженного мешалкой и рубашкой.

Анализ теоретических и экспериментальных исследований различных авторов позволил сформулировать основные условия проведения процесса кристаллизации лактозы на второй ступени охлаждения:

- скорость охлаждения продукта должна учитывать коэффициенты насыщения и пересыщения и должна быть соотнесена с параметрами межкристального раствора – концентрацией сухих веществ, а также с массой кристаллов;
- скорость охлаждения должна учитывать скорость кристаллизации лактозы;
- продолжительность процесса охлаждения должна обеспечить максимальное снятие пересыщения.

В соответствии с этими условиями для расчета скорости охлаждения было использовано уравнение, которое учитывает параметры кристаллизации:

$$W_t = \frac{Z \cdot 100 \cdot dM / d\tau}{K_n \cdot K_{пер} \cdot (0,000675 + 0,000228 \cdot t) \cdot (100 - CB_t) \cdot (100 - K_t)}, \quad (2)$$

где Z – эмпирический коэффициент, учитывающий соотношение скоростей охлаждения и кристаллизации;

dM/dt – скорость кристаллизации, кг/с;

K_n – коэффициент насыщения;

$K_{пер}$ – коэффициент пересыщения;

t – температура, °С;

CB_t – массовая доля сухих веществ в жидкой фазе по интервалам температур, %;

K_t – массовая доля кристаллов по интервалам температур, %;

Величина Z была определена опытным путем и аппроксимирована уравнением для диапазона температур (20-60°С) при коэффициенте корреляции ($R=0,98$): $Z = -0,0026 \cdot t^3 + 0,2122 \cdot t^2 - 5,8241 \cdot t + 53,229$.

После расчета скорости охлаждения было определено время, необходимое для охлаждения по заданным интервалам температур:

$$\Delta\tau = \frac{\Delta t}{W_t}, \quad (3)$$

По приведенным выше уравнениям выполнены расчеты, представленные в таблице 1.

Таблица 1. Параметры кристаллов, скорость и продолжительность охлаждения по интервалам температур, при $K_{пер} = 1,272$, $t_{y.k} = 35^{\circ}C$, $K_n = 1,341$

$t^{\circ}C$	СВ _t , %	K_t , %	W_t град/мин	τ мин
35	74,59	0,00	0	0
34	74,49	0,40	152,58	0,39
33	74,39	0,78	179,44	0,33
32	74,29	1,16	174,74	0,34
31	74,20	1,52	157,52	0,38
30	74,11	1,87	136,16	0,44
29	74,02	2,21	114,63	0,52
28	73,93	2,54	94,80	0,63
27	73,84	2,86	77,40	0,78
26	73,76	3,17	62,60	0,96
25	73,68	3,47	50,27	1,19
24	73,60	3,76	40,14	1,49
23	73,52	4,04	31,91	1,88
22	73,45	4,31	25,29	2,37
21	73,38	4,57	19,99	3,00
20	73,31	4,81	15,77	3,80
Итого:				18,50

Промышленная апробация двухступенчатого способа охлаждения проводилась на АО «Учебно-опытный молочный завод Вологодской ГМХА им. Н.В. Верещагина». Для проведения апробации был использован скребковый пластинчатый охладитель.

С целью оценки однородности кристаллической фазы, а, следовательно, качества продукта проведен анализ гранулометрического состава кристаллов лактозы в образцах, хранившихся в течение 14 месяцев, выработанных с применением традиционного способа охлаждения (контрольный вариант) и при двухступенчатом режиме охлаждения (предлагаемый вариант). Основные статистические характеристики гранулометрического состава кристаллов лактозы приведены в *таблице 2*.

Таблица 2. Основные статистические характеристики гранулометрического состава кристаллов лактозы

Наименование характеристики	Контрольный вариант	Предлагаемый вариант
Максимальное значение, d_{max} , мкм	12,20	10,50
Минимальное значение, d_{min} , мкм	3,91	2,89
Среднее значение (математическое ожидание), d_{cp} , мкм	7,49±0,13	6,51±0,13
Среднее квадратическое отклонение, σ , мкм	1,89	1,69

Для расчета коэффициента однородности было использовано логарифмически нормальное распределение [17].

Результаты расчета коэффициента однородности для двух образцов продукта представлены в *таблице 3*.

Таблица 3. Характеристики гранулометрического состава кристаллов лактозы

Способ охлаждения	Средний размер кристаллов лактозы, мкм	Коэффициент однородности
Традиционный способ охлаждения (контрольный вариант)	7,49±0,13	0,77
Двухступенчатый способ охлаждения (предлагаемый вариант)	6,51±0,13	0,82

Как следует из таблицы, при реализации предложенного двухступенчатого способа охлаждения образуются более мелкие и равномерные кристаллы.

Для органолептической оценки продукта была проведена дегустация хранившихся в течение 14 месяцев образцов выработанных:

- 1 – традиционным способом охлаждения,
- 2 – двухступенчатым способом охлаждения.

Для этого по каждому показателю использовалась десятибалльная шкала. Результаты балльной оценки для каждого образца по пяти экспертам представлены в *таблице 4*. Данные органолептической оценки приведены в *таблице 5*.

Таблица 4. Результаты балльной оценки образцов продуктов

Номер образца	Показатели, балл		
	Внешний вид, цвет	Запах, вкус, аромат	Структура, консистенция
1	49	50	47
2	49	50	49

Таблица 5. Характеристика органолептических показателей качества продуктов

Наименование показателей	Традиционный способ охлаждения	Двухступенчатый способ охлаждения
Вкус и запах	Сладкий, чистый с выраженным вкусом пастеризованного молока, без каких-либо посторонних привкусов и запахов	
Консистенция	Однородная по всей массе, без наличия ощущаемых органолептически кристаллов молочного сахара	
Цвет	Равномерный по всей массе, белый с кремовым оттенком	

Экспертами было установлено, что продукт, выработанный двухступенчатым способом охлаждения, не уступает по качеству продукту, выработанному по традиционному режиму, а по консистенции превосходит его. В целом по органолептическим показателям образцы продукта соответствовали требованиям ГОСТ Р 53947 [18].

Вывод

В результате проведенной опытно-промышленной проверки было установлено, что двухступенчатый способ охлаждения позволяет улучшить качество готовой продукции по сравнению с традиционным за счет снижения среднего линейного размера кристаллов лактозы на 18-25%, что подтверждает также органолептическая оценка. При реализации данного способа охлаждения продолжительность процесса сокращается на 65%.

Список литературы:

1. Голубева, Л.В. Хранимоспособность молочных консервов / Л.В. Голубева, Л.В. Чекулаева, К.К. Полянский. – М.: ДеЛи принт, 2001. – 115 с.
2. Интегрирование процесса гетерогенного кристаллообразования в технологию сгущенных молочных продуктов с сахаром / А.Г. Галстян, А.Е. Рябова, С.Н. Туровская, А.Н. Петров // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2015. – №11. – С. 11-15.
3. Rjabova A. E., Kirsanov V.V., Strizhko M.N., Bredikhin A.S., Semipyatnyi V.K., Chervetsov V.V., Galstyan A.G. Lactose crystallization: current issues and promising engineering solutions. Food and Raw material, 2013, vol.1, no. 1, pp. 66-73.
4. Жижин, В.И. Влияние поверхностно-активных веществ на процесс кристаллизации лактозы / В.И. Жижин, М.И. Княгиничев, М.С. Коваленко // Экспресс-информация. Молочно-консервная промышленность. – М.: ЦНИИТЭИММП. – 1972. – № 1. – С. 1-16.
5. Патент 21002487 РФ, МПК А23С9/18. Способ кристаллизации лактозы /А.И. Гнездилова, В.М. Перелыгин, О.И. Топал. ; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО ВГМХА имени Н.В. Верещагина. - № 2009127165/10; – Оpubл. 20.01.98. – Б.И. №2.
6. Патент 2130076 РФ , МПК А23С9/18. Способ кристаллизации лактозы / А.И. Гнездилова, О.И. Топал, В.М. Перелыгин. ; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО ВГМХА имени Н.В. Верещагина. - № 2009127165/10;– Оpubл. 10.05.99. – Б.И. №13.
7. Гнездилова, А.И. К вопросу кристаллизации лактозы в сгущенном молоке с сахаром / А.И. Гнездилова, В.Б. Шевчук // Развитие идей Липатова Николая Никитовича на рубеже столетий. Научные и практические аспекты переработки молока. М.: ВНИИ молочной промышленности, 2003. – С. 55–59.
8. Гнездилова, А.И. Двухстадийный способ внесения затравки при кристаллизации лактозы в сгущенных молочных консервах с сахаром / А.И. Гнездилова, В.Б. Шевчук // Актуальные направления развития экологически безопасных технологий производства, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции // Сб. науч. трудов международной научно-практической конференции, Воронеж, апрель, 2003. – С. 43–45.
9. Патент 2230793 РФ, МПК А23С9/18. Способ кристаллизации лактозы /А.И. Гнездилова, В.Б. Шевчук ; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО ВГМХА имени Н.В. Верещагина. - № 2009127165/10; заявл. 14.07.2009; – Оpubл. 20.06.2004. – Б.И. №17.
10. Гнездилова, А.И. К вопросу уточнения температуры усиленной кристаллизации лактозы в консервированных молокосодержащих продуктах с сахаром / А.И. Гнездилова, Ю.В. Виноградова // Материалы ежегодных смотр-сессий аспирантов и молодых ученых по отраслям наук: Сельскохозяйственные науки: сб. статей. – Вологда ; Молочное: ИЦ ВГМХА, 2009. – С. 48-50.
11. Гнездилова, А.И. Двухступенчатый режим охлаждения консервированных молочных и молокосодержащих продуктов с сахаром / А.И. Гнездилова, Ю.В. Виноградова // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2009. – №5. – С. 70-71.
12. Гнездилова, А.И. Температурный режим охлаждения консервированных молочных и молокосодержащих продуктов с сахаром / А.И. Гнездилова, Ю.В. Виноградова // Научно-практические аспекты совершенствования качества продуктов детского и геродиетического питания: сборник трудов юбилейной конференции

НИИ детского питания. – Истра, 2009. – С. 52-55.

13. Гнездилова, А.И. Разработка способа кристаллизации лактозы в сгущенных молочных и молокосодержащих консервах с сахаром и аппарат для его реализации / А.И. Гнездилова, Ю.В. Виноградова, В.В. Червецов // Материалы II Международной научно-технической конференции «Новое в технологии и технике пищевых производств». – Воронеж: ВГТА, 2010. – С. 423-425.

14. Патент № 2374324 РФ, МПК А23С9/18. Способ кристаллизации лактозы в сгущенном молоке с сахаром / А.И. Гнездилова, Ю.В. Виноградова, В.В. Червецов, И.М. Бурыкина; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО ВГМХА имени Н.В. Верещагина. – № 2009127165/10; – 2009. – Бюл. № 33.

15. Гнездилова, А.И. Охлаждение консервированных молочных и молокосодержащих продуктов с сахаром / А.И. Гнездилова, Ю.В. Виноградова // Молочная промышленность. – 2010. – №11. – С.48.

16. Исследование непрерывного процесса кристаллизации лактозы в сгущенных молокосодержащих консервах с сахаром / В.В. Червецов, В.В. Кирсанов, М.Н. Гоцанская, Галстян А.Г., Е.Е. Илларионов // Техника и технология пищевых производств. 2011. – Т.23, №4. – С.62-67.

17. Коузов, П.А. Основы анализа дисперсного состава промышленных пылей и измельченных материалов / П.А. Коузов – Л.: Химия, 1987. – 264 с.

18. ГОСТ 31688-2012. Консервы молочные. Молоко и сливки сгущенные с сахаром. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2013. – 16 с.

References

1. Golubeva L.V., Chekulaeva L.V., Polyansky K.K. Hranimosposobnost' molochnykh konservov [Storage capacity of canned milk]. Moscow, DeLhiprint Publ., 2001, 115 p.

2. Galstyan A.G., Ryabov A.E., Turovskaya S.N., Petrov A.N. Integration of crystal formation in sweetened condensed milk products technology. Hranenie i pererabotka sel'hozsyrya [Storage and processing of agricultural products], 2015, no.11, pp. 11-15. (in Russian)

3. Rjabova A. E., Kirsanov V.V., Strizhko M.N., Bredikhin A.S., Semipyatnyi V.K., Chervetsov V.V., Galstyan A.G. Lactose crystallization: current issues and promising engineering solutions. Food and Raw material, 2013, vol.1, no. 1, pp. 66-73.

4. Zhizhin V.I., Knyaginichev M.I., Kovalenko M.S. Influence of surfactants on lactose crystallization. Ekspress-informaciya. Molochno-konservnaya promyshlennost'. [Express information. Dairy industry], Moscow, TSNIITEI Publ., 1972, no.1, pp. 1-16. (in Russian)

5. Gnezdilova A.I., e.a. Sposob kristallizacii laktozy [The method of lactose crystallization]. Patent RF, no.21002487, 1998.

6. Gnezdilova A.I., e.a. Sposob kristallizacii laktozy [The method of lactose crystallization]. Patent RF, no.2130076, 1999.

7. Gnezdilova A.I., Shevchuk, V.B. The issue of lactose crystallization in condensed milk with sugar. Razvitie idej Lipatova Nikolaya Nikitovicha na rubezhe stoletij. Nauchnye i prakticheskie aspekty pererabotki moloka [Development of Lipatov ideas at the turn of the century. Scientific and practical aspects of milk processing], Moscow, Institute of dairy industry Publ., 2003, pp. 55 – 59. (in Russian)

8. Gnezdilova A.I., Shevchuk, V.B. A two-stage method of lactic acid introduction by lactose crystallization in condensed milk with sugar. Trudy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii "Aktual'nye napravleniya razvitiya ekologicheski bezopasnyh

tehnologij proizvodstva, hraneniya i pererabotki sel'skohozyajstvennoj produkcii" [Proc. of int.conf. "Current trends in environmentally friendly technologies of agricultural production, storage, and processing"]. Voronezh, 2003. pp. 43 – 45. (in Russian)

9. Gnezdilova A.I., e.a. Sposob kristallizacii laktozy [The method of lactose crystallization]. Patent RF, no. 2230793, 2004.

10. Gnezdilova A. I., Vinogradova Yu.V. The issue of temperature and enhanced lactose crystallization in canned milk products with sugar. Trudy ezhegodnyh smotressij aspirantov i molodyh uchenykh po otraslyam nauk [Proc. of annual review sessions for young scientists and post-graduate students: agricultural sciences]. Vologda, Molochnoye, VGMHA Publ., 2009. pp. 48-50. (in Russian)

11. Gnezdilova A.I., Vinogradova Yu.V. Two-stage cooling of canned milk and dairy products with sugar. Hranenie i pererabotkasel'hozsyr'ya [Storage and processing of agricultural products], 2009, no.5. pp.70-71. (in Russian)

12. Gnezdilova A.I. Temperature mode of cooling canned milk and milk-containing products with sugar. Trudy yubilejnoj konferencii NII detskogo pitaniya, "Nauchno-prakticheskie aspekty sovershenstvovaniya kachestva produktov detskogo i gerodieticheskogo pitaniya" [Proc. of the Conf. "Scientific and practical aspects of improving children's and herodietic food quality"], Istra, 2009. pp. 52-55. (in Russian)

13. Gnezdilova A.I., Vinogradova Yu.V. Method of lactose crystallization in the condensed milk and milk-containing canned food with sugar and apparatus for its implementation. Trudy II Mezhdunarodnoj nauchno-tekhnicheskoj konferencii "Novoe v tekhnologii i tekhnike pishchevyh proizvodstv" [Proc. of the int. Conf. "New technology and technology of food production"], Voronezh, VGTA Publ., 2010. pp. 423-425. (in Russian)

14. Gnezdilova A. I., e.a. Sposob kristallizacii laktozy v sgushchennom moloke s saharom [Method of lactose crystallization in condensed milk with sugar]. Patent RF, no. 2374324, 2009.

15. Gnezdilova A.I., Vinogradova Yu.V. Cooling of canned milk and dairy products with sugar. Molochnaya promyshlennost' [Dairy industry], 2010, no.11, pp. 48. (in Russian)

16. Chervetsov V.V., Kirsanov V.V., Goshchanskaya M.N., Galstyan A.G., Illarionova E.E. Study of continuous lactose crystallization in sweetened condensed milk with sugar. Tekhnika i tekhnologiya pishchevyh proizvodstv [Technique and technology of food production], 2011, vol. 23, no.4, pp. 62-67. (in Russian)

17. Kouzov, P.A. Osnovy analiza dispersnogo sostava promyshlennykh pylej i izmel'chennykh materialov [The fundamentals of industrial dust and pulverized materials analysis], Leningrad, Chemistry Publ., 1987. 264 p.

18. State Standard 31688-2012. Canned milk. Milk and cream condensed with sugar. Technical conditions. Moscow, Standartinform Publ., 2013. 16 p. (in Russian)

Theoretical and practical aspects of the process of crystallization of lactose in the production of condensed milk with sugar

Vinogradova YuliaVladimirovna, Candidate of Sciences (Technics), Assistant Professor of the Dairy Equipment Chair

e-mail: vinogradova_vgmha@mail.ru

The Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education the Vereshchagin State Dairy Farming Academy of Vologda

Gnezdilova Anna Ivanovna, Doctor of Sciences (Technics), Professor of the Dairy Equipment Chair

e-mail: gnezdilova.anna@mail.ru

The Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education the Vereshchagin State Dairy Farming Academy of Vologda

Abstract. The work analyzes various parameters and intensification ways of lactose crystallization in sweetened condensed milk manufacturing. As a result it is concluded that lactose crystallization with two-stage cooling is the most effective method that can be recommended for production.

Keywords: milk, canned, crystallization, supersaturation.

УДК 637.146.003.13

Микробиологические аспекты производства обогащенных кисломолочных продуктов с использованием молочной сыворотки

Грунская Вера Анатольевна, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии молока и молочных продуктов

e-mail: grunskaya.vera@yandex.ru

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина»

Габриелян Дина Сергеевна, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии молока и молочных продуктов

e-mail: dg050272@yandex.ru

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина»

Аннотация. Исследована возможность использования пропионовокислых бактерий и ацидофильной молочнокислой палочки в качестве пробиотической микрофлоры. Предложено использование в составе поликомпонентной закваски микрофлоры кефирных грибков. Проведена сравнительная оценка развития заквасочных культур в подсырной сыворотке и обезжиренном молоке. Отмечено уменьшение активности роста и кислотообразования при их культивировании в сыворотке. Для активизации развития заквасочной микрофлоры, улучшения органолептических показателей продукта предложено включить в сывороточную основу продукта обезжиренное молоко. Установлен состав поликомпонентной закваски (5 %), содержащей пропионовокислые бактерии, кефирную закваску и ацидофильные молочнокислые палочки в соотношении 2,5:2:0,5 соответственно, обеспечивающий наиболее высокий выход пропионовокислых бактерий и ацидофильной палочки, что обуславливает пробиотические свойства продукта.

Ключевые слова: сыворотка молочная подсырная, обезжиренное молоко, пробиотическая микрофлора, пропионовокислые бактерии, ацидофильная молочнокислая палочка, кефирная закваска.

Разработка технологии продуктов функционального питания, расширение их ассортимента являются одним из приоритетных направлений развития пищевой промышленности. Функциональные продукты позволяют улучшить многие физиологические процессы в организме человека и повысить его сопротивляемость к различным неблагоприятным факторам, связанным с экологическими проблемами, усилением техногенного воздействия на среду, возрастающим уровнем стрессов и психических нагрузок на человека, что определяет их как продукты здорового питания [1, 2].

Ассортимент функциональных продуктов постоянно совершенствуется за счет включения в их состав разнообразных функциональных ингредиентов, таких как пищевые волокна, витамины, минеральные вещества и микроэлементы, полиненасыщенные жиры, антиоксиданты, олигосахариды, пробиотическая микрофлора и пребиотики, оказывающих положительное влияние на здоровье человека [2, 3].

К основным представителям пробиотической микрофлоры относятся облигатные представители нормальной микрофлоры кишечника: бифидобактерии, молочнокислые, пропионовокислые бактерии, кишечные палочки, энтерококки, бактероиды и другие микроорганизмы. Нормальная кишечная микрофлора играет важную роль в формировании и функционировании различных органов и систем, что связано с повышением общей неспецифической резистентности организма человека, участием в метаболизме углеводов, белков, липидов, нуклеиновых кислот и других соединений, продуцированием биологически активных веществ, обеспечением колонизационной резистентности пищеварительного тракта [4, 5].

Молочная сыворотка является источником важных пищевых нутриентов. В её состав входят более двухсот биологически активных веществ, практически все водорастворимые и тонкодисперсные компоненты молока (лактоза, сывороточные белки, минеральные соли, молочный жир, витамины и органические кислоты, ферменты и др.). Высокая пищевая и биологическая ценность обуславливает целесообразность использования сыворотки в качестве основы для производства продуктов с функциональными свойствами [6, 7].

Одним из ключевых элементов технологии обогащенных ферментированных молочно-сывороточных напитков является установление состава поликомпонентной закваски, обеспечивающего пробиотические свойства, заданные органолептические (приятный кисломолочный вкус, однородную консистенцию) и санитарно-гигиенические показатели продукта.

Цель и задачи исследований. Цель данных исследований включала определение состава поликомпонентной закваски для обогащенных пробиотической микрофлорой молочно-сывороточных напитков.

В соответствии с поставленной целью определены следующие задачи исследований:

- подобрать состав заквасочной микрофлоры,
- установить оптимальное соотношение между бактериальными культурами в составе закваски, позволяющее получать кисломолочные напитки с пробиотическими свойствами и заданными органолептическими показателями.

Объекты и методы исследований. Объектами исследований являлись: сыворотка молочная подсырная; молоко обезжиренное; смесь сыворотки и обезжиренного молока; чистые культуры пропионовокислых микроорганизмов (*Pr. freudenreichii* ВКПМ В4544, *Pr. freudenreichii* по ТУ 9229-102-04610209, ТУ 9229-369-00419785),

ацидофильных молочнокислых палочек (*L.acidophilus* 317/402, «БК–Углич–АНВ», «БК–Углич–АВ» по ТУ 9229-102-04610209-02); закваска, приготовленная на кефирных грибах; кисломолочные сгустки.

При выполнении экспериментальной части работы использованы стандартные и общепринятые методы физико-химических, органолептических, микробиологических исследований.

Результаты исследований и их обсуждение. Для обогащения кисломолочных продуктов пробиотической микрофлорой были выбраны пропионовокислые бактерии, продуцирующие в процессе развития органические кислоты, CO₂, диацетил, ацетоин, улучшающие потребительские свойства ферментированных продуктов. Пропионовокислые бактерии так же синтезируют относительно большие количества витаминов группы В, прежде всего витамина В₁₂, являющихся полифункциональными биокатализаторами и усваивающихся в биологической форме легче, чем в неорганической. Для исследований выбраны культуры пропионовокислых бактерий, рекомендуемые для производства ферментированных продуктов.

Известно, что пропионовокислые бактерии характеризуются пониженной биохимической активностью в молочных средах. Учитывая, что для производства молочных продуктов в промышленных условиях скорость роста и кислотообразования чистых культур пропионовокислых бактерий не достаточно высока и может явиться одной из причин размножения посторонней микрофлоры, целесообразно их совместное культивирование с молочнокислыми микроорганизмами.

Вызывает интерес использование в составе закваски микрофлоры кефирных грибов, представляющей собой естественно сложившейся симбиоз молочнокислых микроорганизмов, дрожжей и уксуснокислых бактерий, обладающий уникальными свойствами. В процессе жизнедеятельности кефирной закваски в результате гомо- и гетероферментативного молочнокислого и спиртового брожения накапливаются разнообразные продукты брожения, в том числе, летучие жирные кислоты, этиловый спирт, углекислота, диацетил, которые будут придавать продукту приятный, слегка освежающий вкус. При этом дрожжи и уксуснокислые бактерии, входящие в состав кефирной закваски и являющиеся аэробами, при своем развитии могут способствовать снижению окислительно-восстановительного потенциала среды и, тем самым, создавать более благоприятные условия для роста пропионовокислых бактерий.

Для повышения пробиотических свойств продуктов предлагается использовать в составе заквасочной микрофлоры ацидофильные молочнокислые палочки, являющиеся облигатными представителями пробиотической микрофлоры и достаточно активно развивающиеся в молочной сыворотке. Были выбраны следующие культуры ацидофильной палочки: штамм, образующий невязкий сгусток (АНВ); культуру ацидофильной палочки, образующую вязкий сгусток (АВ); штамм *L.acidophilus* 317/402, отличающийся хорошей приживаемостью в кишечнике, используемый для приготовления кисломолочного продукта «Нарине», а также отличающиеся пониженной скоростью кислотообразования в молочных средах.

Проведена сравнительная оценка развития заквасочных культур в подсырной сыворотке и обезжиренном молоке. Отмечено уменьшение активности роста и кислотообразования при их культивировании в сыворотке. При производстве кисломолочных продуктов на основе подсырной сыворотки требуется достаточно длительная ферментация для получения выраженного кисломолочного вкуса продукта, отмечается появление сывороточного привкуса, неоднородной консистенции

за счет выпадения вносимой закваски в виде осадка. Для повышения активности развития заквасочной микрофлоры, улучшения органолептических показателей нами предложено совместное использование в качестве молочной основы продуктов сыворотки и обезжиренного молока.

Результаты сравнительного изучения активности развития исследуемых культур пропионовокислых бактерий при 5 %-ной посевной дозе не выявили существенных различий в биохимической активности штаммов как в сыворотке, так и обезжиренном молоке.

Все исследуемые штаммы пропионовокислых бактерий снижают скорость роста и кислотообразования в сыворотке по сравнению с обезжиренным молоком. Так, средняя удельная скорость роста пропионовокислых бактерий в сыворотке через 24 ч культивирования была меньше в 1,38-1,46 раза по сравнению с их скоростью развития в обезжиренном молоке за тот же период времени. Средняя скорость кислотообразования при ферментации сыворотки пропионовокислыми бактериями также снижалась в 1,37-1,57 раза в отличие от обезжиренного молока.

Это обусловлено различием буферных свойств сыворотки и обезжиренного молока, что подтверждает динамика изменения титруемой и активной кислотности в процессе ферментации сыворотки и обезжиренного молока (*рис. 1*). Повышенные буферные свойства обезжиренного молока, содержащего казеин, большее количество цитратов и фосфатов создают более благоприятные условия для развития заквасочных микроорганизмов [4]. Продолжительность сквашивания обезжиренного молока составляла 18-24 ч в зависимости от штамма пропионовокислых бактерий.

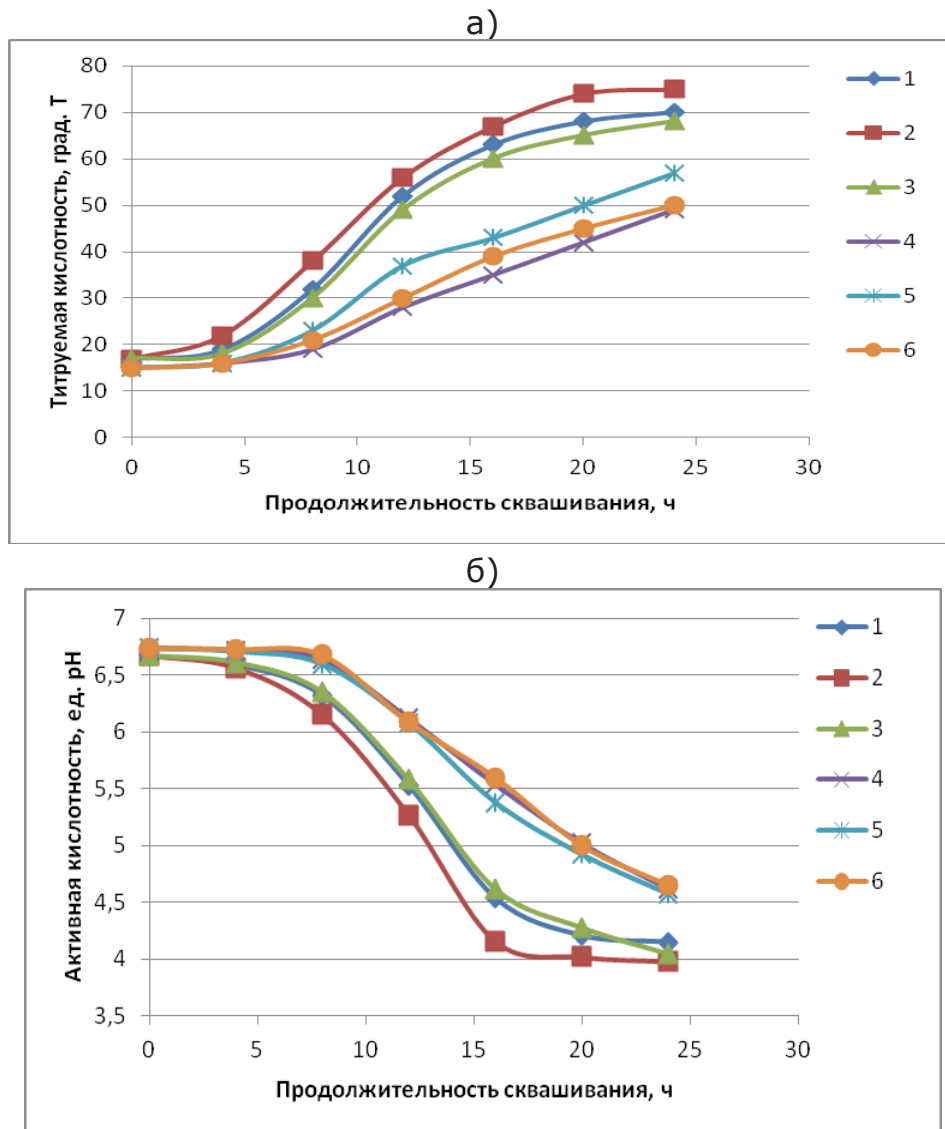


Рисунок 1. Изменение титруемой (а) и активной (б) кислотности при развитии пропионовокислых бактерий в зависимости от среды культивирования:

1, 4 – *Pr. freudenreichii* subsp. *schermanii* по ТУ 9229-369-00419785-04 в обезжиренном молоке и сыворотке, соответственно; 2, 5 – *Pr. freudenreichii* ВКПМ В4544 в обезжиренном молоке и сыворотке, соответственно; 3, 6 – *Pr. freudenreichii* по ТУ 9229-102-04610209-2002 в обезжиренном молоке и сыворотке, соответственно

Следует отметить, что для повышения активности развития заквасочных культур в молочной сыворотке при производстве сывороточных напитков применяются повышенные дозы закваски. В связи с этим было исследовано увеличение посевной дозы пропионовокислых бактерий до 10 % на их развитие в сыворотке. Как видно из представленных на *рисунке 2* данных, с повышением дозы внесения закваски наблюдалось некоторое увеличение (в 1,1-1,2 раза) средней скорости кислотообразования. Однако через 10-12 ч ферментации титруемая кислотность сыворотки не превышала (56-60) оТ, что сохраняет микробиологические риски при производстве продукта. При этом даже через 20-24 ч культивирования опытные образцы имели недостаточно выраженный кисломолочный вкус и аромат. Необходимо учитывать также, что использование повышенных доз закваски создает определенные сложности для промышленного производства.

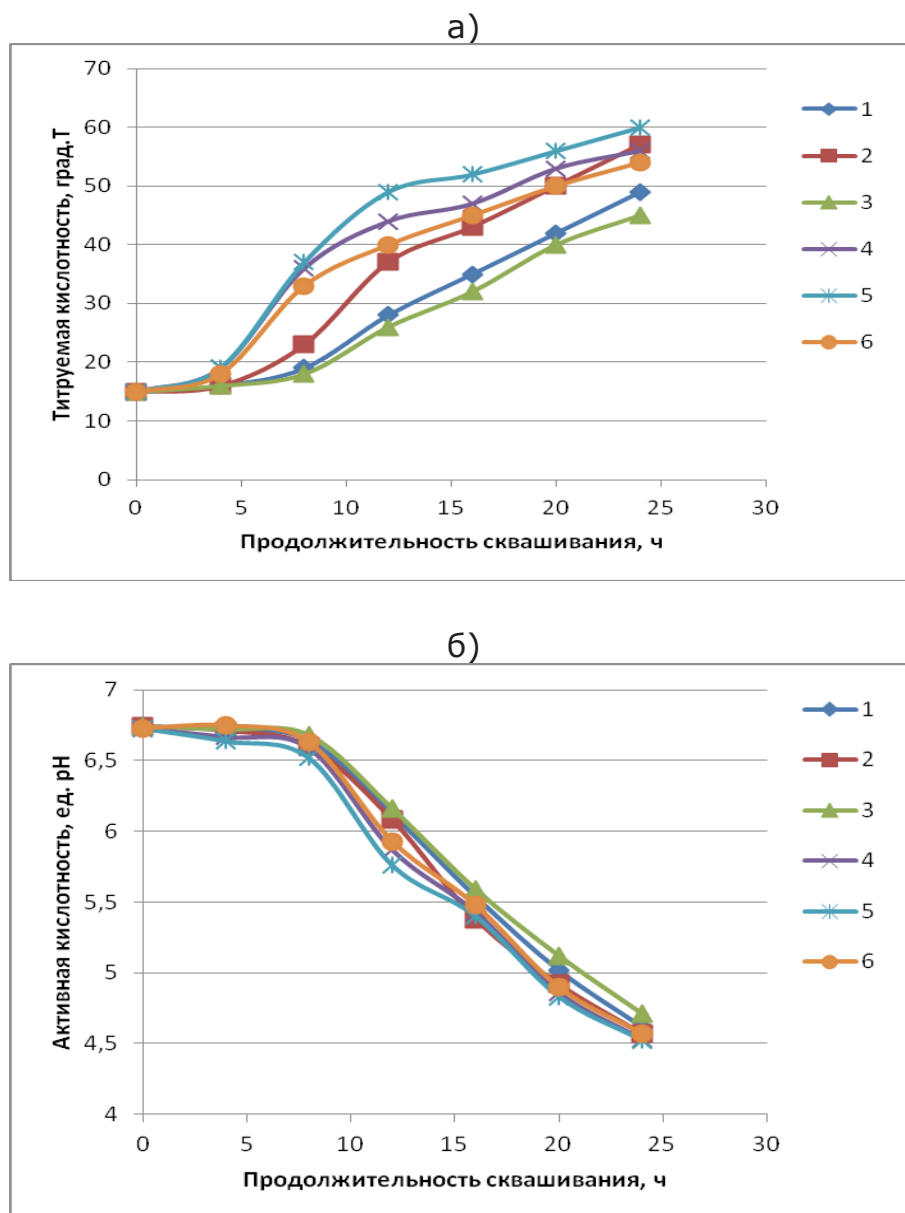


Рисунок 2. Влияние посевной дозы пропионовокислых бактерий на титруемую (а) и активную кислотность (б) в сыворотке:

1, 4 – Pr. freudenreichii subsp. schermanii по ТУ 9229-369-00419785-04; доза внесения - 5 и 10%;
 2, 5 – Pr.freudenreichii ВКПМ В4544; доза внесения – 5 и 10%; 3, 6 – Pr.freudenreichii по ТУ 9229-102-04610209-2002, доза внесения – 5 и 10%

Результаты исследования развития кефирной грибковой закваски и ацидофильной палочки в сыворотке и обезжиренном молоке также свидетельствуют о снижении их биохимической активности в сыворотке по сравнению с обезжиренным молоком (рис. 3, 4).

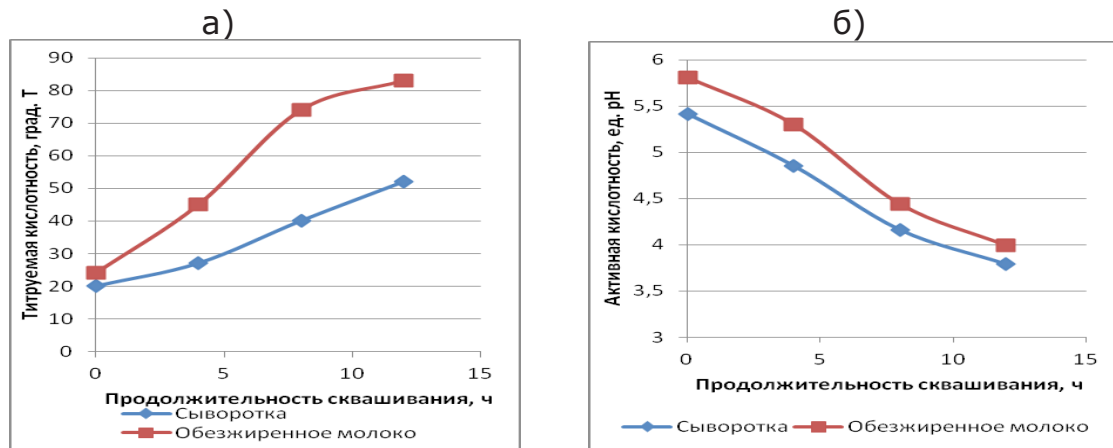


Рисунок 3. Влияние среды культивирования на активность кислотообразования микроорганизмов кефирной закваски:
а – титруемая кислотность, б – активная кислотность

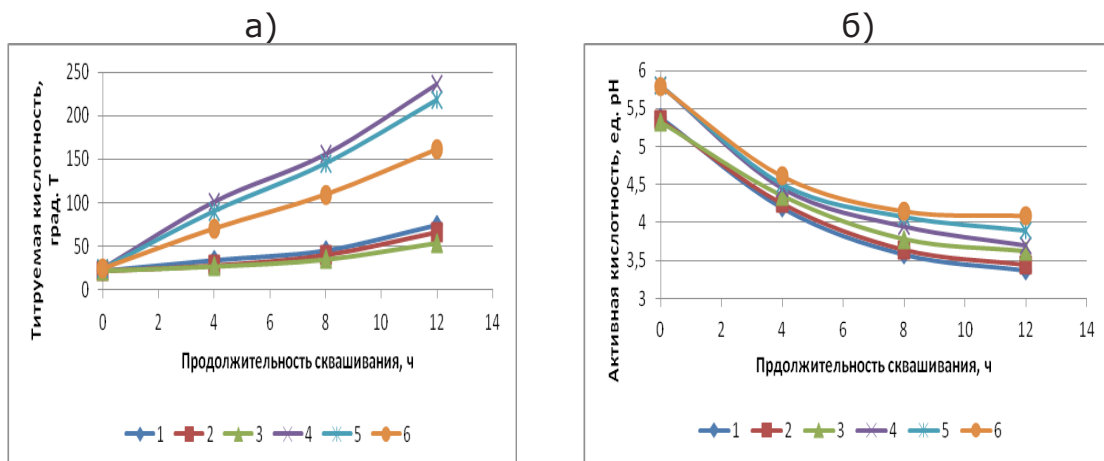


Рисунок 4. Влияние среды культивирования на активность кислотообразования ацидофильных молочнокислых палочек:
1, 4 – АНВ в сыворотке и обезжиренном молоке; 2, 5 – АВ в сыворотке и обезжиренном молоке; 3, 6 – *L. acidophilus* 317/402 в сыворотке и обезжиренном молоке соответственно

Так, средняя скорость кислотообразования через 12 ч культивирования в сыворотке при 5 %-ной посевной дозе для кефирной закваски уменьшалась в 1,4 раза, для ацидофильной палочки – в 1,1-1,2 раза.

Для повышения активности развития заквасочной микрофлоры, улучшения органолептических показателей продукта целесообразно включить в сывороточную основу продукта обезжиренное молоко.

Доля закваски и соотношение культур в составе закваски, доля обезжиренного молока в составе молочно-сывороточной основы были выбраны с учетом скорости роста и кислотообразования используемых микроорганизмов на основании предварительно проведенных опытов и анализа литературных данных [8, 9, 10]. При этом предполагалось, что дозы *L. acidophilus* и кефирной закваски должны обеспечивать требуемое нарастание кислотности, достаточно высокое содержание пропионовокислых бактерий и ацидофильной палочки в конце сквашивания и получение выраженного вкуса и аромата продукта. Известно, что способность штаммов к продуцированию витаминов коррелирует с увеличением количества жизнеспособных клеток в среде [5]. Так, при содержании жизнеспособных клеток пропионовокис-

лых бактерий, равном 108-109 млн. КОЕ/см³, массовая доля витамина В12 может достигать 1300 мкг/мл [5].

Сквашивание молочно-сывороточной основы осуществляли до образования достаточно прочного сгустка при температуре 30 °С, оптимальной для развития пропионовокислых бактерий. При более высоких температурах культивирования ацидофильная палочка может вытеснить пропионовокислые бактерии в совместных культурах. Известно, что лактобациллы вида *L.acidophilus*, для которых оптимальная температура роста составляет 37 °С, являются активными кислотообразователями и сравнительно быстро развиваются при некотором снижении температуры культивирования. В качестве контроля использовали чистую культуру пропионовокислых бактерий.

Скорость развития заквасочной микрофлоры, которая оказывает существенное влияние на показатели качества готового продукта (выраженность вкуса и аромата, консистенцию, микробиологические показатели, в т. ч. содержание пробиотической микрофлоры) регулировали начальным соотношением культур в составе закваски, дозой закваски и температурой сквашивания с учетом создания более благоприятных условий для пропионовокислых бактерий, характеризующихся пониженной биохимической активностью в молочных средах. Установлено, что пропионовокислые бактерии (результаты исследований представлены с культурой *Pr. freudenreichii* ВКПМ В4544, показавшей более высокую скорость роста в сыворотке и обезжиренном молоке) наиболее активно развивались в совместных культурах при дозе кефирной закваски 1,5-2 %, ацидофильных молочнокислых палочек – 0,1-0,5 % (таблица).

Активность развития пробиотических микроорганизмов в молочно-сывороточной среде (30 % обезжиренного молока) при различном начальном соотношении заквасочной микрофлоры (П-пропионовокислые бактерии, К-кефирная закваска, А-*L.acidophilus* 317/402)

Соотношение культур в закваске (доза – 5 %)	Количество микроорганизмов, млн. КОЕ/см ³		Время образования сгустка, ч	Кислотность	
	Пропионовокислые бактерии	Ацидофильная палочка		оТ	рН
1. П:К:А=1:1:1	37±23	240±41	6,5±0,5	92±2	4,5±0,02
2. П:К:А=2,5:2:0,5	125±28	120±52	8,5±0,5	76±2	4,76±0,02
3.П:К:А=2,5:2,4:0,1	118±31	98±40	12±0,5	70±2	4,83±0,02
4. П (контроль)	98±42	-	18,5±0,5	68±2	4,88±0,02

При этом средняя удельная скорость роста пропионовокислых бактерий увеличилась в 1,53-2,21 раза по сравнению с их чистой культурой. По-видимому, стимулирующий эффект обусловлен тем, что в процессе развития микрофлоры кефирной закваски, в частности дрожжей, являющихся аэробами и снижающими концентрацию растворенного в среде кислорода, происходит снижение окис-

лительно-восстановительного потенциала среды, и, соответственно, ускоряется развитие пропионовокислых бактерий. Выявлено, что более активный их рост и лучшие органолептические показатели наблюдались в совместных культурах при использовании штамма *L.acidophilus* 317/402, отличающегося более низкой энергией кислотообразования на первом этапе сквашивания. При использовании вязкого штамма ацидофильной палочки сгусток был слизистым, тягучим, что ухудшало суммарную балльную оценку продукта. Увеличение посевной дозы ацидофильной палочки более 0,5 % (соотношение культур в составе закваски 1:1:1), сокращая продолжительность сквашивания, приводило к уменьшению содержания жизнеспособных клеток пропионовокислых бактерий в 3,1-4,2 раза. Динамика изменения кислотности в процессе сквашивания молочно-сывороточной среды показана на рисунке 5.

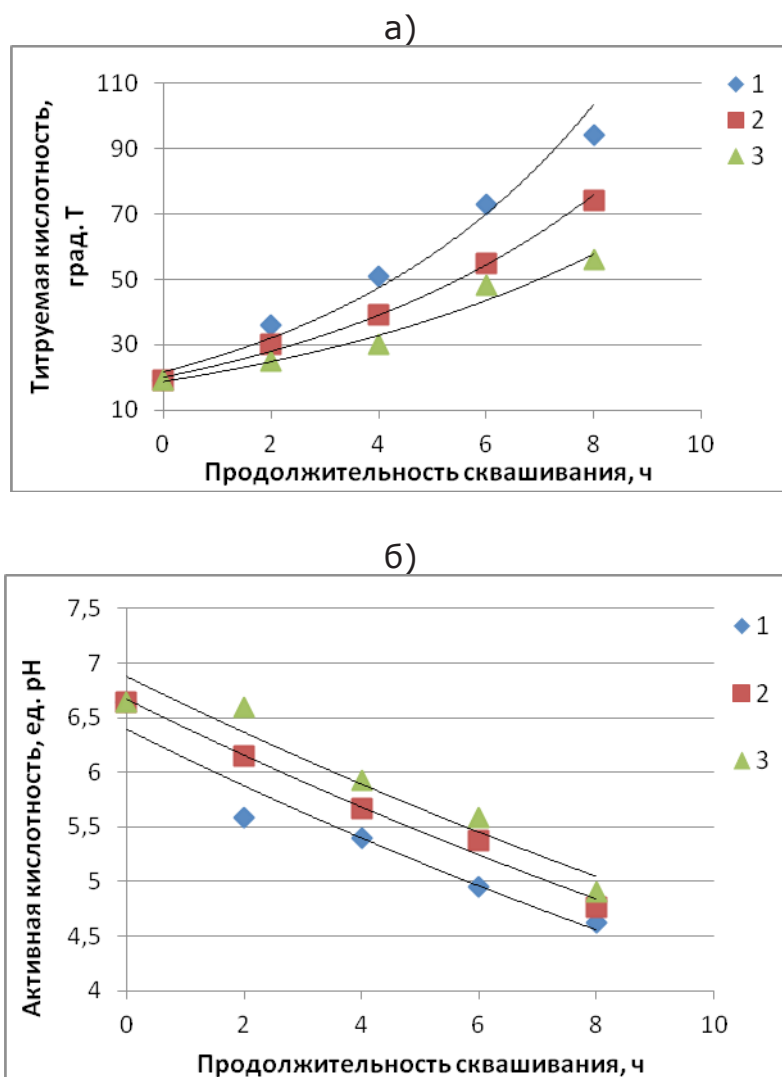


Рисунок 5. Изменение титруемой (а) и активной (б) кислотности в совместных культурах при различном начальном соотношении пропионовокислых бактерий (П), ацидофильных молочнокислых палочек (А) и кефирной закваски (К): 1 – П:К:А=1:1:1; 2 – П:К:А=2,5:2:0,5; 3 – П:К:А=2,5:2,4:0,1

Результаты выполненных исследований показали, что использование для ферментации молочно-сывороточной среды поликомпонентной закваски (5 %), содержащей пропионовокислые бактерии, кефирную закваску и ацидофильные молочнокислые палочки в соотношении 2,5:2:0,5 соответственно, при оптимальной

для пропионовокислых бактерий температуре (30 °С) обеспечивает наиболее высокий выход их жизнеспособных клеток в конце сквашивания при сравнительно быстром нарастании кислотности среды (образование сгустка в течение 8-9 ч) и достаточно высоком содержании ацидофильной палочки, что будет обуславливать пробиотические свойства готового продукта.

Следует иметь в виду, что ацидофильная палочка может достаточно активно развиваться в процессе охлаждения сгустка при пониженных температурах, что будет способствовать появлению излишне-кислого вкуса готового продукта. Изучение органолептических показателей опытных вариантов показало, что они улучшались при использовании поликомпонентных заквасок по сравнению с чистой культурой пропионовокислых бактерий (вкус и запах – на 1-3 балла, консистенция – на 1,5 балла, общая балльная оценка – на 2,5-4,5 балла), для которой отмечались недостаточно выраженный кисломолочный вкус и аромат, непрочный сгусток с очень слабой влагоудерживающей способностью.

При этом вид штамма ацидофильной палочки оказывает влияние на органолептические показатели сгустка и продукта. Сгусток при использовании в составе закваски вязкого штамма ацидофильной палочки (*L. acidophilus* AB) был слизистым, тягучим, что ухудшало суммарную балльную оценку готового продукта. В качестве примера на *рисунке 6* показано изменение органолептических показателей при использовании культуры *L. acidophilus* 317/402.

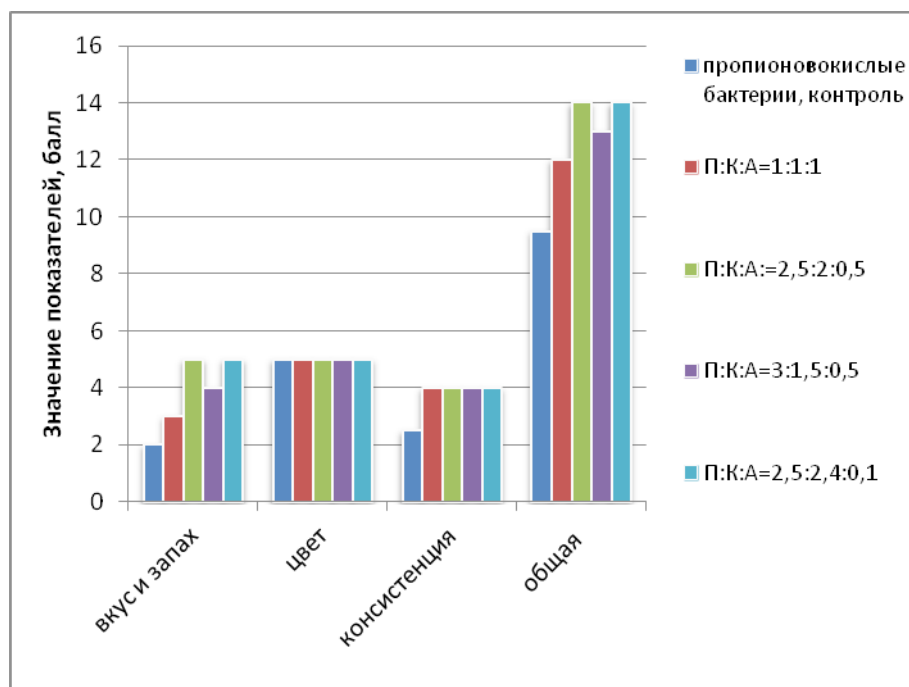


Рисунок 6. Влияние состава закваски на органолептические показатели молочно-сывороточной основы: П:К:А – соотношение пропионовокислых бактерий (П), кефирной закваски (К) и ацидофильной молочнокислой палочки (А) соответственно

Заключение. Результаты выполненных исследований позволили установить состав поликомпонентной закваски для ферментированных молочно-сывороточных напитков с пробиотическими свойствами. Использование для сквашивания молочно-сывороточной основы закваски (5 %), содержащей пропионовокислые бактерии, кефирную закваску и ацидофильные молочнокислые палочки в соотношении 2,5:2:0,5 соответственно, при оптимальной для пропионовокислых бактерий

температуре (30 °С) обеспечивает наиболее высокий выход их жизнеспособных клеток (125 ± 28 млн. КОЕ/см³) в конце сквашивания при сравнительно быстром нарастании кислотности среды (образование сгустка в течение 8-9 ч) и достаточно высоком содержании ацидофильной палочки (120 ± 52 млн. КОЕ/см³), что будет обуславливать пробиотические свойства готового продукта.

Список литературы:

1. Храмцов, А.Г. Инновационные приоритеты промышленной переработки универсального сельхозсырья – молочной сыворотки – на принципах пищевой биотехнологии / А.Г. Храмцов // Инновации в пищевой биотехнологии. сборник, 2018. – С. 93-96.
2. Габриелян, Д.С. Технологии обогащенных кисломолочных продуктов Д.С. Габриелян, В.А. Грунская // Переработка молока. – 2017. – № 2 (208). – С. 30-35.
3. Тихомирова, Н.А. Продукты функционального питания / Н.А.Тихомирова // Молочная промышленность. – 2013. – № 6. – С. 46-48.
4. Пат. 2484631 Российская федерация, МПК А23С9/12. Способ получения кисломолочного продукта / В.А. Грунская, Д.С. Габриелян; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное профессионального образования «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия им. Н.В. Верещагина». – № 2012112844/10; заявл. 02.04.2012; опубл. 20.06.2013.
5. Грунская, В.А. Пробиотические кормовые добавки и продукты на основе молочного сырья: монография / В.А. Грунская, Г.В. Борисова. – Вологда-Молочное: ИЦ ВГМХА, 2010. – 97 с.
6. Справочник по переработке молочной сыворотки. Технологии, процессы и аппараты, мембранное оборудование / Г.Б. Гаврилов, А.Ю. Просеков, Э.Ф. Кравченко, Б.Г. Гаврилов. – СПб.: ИД Профессия, 2015. – 176 с.
7. Храмцов, А.Г. Оригинальные освежающие напитки на основе молочной сыворотки, айрана и минеральной воды с лактулозой / А.Г. Храмцов // Переработка молока. – 2011. – № 10. – С. 66.
8. Хамагаева, И.С. Новый кисломолочный продукт «Пропионикс кефирный» / И.С. Хамагаева, И.В. Бояринева // Молочная река. – 2012. – № 3. – С. 64-66.
9. Бояричева, И.В. Исследование биохимической активности пропионовокислых бактерий и комбинированной закваски на основе адаптированной смеси / И.В. Бояричева, И.С. Хамагаева // Техника и технология пищевых производств. – 2013. – № 4. – С. 35-38.
10. Пат. 2461204 Российская федерация, МПК А23С9/127. Способ получения кефирного продукта / И.С. Хамагаева, И.В. Крючкова, Н.А. Замбалова; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления, Хамагаева И.С. - № 2011115169/10; заявл. 18.04.2011; опубл.20.09.2012, Бюл. № 26. –11 с.

References

1. Khramtsov A.G. Innovative priorities for the industrial processing of universal agricultural raw materials - whey - on the principles of food biotechnology. Sb.: Innovatsii v pishchevoy biotekhnologii [Collection: Innovations in Food Biotechnology], 2018, pp. 93-96. (In Russian)
2. Gabrielyan D.S., Grunskaya V.A. Technology of enriched fermented milk products. Pererabotka moloka [Milk Processing], 2017, No. 2(208), pp. 30-35. (In Russian)
3. Tikhomirova N.A. Functional food. Molochnaya promyshlennost' [Dairy Industry], 2013, No. 6, pp. 46-48. (In Russian)
4. Grunskaya V.A., Gabrielyan D.S. Sposob polucheniya kislomolochnogo produkta [Method for Obtaining a Fermented Milk Product]. Patent RF, No. 2484631, IPC A23C9 / 12, applicant and patent holder - the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education the Vereshchagin State Dairy Farming Academy of Vologda, No. 2012112844/10; claimed. 02.04.2012, publ. on 20.06.2013. (In Russian)
5. Grunskaya V.A., Borisova G.V. Probioticheskie kormovye dobavki i produkty na osnove molochnogo syr'ya [Probiotic Feed Additives and Products Based on Milk Raw Materials]. Vologda-Molochnoe, Its GMHA, 2010. 97 p. (In Russian)
6. Gavrilov G.B., Prosekov A.Yu., Kravchenko E.F., Gavrilov B.G. Spravochnik po pererabotke molochnoy syvorotki. Tekhnologii, protsessy i apparaty, membrannoe oborudovanie [Handbook of Whey Processing. Technologies, Processes and Apparatus, Membrane Equipment]. Sankt-Petersburg, ID Professiya, 2015.176 p. (In Russian)
7. Khramtsov A.G. Original refreshing drinks based on whey, ayran and mineral water with lactulose. Pererabotka moloka [Milk Processing], 2011, No. 1, pp. 66. (In Russian)
8. Khamagaeva I.S., Boyarineva I.V. The new fermented milk product - Kefir Propionics. Molochnaya reka [Milk River], 2012, No. 3, pp. 64 - 66. (In Russian)
9. Boyarineva I.V., Khamagaeva I.S. Investigation of propionic acid bacteria biochemical activity and combined starter on the basis of an adapted mixture. Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv [Technique and Technology of Food Production], 2013, No. 4. pp. 35 - 38. (In Russian)
10. Khamagaeva I.S., Kryuchkova I.V., Zambalova N.A. Sposob polucheniya kefirnogo produkta [Method for Obtaining a Kefir Product]. Patent RF, No. 2461204, IPC A23C9 / 127, applicant and patent owner the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education the East-Siberian State University of Technology and Management, No. 2011115169/10; claimed. on 18.04.2011; published on 20.09.2012, Bul. No. 26. 11 p. (In Russian)

Microbiological Aspects of Enriched Fermented Milk Products Manufacture with Use of Whey

Grunskaya Vera Anatol'evna, Candidate of Science (Engineering), Associate Professor of the Milk and Dairy Products Technology Chair

e-mail: grunskaya.vera@yandex.ru

The Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education the Vereshchagin State Dairy Farming Academy of Vologda

Gabrielyan Dina Sergeevna, Candidate of Science (Engineering), Associate Professor of the Milk and Dairy Products Technology Chair

e-mail: dg050272@yandex.ru

The Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education the Vereshchagin State Dairy Farming Academy of Vologda

Abstract. The possibility of using propionic acid bacteria and acidophilic lactobacillus as a probiotic microflora has been analyzed. The use of kefir grains in the composition of a polycomponent starter has been suggested. A comparative assessment of starter cultures development in cheese whey and skimmed milk has been carried out. A decrease in the activity of growth and acid formation during their cultivation in whey has been noted. To activate the development of starter microflora, improve the organoleptic characteristics of the product, it has been suggested to include skimmed milk in the whey basis of the product. The composition of the polycomponent starter (5%) containing propionic acid bacteria, kefir ferment and acidophilic lactobacillus in a ratio of 2.5:2:0.5, respectively, has been specified; it provides the highest yield of propionic acid bacteria and acidophilic lactobacillus, what determines the probiotic properties of the product.

Keywords: cheese whey, skimmed milk, probiotic microflora, propionic acid bacteria, acidophilic lactobacillus, kefir starter.

Разработка туковой сеялки с дозирующим устройством на базе гибкого односпирального шнека

Дёмшин Сергей Леонидович, доктор технических наук, доцент, заведующий лабораторией механизации полеводства

e-mail: sergdemshin@mail.ru

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого»

Аннотация. Предложена конструктивно-технологическая схема дернинного агрегата АДК-2,8 для одновременного выполнения полосного посева семян трав в дернину и внесения стартовой дозы минеральных удобрений. Разработана оригинальная конструкция туковой сеялки для полосного высева минеральных удобрений на базе спирально-шнекового туковысевающего аппарата. Экспериментальные исследования показали, что минимум коэффициента вариации нормы высева и измельчения туков достигнут при частоте вращения $n = 28-35$ мин⁻¹, диаметре спирали $D = 42-47$ мм, диаметре проволоки $d_{пр} = 5$ мм, шаге спирали $S = 10-12$ мм. Лабораторно-полевые испытания выявили, что туковая сеялка агрегата АДК-2,8 надёжно осуществляет полосной высева минеральных удобрений с нормой высева 80–290 кг/га при неравномерности высева между аппаратами 13,5% и нестабильности дозы высева 5,7%.

Ключевые слова: дернинная сеялка, полосной посев семян трав, минеральные удобрения, туковая сеялка, спирально-шнековый высевающий аппарат, показатели качества высева туков.

Введение. Современные технологии восстановления естественных кормовых угодий в большинстве случаев включают химическое подавление аборигенной растительности, механическую обработку в дернине бороздки почвы с последующим посевом в них семян трав. Применение гербицидов позволяет до минимума снизить площадь обрабатываемой почвы, но значительно повышает требования к экологической безопасности проведения работ и существенно увеличивает их себестоимость. Перспективной альтернативой является технология прямого полосного посева семян трав в дернину, базирующаяся на механической обработке в массиве дернины полосы почвы, размеры которой гарантируют благоприятное прорастание семян и дальнейшее развитие растений без использования гербицидов.

Для Северо-Востока европейской части России благоприятные условия развития семян клевера обеспечиваются при ширине полосы не менее 0,1 м при механической обработке примерно 30% поверхности от общей площади участка [1]. На основании этого разработана схема полосного посева семян трав в дернину, при которой высев семян производится двумя полосами по 0,11 м, образующими ленту шириной 0,33 м; расстояние между осями лент 0,7 м.

Для осуществления данной технологии ФГБНУ НИИСХ Северо-Востока и ОАО ВМП «Авитек» (г. Киров, РФ) разработано семейство дернинных сеялок СДК. Сеялка для полосного посева семян трав в дернину СДК-2,8 является навесной машиной, агрегатируемой с тракторами класса 14 и 20 кН [2], которая за один технологический проход осуществляет полосную обработку задернелой почвы, высев семян трав и прикатывание посевов.

Для одновременного выполнения операций посева семян трав в дернину и внесения стартовой дозы минеральных удобрений разработана полунавесная сеялка СДКП-2,8. Конструкция её почвообрабатывающей части идентична сеялке СДК-2,8, а посевная часть дополнена туковысевающим устройством [3].

Испытания и производственное использование сеялок СДК-2,8 и СДКП-2,8 выявили ряд недостатков, основные из которых – высокая металлоёмкость и недостаточная надёжность цепных приводов фрезерных сошников. Для их устранения предложена конструкция полуприцепной дернинной сеялки СДКП-2,8М. По сравнению с сеялкой СДКП-2,8 она имеет следующие основные изменения: рама сеялки укорочена и оснащена устройством для присоединения сеялки к стандартной скобе задней навески тракторов; цепные передачи в приводах фрез заменены цилиндрическими зубчатыми передачами; значительно сокращено количество деталей и узлов привода почвообрабатывающей части сеялок и привода семя- и туковысевающих аппаратов.

Приёмочные испытания сеялки СДКП-2,8М показали, что сеялка при полосном посеве семян трав клевера, тимофеевки, костра безостого удовлетворительно выполняет технологический процесс обработки дернины и посева при средней рабочей скорости 2,7 км/ч [4]. На привод фрезерных сошников сеялки от ВОМ трактора потребляется мощность 22,535,0 кВт, удельный расход топлива составляет 9,4 кг/га. За время испытаний не зафиксировано отказов модернизированных приводов фрезерных рабочих органов. В ходе эксплуатационно-технологических испытаний сеялка СДКП-2,8М осуществляла полосной посев семян трав с коэффициентом надёжности технологического процесса равным 0,94 и коэффициентом использования сменного времени 0,71.

С использованием дернинной сеялки СДК-2,8 заложены опыты с полосным посевом семян клевера лугового (Кировский 159) и лядвенца рогатого (Солнышко) в

дернину естественного пойменного сенокоса. Почва луга аллювиальная, средне-суглинистая. Посев проводился по фону Р60К90, известь 1,0 т/га. Норма высева семян клевера и люцерны составляла 4,8 кг/га [5, 6].

Прямой полосной посев семян клевера лугового повысил урожайность естественного травостоя примерно в 2 раза при среднем урожае сена за три года пользования 5,56 т/га сухого вещества. В энергетическом эквиваленте это равно 57,47 ГДж/га при коэффициенте окупаемости энергии 6,52. Подсев люцерны рогатого обеспечил не столь высокие прибавки урожая, но имеет более продолжительный срок действия: так, при норме высева 4,8 кг/га продуктивность травостоя в среднем за 8 лет пользования составила 4,35 т/га сухого вещества, что равно 70% прибавки к урожайности естественного травостоя луга при коэффициенте окупаемости энергии 6,72.

В настоящее время проводится дальнейшее совершенствование дернинных сеялок СДК, которое направлено на снижение металлоёмкости, повышение качества обработки дернины и надёжности конструкции сеялки [7, 8].

Цель исследования. Расширение функциональных возможностей дернинной сеялки СДК-2,8 посредством разработки туковой сеялки для передней навесной системы интегральных тракторов.

Материал и методы. Согласно агротехническим требованиям на полосной подсев семян трав в дернину естественных и культурных кормовых угодий одновременно с высевом семян рекомендуется осуществлять локальное внесение стартовой дозы минеральных удобрений, что послужило поводом для разработки полунавесной сеялки СДКП-2,8. В то же время конструкция навесных сеялок СДК-2,8 не позволяет установить на них комплект оборудования для высева минеральных удобрений, так как они имеют массу предельную для эксплуатации на задней навесной системе тракторов класса 14 кН. В данных обстоятельствах для агрегатирования навесных сеялок СДК с интегральными тракторами, т.е. обладающими передним и задним навесными устройствами, предложена технологическая схема агрегата АДК-2,8 (рис. 1), которая предусматривает установку на переднем навесном устройстве трактора туковой сеялки полосного высева, а на заднем навесном устройстве сеялки СДК-2,8.

Конструктивно-технологическая схема данного агрегата предполагает, что туковая сеялка АДК-2,8 выполняет полосной посев гранул минеральных удобрений на поверхность дернины или стерни. Затем навесная сеялка СДК-2,8 производит механическую предпосевную обработку полос в дернине посредством фрезерных сошников, совместно с этим заделывая гранулы удобрений, осуществляет посев семян трав и послепосевное прикатывание в обработанных полосах почвы. Дополнительной функцией размещённой на передней навесной системе трактора туковой сеялки АДК-2,8 является роль противовеса, что повышает продольную устойчивость машинно-тракторного агрегата.

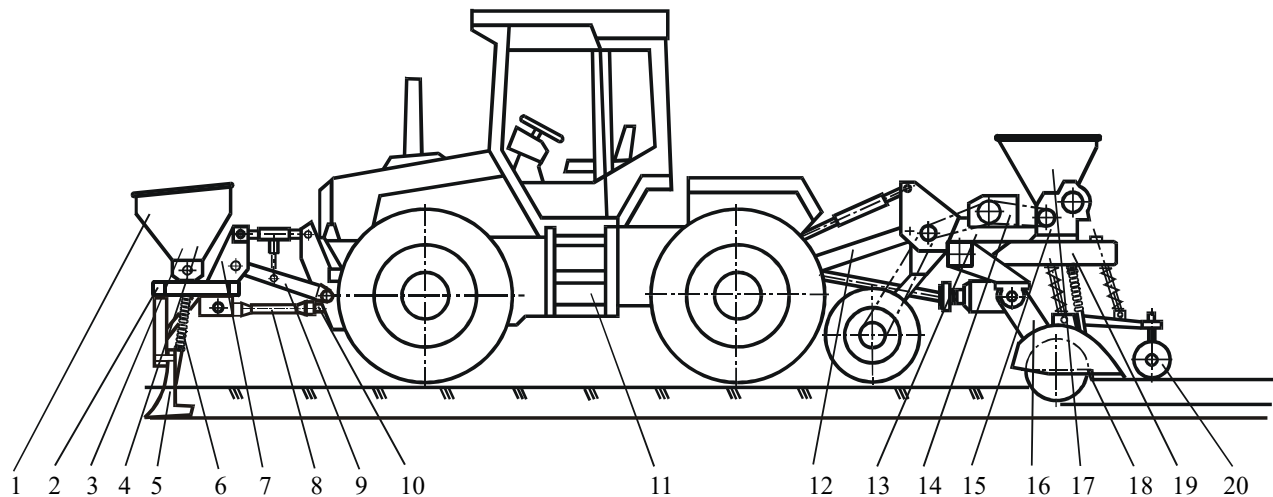


Рисунок 1. Схема дернинного агрегата АДК-2,8 на базе интегрального трактора:

1 – бункер для туков; 2 – туковая сеялка; 3 – туковысевающий аппарат; 4 – привод туковой сеялки; 5 – сошник; 6 – тукопровод; 7 – кронштейн навески; 8 – карданный вал; 9, 12 – передняя и задняя навеска трактора; 10 – передний ВОМ; 11 – трактор ЛТЗ-155; 13 – сеялка СДК-2,8; 14 – привод сеялки; 15 – семявысевающий механизм; 16 – привод фрезерных сошников; 17 – семенной ящик; 18 – дисковая фреза; 19 – рама; 20 – прикатывающий каток

Для определения оптимального типа рабочего органа туковой сеялки для полосного высева минеральных удобрений исследовано качество выполнения высева туков катушечно-штифтовым аппаратом и аппаратом на базе односпирального гибкого шнека [9]. Основными критериями при выборе типа высевающего аппарата являлись равномерность высева удобрений, простота и универсальность конструкции. Экспериментальные исследования показали, что туковысевающий аппарат на базе односпирального гибкого шнека обладает более стабильной подачей гранул вследствие того, что при работе катушечного аппарата с малой частотой вращения присутствует пульсация высева гранул, так как дозирование удобрений происходит порционно за счёт гранул, расположенных между штифтами. Повышение окружной скорости существенно улучшает равномерность подачи гранул. Для аппарата на базе спирального шнека характерен более равномерный высев гранул, так как они транспортируются к выпускному окну по винтовой линии с определенным углом наклона и более постоянной подачей. Преимуществом данного аппарата является возможность регулировки нормы высева при изменении шага спирали, что в совокупности с регулированием подачи за счёт перемены скорости вращения спирали позволяет в достаточно широких пределах варьировать подачу удобрений при минимальном числе передаточных отношений механизма привода высевающих аппаратов туковой сеялки.

Сделанные на основании предварительных исследований выводы позволили обосновать оригинальную конструкцию высевающего аппарата туковой сеялки АДК-2,8 на базе односпирального гибкого шнека [10]. Сеялка состоит из бункера, в нижней части которого размещен спирально-шнековый аппарат, выполненный из спиралей с правой и левой навивкой, смонтированных на общем валу и расположенных по разные стороны от выпускных окон, закрытых сверху защитными козырьками (рис. 2). Защитные козырьки служат для предотвращения самопроизвольного истечения туков через выпускные окна бункера минеральных удобрений. Причем каждая из спиралей высевающего аппарата оборудована механизмом для изменения шага спирали, а конструкция защитных козырьков бункера имеет возможность регулировки угла наклона пластин козырька, что позволяет адапти-

ровать их положение к работе с минеральными удобрениями различной степени сыпучести.

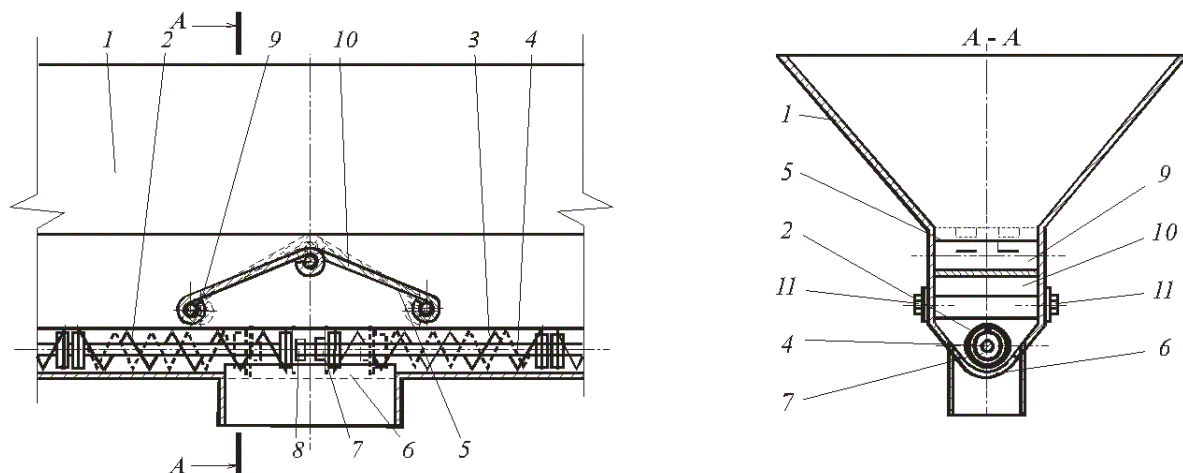


Рисунок 2. Спирально-шнековый туковысевающий аппарат:

1 – бункер; 2, 3 – спирали шнека; 4 – вал; 5 – козырек; 6 – выпускное окно; 7, 8 – устройства для изменения шага спирали; 9, 10 – пластины козырька; 11 – регулировочное устройство

В процессе работы сеялки полосного высева минеральных удобрений при вращении спирально-шнекового туковысевающего аппарата гранулы туков спиралями с правой и левой навивкой перемещаются к выпускным окнам бункера. Количество спиралей шнека и выпускных окон бункера, а также их размещение на туковой сеялке, соответствует количеству и положению фрезерных сошников сеялки СДК-2,8. Регулировка дозы внесения минеральных удобрений осуществляется ступенчато посредством изменения частоты вращения спирально-шнекового аппарата за счёт перемены передаточного отношения механизма его привода, более точно – изменением величины шага спиралей шнека.

Для определения факторов наиболее влияющих на равномерность высева минеральных удобрений спирально-шнековым аппаратом и его производительность, а также выбор оптимальных значений их интервалов варьирования, изучено функционирование спиралей шнека с различными конструктивными параметрами [11]. В процессе опытов исследовано влияние наружного диаметра спирали D , мм, шага спирали S , мм, и диаметра её проволоки $d_{пр}$, мм, на показатели качества работы и производительность туковой сеялки.

При этом основными критериями при выборе оптимальных параметров спирали являлись возможность варьирования нормы высева минеральных удобрений в пределах агротехнических требований на посев трав и удобство регулирования дозы удобрений посредством изменения шага спирали.

Анализ результатов экспериментов показал, туковысевающий аппарат на базе односпирального гибкого шнека позволяет изменять норму высева минеральных удобрений в требуемых пределах с приемлемой неравномерностью дозирования. Использование спиралей шнека диаметром более 60 мм делает возможным снизить количество передач механизма привода для обеспечения работы туковысевающего аппарата в зоне требуемых норм внесения туков, но критически сказывается на точности регулировании нормы высева. Уменьшение диаметра спирали позволяет более плавно изменять норму высева удобрений, но требует и более высоких частот вращения туковысевающего аппарата для обеспечения требуемой производительности, что негативно влияет на его износ. Причем с увеличением диаметра

спирали и возрастанием её частоты вращения повышается равномерность дозирования минеральных удобрений.

Также выявлено, что на производительность спирально-шнекового аппарата существенное влияние оказывают шаг спирали шнека и величина диаметра проволоки спирали. Так, уменьшение шага спирали шнека на 5 мм при функционировании туковысевающего аппарата с диаметром спирали $D = 70$ мм при частоте вращения $n = 10$ мин-1 приводит к снижению дозы внесения минеральных удобрений на 5070 кг/га, а уменьшение диаметра проволоки спирали на 1 мм (при $D = 35$ мм) вызывает снижение нормы внесения на 2050 кг/га.

Для окончательного определения оптимальных параметров и режимов работы туковысевающего аппарата на базе односпирального гибкого шнека проведён центральный композиционный ротатабельный план эксперимента (табл. 1) первого порядка для пяти факторов.

В качестве факторов выбраны частота вращения n , мин-1 (x_1) туковысевающего аппарата, диаметр спирали D , мм (x_2), диаметр проволоки $d_{пр}$, мм (x_3), и шаг навивки S , мм (x_4), спирали, зазор между спиралью и дном бункера δ , мм (x_5); критериями оптимизации – коэффициент вариации нормы высева удобрений v , % (Y_1) и измельчение удобрений (наличие в пробе удобрений частиц менее 1 мм) M , г (Y_2).

Таблица 1. Обозначение факторов, уровни и интервалы их варьирования

Код фактора	Название фактора, его обозначение и единица измерения	Уровень фактора		Интервал варьирования
		-1	+1	
x1	Частота вращения n , мин-1, аппарата	10	50	20
x2	Диаметр спирали D , мм, шнека	35	55	10
x3	Диаметр $d_{пр}$, мм, проволоки	4	6	1
x4	Шаг S , мм, навивки спирали	7,5	15,5	4
x5	Зазор δ , мм, между спиралью и дном	0	10	5

Согласно данным, снятым в процессе реализации плана эксперимента и обработанных при помощи программ Microsoft Excel XP и Statgrafics Plus 5.1., получены модели регрессии, проверенные на адекватность по F-критерию Фишера (вероятность $p = 0,95$):

$$Y_1 = 0,066 + 0,00133 \cdot x_1 - 0,00229 \cdot x_2 + 0,0209 \cdot x_3 - 0,00271 \cdot x_4 - 0,00261 \cdot x_5 - 0,00037 \cdot x_1 \cdot x_3 + 0,0001 \cdot x_2 \cdot x_4 - 0,0007 \cdot x_3 \cdot x_4 + 0,0005 \cdot x_3 \cdot x_5 ; \quad (1)$$

$$Y_2 = - 45,88 - 0,053 \cdot x_1 + 0,99 \cdot x_2 + 2,64 \cdot x_3 + 8,62 \cdot x_4 - 2,55 \cdot x_5 + 0,01 \cdot x_1 \cdot x_5 - 0,08 \cdot x_2 \cdot x_4 + 0,02 \cdot x_2 \cdot x_5 - 0,47 \cdot x_3 \cdot x_4 + 0,375 \cdot x_3 \cdot x_5 - 0,24 \cdot x_4 \cdot x_5 . \quad (2)$$

Результаты и обсуждения. Анализ математических моделей регрессии рабочего процесса (1, 2) спирально-шнекового высевающего аппарата и их графических интерпретаций (рис. 3) выявил, что повышение частоты вращения односпирального гибкого шнека положительно влияет на равномерность дозирования минеральных удобрений. В то же время увеличивается процент измельченных гранул туков вследствие роста радиального воздействия спирали на них и повышается износ деталей туковой сеялки: спирали шнека и дна бункера.

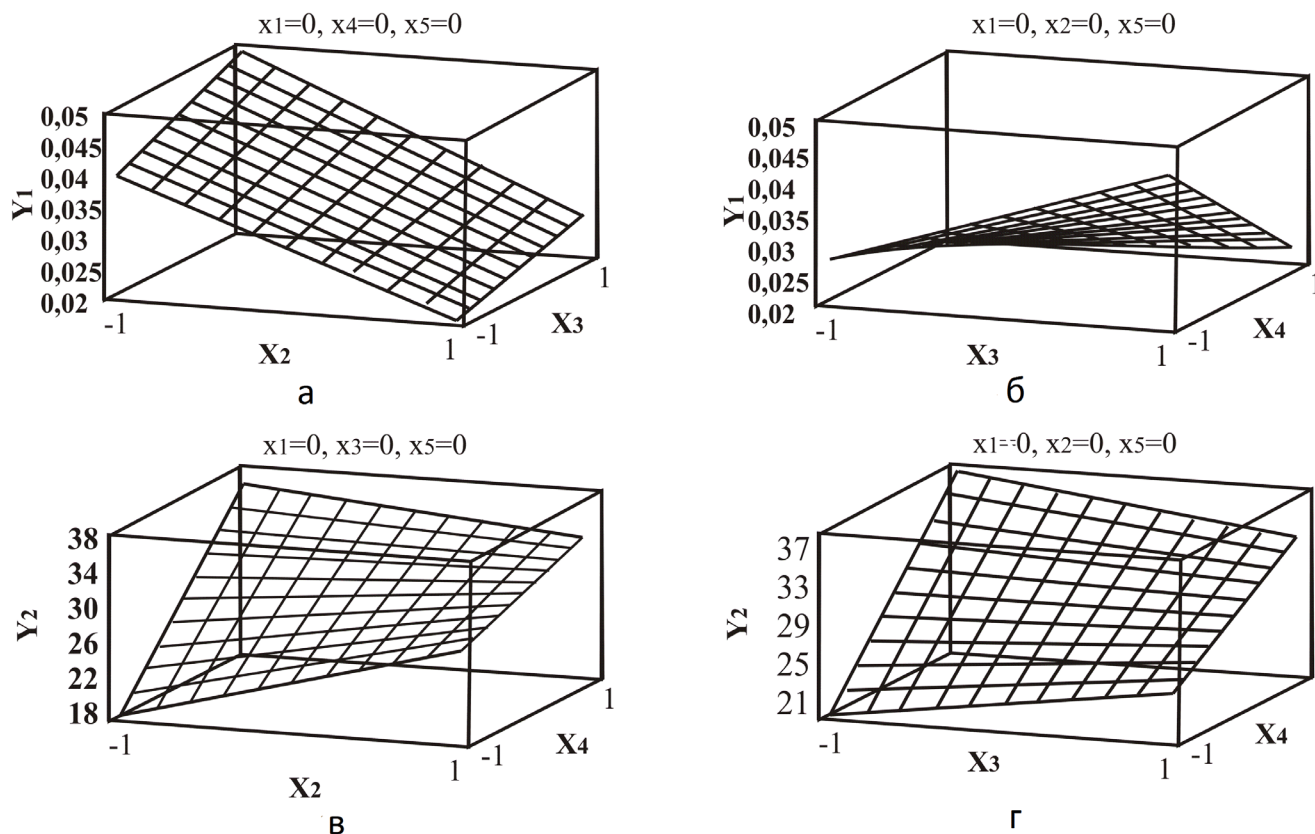


Рисунок 3. Влияние конструктивных параметров спирали шнека на равномерность высева (а, б) и измельчение минеральных удобрений (в, г)

Значительно влияют на равномерность внесения минеральных удобрений и крошение гранул такие параметры спирально-шнекового туковысевающего аппарата, как наружный диаметр D шнека, диаметр проволоки $d_{пр}$ и шаг навивки спирали S . Возрастание значений диаметров спирали и её проволоки понижает неравномерность высева гранул удобрений вследствие того, что повышается площадь витка спирали, транспортирующая гранулы к выпускным окнам бункера, а также из-за того, что при большей величине диаметра проволоки спирали уменьшается «перетекание» гранул удобрений через спираль.

С ростом шага спирали и соответствующим увеличением межвиткового расстояния спирали туковысевающего аппарата выявлено снижение коэффициента вариации нормы высева удобрений, обусловленное тем, что при перемещении гранул удобрения спирально-шнековым аппаратом с меньшим количеством витков спирали в рабочей зоне уменьшается пульсация потока удобрений. В то же время уменьшение размера внешнего диаметра, диаметра проволоки и межвиткового расстояния спирали обуславливает меньшее измельчение гранул удобрения, так как большие размеры диаметра спирали и диаметра проволоки спирали приводят к разрушению гранул удобрений из-за большей площади контакта витка спирали, взаимодействующей с ними.

На разрушение гранул наиболее влияет уменьшение зазора между спиралью и дном бункера, в особенности с ростом частоты вращения и при отсутствии зазора, когда в результате защемления гранул удобрений между спиралью и дном бункера происходит значительное измельчение гранул. При зазоре равном или превышающем средний размер гранул измельчения туков снижается вследствие меньшего

воздействия спирали шнека, стенок и дна бункера на гранулы удобрений, причём защемление гранул возможно лишь при одновременном попадании в зазор нескольких гранул, что маловероятно. Так при увеличении зазора между спиралью и дном на 10 мм, содержание в пробе удобрений массой 0,25 кг количество частиц с размером менее 1 мм уменьшается на 30 г.

В целом, анализ моделей регрессии (1, 2) функционирования туковысевающего аппарата на базе односпирального гибкого шнека выявил, что минимумы коэффициента вариации нормы высева минеральных удобрений и измельчения гранул соответствуют следующим параметрам: частоте вращения $n = 2835$ мин⁻¹, диаметре спирали $D = 4247$ мм, диаметре проволоки $d_{пр} = 5$ мм, шаге спирали $S = 1012$ мм и зазоре между спиралью и дном $\delta = 36$ мм. При данных значениях параметров спирально-шнекового аппарата коэффициент вариации нормы высева удобрений составляет 0,100,20%, а количество частиц удобрения с размером менее 1 мм в пробе массой 250 г 1216 г.

Согласно полученным в ходе исследований данным разработана туковая сеялка агрегата АДК-2,8 для полосного внесения минеральных удобрений с туковысевающим аппаратом на базе односпирального гибкого шнека. Техническая характеристика агрегата и результаты испытаний туковой сеялки представлены в таблице 2. В ходе лабораторно-полевых исследований туковой сеялки (рис. 4) выявлено, что за счёт изменения межвиткового расстояния спирали возможна точная регулировка подачи минеральных удобрений, которая позволяет изменять норму высева в пределах 1050 кг/га для каждой передачи.



Рисунок 4. Дернинный агрегат АДК-2,8 при агрегатировании с трактором РТМ-160 (а) и высевальные аппараты туковой сеялки (б)

Таблица 2. Результаты испытаний туковой сеялки агрегата АДК-2,8

Наименование показателя	Значения показателя по данным:	
	ТЗ	испытаний
Тип туковой сеялки	навесная	
Тип туковысевающего аппарата	односпиральный шнек	
Способ внесения удобрений	поверхностный	
Рабочая ширина захвата туковой сеялки, м	2,8	2,8
Рабочая скорость, км/ч	до 6	2,6
Масса агрегата АДК-2,8, кг	не более 1600	1410
Масса сеялки АДК-2,8, кг	не более 1200	1200

Наименование показателя	Значения показателя по данным:	
	ТЗ	испытаний
Масса туковой сеялки АДК-2,8, кг	не более 400	210
Объем бункера туковой сеялки, дм ³	не менее 300	340
Количество передаточных отношений	-	6
Количество положений пружины	-	4
Условия проведения испытаний:		
Тип минерального удобрения	-	нитроаммофосфат
Влажность удобрений, %	не более 12	7
Агротехнические показатели работы:		
Норма высева удобрений, кг/га	50300	85285
а) максимальное растяжение спирали: $i_{min} = 1,10$ $i_{max} = 2,79$		107 290
б) максимальное сжатие спирали: $i_{min} = 1,10$ $i_{max} = 2,79$		80 244
Отклонение фактической дозы от заданной, %	не более 10	9,5
Нестабильность дозы внесения удобрений, %	не более 15	5,7
Неравномерность внесения удобрений между отдельными аппаратами, %	не более 15	13,5
а) максимальное растяжение спирали: $i_{min} = 1,10$ $i_{max} = 2,79$		12,9 14,8
б) максимальное сжатие спирали: $i_{min} = 1,10$ $i_{max} = 2,79$		12,3 13,4

Заключение. Для совмещения полосного посева семян трав в дернину с внесением стартовой дозы минеральных удобрений предложена конструктивно-технологическая схема дернинного агрегата АДК-2,8, состоящего из размещенной на заднем навесном устройстве трактора сеялки СДК-2,8, а на переднем навесном устройстве – туковой сеялки полосного высева. Проведённые исследования показали, что туковысевающие аппараты на базе односпирального гибкого шнека наиболее приемлемы в качестве рабочих органов туковой сеялки полосного высева минеральных удобрений, так как при простоте конструкции обеспечивают норму внесения минеральных удобрений 80290 кг/га с достаточно высоким качеством высева. Результаты лабораторно-полевых испытаний показали, что туковая сеялка агрегата АДК-2,8 осуществляет полосной высева минеральных удобрений согласно агротехническим требованиям.

Список литературы:

1. Пятин, А.М. Полосной подсев бобовых трав в дернину естественных пойменных сенокосов / А.М. Пятин, Н.В. Пятина // Достижения науки и техники АПК. – 1996. – № 3. – С. 2123.
2. Протокол № 06-21-99 (4030192) государственных приёмочных испытаний сеялки для посева семян трав в дернину СДК-2,8. – Оричи: Киров. гос. зонал. машиноиспытат. ст., 1999. – 40 с.
3. Протокол № 06-16-2001 (2030052) квалификационных испытаний сеялки комбинированной для посева семян трав в дернину СДКП-2,8. – Оричи: Киров. гос. зонал. машиноиспытат. ст., 2001. – 41 с.

4. Протокол № 06-42-2003 (1030062) приёмочных испытаний сеялки комбинированной для посева семян трав в дернину СДКП-2,8М. – Оричи: Киров. гос. зонал. машиноиспытат. ст., 2003. – 56 с.

5. Технология и технические средства для полосного подсева семян трав в дернину / В.А. Сысуев, А.Д. Кормщиков, А.М. Пятин, А.С. Овсянников. – Киров: НИИСХ Северо-Востока, 2000. – 60 с.

6. Рекомендации по улучшению лугов и пастбищ в Северо-Восточном регионе Европейской части России: рекомендации / В.А. Сысуев, Н.Г. Ковалев, А.Д. Кормщиков и др. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2007. – 116 с.

7. Совершенствование сеялок для полосного посева семян трав в дернину / В.А. Сысуев, В.Л. Андреев, С.Л. Дёмшин, А.Н. Воронов // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2010. – №3. – С. 57-60.

8. Повышение качества полосного посева семян трав в дернину / В.А. Сысуев, С.Л. Дёмшин, Д.А. Черемисинов, М.С. Доронин // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2017. – №5 (60). – С.63-68.

9. Экспериментальные исследования процесса работы спирально-шнекового туковысевающего аппарата / А.Д. Кормщиков, Р.Ф. Курбанов, С.Л. Дёмшин, П.А. Шулаков // Ecological aspects of mechanization of plant production: Materialy X Miedzynarodowe Sympozjum. – Warszawa, 2003. – pp. 111-117.

10. Пат. 44449 РФ, А01С7/00, 17/00. Туковысевающий аппарат / Сысуев В.А., Кормщиков А.Д., Андреев В.Л., Дёмшин С.Л. и др. – №2002123445/22; заявл. 02.09.2002; опубл. 27.03.2005, Бюл. №9.

11. Дёмшин, С.Л. Разработка туковой сеялки для полосного высева минеральных удобрений / С.Л. Дёмшин, П.А. Шулаков // Ecological aspects of mechanization of plant production: Materialy XI Miedzynarodowe Sympozjum. Warszawa, 2005. pp. 185190.

References:

1. Pyatin A.M., Pyatina N.V. Strip overseeding grasses in sod natural floodplain grasslands. Dostizheniya nauki i tekhniki APK. [Achievements of Science and Technology of AIC], 1996, no. 3, pp. 2123. (in Russian).

2. Protokol No. 06-21-99 (4030192) gosudarstvennykh priemochnykh ispytaniy seyalki dlya poseva semyan trav v derninu SDK-2,8. [Protocol No. 06-21-99 (4030192) of state acceptance tests of the seeder for sowing seeds of grasses in the sod of SDK-2,8], Orichi, Kirov. gos. zonal. mashinoispytat. st., 1999, 40 p. (in Russian).

3. Protokol No. 06-16-2001 (2030052) kvalifikatsionnykh ispytaniy seyalki kombinirovannoi dlya poseva semyan trav v derninu SDKP-2,8. [Protocol No. 06-16-2001 (2030052) qualification tests of the combined seeder for sowing grass seeds in the sod SDKP-2.8], Orichi, Kirov. gos. zonal. mashinoispytat. st., 2001, 41 p. (in Russian).

4. Protokol No. 06-42-2003 (1030062) priemochnykh ispytaniy seyalki kombinirovannoi dlya poseva semyan trav v derninu SDKP-2,8M. [Protocol No. 06-42-2003 (1030062) acceptance tests of the combined seeder for sowing grass seeds in the sod SDKP-2,8M], Orichi, Kirov. gos. zonal. mashinoispytat. st., 2003, 56 p. (in Russian).

5. Sysuev V.A., Kormshchikov A.D., Pyatin A.M., Ovsyannikov A.S. Tekhnologiya i tekhnicheskie sredstva dlya polosnogo podseva semyan trav v derninu. [Technology and technical means for strip sowing of grass seeds in the sod]. Kirov: North-East Agricultural Research Institute, 2000, 60 p.

6. Sysuev V.A., Kovalev N.G., Kormshchikov A.D. and others. Rekomendatsii po uluchsheniyu lugov i pastbishch v Severo-Vostochnom regione Evropeiskoi chasti Rossii: rekomendatsii. [Recommendations for improving of meadows and pastures in North-Eastern region of the European part of Russia]. M.: FSSI «Rosinformagrotekh», 2007, 116 p.

7. Sysuev V.A., Andreev V.L., Demshin S.L. and others. Modernization of seeding-machines for strip-tillage of soil and for sowing of grass seeds. Doklady Rossiiskoi akademii sel'skokhozyaistvennykh nauk. [Reports of the Russian Academy of agricultural sciences], 2010, no. 3, pp. 5760 (in Russian).

8. Sysuev V.A., Demshin S.L., Cheremisinov D.A., Doronin M.S. Improvement the opener group a seeder for strip sowing of seeds of grasses in a sod. Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka. [An Agrarian Science of Euro-North-East], 2017, no. 5(60), pp. 6368. (in Russian).

9. Kormshchikov A.D., Kurbanov R.F., Demshin S.L., Shulakov P.A. Experimental study of working process of spiral-screw fertilizer distributing apparatus. [Ecological aspects of mechanization of plant production: Materialy X Miedzynarodowe Sympozjum], Warszawa, 2003, pp. 111–117.

10. Tukovysevayushchii apparat [Apparatus for sowing mineral fertilizers]: patent 44449 RU, MPK A01C7/00, 17/00, Sysuev V.A., Kormshchikov A.D., Andreev V.L. and others. Izobreteniya. Poleznye modeli. [Inventions. Utility model], 2005, Bulletin No. 9 (in Russian).

11. Demshin S.L., Shulakov P.A. Development of a seeder for strip sowing of mineral fertilizers. [Ecological aspects of mechanization of plant production: Materialy XI Miedzynarodowe Sympozjum], Warszawa, 2005, pp. 185190.

The development of a seed cum fertilizer drill with a dosing device based on a flexible single helix auger

Dyomshin Sergey Leonidovich, Doctor of Sciences (Engineering), Associate Professor, Head of Laboratory of Field Crop Mechanization

e-mail: sergdemshin@mail.ru

Federal State Budget Scientific Institution «Federal Agricultural Research Center of the North-East named N.V. Rudnitsky»

Abstract. A constructive technological scheme of the seed cum fertilizer drill ADK2.8 for direct strip sowing of grass seeds and sowing of a starting dose of mineral fertilizers is offered. On the basis of a single helix auger the original design of the conveying-dosing device of a seed cum fertilizer drill for direct strip sowing of mineral fertilizers is proposed. Experimental studies have shown that the minimum coefficient of variation in the rate of seeding and grinding of granules of mineral fertilizers is reached at a rotation frequency $n = 2835 \text{ min}^{-1}$, helix diameter $D = 4247 \text{ mm}$, wire diameter $d_{np} = 5 \text{ mm}$, spiral pitch $S = 1012 \text{ mm}$. Laboratory-field tests revealed that the seed cum fertilizer drill ADK2.8 reliably performs the direct strip sowing of mineral fertilizers with a seeding rate of 80290 kg/ha with uneven seeding between the devices 13.5% and instability of the seeding dose of 5.7%.

Keywords: sod seeder, direct strip sowing of grass seeds, mineral fertilizers, seed cum fertilizer drill, spiral-auger seeding machine, quality indicators of seeding of mineral fertilizers.

Использование регионального сырья для производства функциональных продуктов

Забегалова Галина Николаевна, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии молока и молочных продуктов

e-mail: zgn81@yandex.ru

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина»

Куренкова Людмила Александровна, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии молока и молочных продуктов

e-mail: kurenkova.35@rambler.ru

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина»

Аннотация. Проведен анализ научно-технической и патентной литературы в области производства кисломолочных напитков функционального назначения, использования зерновых наполнителей для их получения. В качестве функциональных компонентов предлагается выбирать региональное сырье. В состав проектируемого продукта в качестве функциональных добавок включены льняная мука и льняное масло. Выполнены исследования по определению состава обезжиренного сквашенного продукта.

Ключевые слова: сквашенный функциональный продукт, обезжиренное молоко, пахта, льняное масло, льняная мука, ПНЖК, пищевые волокна.

В настоящее время люди подвержены воздействию значительного количества негативно влияющих на их здоровье факторов: плохая экология, сидячий образ жизни, стрессы, высокие психологические нагрузки и другие. Для поддержания здоровья необходимо активизировать защитные силы организма, нормализовать его функции и обмен веществ, что позволяет сделать правильное, здоровое питание [1, 2].

Одним из приоритетных направлений развития молочной промышленности является комплексное и рациональное использование вторичного молочного сырья, что может быть реализовано за счет расширения ассортимента продуктов, вырабатываемых с использованием обезжиренного молока и пахты.

К одному из экономически выгодных направлений использования такого сырья, не требующих больших затрат, относится производство кисломолочных и сквашенных напитков. Для повышения пищевой и биологической ценности продуктов используется их обогащение функциональными ингредиентами, в том числе, пробиотической микрофлорой, играющей важную роль в поддержании здоровья человека, что обусловлено ее участием в активизации иммунных процессов, подавлении активности болезнетворной микрофлоры, стимуляции процессов пищеварения, продуцирования витаминов и других биологически активных веществ, процессах детоксикации [3, 4, 5, 6].

Расширение ассортимента продуктов функционального назначения может быть достигнуто также за счет использования при их производстве различных видов растительного сырья. Использование растительных добавок с высоким содержанием биологически активных веществ в рецептуре продуктов позволяет обогатить их углеводный, витаминный, минеральный состав, а также улучшить вкусовые характеристики и консистенцию продуктов.

Концепция позитивного (здорового, функционального) питания впервые сформулирована в Японии в начале 80-х годов прошлого столетия, где приобрели большую популярность так называемые функциональные пищевые продукты. Под этим термином подразумевают продукты, предназначенные для систематического употребления в составе пищевых рационов всеми возрастными группами населения, снижающие риск развития заболеваний, связанных с питанием, сохраняющие и улучшающие здоровье за счет наличия в его составе физиологически функциональных пищевых ингредиентов [7, 8, 9].

Японские исследователи выделили три условия, определяющие функциональную пищу:

- это пища (а не капсула, таблетка или порошок), приготовленная из природных натуральных ингредиентов;
- ее можно и нужно употреблять в составе ежедневного рациона;
- при употреблении она обладает определенным действием, регулирующим определенные процессы в организме, например усиление механизма биологической защиты, предупреждение определенного заболевания, контроль физического и душевного состояния, замедление процесса старения.

Эта группа получила название FOUSHU – Foods for specific health use. Требования к входящим в нее продуктам (в т.ч. с бифидобактериями, кальцием и соевыми белками) были определены национальным стандартом, введенным в 1991 г.

Вскоре в связи с усиливающимся интересом в ЕС была образована Европейская комиссия для действий в рамках «науки о функциональной пище» в Европе (FUFOSE). Задачей этой комиссии была разработка и утверждение научно обоснованных

ванного подхода к действиям, необходимым для поддержки развития производства пищевых продуктов, которые могут оказывать лечебное воздействие на определенные физиологические функции, а также могут улучшить здоровье и самочувствие и/или снизить риск заболеваний.

Д. Поттер выделил семь основных видов функциональных ингредиентов, придающих продуктам позитивного питания функциональные свойства:

- 1) пищевые волокна (растворимые и нерастворимые);
- 2) витамины (А, группа В, D и т.д.);
- 3) минеральные вещества (такие, как кальций, железо);
- 4) полиненасыщенные жиры (растительные масла, рыбий жир, омега-3-жирные кислоты);
- 5) антиоксиданты: бета-каротин и витамины (аскорбиновая кислота – витамин С и альфа-токоферол – витамин Е);
- 6) олигосахариды (как субстрат для полезных бактерий);
- 7) группа, включающая микроэлементы, лактобактерии, бифидобактерии и др. [7, 8, 9].

В последнее время этот список заметно расширился. На европейской конференции по технологии нутрицевтиков только в качестве ингредиентов для производства продуктов функционального питания выделено уже 54 позиции, в том числе молочнокислые бактерии и различные закваски, а собственно категорий функционального питания – 20, в том числе молочные продукты.

Учитывая особенности состава и свойств функциональных пищевых продуктов по сравнению с традиционными, с учетом технологической специфики можно выделить три основные категории функциональных продуктов:

- 1) традиционные продукты, содержащие в нативном виде значительные количества физиологически функциональных ингредиентов или их группы;
- 2) традиционные продукты, в которых технологически понижено содержание вредных для здоровья компонентов, присутствие которых в продукте препятствует проявлению биологической и физиологической активности или биоусвояемости входящих в его состав функциональных ингредиентов (технологический прием – избирательное извлечение, разрушение, частичная или полная замена вредных для здоровья ингредиентов другими более ценными);
- 3) традиционные продукты, дополнительно обогащенные функциональными ингредиентами с помощью различных технологических приемов [7,8,9].

В настоящее время к основным категориям функциональных продуктов принято относить:

- продукты, ферментированные лакто- и бифидобактериями;
- олигосахариды;
- пищевые волокна;
- ПНЖК;
- витамины;
- антиоксиданты;
- органические кислоты;
- минеральные вещества [2].

Патентный поиск показал, что на сегодняшний день существуют кисломолочные продукты функционального назначения, в состав которых входит сырье растительного происхождения.

Так, Л.М. Захаровой и Е.А. Крутковым разработан способ производства белко-

вого кисломолочного продукта с зерновой добавкой повышенной стойкости. Способ предусматривает пастеризацию обезжиренного молока, внесение пшеничных диетических отрубей, содержание которых в готовом продукте составляет 5,5-6,5%, сквашивание смеси, приготовление смеси компонентов согласно рецептуре, смешивание, вторичную тепловую обработку – термизацию. Затем перемешивание, охлаждение до температуры 40-50 °С в течение 30-60 сек, расфасовку, упаковку и доохлаждение. Термизацию, перемешивание и охлаждение осуществляют в куттере-диспергаторе. Изобретение позволяет экономить молочное сырье, снизить себестоимость, повысить пищевую и биологическую ценность продукта, получить продукт с диетическими и профилактическими свойствами, удлинить срок хранения [10].

Способ производства кисломолочного напитка на основе обезжиренного молока с солодовым экстрактом ячменя, сквашенного закваской, состоящей из молочнокислых бактерий рода *L. bulgaricus*, *Str. thermophilus*, *Lc. lactis*, *Lc. cremoris*, *Lc. Diacetylactis*, получен А.И. Баранниковым, Ю.А. Колосовым, Л.В. Енальевой, М.А. Леоновой и В.А. Бараниковым [11].

Изобретение Н.А. Тихомировой и В.В. Васильева относится к пищевой промышленности, в частности к производству кисломолочных продуктов. Способ предусматривает внесение в нормализованное молоко муки «Витазар», которую предварительно растворяют в части нормализованного молока в соотношении 1:3 соответственно. Затем смесь гомогенизируют, пастеризуют при температуре 90-95 °С в течение 30 мин. Охлаждают до температуры сквашивания, заквашивают путем внесения закваски, сквашивают до кислотности сгустка 75-80°Т и вязкости 20-25 секунд. После сквашивания сгусток перемешивают 3-9 минут. Изобретение позволяет получить продукт функционального назначения, увеличить вязкость сгустка, уменьшить время сквашивания, повысить стойкость в хранении [12].

На кафедре технологии молока и молочных продуктов ФГБОУ ВО «Вологодская ГМХА им. Н.В. Верещагина» ведется разработка нового сквашенного функционального продукта, обогащенного пищевыми волокнами, ПНЖК (ω -3 и ω -6) природного происхождения, в состав заквасочной микрофлоры которого входят пробиотические микроорганизмы.

Принимая во внимание политику импортозамещения, широко реализуемую сейчас в стране, в качестве функциональных компонентов необходимо выбрать сырье, производимое на территории нашей страны [13].

Вологодская область – исторический центр льноводства, здесь сохранены многовековые традиции отрасли, полный комплекс предприятий по глубокой переработке льна – «от поля до прилавка» [14].

В состав проектируемого продукта предлагается включить льняную муку и льняное масло в качестве функциональных добавок растительного происхождения.

Льняная мука – продукт помола семян льна после отделения от него масла [15]. Это ценнейший источник белка, жира, витаминов и минеральных веществ.

Пищевые волокна льняной муки представляют собой оболочки клеток семян, состоят из полисахаридов, крахмалов и лигнинов. Соотношение растворимых и нерастворимых волокон варьируется в пределах 1:4...2:3, что соответствует потребностям человека [16]. Нерастворимая фракция волокон состоит из клетчатки и сложных полимерных соединений (лигнины). Водорастворимой фракцией волокон являются слизистые вещества [17]. Лигнины, так же как и пектиновые вещества,

являются природными полимерами, обладают связывающими свойствами, что позволяет удерживать на своей поверхности токсины, болезнетворные бактерии, ионы металлов и выводить их из организма человека.

Льняное масло характеризуется высоким содержанием ненасыщенных жирных кислот (в %): 44–61 % линоленовой (Омега-3), 15–30 % линолевой (Омега-6), 13–29 % олеиновой (Омега-9), что позволяет использовать его в качестве их источника. Масло льна содержит значительное количество токоферолов (витамин Е), фолиевой кислоты и эстрогеноподобных фитогормонов (лигнанов) [18].

В качестве молочной основы используется смесь обезжиренного молока и пахты. Такой выбор обусловлен следующими преимуществами: переработка вторичного молочного сырья (рациональное использование), низкое содержание жира (диетические свойства), экономическая целесообразность.

Экспериментально установлено, что наилучшую консистенцию будет иметь продукт, в котором соотношение обезжиренного молока и пахты 1:2. Количество льняной муки варьировали от 1 до 5% к массе нормализованной смеси. Во всех образцах нового продукта наблюдалось отстаивание льняной муки.

При производстве кисломолочной продукции возможно использование стабилизаторов консистенции. В этом случае необходимо учитывать ряд закономерностей.

Известно, что высокомолекулярные вещества (ВМВ) – гидроколлоиды, входящие в состав стабилизационных систем, применяемых при производстве йогурта, образуют гели, проявляющие различные механические свойства в зависимости от типов связей, возникающих между макромолекулами полимера в растворе. Растворы ВМВ, в которых межмолекулярные связи чрезвычайно непрочны и количество постоянных связей мало, способны течь и не образуют прочной структуры в широком диапазоне концентраций и температур (крахмал, камеди).

Растворы высокомолекулярных веществ с большим количеством связей между макромолекулами дают жесткую пространственную сетку при небольшом увеличении концентрации, структура которой сильно зависит от температуры (желатин, низкометоксилированный пектин, агар, каррагинан). Наиболее низкой температурой гелеобразования обладает желатин. Его 10 %-ный раствор переходит в студень при температуре около 22 °С [19]. Смеси первых и вторых составляются с целью повышения их функциональности, т.е. проявления в той или иной степени свойств обеих групп.

Известно, что понижение температуры вызывает возникновение между молекулами полимера (гидроколлоида) связей, приводящих к структурированию. Постоянные связи между молекулами в растворах ВМВ могут образовываться в результате взаимодействия полярных групп, несущих электрический заряд различного знака, а также за счет химических связей. Структурирование – процесс появления и постепенного упрочнения пространственной сетки. При более высоких температурах из-за интенсивности микроброуновского движения число и длительность существования связей между макромолекулами невелики. Чем ниже температура, тем более расширяется и сдвигается в сторону большей прочности спектр контактов между макромолекулами.

Если образовавшиеся связи (коагуляционная структура) не слишком прочны, то механическое воздействие (перемешивание) может разрушить структуру. Но при устранении внешнего воздействия растворы обычно снова восстанавливают свою структуру и застудневают. Однако, когда система образована более проч-

ными связями (конденсационная структура) и представляет собой одну сплошную пространственную сетку, сильные механические воздействия вызывают ее необратимое разрушение [19].

На данный момент проводятся исследования по подбору вида стабилизатора консистенции и дозы его внесения.

Совместное использование молочной основы и растительного сырья позволяет разработать сквашенный напиток со сбалансированным белковым составом, обогащенный ПНЖК и пищевыми волокнами. Кроме того, появляется возможность расширения ассортимента инновационных продуктов здорового питания и сырьевой базы молочной отрасли в целом.

Список литературы:

1. Функциональные пищевые продукты. Введение в технологии / А.Ф. Доронин, Л.Г. Ипатова и др.; под ред. А.А. Кочетковой. – М.: ДеЛи принт, 2009. – 288 с.
2. Природные антиоксиданты. Содержание в пищевых продуктах и их влияние на здоровье и старение человека / Я.И. Яшин, В.Ю. Рыжнев, А.Я. Яшин, Н.И. Черноусова. – М.: Транслит, 2009. – 212 с.
3. Воробьев, А.А. Бактерии нормальной микрофлоры: биологические свойства и защитные функции / А.А. Воробьев // Микробиология. –1999. – № 6. – С. 102-105.
4. Ганина, В.М. Пробиотики. Назначение, свойства и основы биотехнологии: монография / В.И. Ганина. – М.: МГУПБ, 2001. – С. 169.
5. Ганина, В.И. Действие пробиотических продуктов на возбудителей кишечных инфекций / В.И. Ганина, Е.В. Большакова // Молочная промышленность. – 2001. – № 11. – С. 47-48.
6. Грунская, В.А. Пробиотические кормовые добавки и продукты на основе молочного сырья: монография / В.А. Грунская, Г.В. Борисова. – Вологда; Молочное: ИЦ ВГМХА, 2010. – 97 с.
7. Рожина, Н.В. Развитие производства функциональных пищевых продуктов / Н.В. Рожина // Молочная река. – 2007 (12). – С. 32-36.
8. Функциональные пищевые продукты. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/>
9. Тихомирова, Н.А. Технология продуктов функционального питания / Н.А. Тихомирова. – М.: Франтера, 2002. – 212 с.
10. Способ производства белкового кисломолочного продукта с зерновой добавкой повышенной стойкости: пат. 2002108468 Рос.Федерация: МПК: А23С23/00
11. Способ получения кисломолочного напитка: пат. 2494632 Рос.Федерация: МПК: А23С21/02
12. Способ получения кисломолочного продукта с мукой из зародышей пшеницы «Витазар»: пат. 2005116112/13 Рос.Федерация: МКИ7 А23С 9/13
13. ГОСТ Р 52349-2005 Продукты пищевые. Продукты пищевые функциональные. Термины и определения (с Изменением N 1). – М.: Стандартинформ, 2005. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200039951>
14. О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации: Указ Президента Российской Федерации от 31.12.2015 года. – Режим доступа:

<http://docs.cntd.ru/document/420327289>

15. Официальный портал Правительства Вологодской области. – Режим доступа: http://vologda-oblast.ru/o_region/brendy/vologodskiy_lyen/
16. Супрунова, И.А. Мука льняная – перспективный источник пищевых волокон для разработки функциональных продуктов / Техника и технология производств / ГОУ ВПО «Тихоокеанский государственный экономический университет». – 2010. – №4. – С. 137–140.
17. Роль пищевых волокон в питании человека / В.А. Тютельян, А.В. Погожева и др.; под ред. В.Г. Высоцкого.–М.: Новое тысячелетие, 2008. – 320 с.
18. Щербаков, В.Г. Биохимия и товароведение масличного сырья: учеб. для вузов / В.Г. Щербаков. – М.: КолосС, 2003. – 360 с.
19. Дидух, О. Молочная стабилизация / Дидух, О. Дидух Т. // Переработка молока. – 2009. – №5. – С. 24-29.

References:

1. Doronin A.F., Ipatova L.G. Funktsional'nye pishchevye produkty. Vvedenie v tekhnologii. [Functional food products. Introduction to technology]. Moscow, Deli Print Publ., 2009. 288 p.
2. Yashin Ya.I., Ryzhnev V.Yu., Yashin A.Ya., Chernousova N.I. Prirodnye antioksidanty. Soderzhanie v pishchevyh produktah i ih vliyanie na zdorov'e i starenie cheloveka. [Natural antioxidants. Their content in food products and their impact on human health and aging]. Moscow, Translit Publ., 2009. 212 p.
3. Vorob'ev A.A. Bacteria of normal microflora: biological properties and protective functions. Mikrobiologiya [Microbiology], 1999, no. 6, pp. 102- 105. (in Russian)
4. Ganina V.I. Probiotiki. Naznachenie, svoistva i osnovy biotekhnologii [Probiotics. Purpose, properties and bases of biotechnology]. Moscow, MGUPB Publ., 2001. 169 p..
5. Ganina V.I., Bolshakova E.V. Effect of probiotic products on pathogens of intestinal infections. Molochnaya promyshlennost' [Dairy industry], 2001, no. 11, pp. 47 - 48. (in Russian)
6. Grunskaya V.A., Borisova G. V. Probioticheskie kormovye dobavki i produkty na osnove molochnogo syr'ya [Probiotic feed additives and milk-based products], Vologda-Molochnoe, VGMKhA Publ., 2010. 97 p.
7. Rozhina N.V. Development in production of functional food products. Molochnaya reka [River of Milk], 2007, Vol.12, pp. 32-36. (in Russian)
8. Functional food products. Available at: <https://ru.wikipedia.org/wiki/>
9. Tikhomirova N.A. Tekhnologiya produktov funktsional'nogo pitaniya [Technology of functional food products]. Moscow, Frantera Publ., 2002. 212 p.
10. Sposob proizvodstva belkovogo kislomolochnogo produkta s zernovoy dobavkoy povyshennoy stoykosti [Method of manufacturing a protein fermented milk product with grain additive of increased resistance]. Patent RF, no. 2002108468.
11. Sposob polucheniya kislomolochnogo napitka [Method of manufacturing a fermented milk drink], Patent RF, no. 2494632
12. Sposob polucheniya kislomolochnogo produkta s mukoy iz zarodyshey pshenitsy "Vitazar" [Method of producing a fermented milk product with Vitazar wheat germ flour], Patent RF, no. 2005116112/13.
13. State Standard 52349-2005 Food products. Functional food products. Terms and definitions (with Amendments no. 1). Moscow, Standartinform Publ., 2005. Available

at: <http://docs.cntd.ru/document/1200039951>. (in Russian)

14. Ukaz prezidenta Rossiyskoy Federatsii O Strategii natsional'noy bezopasnosti Rossiyskoy Federatsii [Decree of the President of the Russian Federation On the national security strategy of the Russian Federation], dated Dec.31 2015. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/420327289>

15. Ofitsial'nyy portal pravitel'stva Vologodskoy oblasti [Official portal of the Vologda region government]. Available at: http://vologda-oblast.ru/o_regione/brendy/vologodskiy_lyen/

16. Suprunova I.A. Flax flour as a promising food fiber source for development of functional products. Tekhnika i tekhnologiya proizvodstv [Technology and Production Technology], GOU VPO the Pacific State Economic University Publ., 2010, no. 4, pp. 137-140. (in Russian)

17. Tutel'yan V.A., Pogozeva A.V. Rol' pishchevyh volokon v pitanii cheloveka [Role of dietary fiber in human nutrition], Moscow, Novoe tysyacheletie Publ., 2008. 320p.

18. Shcherbakov V.G. Biokhimiya i tovarovedenie maslichnogo syr'ya [Biochemistry and raw oilseed merchandising], Moscow, KolosS Publ., 2003. 360p.

19. Didukh O., Didukh T. Dairy stabilization. Pererabotka moloka [Processing of milk], 2009, no. 5, pp. 24-29. (in Russian)

Use of regional raw materials in functional product manufacture

Zabegalova Galina Nikolaevna, Candidate of Science (Technics), associate professor of Milk and Dairy Product Technology Chair

e-mail: zgn81@yandex.ru

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education the Vereshchagin State Dairy Farming Academy of Vologda


Kurenkova Lyudmila Aleksandrovna, Candidate of Science (Technics), lecturer of Milk and Dairy Product Technology Chair

e-mail: kurenkova.35@rambler.ru

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education the Vereshchagin State Dairy Farming Academy of Vologda

Abstract. The authors of the article have analyzed scientific and technical and patent literature in the field of producing functional fermented milk drinks as well as in the field of using grain fillers. The researchers offer to use regional raw materials as functional components. Linen flour and linseed oil are offered to be added as functional additives of plant origin into the projected product composition. The article describes the research of determining the composition of the fermented skim milk product.

Keywords: fermented functional product, skim milk, buttermilk, linseed oil, linen flour, polyunsaturated fatty acids, food fibers.



Рефераты
Summaries

[Молочнохозяйственный вестник, 2018, №3(31)[
с. 8-15
Табл. 2. Ил. 1. Библ. 13.

Динамика уровня фибриногена рыб под влиянием стресса

Д.И. Березина, Л.Л. Фомина. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина»

Blood fibrinogen dynamics in fish under stress

Berezina, D.I.
vetxwork@gmail.com
Fomina, L.L.
fomina-luba@mail.ru

Ключевые слова: гемостаз, фибриноген, кортизол, рыбы, стресс, гипоксия, карп.

Keywords: hemostasis, fibrinogen, cortisol, fish, stress, hypoxia, carp.

Реферат

В работе приведены результаты исследования уровня фибриногена плазмы крови карпа (*Cyprinus carpio*) при стрессорных реакциях под влиянием острой гипоксии. Работа выполнена на кафедре ВНБ, хирургии и акушерства факультета ветеринарной медицины и биотехнологий Вологодской ГМХА имени Н. В. Верещагина. Забор крови проводился шприцем из хвостового гемального канала через 24, 48, 72 и 96 часов после влияния стресс-фактора, при этом до воздействия стресса количество фибриногена составило $1,3 \pm 0,2$ г/л, а в последний день эксперимента – $2,0 \pm 0,1$ г/л соответственно. Проанализирована зависимость этого показателя от стресс-маркера кортизола (в первый день эксперимента – $287,2 \pm 28,9$ нг/мл, в последний день – $211,8 \pm 112,2$ нг/мл) на основе корреляционно-регрессионного анализа. Установлено, что по увеличению количества фибриногена в крови рыб к 4-му дню эксперимента процессы коагуляции очевидно ускорились под воздействием гипоксического стресса, а динамика кортизола соответствует стадиям классического адаптационного синдрома.

Summary

The paper presents the results of studying plasma fibrinogen level in carps (*Cyprinus carpio*) under acute hypoxia stress. The research has been carried out by the specialists of the Chair of Internal Noncontagious Diseases and the Chair of Surgery and Obstetrics, Faculty of Veterinary Medicine and Biotechnology, the Vereshchagin State Dairy Farming Academy of Vologda.

The blood has been sampled with a syringe from the caudal hemal canal in 24, 48, 72 and 96 hours after the stress. Before the stress, the fibrinogen amount has been 1.3 ± 0.2 g/l, and on the last day of the experiment it has been 2.0 ± 0.1 g/l, respectively. The authors have analyzed the dependence of this indicator on the stress marker of cortisol (287.2 ± 28.9 ng/ml on the first day of the experiment, 211.8 ± 112.2 ng/ml on the last day) using correlation and regression analysis. Judging by the increase of

fibrinogen level in the fish blood, the coagulation processes have accelerated under hypoxic stress by the 4th day of the experiment, and the dynamics of cortisol corresponds to the stages of the classical adaptation syndrome.

[Молочнохозяйственный вестник, 2018? №3(31)]
с. 16-23
Табл.2. Библ.18.

Биохимическое исследование крови высокопродуктивных лактирующих коров в период раздоя в зависимости от системы содержания

Работа выполнена в рамках выполнения гранта №18-416-350006

И.В. Гусаров, П.А. Фоменко, Е.В. Богатырёва, Северо-Западный научно-исследовательский институт молочного и лугопастбищного хозяйства – обособленное подразделение ФГБУН «Вологодский научный центр Российской академии наук».

Biochemical blood test in high-yielding lactating cows during the initial stage of lactation depending on the housing system

The work was carried out within the framework of the grant №18-416-350006

Gusarov, I.V.

i-gusarov@yandex.ru

Fomenko, P.A.

polinafomenko208@gmail.com

Bogatyryova, E.V.

laboratoriahimanaliza@gmail.com

Ключевые слова: рацион, лактирующие коровы, система содержания, система кормления, раздой, биохимические параметры.

Keywords: ration, lactating cows, housing system, feeding system, initial stage of lactation, biochemical parameters.

Реферат

Вологодская область традиционно занимает одно из ведущих мест в России по производству и качеству молока-сырья. Устойчивая высокая продуктивность и стабильное качество молока получили свое развитие благодаря применению современных технологий содержания животных и нормированному, полноценному кормлению животных. В регионе применяются как привязный, так и беспривязный способ содержания животных, при которых разрабатываются прогрессивные системы кормления крупного рогатого скота. Объектом исследований являлись молочные коровы чёрно-пёстрой породы сельскохозяйственного предприятия Вологодской области. Животных по принципу пар-аналогов разбивали на две группы – контрольную и опытную, по десять голов. Продолжительность опыта составляла 100 дней лактации коров. В конце эксперимента у подопытных животных осуществляли забор крови из яремной вены для проведения биохимического анализа. Рационы скота состояли из одинакового набора кормов. В ходе исследования установлено, что метаболиты крови у коров в период раздоя были в пределах физиологической нормы как при привязном содержании, так и при беспривязном содержании. Однако следует отметить, что биохимические параметры крови были лучше у животных при привязном содержании по сравнению с беспривязным. В целом полученные в опыте результаты показали, что в период раздоя высокопродуктивных молочных коров биохимические параметры крови при привязном содержании оптимальны к установленной норме, что свидетельствует о более полноценном питании коров

содержащихся на привязи.

Summary

The Vologda region traditionally occupies one of the leading places in Russia for the production and quality of raw milk. Steady high productivity and stable quality of milk have developed due to the use of modern technologies of keeping animals and standardized full-value animal feeding. In the region, both tied and free stall housing systems are used, where innovative cattle feeding systems are being developed. The object of the research was dairy cows of black and motley breed of an agricultural enterprise of the Vologda region. Animals were divided into two groups (control and experimental), ten heads each, on the principle of pairs-analogues. The duration of the experiment was 100 days of cows' lactation. At the end of the experiment, blood samples for biochemical analysis were taken from the the jugular vein of experimental animals. Livestock diets consisted of the same set of feeds. In the course of the study, it was established that the blood metabolites of cows during the initial stage of lactation were within the physiological norm, both in tied and free stall housing systems. However, it should be noted that the biochemical parameters of the blood were better in animals in tied housing system compared to those in free stall housing system. On the whole, the results obtained in the experiment showed that during the initial stage of lactation the biochemical parameters of blood in high-yielding dairy cows kept in tied housing system are optimal to the established norm, which indicates a more balanced diet of cows kept in tied housing system.

[Молочнохозяйственный вестник, 2018, №3(31)]

с. 24-35

Ил. 2. Библ. 24.

Редактирование генома сельскохозяйственных животных с помощью технологии CRISPR/Cas9

Исследования проведены при финансовой поддержке ФАНО; тема ГЗ: АААА–А18-118021590138-1

Т.А. Ларкина, А.А. Крутикова, Л.В. Козикова, Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных, филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста»

Editing the genome of farm animals using CRISPR / Cas9 technology

Larkina, T.A.

tanya.larkina2015@yandex.ru

Krutikova, A.A.

anntim2575@mail.ru

Kozikova, L. V.

larkozik@list.ru

Ключевые слова: CRISPR/Cas9, редактирование генома, мРНК, ген, мутация.

Keywords: CRISPR / Cas9, editing the genome, mRNA, gene, mutation.

Реферат

Много лет прошло с момента получения первых генетически модифицированных сельскохозяйственных животных. За это время совершенствовался и расширялся спектр методов геномной инженерии животных. В сравнении с модельными объектами в лаборатории проведение эксперимента для всех видов сельскохозяйственных животных является трудоемким и затратным, это можно связать с физиологией и с условиями содержания животных. Поэтому ведется поиск современных методов геномной инженерии для эффективности существующих методов трансгенеза. Одной из самых обсуждаемых тем в мире стало появление технологии CRISPR/Cas9, она оказала огромное влияние на молекулярную биологию, она позволяет добавлять, удалять и вносить изменения в геном высших организмов. Благодаря исследованию адаптивной иммунной системы бактерий появилась технология редактирования, и основана она на способности бактерии узнавать вирусную ДНК и ликвидировать ее. При этом в системе CRISPR/Cas9 задействованы только два компонента: фермент Cas9 и короткие некодирующие последовательности CRISPR РНК (crRNA/gRNA/хнРНК). Это может стать мощным инструментом для создания животных с улучшенным метаболизмом для повышения качества и эффективности производства продукции. Получение генетически устойчивых пород и линий животных к различным инфекционным и генетическим заболеваниям. А самое главное – новое поколение трансгенных животных может стать донорами органов при ксенотрансплантации (от животного человеку). В перспективе можно ожидать

идентификации новых уникальных ДНК и РНК-редактирующих нуклеаз среди тысяч белков из CRISPR/Cas-систем.

Summary

Many years have passed since the first genetically modified agricultural animals. During this time the genomic engineering methods of animals have been improved and expanded. In comparison with model objects in the laboratory, carrying out experiments for all types of farm animals is time-consuming and costly, this can be related to physiology and conditions of animal maintenance. Therefore, modern methods of genetic engineering are being searched for the effectiveness of transgenesis existing methods. One of the most discussed topics in the world is the emergence of CRISPR / Cas9 technology, it had a huge impact on molecular biology, it allows adding, removing and making changes to the genome of higher organisms. Through the study of bacteria adaptive immune system, the editing technology has emerged and is based on the ability of the bacteria to recognize viral DNA and eliminate it. At the same time, only two components are involved in the CRISPR / Cas9 system: the Cas9 enzyme and short non-coding sequences of CRISPR RNA (crRNA / gRNA / xnRNA). This can be a powerful tool for creating animals with improved metabolism to increase quality and efficiency of production. Obtaining genetically resistant breeds and lines of animals for various infectious and genetic diseases. The most important is that a new generation of transgenic animals can become organ donors with xenotransplantation (from animal to human). In the long term, it is possible to expect identification of new unique DNA and RNA-editing nucleases among thousands of proteins from CRISPR / Cas systems.

[Молочнохозяйственный вестник, 2018, № 3(31)]
с. 36-53
Табл. 2. Ил. 5. Библ. 34.

Прогрессивная агрономия в создании и эффективном использовании высокопродуктивных сенокосно-пастбищных угодий для молочно-товарного скотоводства

В.В. Линьков, Учреждение образования «Витебская ордена «Знак Почёта» государственная академия ветеринарной медицины»

Progressive Agronomy in Creation And Effective Use of High-Productive Haying Pasture Lands for Dairy Cattle Breeding

Linkov, V.V.
linkovvitebsk@mail.ru

Ключевые слова: прогрессивная агрономия; молочно-товарное скотоводство; сенокосно-пастбищные угодья; экономическая эффективность.

Keywords: progressive agronomy; dairy cattle breeding; haying pasture lands; economic efficiency.

Реферат

Результатом многолетних производственных исследований (1983–2017 гг.), осуществлённых в условиях различных крупнотоварных агропредприятий Могилёвской, Минской и Витебской областей стала предлагаемая к обсуждению новая концепция прогрессивной агрономии, позволившая разработать эффективные механизмы создания высокопродуктивных сенокосно-пастбищных угодий для молочно-товарного скотоводства. Исследованиями установлено, что в различных условиях хозяйствования могут быть использованы разные подходы перераспределения имеющихся в агрохозяйствах видов ресурсного потенциала. При этом представленный анализ производственной эффективности высокопродуктивного пастбища позволяет ориентировать практикующих специалистов сельского хозяйства на разработку сугубо индивидуального (для каждого конкретного агрохозяйства) подхода формирования собственной концепции создания сенокосно-пастбищных угодий, позволяющих полностью закрыть вопрос кормопроизводства в летний и частично – в зимний период времени сельскохозяйственного года. Обнародованная для практического применения инновация позволяет изыскать внутрихозяйственные экономические резервы получения чистой прибыли на каждый балло-гектар сельскохозяйственных угодий в размере: по сенокосным угодьям 1,33 долл; по получению зелёной массы многолетних трав и использованию её в качестве подкормки животным дойного стада 1,81 долл.; по пастбищным угодьям 5,24 долл.

Summary

The result of industrial researches (1983-2017) carried out in the conditions of various large-scale agricultural enterprises in Mogilev, Minsk and Vitebsk Oblast was the new concept of progressive agronomy proposed for discussion. It allowed developing effective mechanisms for creating highly productive meadow-pasture lands for dairy

cattle breeding. Studies have established that different approaches to the redistribution of available resource types in agricultural economies can be used in various management conditions. At the same time, the presented analysis of the production efficiency of highly productive pastures makes it possible to orient the practicing specialists in agriculture to develop an exclusively individual (for each specific agricultural) approach to form their own concept for creating haymaking and pasture lands that completely cover the issue of fodder production in the summer and partly in the winter period of agricultural of the year. The innovation, published for practical application, makes it possible to find inside economic reserves for obtaining net profit per each hectare of agricultural land in the amount of: on hayfields \$ 1.33; on receipt of the green mass of perennial grasses and its use as a feeding of the animal milking herd 1.81 \$; on pasture lands 5.24 \$.

[Молочнохозяйственный вестник, 2018, №3(31)]

с. 54-61

Табл. 3., Ил. 1., Библ. 11.

Совершенствование выращивания молодняка овец романовской породы

А. А. Механиков, Крестьянско-фермерское хозяйство Механиковой М.В.
М.В. Механикова, Е.А. Третьяков, В.А. Механиков, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н. В. Верещагина»
С.А. Холов, Крестьянско-фермерское хозяйство «Балцувон»

Improving the Romanov young sheep raising

Mekhanikov, A.A.

al.mexanickow@yandex.ru

Mehanikova, M.V.

mehanikovamv@molochnoe.ru

Tretyakov, E.A.,

evgen-tretyakov@yandex.ru

Mekhanikov, V.A.

mexan_mexa@mail.ru

Kholov, S. A.

holov_sa@gmail.com

Ключевые слова: овцеводство, романовская порода, корма, добавки, живая масса.

Keywords: sheep breeding, the Romanov breed, feeds, additives, live weight.

Реферат

Проанализированы результаты десятилетнего опыта крестьянско-фермерского хозяйства Механиковой Марины Вениаминовны, расположенного в Вологодской области и занимающегося совершенствованием племенных и продуктивных качеств овец романовской породы. На предприятии внедрена технология выращивания ремонтного молодняка, позволяющая получать качественное племенное поголовье в соответствии с мировыми стандартами. Нормированное кормление молодняка овец, оптимальная продолжительность подсосного периода и своевременное приучение к потреблению растительных кормов обеспечивают получение к году ярок с живой массой 55–60 кг. В хозяйстве организация кормления осуществляется согласно принятой схеме, в которой сначала по дням, а затем по месяцам указаны суточные дачи молока и ЗЦМ, сена, концентрированных кормов и минеральных добавок. Доведение до молодняка овец планируемых рационов позволяет достичь высокой энергии роста: в подсосный период среднесуточные приросты ярок составляют 192 г, с возрастом они постепенно снижаются до 166 г и во время суягности – до 100 г, что соответствует требованиям стандарта по породе и показателям передовых овцеводческих хозяйств данного (шубного) направления продуктивности. Молодняк овец романовской породы крестьянско (фермерского) хозяйства Механиковой М.В. успешно реализуется в районах Вологодской области

и в других регионах России.

Summary

The results of the ten-year experience of a peasant farm of M.V. Mekhanikova located in the Vologda Region and engaged in improving breeding and productive qualities of the Romanov sheep have been analyzed. At the enterprise the technology of raising the repair young animals allowing to receive quality breeding livestock according to the international standards has been introduced. Normalized feeding of young sheep, the optimal duration of the suckling period and timely teaching them to consume plant feeds provide receiving by the age of one year the lambs having live weight of 55–60 kg. On the farm feeding is carried out according to the accepted scheme in which daily norms of milk and whole milk substitute, hay, concentrated feeds and mineral additives are specified at first by days, and then by months. Giving planned rations to the young sheep allows to achieve high growth energy: in the suckling period the average daily gain of a lamb is 192 g, with age it gradually decreases to 166 g and during pregnancy it decreases to 100 g, which meets the requirements of the standard for the breed and the indicators of advanced sheep farms of this (fur) direction of productivity. The Romanov young sheep from a peasant farm of M.V. Mekhanikova are successfully sold in the districts of the Vologda Region and in other regions of Russia.

[Молочнохозяйственный вестник, 2018, №3(31)]

с. 62-70

Табл. 3. Библ. 12.

Влияние различных рационов кормления на повышение достоверности ассоциации между полиморфизмом в гене MSTN и ростом живой массы у молодняка петушков пушкинской породы

О.В. Митрофанова, Н.В. Дементьева, Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр животноводства – ВИЖ имени академика Л. К. Эрнста»

Influence of Different Diets on Reliability Increase of Association between Polymorphism in MSTN Gene and Live Weight Increase at Youngsters of Pushkin Breed Cockerels

Mitrofanova, O.V.

mo1969@mail.ru

Dement`eva, N.V.

dementevan@mail.ru

Ключевые слова: петушки, пушкинская порода, живая масса, миостатин, ПЦР-ПДРФ, полиморфизм, ДНК.

Keywords: cockerels, Pushkin breed, live weight, myostatin, PCR-RFLP, polymorphism, DNA.

Реферат

С помощью ПЦР-ПДРФ метода была проанализирована взаимосвязь однонуклеотидной замены в положении rs313744840 в гене миостатина и скорости роста петушков пушкинской породы из биоресурсной коллекции (Санкт-Петербург, Пушкин), выращенных на разном типе корма. Петушков взвешивали при рождении, а затем в возрасте 7, 14, 21, 34, 40, 49, 56, 63, 70 и 90 дней. Изучались две группы птицы, различающиеся по типу кормления на стадии выращивания. У петушков, выращенных на кормах для бройлеров (n=52), наибольшими привесами отличались гетерозиготы AG по замене rs313744840 в гене миостатина, которые начали достоверно ($p < 0,05$) отличаться от своих сверстников с 14 дня жизни. У петушков, выращенных на кормах для молодняка несушек (n=46), преимуществом в росте обладали гомозиготы AA, но различия между группами оказались недостоверными. При сравнении особей с гетерозиготным генотипом AG по замене rs313744840 в гене MSTN петушки, выращиваемые на бройлерных кормах, достоверно превосходили по показателям живой массы своих сверстников практически в течение всего периода наблюдения. Использование корма с повышенным содержанием протеина и обменной энергии позволяет реализовать генетический потенциал птицы.

Summary

Using the PCR-RFLP method the interrelation of a single nucleotide substitution in the position of rs313744840 in the myostatin gene and the rate of growth of Pushkin breed cockerels from bioresource collection (St. Petersburg, Pushkin) grown on different

types of feed has been analyzed. Cockerels were weighed at birth and at the age of 7, 14, 21, 34, 40, 49, 56, 63, 70 and 90 days. Two groups of birds differing in type of feeding at the rearing stage have been studied. In cockerels grown on the diet for broilers (n = 52) the AG heterozygotes in substitution of rs313744840 in the myostatin gene have differed by the greatest weight gain, they began to show the significant difference ($p < 0.05$) to their peers from the 14th day of life. In cockerels grown on feed for young laying hens (n = 46) the AA homozygotes have had an advantage in growth, but the difference between the groups has proved to be unreliable. Individuals grown on feeds for broilers with the heterozygous AG genotype in substitution of rs313744840 in the parsley MSTN gene exceeded the live weight of their peers practically during the entire observation period. The use of feed with increased protein content and available energy makes it possible to realize the genetic potential of the bird.

[Молочнохозяйственный вестник, 2018, №3(31)]
с. 71-78
Табл. 3. Ил. 1. Библ. 13.

Расширение спектра заквасочной микрофлоры в технологии кисломолочного продукта с гидролизатом сывороточных белков

А.А. Абабкова, Акционерное общество «Учебно-опытный молочный завод» ВГМХА им. Н.В. Верещагина

А.Л. Новокшанова, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина»

Expansion of the Starter Microflora Spectrum in the Technology of Fermented Product with Whey Protein Hydrolyzate

Ababkova, A.A.

primadonna.88@yandex.ru

Novokshanova, A.L.

alnovokshanova@gmail.com

Ключевые слова: гидролизат сывороточных белков, кисломолочный продукт, функциональный продукт, пробиотик, заквасочная микрофлора, пахта, обезжиренное молоко.

Keywords: whey protein hydrolyzate, fermented milk product, functional product, probiotic, starter microflora, buttermilk, skimmed milk.

Реферат

Изучены возможности использования поливидовой закваски, состоящей из *Lactobacillus delbrueckii* подвид *bulgaricus*, комбинации пяти видов бифидобактерий (*B. bifidum*, *B. longum*, *B. adolescentis*, *B. breve*, *B. infantis*) и *Streptococcus thermophilus* в соотношении 1:1:2, при сквашивании вторичного молочного сырья в присутствии гидролизата сывороточных белков (ГСБ) с глубокой степенью гидролиза и высокой концентрацией свободных аминокислот. Исследования проводились в России (Вологодская область). Молочное сырье – ГСБ (производство Россия), пахта и обезжиренное молоко, получаемые в промышленных условиях. В опытные образцы вносили ГСБ в количестве от 1 до 3%. Контрольные образцы – пахта и обезжиренное молоко без ГСБ. Опытные и контрольные образцы сквашивали комбинацией указанных микроорганизмов при температуре 41 °С в течение 6 часов. В результате внесения ГСБ содержание белка в молочной основе повышается настолько, что более 12 % пищевой ценности продукта обеспечивается белком. Анализ данных, полученных при посеве продукта на питательную среду, свидетельствует, что при внесении ГСБ в продукт от 1 до 3% количество пробиотических микроорганизмов в опытных образцах увеличивалось по сравнению с контролем. Общее количество молочнокислых микроорганизмов в контрольных и опытных образцах составляло не менее 1×10^8 КОЕ/см³. Полученные результаты подтверждают, что использование поливидовой закваски микроорганизмов, включающей *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus bulgaricus* и концентрат бифидобактерий, в комплексе с ГСБ позволяет получить кисломолочный продукт с пробиотическими свойствами.

Summary

The possibilities of using polyspecific starter consisting of *Lactobacillus delbrueckii* subspecies *bulgaricus*, combinations of five types of bifidobacteria (*B. bifidum*, *B. longum*, *B. adolescentis*, *B. breve*, *B. infantis*) and *Streptococcus thermophilus* in the ratio 1: 1: 2 by fermenting secondary dairy raw material in the presence of whey protein hydrolyzate (WPH) with a deep degree of hydrolysis and a high concentration of free amino acids were studied. The research was conducted in Russia (the Vologda region). Milk raw materials are WPH (produced in Russia), buttermilk and skimmed milk, obtained in industrial conditions. In prototypes, WPH was added in an amount of 1% to 3%. Control samples - buttermilk and skimmed milk were without WPH. Experimental and control samples were fermented with a combination of these microorganisms at a temperature of 41 ° C for 6 hours. As a result of the introduction of WPH, the protein content of the milk base is increased, more than 12% of the nutritional value of the product is provided by the protein. The data analysis obtained when the product is sown to the nutrient substratum indicates that when the WPH was introduced into the product from 1% to 3%, the amount of probiotic microorganisms in the test samples increased in comparison with the control ones. The total number of lactic acid microorganisms in the control and test samples was not less than 1×10^8 CFU / cm³. The obtained results confirm that the use of the poly-species starter of microorganisms, including *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus bulgaricus* and bifidobacterium concentrate, in combination with WPH, allows obtaining a fermented milk product with probiotic properties.

[Молочнохозяйственный вестник, 2018, №3(31)]
с. 79-90
Табл. 5 , Ил. 1, Библ. 18

Теоретические и практические аспекты процесса кристаллизации лактозы в производстве сгущенных молочных консервов с сахаром

Ю.В. Виноградова, А.И. Гнездилова, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина»

Theoretical and practical aspects of lactose crystallization in sweetened condensed milk production

Vinogradova, Yu.V.
vinogradova_vgmha@mail.ru
Gnezdilova, A.I.
gnezdilova.anna@mail.ru

Ключевые слова: молочный, консервированный, кристаллизация, пересыщение.

Keywords: milk, canned, crystallization, supersaturation.

Реферат

Целью настоящей работы явился сравнительный анализ различных параметров проведения и способов интенсификации процесса кристаллизации лактозы в производстве сгущенных молочных консервов с сахаром, а также разработка рекомендаций для производства. Исследования различных способов внесения затравки показали, что наиболее эффективен способ кристаллизации лактозы за счет внесения затравочной пасты, приготовленной путем смешения мелкокристаллической лактозы с подсолнечным маслом в соотношении 1:1 или 2:1. В связи с увеличением объемов выработки молочных продуктов, в которых ингредиенты молока частично заменены на ингредиенты немолочного происхождения, целесообразно проводить уточнение температуры внесения затравки с учетом определения границы метастабильности. Для интенсификации процесса кристаллизации лактозы и более эффективного снятия пересыщения нами был разработан температурный режим, согласно которому охлаждение сгущенных молочных консервов с сахаром рекомендуется проводить в две ступени. Интенсивное охлаждение продукта на первой ступени предлагается осуществлять со скоростью 10–15 град/мин. Охлаждение на второй ступени рекомендуется проводить с учетом скорости кристаллизации лактозы. Двухступенчатый способ охлаждения позволяет улучшить качество готовой продукции по сравнению с традиционным за счет снижения среднего линейного размера кристаллов лактозы на 18-25%, что подтверждается также органолептической оценкой.

Summary

The purpose of the work is the comparative analysis of various parameters and intensifying ways by lactose crystallization in sweetened condensed milk preserves production and the development of recommendations for production. Studies of various

inoculation methods have shown that the most effective way is to crystallize lactose by introducing a seed paste prepared by mixing small-crystalline lactose with sunflower oil in a ratio of 1: 1 or 2: 1. Due to increasing dairy products manufacturing where milk constituents partially replaced by non-dairy milk ingredients it is advisable to refine the seeding temperature taking into account the metastability limits. To intensify the process of lactose crystallization and remove supersaturation more efficiently we have developed a temperature regime according to which cooling condensed milk preserves with sugar is recommended to be carried out in two stages. Intensive cooling of a product at the first stage is proposed to be carried out at a speed of 10-15 deg/min. Cooling in the second stage is recommended to take into account the speed of lactose crystallization. The two-stage cooling method allows improving the quality of the finished product in comparison with the traditional one by reducing the average linear size of lactose crystals by 18-25% that is also confirmed by an organoleptic evaluation.

[Молочнохозяйственный вестник, 2018, №3(31)]
с. 91-103
Табл. 1. Ил. 6. Библ. 10 .

Микробиологические аспекты производства обогащенных кисломолочных продуктов

Грунская В. А., Габриелян Д.С., Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина»

Microbiological Aspects of Enriched Fermented Milk Products Manufacture

Grunskaya, V. A.
grunskaya.vera@yandex.ru
Gabrielyan, D. S.
dg050272@yandex.ru

Ключевые слова: сыворотка молочная подсырная, обезжиренное молоко, пробиотическая микрофлора, пропионовокислые бактерии, ацидофильная молочнокислая палочка, кефирная закваска.

Keywords: cheese whey, skimmed milk, probiotic microflora, propionic acid bacteria, acidophilic lactobacillus, kefir starter.

Реферат

Исследована возможность использования пропионовокислых бактерий и ацидофильной молочнокислой палочки в качестве пробиотической микрофлоры. Рассмотрена возможность использования в составе поликомпонентной закваски микрофлоры кефирных грибков. Проведена сравнительная оценка развития заквасочных культур в подсырной сыворотке и обезжиренном молоке. Отмечено уменьшение активности роста и кислотообразования при их культивировании в сыворотке. Для повышения активности развития заквасочной микрофлоры, улучшения органолептических показателей продукта показана целесообразность включения в сывороточную основу продукта обезжиренного молока. Исследовано влияние активности развития заквасочной микрофлоры на показатели качества готового продукта (выраженность вкуса и аромата, консистенцию, микробиологические показатели, в т.ч. содержание пробиотической микрофлоры). Скорость развития микрофлоры закваски предлагается регулировать начальным соотношением культур в составе закваски, дозой закваски и температурой сквашивания с учетом создания более благоприятных условий для пропионовокислых бактерий, характеризующихся пониженной биохимической активностью в молочных средах. Установлено, что пропионовокислые бактерии наиболее активно развивались в совместных культурах при дозе кефирной закваски 1,5–2 %, ацидофильных молочнокислых палочек – 0,1–0,5 %. Выявлено, что средняя удельная скорость роста пропионовокислых бактерий увеличивалась в 1,53–2,21 раза по сравнению с их чистой культурой. Использование для ферментации молочно-сывороточной среды поликомпонентной закваски, содержащей в определенном соотношении пропионовокислые бактерии, кефирную закваску и ацидофильные молочнокислые палочки (2,5:2:0,5 соответственно) и

оптимальной для пропионовокислых бактерий температуры (30 °С) обеспечивает наиболее высокий выход жизнеспособных клеток пропионовокислых бактерий (125 ± 28 млн. КОЕ/см³) при достаточно высоком содержании ацидофильной палочки (120 ± 52 млн. КОЕ/см³). Установлено улучшение органолептических показателей опытных вариантов при использовании поликомпонентных заквасок по сравнению с чистой культурой пропионовокислых бактерий (вкуса и запаха – на 1-3 балла, консистенции – на 1,5, общей балльной оценки – на 2,5–4,5 балла).

Результаты выполненных исследований позволили рекомендовать состав поликомпонентной закваски для ферментированных молочно-сывороточных напитков с выраженными пробиотическими свойствами.

Summary

The possibility of using propionic acid bacteria and acidophilic lactobacillus as a probiotic microflora has been analyzed. The possibility of using the kefir grains microflora in the composition of a polycomponent starter has been considered. A comparative assessment of starter cultures development in cheese whey and skimmed milk has been carried out. A decrease in the activity of growth and acid formation during their cultivation in whey has been noted. It has been shown that it is advisable to include a skimmed milk product in the whey basis to increase the activity of starter microflora development, to improve the organoleptic characteristics of the product. The influence of starter microflora activity on the quality indicators of the finished product (flavor and aroma intensity, consistency, microbiological indices, including the content of probiotic microflora) has been studied. The rate of starter microflora development is suggested to be regulated by the initial ratio of cultures in the composition of a starter, the dose of a starter and the temperature of fermentation, taking into account the creation of more favorable conditions for propionic acid bacteria characterized by a lower biochemical activity in dairy environments. It has been established that propionic acid bacteria have developed most actively in joint cultures with a dose of kefir starter 1.5-2%, acidophilic lactobacilli 0.1-0.5%. It has been revealed that the average specific growth rate of propionic acid bacteria has increased 1.53-2.21 times in comparison with their pure culture. The use of a polycomponent starter culture containing at the specific ratio propionic acid bacteria, kefir grains starter and acidophilic lactobacilli (2.5: 2: 0.5, respectively) and a temperature optimal for propionic acid bacteria (30 ° C) ensures the highest yield of viable propionic acid bacteria cells (125 ± 28 million CFU / cm³) at a sufficiently high content of acidophilus bacterium (120 ± 52 million CFU / cm³). The organoleptic parameters of the experimental variants have been improved when using polycomponent starter cultures in comparison with the pure culture of propionic acid bacteria (taste and odor by 1-3 points, consistency by 1.5 points, total score by 2.5-4.5 points).

The results of the conducted research make it possible to recommend the composition of a polycomponent starter for fermented milk whey drinks with pronounced probiotic properties.

[Молочнохозяйственный вестник, 2018, №3(31)]
с. 104-115
Табл. 2. Ил. 4. Библ. 11.

Разработка туковой сеялки с дозирующим устройством на базе гибкого односпирального шнека

С.Л. Дёмшин, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого»

The development of a seed cum fertilizer drill with a dosing device based on a flexible single helix auger

Dyomshin, S.L.
sergdemshin@mail.ru

Ключевые слова: дернинная сеялка, полосной посев семян трав, минеральные удобрения, туковая сеялка, спирально-шнековый высеваящий аппарат, показатели качества высева туков.

Keywords: sod seeder, direct strip sowing of grass seeds, mineral fertilizers, seed cum fertilizer drill, spiral-auger seeding machine, quality indicators of seeding of mineral fertilizers.

Реферат

Гибкие одно- и многоспиральные шнеки нашли широкое применение в качестве транспортирующих машин в химическом, пищевом и сельскохозяйственном производстве. На базе односпирального шнека предложена оригинальная конструкция транспортирующе-дозировочного устройства туковой сеялки для полосного высева минеральных удобрений. Спирально-шнековый туковысевающий аппарат выполнен из пружин с правой и левой навивкой, расположенных на валу по разные стороны от выпускных окон. Норма высева регулируется передаточным отношением привода и изменением шага пружины. Экспериментальные исследования показали, что минимум коэффициента вариации нормы высева и измельчения туков достигнут при частоте вращения $n = 28-35$ мин⁻¹, диаметре спирали $D = 42-47$ мм, диаметре проволоки $d_{пр} = 5$ мм, шаге спирали $S = 10-12$ мм. Лабораторно-полевые испытания выявили, что туковая сеялка агрегата АДК-2,8 надёжно осуществляет полосной высева минеральных удобрений с нормой высева 80–290 кг/га при неравномерности высева между аппаратами 13,5% и нестабильности дозы высева 5,7%.

Summary

Flexible single helix and multi-spiral augers have found a wide application as transporting machines in chemical, food and agricultural production. On the basis of a single helix auger the original design of the conveying-dosing device of a seed cum fertilizer drill for direct strip sowing of mineral fertilizers is proposed. The spiral-auger seeding machine is made of springs with right and left guiding, located on the shaft on opposite sides of the outlet windows. The seed rate is controlled by the gear ratio of the actuator and the change in the spring pitch. Experimental studies have shown that the minimum coefficient of variation in the rate of seeding and grinding of granules of

mineral fertilizers is reached at a rotation frequency $n = 28-35 \text{ min}^{-1}$, helix diameter $D = 42-47 \text{ mm}$, wire diameter $d_{\text{np}} = 5 \text{ mm}$, spiral pitch $S = 10-12 \text{ mm}$. Laboratory-field tests revealed that the seed cum fertilizer drill ADK-2.8 reliably performs the direct strip sowing of mineral fertilizers with a seeding rate of 80-290 kg/ha with uneven seeding between the devices 13.5% and instability of the seeding dose of 5.7%.

[Молочнохозяйственный вестник, 2018, 3(31)]
с. 116-124
Табл. -. Ил. -. Библ. 19.

Использование регионального сырья для производства функциональных продуктов.

Г.Н. Забегалова, Л.А. Куренкова, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина»

Use of regional raw materials in functional product manufacture

Zabegalova, G.N.

zgn81@yandex.ru

Kurenkova, L.A.

kurenkova.35@rambler.ru

Ключевые слова: сквашенный функциональный продукт, обезжиренное молоко, пахта, льняное масло, льняная мука, ПНЖК, пищевые волокна.

Keywords: fermented functional product, skim milk, buttermilk, linseed oil, linen flour, polyunsaturated fatty acids, food fibers.

Реферат

Одним из приоритетных направлений развития молочной промышленности является комплексное и рациональное использование вторичного молочного сырья, что может быть реализовано за счет расширения ассортимента продуктов, вырабатываемых с использованием обезжиренного молока и пахты. Для повышения пищевой и биологической ценности продуктов используется их обогащение функциональными ингредиентами. Расширение ассортимента продуктов функционального назначения может быть достигнуто также за счет использования при их производстве различных видов растительного сырья. Использование растительных добавок с высоким содержанием биологически активных веществ в рецептуре продуктов позволяет обогатить их углеводный, витаминный, минеральный состав, а также улучшить вкусовые характеристики и консистенцию продуктов. Патентный поиск показал, что на сегодняшний день существуют кисломолочные продукты функционального назначения, в состав которых входит сырье растительного происхождения. На кафедре технологии молока и молочных продуктов ФГБОУ ВО «Вологодская ГМХА им. Н.В. Верещагина» ведется разработка нового сквашенного функционального продукта, обогащенного пищевыми волокнами, ПНЖК (ω -3 и ω -6) природного происхождения, в состав заквасочной микрофлоры которого входят пробиотические микроорганизмы. Принимая во внимание политику импортозамещения, широко реализуемую сейчас в стране, в качестве функциональных компонентов необходимо выбрать сырье, производимое на территории нашей страны. В состав проектируемого продукта предлагается включить льняную муку и льняное масло в качестве функциональных добавок растительного происхождения. Экспериментально установлено, что наилучшую консистенцию будет иметь продукт, в котором соотношение обезжиренного молока и пахты 1:2. Количество льняной муки варьировали от 1 до 5% к массе

нормализованной смеси. Во всех образцах нового продукта наблюдалось отстаивание льняной муки. На данный момент проводятся исследования по подбору вида стабилизатора консистенции и дозы его внесения.

Summary

One of the priority directions in dairy industry is complex and rational use of secondary dairy raw materials. It can be realized due to diversification of products manufactured with skim milk and buttermilk. The products are enriched with functional ingredients to increase the nutritional and biological value of food. Diversification of functional products can also be reached due to different types of plant raw material. Additives with high content of biologically active substances in formulation allows to enrich the carbohydrate, vitamin and mineral composition of the product as well as to improve flavour characteristics and consistency. The patent search has shown that nowadays there are functional fermented milk products containing plant raw materials. The specialists of Milk and Dairy Product Technology Chair, the Vereshchagin State Dairy Farming Academy of Vologda are developing a new functional fermented product enriched with food fibers and polyunsaturated fatty acids (ω -3 and ω -6) of natural origin, the fermenting microflora of which contains probiotic microorganisms. Taking into account the import substitution policy, which is being widely realized nowadays, it is necessary to choose the raw material produced in this country as a functional component. The authors offer to add linen flour and linseed oil as functional additives of plant origin into the projected product composition. It is experimentally established that the product with the 1:2 ratio of skim milk and buttermilk will have the best consistency. The amount of linen flour has been varied from 1 to 5% to the normalized mix mass. Linen flour precipitation has been observed in all samples of the new product. At the moment the research of selecting a consistency stabilizer type and stabilizer dose addition are being conducted.

Требования к оформлению статей для журнала «Молочнохозяйственный вестник»

К публикации в журнале «Молочнохозяйственный вестник» принимаются статьи, содержащие результаты теоретических и экспериментальных исследований авторов, являющиеся актуальными на современном этапе научного развития и соответствующие тематике журнала.

Объем публикации от 16 до 20 страниц для статей проблемного характера и от 10 до 12 страниц для статей по частным вопросам, набранных машинописным текстом в текстовом процессоре MS Word, версии не ниже 2003, и сохраненном в файл формата RTF, на листах формата А4, шрифтом Times New Roman, размер 14 пт, одинарный интервал. Для таблиц следует применять размер шрифта 10 – 12 пт. Заголовки в тексте необходимо выделять с помощью стандартных стилей (Заголовок 1, Заголовок 2 и т.д.). На 2 страницы текста разрешается разместить не более 1 объекта (рисунка или таблицы). Вложенные объекты должны полностью помещаться при книжной ориентации листа. Все использованные в тексте изображения необходимо предоставить в отдельных файлах форматов jpeg, gif или png.

Структура статьи:

- универсальный десятичный код (УДК) – справа в верхнем углу;
- название статьи на русском языке - по центру;
- фамилия, имя, отчество (полностью), ученая степень, ученое звание, должность;
- e-mail автора (обязательно);
- полное наименование организации (места работы) автора;
- название статьи на английском языке - по центру;
- фамилия, имя, отчество (полностью), ученая степень, ученое звание, должность на английском языке;
- e-mail автора;
- полное наименование организации (места работы) автора на английском языке;
- ключевые слова на русском и английском языках (не более 7);
- аннотация на русском и английском языках;
- основной текст статьи. В соответствии с международными стандартами статьи должны отвечать следующей схеме изложения материала: постановка проблемы, степень изученности вопроса, новизна данной статьи, изложение проблемы, научно-практические выводы и предложения, заключение, литературные источники.
- список литературных источников (рекомендуется не менее 12 и не более 25 наименований), оформленный по требованиям ГОСТ 7.1-2003. Список составляется в порядке цитирования в основном тексте статьи. Ссылки в тексте приводятся обязательно на каждый источник в квадратных скобках, например [1].
- список литературных источников на английском языке. Ссылки на англоязычные источники оформляются на основе стандарта Harvard (Информация о стандарте Harvard дана в работе О.В. Кирилловой «Редакционная подготовка научных журналов по международным стандартам. Рекомендации эксперта БД Scopus» (М., 2013. Ч. 1. 90 с.).

Одновременно со статьей в редакцию должны быть предоставлены согласие на обработку персональных данных, сопроводительное письмо, авторские справки, реферат и лицензионный договор.

Образцы необходимых документов размещены на сайте журнала:

http://molochnoe.ru/journal/ru/atricle_structure

Все рукописи, представляемые для публикации в журнале, проходят институт рецензирования, по результатам которого принимается решение о целесообразности

сти опубликования представленных материалов.

Правила направления, рецензирования и опубликования научных статей в журнале размещены на сайте: http://molochnoe.ru/journal/ru/publication_rules

Поступившие и принятые к публикации статьи не возвращаются. Материалы присылаются в редакцию в печатном и электронном виде. Электронный вариант отправляется по электронной почте на адрес редакции журнала (vestnik.molochnoe@yandex.ru), печатный вариант – Почтой РФ (160555, г.Вологда, с.Молочное, ул.Шмидта, 2, Вологодская ГМХА, Отдел науки, главному редактору А.Л. Бирюкову).

За фактологическую сторону представленных в редакцию материалов юридическую и иную ответственность несут авторы.

Публикация статей в журнале бесплатная.

При использовании материалов ссылка на журнал обязательна.

При публикации материалов журнала на другом сайте обязательно должна присутствовать активная ссылка на журнал «Молочнохозяйственный вестник» как на первоисточник.