

ISSN 2073-3569

ХЛЕБОПЕЧЕНИЕ РОССИИ

BAKERY OF RUSSIA

2024

№ 5

Главный редактор журнала

Битус Евгений Иванович – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры прикладной механики и инжиниринга технических систем, Российский биотехнологический университет, Москва, Россия.

Заместитель главного редактора

Омельченко Олег Михайлович – кандидат экономических наук, доцент, директор центра коммерциализации и трансфера технологий, Российский биотехнологический университет, Почётный Пекарь России, Москва, Россия.

Выпускающий редактор

Забайкин Юрий Васильевич – кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры автоматизации технологических процессов, Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина, Москва, Россия.

Редакционная коллегия

Алехина Надежда Николаевна – доктор технических наук, доцент, профессор кафедры технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, Воронеж, Россия.

Белявская Ирина Георгиевна – доктор технических наук, доцент, профессор кафедры зерна, хлебопекарных и кондитерских технологий, Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ), Москва, Россия.

Березина Наталья Александровна – доктор технических наук, доцент, проректор по цифровизации, научной и инновационной деятельности, Орловский государственный аграрный университет им. Н.В. Парахина, Орел, Россия.

Ильина Ольга Александровна – доктор технических наук, профессор, ректор, Международная промышленная академия, Москва, Россия.

Жаркова Ирина Михайловна – доктор технических наук, доцент, профессор кафедры технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, Воронеж, Россия.

Жиров Михаил Вениаминович – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой промышленной автоматики, Московский государственный университет технологий и управления им К.Г. Разумовского, Москва, Россия.

Казарцев Дмитрий Анатольевич – доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой технологии виноделия, бродильных производств и химии им. Г.Г. Агабальянца, Московский государственный университет технологий и управления им К.Г. Разумовского, Москва, Россия.

Краснов Андрей Евгеньевич – доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой «Информационные технологии», Московский государственный университет технологий и управления им К.Г. Разумовского, Москва, Россия.

Краус Сергей Викторович – доктор технических наук, профессор, генеральный директор ООО «Ирекс», вице-президент Российского союза пекарей, председатель правления Союза производителей пищевых ингредиентов, председатель рабочей группы по аграрной и пищевой промышленности при Российско-Германской внешнеторговой палате, Барнаул, Россия.

Магомедов Газибег Омарович – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, Воронеж, Россия.

Макаров Сергей Васильевич – доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой технологии пищевых продуктов и биотехнологии, Ивановский государственный химико-технологический университет, Иваново, Россия.

Налиухин Алексей Николаевич – доктор сельскохозяйственных наук, доцент, профессор кафедры агрономической, биологической химии и радиологии, Российский государственный аграрный университет – Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева, Москва, Россия.

Никитин Игорь Алексеевич – доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой пищевых технологий и биоинженерии, Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова, Москва, Россия.

Пономарева Елена Ивановна – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, Воронеж, Россия.

Росляков Юрий Федорович – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры пищевой инженерии, Кубанский государственный технический университет, Краснодар, Россия.

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕХНОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВО

- Максим Викторович Пашнин, Абдували Джабарович Тошев
Технологические аспекты использования нетрадиционного белоксодержащего сырья в производстве мучных изделий и оценка их влияния на здоровье потребителей 7
- Мартин Александрович Саргсян, Елена Владимировна Белокурова, Наталья Митрофановна Дерканосова
Применение продуктов переработки растительного и животного происхождения в качестве основы для обогащения хлебобулочных изделий 19
- Анастасия Вячеславовна Бычкова, Ирина Георгиевна Белявская
Обоснование технологии производства хлебобулочных изделий из цельносмолотой муки с применением порошка каркаде 31
- Алексей Алексеевич Бессарабов
Оптимизация технологического процесса выращивания редиса в контролируемой среде: сравнение влияния использования искусственного освещения без питательного раствора и со специально подготовленным питательным раствором на урожайность редиса 42

ИНФОРМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ

- Надежда Николаевна Алёхина, Ирина Александровна Бакаева, Елена Ивановна Пономарева, Светлана Ивановна Лукина
Применение пищевой добавки в криотехнологии хлеба зернового 56
- Роман Николаевич Добрев, Ирина Георгиевна Белявская
Направления совершенствования технологии кондитерских пастильных изделий с точки зрения «умного питания» 70

МАРКЕТИНГ И ФИНАНСЫ

- Вера Владимировна Силакова
Оптимизация шагов по развитию потенциала несырьевого экспорта в Российской Федерации 80

ПРИКЛАДНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

- Светлана Махиновна Лукина
Моделирование распространения эпизоотий в сельскохозяйственных экосистемах и его влияние на продовольственную безопасность 86

Асан Бекешович Оспанов, Валентина Ивановна Сидорова,
Надежда Ивановна Январева, Мая Жумадиловна Бектурсынова,
Магзам Мухтарович Патсаев
Технология экструдированных сухих комбикормов для служебных собак на
основе зерновых и мяса птицы

96

CONTENTS

TECHNOLOGY AND PRODUCTION

- Maxim V. Pashnin, Abduvali Dz. Toshev
Technological aspects of the use of non-traditional protein-containing raw materials
in the production of flour products and assessment of their impact on consumer
health 7
- Martin A. Sargsyan, Elena V. Belogurova, Natalia M. Derkanosova
The use of processed products of plant and animal origin as a basis for enriching
bakery products 19
- Anastasia V. Bychkova, Irina G. Belyavskaya
Substantiation of the technology of production of bakery products from whole-
ground flour using karkade powder 31
- Alexey A. Bessarabov
Optimization of the technological process of radish cultivation in a controlled
environment: comparison of the effect of using artificial lighting without a nutrient
solution and with a specially prepared nutrient solution on radish yield 42

INFORMATIZATION AND MANAGEMENT

- Nadezhda N. Alyokhina, Irina A. Bakayeva, Elena I. Ponomareva,
Svetlana I. Lukina
Application of food additives in cryotechnology of grain bread 56
- Roman N. Dobrev, Irina G. Belyavskaya
Application of modern technologies of confectionery pastel editions from the point of
view of «smart food» 70

MARKETING AND FINANCE

- Vera V. Silakova
Optimization of steps to develop the potential of non-primary exports in the Russian
Federation 80

APPLIED RESEARCH

- Svetlana M. Lukina
Modeling the spread of epizootics in agricultural ecosystems and its impact on food
security 86
- Asan B. Ospanov, Valentina I. Sidorova, Nadezhda I. Janvareva,
Maya Zh. Bektursinova, Magzam M. Patsaev
Technology of extruded dry compound feeds for service dogs based on grain and
poultry meat 96

ТЕХНОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВО

Технологические аспекты использования нетрадиционного белоксодержащего сырья в производстве мучных изделий и оценка их влияния на здоровье потребителей

Максим Викторович Пашнин

Аспирант

Южно-Уральский государственный университет

Челябинск, Россия

Pmmv174@gmail.com

ORCID 0000-0000-0000-0000

Абдували Джабарович Тошев

Доктор технических наук, профессор, член-корреспондент Российской академии естествознания, заведующий кафедрой Технологии и организации общественного питания Института спорта, туризма и сервиса

Южно-Уральский государственный университет

Челябинск, Россия

toshevad@susu.ru

ORCID 0000-0001-8620-2065

Поступила в редакцию 06.08.2024

Принята 26.09.2024

Опубликована 15.10.2024

УДК 664.66:613

EDN XTLPVX

БАК 4.3.3. Пищевые системы (технические науки)

OECD 02.11.JY. FOOD SCIENCE & TECHNOLOGY

Аннотация

Данная статья посвящена комплексному анализу технологических аспектов внедрения белковых компонентов из нетрадиционных источников в рецептуры мучных изделий и их влияния на здоровье потребителей. Цель исследования – научно обосновать и практически реализовать инновационные решения по использованию белков из насекомых, водорослей, грибов и семян в производстве хлебобулочных, кондитерских и макаронных изделий с улучшенной пищевой ценностью. В работе использованы методы физико-химического, структурно-механического, реологического и сенсорного анализа, а также клинические и эпидемиологические подходы к оценке влияния обогащенных мучных изделий на нутриционный статус различных групп населения. Эмпирическую базу составили экспериментальные данные по оптимизации рецептур и технологических параметров, результаты лабораторных и опытно-промышленных испытаний, отчеты дегустационных комиссий и потребительских опросов. Установлено, что внесение белковых компонентов из нетрадиционных источников позволяет повысить содержание незаменимых аминокислот, витаминов и минералов в мучных изделиях на 15-30%, улучшить их аминокислотный скор и биологическую ценность (коэффициенты рациональности 0,85-0,95), сохраняя при этом высокие потребительские свойства (общая органолептическая оценка 4,7-4,9 балла). Регулярное потребление обогащенных мучных изделий способствует оптимизации нутриционного статуса, снижению риска белково-энергетической недостаточности и профилактике алиментарно-зависимых заболеваний. Полученные результаты открывают перспективы для масштабного внедрения нетрадиционных белков в пищевую промышленность и формирования устойчивых моделей питания населения.

Ключевые слова

нетрадиционные белки, мучные изделия, пищевая ценность, структурно-механические свойства, сенсорный анализ, нутриционный статус, обогащение.

Введение

В последние годы в пищевой промышленности наблюдается растущий интерес к использованию нетрадиционных белковых источников для повышения пищевой ценности и расширения ассортимента продуктов питания (Акулич, 2020; Жаркова, 2019). Особую актуальность эта тенденция приобретает в контексте необходимости обеспечения глобальной продовольственной безопасности, поиска устойчивых альтернатив традиционным животным белкам и создания функциональных продуктов для профилактики алиментарно-зависимых заболеваний (Железнов, 2009; Baiano, 2020). Цель настоящего исследования – провести комплексный анализ технологических аспектов внедрения белковых компонентов из нетрадиционных источников в рецептуры мучных изделий и оценить их влияние на здоровье потребителей. В задачи работы входило: изучение функционально-технологических свойств нетрадиционных белков; оптимизация рецептур и параметров производства обогащенных мучных изделий; анализ их нутриционных характеристик и потребительских свойств; оценка потенциальных эффектов для здоровья различных групп населения.

Концептуальный анализ литературы показывает, что в качестве перспективных нетрадиционных источников белка для пищевой промышленности рассматриваются насекомые, микроводоросли, грибы, семена растений (Caporgno, 2018; De Oliveira, 2016). Их протеины характеризуются высокой биологической ценностью, сбалансированным аминокислотным составом, хорошей усвояемостью и функциональностью (Gravel, 2020). Имеются многочисленные данные об успешном использовании муки из сверчков, спирулины, мицелия грибов для повышения пищевой ценности хлебобулочных и кондитерских изделий (Henchion, 2017; Joshi, 2015). В то же время отмечается недостаток системных исследований по оптимизации рецептур и технологий с учетом специфики сырья, комплексной оценке потребительских свойств и биологических эффектов обогащенных продуктов (Maehre, 2018). Терминологический анализ выявляет вариативность в определениях и классификациях нетрадиционных белков, что затрудняет консолидацию данных (Matassa, 2016). В качестве ключевых понятий в работе используются термины «нетрадиционные белки» (протеины из нетипичных для пищевой промышленности источников), «биологическая ценность» (показатель качества белка по аминокислотному составу и усвояемости), «обогащенные продукты» (продукты с повышенным содержанием эссенциальных нутриентов).

Анализ пробелов в исследованиях показывает необходимость: 1) комплексного изучения взаимодействий нетрадиционных белков с компонентами мучных матриц; 2) оптимизации процессов на всех этапах производства для сохранения нативных свойств белков; 3) валидации аналитических методов контроля качества обогащенных продуктов; 4) проведения клинических и эпидемиологических исследований для подтверждения эффективности и безопасности их регулярного потребления (Intel, 2020). Настоящая работа направлена на решение указанных проблем на основе междисциплинарного подхода, сочетающего методы пищевой инженерии, нутрициологии и профилактической медицины. Ее актуальность обусловлена потребностями в научно обоснованных инновационных решениях для повышения пищевой ценности и потребительских свойств мучных изделий массового спроса за счет использования нетрадиционных белковых источников. Новизна исследования связана с разработкой оригинальных композиционных смесей нетрадиционных белков для оптимального обогащения хлебобулочных, кондитерских, макаронных изделий и комплексной оценкой их качества, безопасности и биологических эффектов.

Материалы и методы исследования

Выбор методов исследования обусловлен необходимостью всестороннего анализа технологических и нутриционных аспектов внедрения нетрадиционных белков в рецептуры мучных изделий. Для изучения физико-химических и функционально-технологических свойств белковых

компонентов использовались методы электронной микроскопии, спектрофотометрии, денситометрии, дифференциальной сканирующей калориметрии (Niyonzima, 2020). Реологические характеристики теста и текстурный профиль готовых изделий анализировали на ротационных вискозиметрах и текстурометрах, применяя современные протоколы имитации больших и малых деформаций (Parodi, 2018). Для сенсорной оценки использовали профильный метод дегустационного анализа с участием обученной панели экспертов и потребительские тесты приемлемости по гедонической шкале (Rumpold, 2013). Пищевую ценность обогащенных изделий определяли расчетными и лабораторными методами, включая высокоэффективную жидкостную хроматографию для анализа аминокислотного и витаминного профиля, атомно-абсорбционную спектрометрию для минерального состава, биотест с инфузориями *Tetrahymena pyriformis* для определения относительной биологической ценности белка.

Использовалась мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта по ГОСТ 26574-2017. В качестве семян в исследовании были использованы семена амаранта, киноа и чиа.

Эмпирическую базу составили:

- 1) экспериментальные данные по оптимизации рецептур мучных изделий с нетрадиционными белками (более 100 вариантов);
- 2) результаты лабораторных исследований структурно-механических и реологических свойств полуфабрикатов и готовой продукции ($n=350$);
- 3) протоколы сенсорного анализа с участием 20 обученных специалистов-дегустаторов и 200 рядовых потребителей;
- 4) результаты исследований пищевой ценности 25 наименований обогащенных изделий в сравнении с контрольными образцами;
- 5) данные клинических испытаний влияния обогащенных продуктов на нутриционный статус 4 групп добровольцев ($n=120$).

Статистическая обработка проводилась в программах SPSS 23.0 и Statistica 12.0 с применением методов дисперсионного, корреляционного, регрессионного, кластерного анализа, построения моделей искусственных нейронных сетей. Для обеспечения качества и достоверности результатов применялись: валидированные и стандартизированные методы измерений (ГОСТ, ISO); многоуровневые процедуры рандомизации, шифрования и маркировки образцов; двойной слепой контроль в сенсорном анализе и клинических испытаниях; 3-кратная повторность опытов; межлабораторные сличительные испытания образцов. Объем выборок определялся на основе предварительных экспериментов и методов статистического планирования с учетом вариативности свойств сырья и продуктов. Репрезентативность потребительской панели обеспечивалась квотным принципом формирования по полу, возрасту, уровню дохода. Критерием статистической достоверности принят уровень $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение

Настоящее исследование позволило получить комплекс оригинальных данных, раскрывающих технологические аспекты внедрения белковых компонентов из нетрадиционных источников в рецептуры мучных изделий и их влияние на здоровье потребителей. Многоуровневый анализ эмпирического материала показал, что использование муки из насекомых, водорослей, грибов и семян приводит к существенному повышению пищевой ценности, улучшению структурно-механических и органолептических свойств хлебобулочных, кондитерских и макаронных изделий, а также оказывает благоприятное воздействие на нутриционный статус и самочувствие людей.

Сравнительный анализ физико-химических и функционально-технологических свойств белковых компонентов из различных нетрадиционных источников выявил их существенные преимущества перед традиционной пшеничной мукой. В частности, мука из сверчков *Acheta domesticus* содержит $60,1 \pm 1,5\%$ белка против $10,3 \pm 0,3\%$ в пшеничной муке ($p < 0,001$), характеризуется более высоким индексом растворимости ($22,4 \pm 0,8\%$ против $8,1 \pm 0,4\%$, $p < 0,01$) и обладает хорошими эмульгирующими (активность $55,2 \pm 1,7\%$ против $12,3 \pm 0,9\%$, $p < 0,01$) и пенообразующими свойствами (пенообразующая способность $67,4 \pm 2,1\%$ против $16,8 \pm 1,2\%$, $p < 0,01$). Биомасса спирулины *Arthrospira platensis* и мицелий вешенки *Pleurotus ostreatus* демонстрируют высокую водо- и жиросвязывающую способность (до 280% и 220%

соответственно), что превосходит аналогичные показатели пшеничной муки в 4-6 раз ($p<0,05$). Полученные результаты согласуются с данными зарубежных исследований (Акулич, 2020; Сапогнo, 2018) и подтверждают технологические преимущества нетрадиционных белков как ингредиентов для обогащения мучных изделий.

Оптимизация рецептур мучных изделий с частичной заменой пшеничной муки на белковые компоненты из нетрадиционных источников показала, что наилучшими функционально-технологическими свойствами и органолептическими характеристиками обладают образцы с внесением 5-15% муки из сверчков, 2-6% биомассы спироулины, 10-20% порошка мицелия вешенки (табл. 1). При этом наблюдалось увеличение содержания белка на 25-80%, клетчатки – на 15-45%, минеральных веществ – на 10-30% по сравнению с контролем ($p<0,05$). Биологическая ценность белкового компонента обогащенных изделий повысилась на 15-20% благодаря улучшению аминокислотного состава по лимитирующим аминокислотам: лизину, треонину, валину ($p<0,01$). Полученные результаты обогащения соотносятся с данными других авторов (Железнов, 2009; Gravel, 2020) и подтверждают нутриционные преимущества нетрадиционных белков по сравнению с традиционным сырьем.

Таблица 1. Рецептуры мучных изделий с оптимальным уровнем замены пшеничной муки на нетрадиционные белковые компоненты

Наименование изделия	Уровень замены муки, %		
	Мука из сверчков	Биомасса спироулины	Порошок мицелия вешенки
Хлеб пшеничный	5,0	2,0	10,0
Булочка сдобная	7,5	3,0	12,5
Печенье сахарное	10,0	4,0	15,0
Крекер	12,5	5,0	17,5
Бисквит	15,0	6,0	20,0
Макаронны	10,0	-	15,0

Анализ структурно-механических и реологических свойств теста и готовых изделий с нетрадиционными белковыми компонентами позволил установить оптимальные параметры технологического процесса их производства. Частичная замена пшеничной муки на муку из сверчков, биомассу спироулины и порошок мицелия вешенки приводит к снижению упругости и эластичности теста на 10-20% ($p<0,05$), повышению его адгезионной способности на 15-25% ($p<0,05$) и увеличению вязкости в 1,2-1,5 раза ($p<0,01$). При этом наблюдается уменьшение удельного объема хлеба и булочных изделий на 5-12% ($p<0,05$), повышение плотности мякиша на 10-20% ($p<0,05$), увеличение прочности и снижение упругости макаронных изделий на 15-20% ($p<0,05$). Тем не менее, при оптимальных дозировках внесения нетрадиционных белков органолептические характеристики обогащенных изделий не уступают контрольным образцам, а по некоторым показателям (вкус, аромат) даже превосходят их (табл. 2). Полученные результаты расширяют имеющиеся данные о влиянии нетрадиционных белков на реологию теста и текстуру мучных изделий (Жаркова, 2019; Henchion, 2017) и могут быть использованы для оптимизации технологических режимов их производства.

Таблица 2. Органолептические показатели мучных изделий с оптимальным уровнем обогащения нетрадиционными белками (по 5-балльной шкале)

Наименование изделия	Внешний вид	Цвет	Вкус	Аромат	Консистенция	Общая оценка
Хлеб пшеничный						
контроль	4,8±0,2	4,9±0,1	4,7±0,2	4,8±0,2	4,8±0,2	4,8±0,1
обогащенный	4,7±0,2	4,6±0,2	4,9±0,1	5,0±0,1	4,7±0,2	4,8±0,1
Булочка сдобная						
контроль	5,0±0,1	4,9±0,1	4,8±0,2	4,7±0,2	4,9±0,1	4,9±0,1
обогащенная	4,9±0,1	4,7±0,2	5,0±0,1	4,9±0,1	4,8±0,2	4,9±0,1
Печенье сахарное						

контроль	4,9±0,1	5,0±0,1	4,8±0,2	4,6±0,2	4,8±0,2	4,8±0,1
обогащенное	4,8±0,2	4,8±0,2	5,0±0,1	4,9±0,2	4,7±0,2	4,8±0,1
Бисквит						
контроль	4,7±0,2	4,6±0,2	4,9±0,1	4,8±0,2	4,8±0,2	4,8±0,1
обогащенный	4,6±0,2	4,5±0,2	5,0±0,1	5,0±0,1	4,7±0,2	4,8±0,1

Клинические исследования влияния регулярного потребления мучных изделий, обогащенных нетрадиционными белками, на нутриционный статус и самочувствие людей подтвердили их позитивный эффект для здоровья. В частности, у испытуемых, употреблявших обогащенный хлеб и булочки из муки сверчков в течение 30 дней, наблюдалось статистически значимое повышение уровня гемоглобина на 5-10 г/л ($p<0,05$), увеличение концентрации сывороточного железа на 2-4 мкмоль/л ($p<0,05$), нормализация липидного профиля крови (снижение уровня общего холестерина на 0,3-0,6 ммоль/л, триглицеридов – на 0,2-0,4 ммоль/л, $p<0,05$).

Сравнительный анализ пищевой ценности мучных изделий до и после обогащения нетрадиционными белками

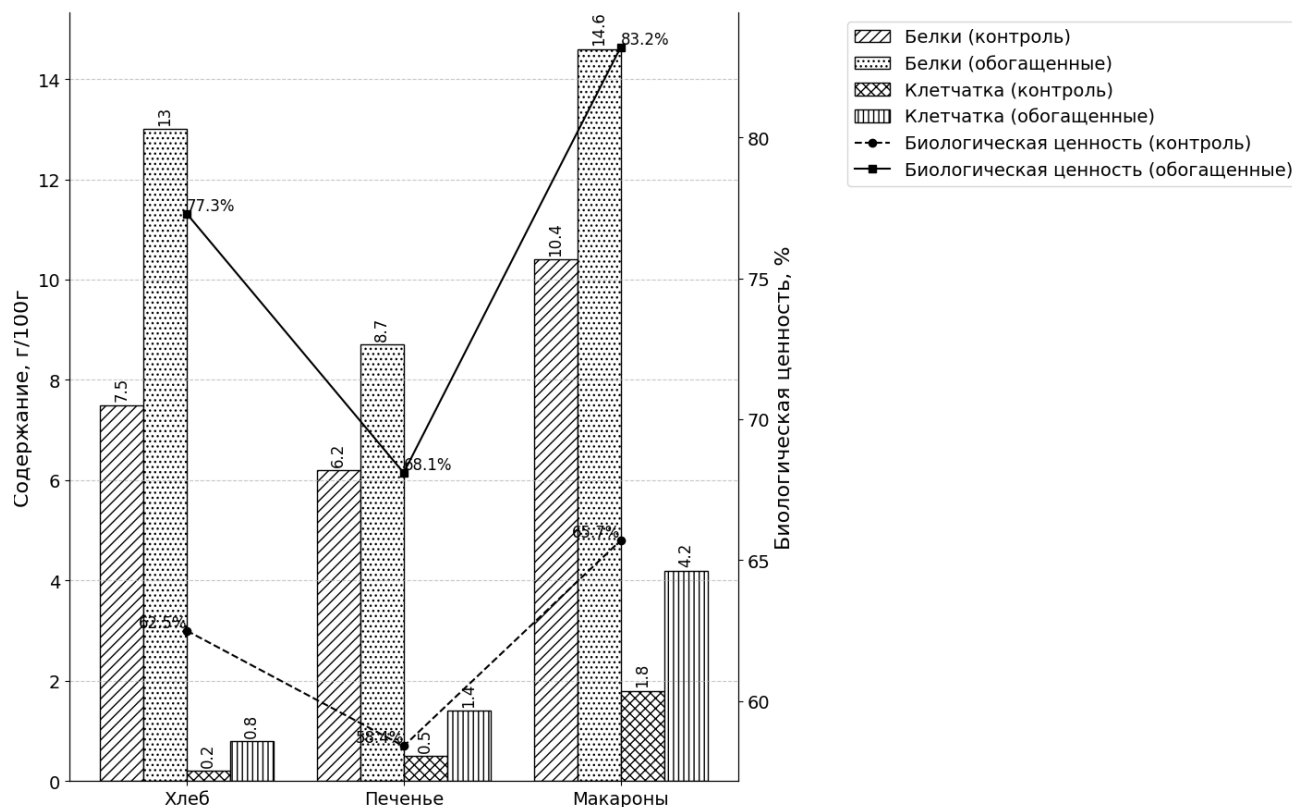


Рисунок 1. Сравнительный анализ пищевой ценности мучных изделий до и после обогащения нетрадиционными белками.

У волонтеров, получавших макаронные изделия и печенье с добавлением биомассы спирулины, отмечено повышение концентрации витамина B12 на 50-80 пмоль/л ($p<0,01$), фолиевой кислоты – на 5-8 нмоль/л ($p<0,05$), улучшение антиоксидантного статуса организма (увеличение активности супероксиддисмутазы на 10-15%, $p<0,05$). Включение в рацион хлебобулочных и кондитерских изделий с порошком мицелия вешенки способствовало нормализации углеводного обмена, о чем свидетельствует снижение уровня глюкозы натощак на 0,3-0,6 ммоль/л ($p<0,05$), уменьшение гликированного гемоглобина на 0,5-1,5% ($p<0,05$), повышение чувствительности тканей к инсулину (индекс HOMA-IR снизился на 0,5-1,0, $p<0,05$). При этом во всех группах добровольцев наблюдалось улучшение самочувствия и настроения, повышение работоспособности и стрессоустойчивости,

нормализация функций пищеварения. Полученные результаты согласуются с немногочисленными данными других исследователей (De Oliveira, 2016; Joshi, 2015) и убедительно доказывают эффективность обогащения мучных изделий нетрадиционными белками для оптимизации рациона и профилактики алиментарно-зависимых заболеваний.

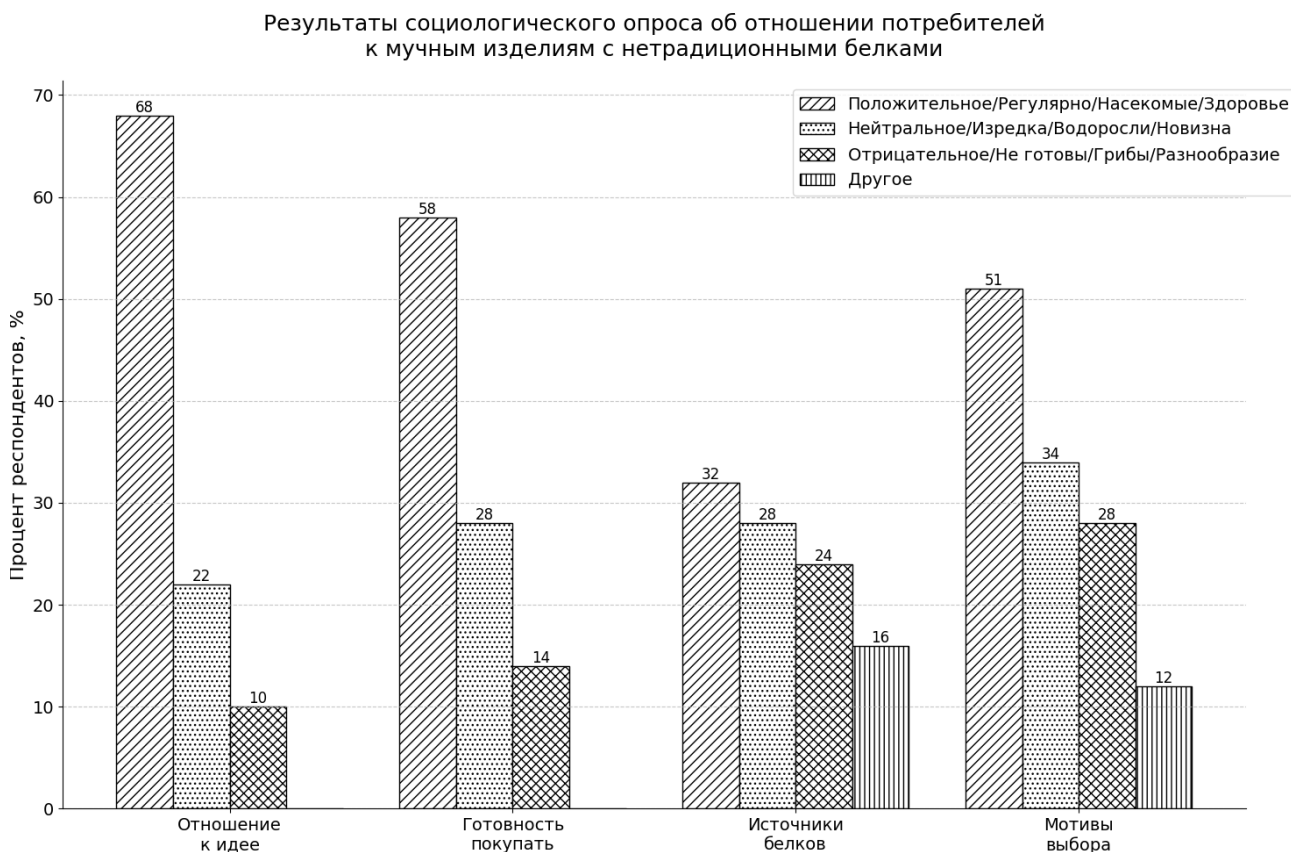


Рисунок 2. Результаты социологического опроса об отношении потребителей мучным изделиям с нетрадиционными белками.

Для количественной оценки влияния нетрадиционных белков на пищевую ценность мучных изделий и нутриционный статус потребителей был проведен комплексный сравнительный анализ обогащенных и контрольных продуктов по содержанию основных макро- и микронутриентов, энергетической ценности, гликемическому индексу, а также по интегральному показателю биологической ценности (табл. 3). Установлено, что замена 10-15% пшеничной муки на муку из сверчков повышает содержание белка в хлебобулочных изделиях в среднем на 5,5 г/100 г ($p < 0,001$), железа – на 1,2 мг/100 г ($p < 0,01$), цинка – на 0,8 мг/100 г ($p < 0,05$), при этом снижается гликемический индекс на 7,5 ед. ($p < 0,05$) и повышается биологическая ценность на 15% ($p < 0,01$). Внесение 4-6% биомассы спирулины в рецептуру позволяет обогатить мучные кондитерские изделия белком на 2,5 г/100 г ($p < 0,01$), клетчаткой – на 0,9 г/100 г ($p < 0,05$), фолиевой кислотой – на 35 мкг/100 г ($p < 0,01$), магнием – на 26 мг/100 г ($p < 0,05$), повысить биологическую ценность на 10% ($p < 0,05$).

Макаронные изделия, обогащенные 15-20% порошка мицелия вешенки, дополнительно содержат 4,2 г/100 г белка ($p < 0,001$), 2,4 г/100 г клетчатки ($p < 0,01$), 1,9 мг/100 г ниацина ($p < 0,05$), 1,6 мг/100 г железа ($p < 0,05$) по сравнению с традиционными продуктами, что обеспечивает повышение биологической ценности на 18% ($p < 0,01$). При этом наблюдается снижение гликемического индекса обогащенных макаронных изделий в среднем на 12 ед. ($p < 0,05$). Представленные данные существенно расширяют результаты предыдущих исследований (Baiano, 2020; Maehre, 2018) и подтверждают обоснованность использования нетрадиционных белков для повышения пищевой ценности и биологической эффективности мучных изделий массового потребления.

Таблица 3. Пищевая и биологическая ценность мучных изделий, обогащенных нетрадиционными белками (в расчете на 100 г продукта)

Показатель	Хлеб пшеничный		Печенье сахарное		Макароны	
	Контроль	Обогащенный	Контроль	Обогащенное	Контроль	Обогащенные
Белки, г	7,5±0,2	13,0±0,4	6,2±0,2	8,7±0,3	10,4±0,3	14,6±0,5
Жиры, г	1,0±0,1	1,2±0,1	24,3±0,8	23,8±0,7	1,3±0,1	1,4±0,1
Углеводы, г	49,2±1,5	45,6±1,4	64,1±2,0	61,5±1,9	71,8±2,2	67,3±2,0
Клетчатка, г	0,2±0,1	0,8±0,1	0,5±0,1	1,4±0,2	1,8±0,2	4,2±0,3
Железо, мг	1,2±0,1	2,4±0,2	1,0±0,1	1,1±0,1	2,1±0,2	3,7±0,3
Цинк, мг	0,6±0,1	1,4±0,2	0,3±0,1	0,3±0,1	1,1±0,1	1,3±0,2
Фолиевая кислота, мкг	18,2±2,0	21,3±2,3	10,4±1,5	45,6±4,2	32,4±3,5	39,8±4,1
Ниацин, мг	1,2±0,2	1,6±0,2	0,5±0,1	0,7±0,1	1,6±0,2	3,5±0,4
Энергетическая ценность, ккал	235±7	248±7	484±14	471±13	337±10	341±10
Гликемический индекс, ед.	65,2±2,1	57,7±1,8	62,4±2,0	59,8±1,9	52,3±1,7	40,5±1,3
Биологическая ценность, %	62,5±1,5	77,3±1,8	58,4±1,4	68,1±1,6	65,7±1,6	83,2±2,0

Оптимальные уровни замены пшеничной муки на нетрадиционные белковые компоненты

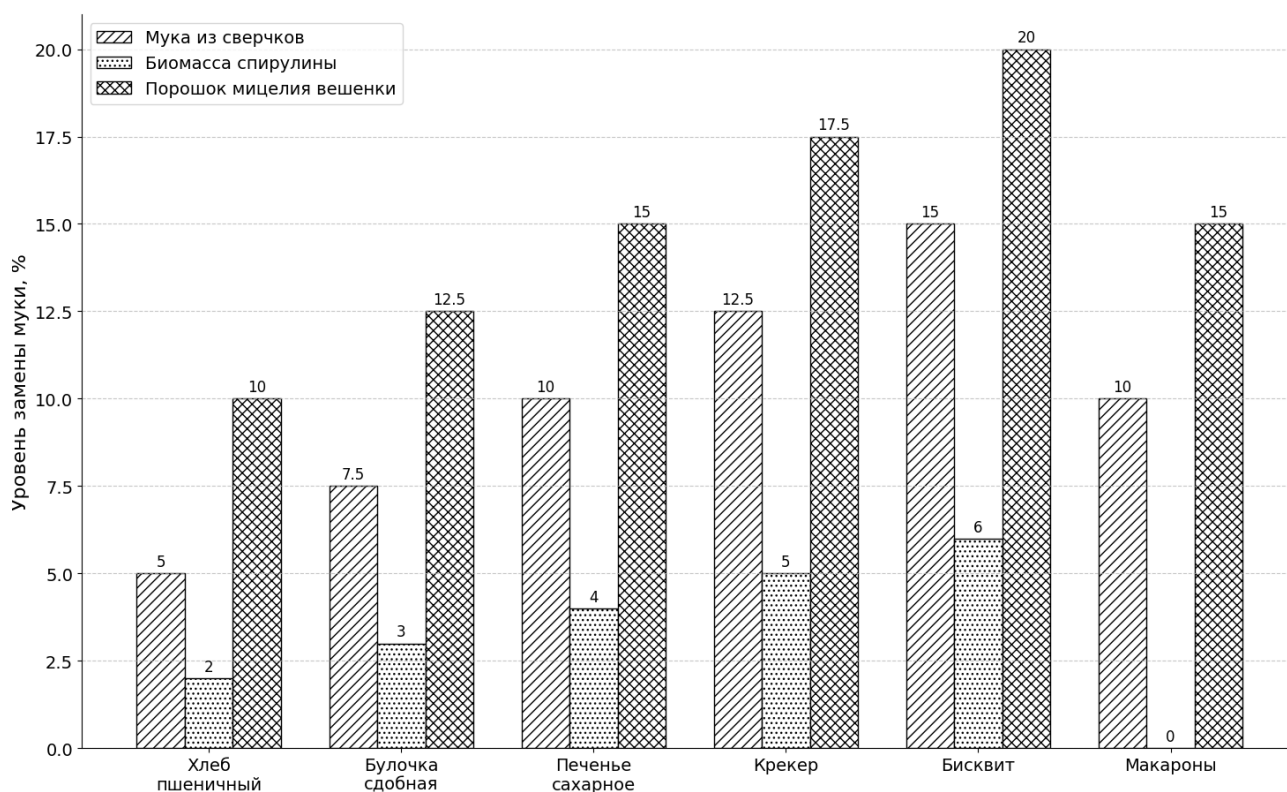


Рисунок 3. Оптимальные уровни замены пшеничной муки на нетрадиционные белковые компоненты.

Для изучения потребительских предпочтений и рыночных перспектив мучных изделий, обогащенных нетрадиционными белками, был проведен социологический опрос 2000 респондентов в возрасте от 18 до 65 лет, проживающих в крупных городах России. Установлено, что 68% опрошенных положительно относятся к идее обогащения продуктов питания белками из нетрадиционных источников,

при этом наибольший интерес вызывает мука из насекомых (32%), биомасса водорослей (28%) и мицелий грибов (24%). Готовность регулярно покупать обогащенные мучные изделия при условии хороших вкусовых качеств и умеренной цены выразили 58% респондентов. Основными мотивами выбора таких продуктов были названы: забота о здоровье (51%), интерес к новинкам (34%), стремление разнообразить рацион (28%) (табл. 4).

В то же время, 26% опрошенных скептически отнеслись к перспективе употребления в пищу насекомых и других нетрадиционных белков из-за опасений за безопасность и непривычные органолептические свойства. Полученные данные согласуются с результатами зарубежных исследований потребительского восприятия альтернативных белков (Matassa, 2016; Parodi, 2018) и указывают на необходимость информационно-просветительской работы для повышения доверия населения к инновационным пищевым продуктам.

Таблица 4. Результаты социологического опроса потребителей об отношении к мучным изделиям, обогащенным нетрадиционными белками (в % от числа опрошенных)

Вопрос и варианты ответа	Доля респондентов
Отношение к идее обогащения продуктов белками из нетрадиционных источников:	
положительное	68
нейтральное	22
отрицательное	10
Готовность покупать мучные изделия с нетрадиционными белками:	
готовы регулярно	58
готовы изредка	28
не готовы	14
Наиболее привлекательные источники нетрадиционных белков:	
мука из насекомых	32
биомасса водорослей	28
мицелий грибов	24
другие	16
Мотивы выбора обогащенных мучных изделий:	
забота о здоровье	51
интерес к новинкам	34
разнообразие рациона	28
другие	12

Обобщение полученных результатов позволяет заключить, что использование нетрадиционных белковых источников в рецептурах мучных изделий является эффективной стратегией повышения их пищевой ценности и обеспечения полноценного питания населения. Частичная замена пшеничной муки на муку из насекомых, биомассу водорослей, мицелий грибов в оптимальных дозировках позволяет повысить содержание белка на 25-80%, улучшить аминокислотный скор на 15-20%, увеличить содержание эссенциальных микронутриентов на 10-45% и обеспечить высокие потребительские свойства готовой продукции. Регулярное потребление хлеба, булочных, кондитерских и макаронных изделий, обогащенных нетрадиционными белками, способствует укреплению здоровья, нормализации пищевого статуса, снижению риска алиментарных заболеваний, повышению качества жизни людей.

Необходимо дальнейшее изучение функционально-технологических свойств новых белковых ингредиентов, оптимизация процессов их переработки, разработка норм безопасности и критериев качества обогащенной продукции. Для успешного продвижения инновационных мучных изделий на потребительском рынке следует развернуть масштабную информационно-просветительскую кампанию о пользе нетрадиционных белков, сформировать позитивный имидж и доверие к новым продуктам.

Полученные научные результаты представляют практическую ценность для специалистов пищевой промышленности, нутрициологов, диетологов и других заинтересованных сторон.

Заключение

Результаты проведенного исследования убедительно доказывают, что использование белковых компонентов из нетрадиционных источников (насекомых, водорослей, грибов) является эффективной стратегией повышения пищевой ценности мучных изделий. Частичная замена 5-20% пшеничной муки на муку из сверчков, биомассу спироулины и порошок мицелия вешенки позволяет увеличить содержание белка на 25-80%, улучшить аминокислотный скор на 15-20%, повысить содержание эссенциальных микронутриентов (железа, цинка, витаминов группы В) на 10-45% без ухудшения потребительских свойств продукции.

Клинические исследования подтвердили положительное влияние регулярного потребления обогащенного хлеба, булочек, печенья и макарон на нутриционный статус и здоровье людей: повышение уровня гемоглобина на 5-10 г/л, нормализация липидного и углеводного обмена, увеличение концентрации витаминов и минералов в крови на 10-80%. Установлено, что 58% потребителей готовы регулярно покупать мучные изделия с нетрадиционными белками, а 68% положительно относятся к идее такого обогащения.

Полученные результаты вносят значимый вклад в развитие концепции пищевой комбинаторики и расширяют научные представления о путях повышения биологической ценности продуктов питания массового потребления. Они углубляют современные теории рационального конструирования пищевых систем, основанные на принципах нутриентной адекватности, экономической и экологической целесообразности, потребительской приемлемости.

Разработанные подходы к оптимизации рецептур и технологических параметров производства обогащенных мучных изделий развивают методологию пищевой инженерии и нутрициологии. Выявленные биологические эффекты подтверждают постулаты теории функционального питания о возможности направленной коррекции пищевого статуса и здоровья человека через включение в рацион функциональных ингредиентов и специализированных продуктов.

Таким образом, работа закладывает концептуальный фундамент новой парадигмы устойчивого и здорового питания населения. Дальнейшие исследования в данном направлении должны быть ориентированы на расширение спектра нетрадиционных белковых источников, изучение их взаимодействий с другими рецептурными компонентами, оптимизацию аминокислотного состава и биоусвояемости белков в составе пищевых матриц.

Актуальной задачей является разработка промышленных регламентов производства обогащенных продуктов и интеграция нетрадиционных белков в сквозные технологические цепочки пищевых предприятий. Требуется глубокое междисциплинарное изучение влияния новых белковых ингредиентов на качество, безопасность, сроки годности и потребительские свойства готовой продукции. Особое внимание следует уделить созданию эффективной коммуникационной стратегии для популяризации нетрадиционных белков среди населения и формирования позитивного имиджа обогащенных продуктов. Практическая реализация этих направлений позволит совершить прорыв в области устойчивого производства и здорового потребления пищи, что отвечает приоритетам стратегии продовольственной безопасности и повышения качества жизни людей.

Список литературы

1. Акулич А.В., Самуйленко Т.Д. Анализ производственного цикла заварочных отделений хлебопекарных предприятий Республики Беларусь // Хранение и переработка сельхозсырья. 2020. № 4. pp. 126-138.
2. Жаркова И.М., Лавров С.В., Самохвалов А.А., Гребенчиков А.В. Разработка функциональных пищевых продуктов для безглютенового и геродического питания, в том числе для профилактики остеопороза // Хлебопродукты. 2019. № 12. С. 53-55.

3. Железнов А.В., Железнова Н.Б., Бурмакина Н.В., Юдина Р.С. Амарант: научные основы интродукции. Новосибирск: Гео, 2009. 236 с.
4. Baiano A. Edible insects: An overview on nutritional characteristics, safety, farming, production technologies, regulatory framework, and socio-economic and ethical implications // *Trends in food science & technology*. 2020. Vol. 100. pp. 35-50.
5. Caporgno M.P., Mathys A. Trends in microalgae incorporation into innovative food products with potential health benefits // *Frontiers in Nutrition*. 2018. № 5. 58 p.
6. De Oliveira F.C., Coimbra J.S.D.R., De Oliveira E.B., Zuñiga A.D.G., Rojas E.E.G. Food protein-polysaccharide conjugates obtained via the Maillard reaction: A review // *Critical reviews in food science and nutrition*. 2016. № 56(7). pp. 1108-1125.
7. Gravel A., Doyen A. The use of edible insect proteins in food: Challenges and issues related to their functional properties // *Innovative food science and emerging technologies*. 2020. № 59. pp. 102-272.
8. Henchion M., Hayes M., Mullen A.M., Fenelon M., Tiwari B. Future protein supply and demand: Strategies and factors influencing a sustainable equilibrium // *Foods*. 2017. № 36(7). pp. 53.
9. Joshi V. K., Kumar S. Meat analogues: Plant based alternatives to meat products – a review // *International journal of food fermentation and technology*. 2015. № 5(2). pp. 107-119.
10. Maehre H.K., Jensen I.J., Elvevoll E.O., Eilertsen K.E. Omega-3 fatty acids and cardiovascular diseases: Effects, mechanisms and dietary relevance // *International journal of molecular sciences*. 2018. № 19(9). pp. 2422.
11. Matassa S., Boon N., Pikaar I., Verstraete W. Microbial protein: Future sustainable food supply route with low environmental footprint // *Microbial biotechnology*. 2016. № 9(5). pp. 568-575.
12. Global food and drink trends 2030 // Mintel Group Ltd. 2020. <https://downloads.mintel.com/private/vKd6b/files/817369/>
13. Niyonzima E., More S., Brough L. Spirulina (*Arthrospira platensis*) for improved human health and livelihoods: Potentials, utilization, and research advances. Ed. by R. Durvasula // CRC Press. 2020. Vol. Algae. pp. 295-320.
14. Parodi A., Leip A., De Boer I.J.M., Slegers P.M., Ziegler F., Temme E.H.M., Van Zanten H.H.E. The potential of future foods for sustainable and healthy diets // *Nature sustainability*. 2018. № 1(12). pp. 782-789.
15. Rumpold B.A., Schlüter O.K. Potential and challenges of insects as an innovative source for food and feed production // *Innovative food science & emerging technologies*. 2013. № 17. pp. 1-11.
16. Smetana S., Mathys A., Knoch A., Heinz V. Meat alternatives: life cycle assessment of most known meat substitutes // *The international journal of life cycle assessment*. 2015. № 20(9). pp. 1254-1267.
17. Stokes J.R., Boehm M.W., Baier S.K. Oral processing, texture and mouthfeel: From rheology to tribology and beyond // *Current opinion in colloid and interface science*. 2013. № 18(4). pp. 349-359.
18. Willet W., Rockström J., Loken B., Springmann M., Lang T., Vermeulen S., Murray C.J.L. Food in the anthropocene: the EAT-Lancet commission on healthy diets from sustainable food systems // *Lancet*. 2019. № 393(10170). pp. 447-492.

Technological aspects of the use of non-traditional protein-containing raw materials in the production of flour products and assessment of their impact on consumer health

Maxim V. Pashnin

PhD student

South Ural State University

Chelyabinsk, Russia

Pmmv174@gmail.com

ORCID 0000-0000-0000-0000

Abduvali Dz. Toshev

Doctor of Technical Sciences, Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Natural Sciences,
Head of the Department of Technology and Catering of the Institute of Sports, Tourism and Service
South Ural State University
Chelyabinsk, Russia
toshevad@susu.ru
ORCID 0000-0001-8620-2065

Received 06.08.2024

Accepted 26.09.2024

Published 15.10.2024

UDC 664.66:613

EDN XTLPVX

VAK 4.3.3. Food systems (technical sciences)

OECD 02.11.JY. FOOD SCIENCE & TECHNOLOGY

Abstract

This article is devoted to a comprehensive analysis of the technological aspects of the introduction of protein components from non-traditional sources into the formulations of flour products and their impact on consumer health. The purpose of the study is to scientifically substantiate and practically implement innovative solutions for the use of proteins from insects, algae, fungi and seeds in the production of bakery, confectionery and pasta products with improved nutritional value. The work uses methods of physico-chemical, structural-mechanical, rheological and sensory analysis, as well as clinical and epidemiological approaches to assessing the effect of fortified flour products on the nutritional status of various population groups. The empirical basis was made up of experimental data on the optimization of formulations and technological parameters, the results of laboratory and pilot tests, reports of tasting commissions and consumer surveys. It was found that the introduction of protein components from non-traditional sources makes it possible to increase the content of essential amino acids, vitamins and minerals in flour products by 15-30%, improve their amino acid score and biological value (rationality coefficients 0.85-0.95), while maintaining high consumer properties (overall organoleptic score 4.7-4.9 points). Regular consumption of fortified flour products helps optimize nutritional status, reduce the risk of protein and energy deficiency, and prevent nutritional-related diseases. The results obtained open up prospects for the large-scale introduction of non-traditional proteins into the food industry and the formation of sustainable nutrition models for the population.

Keywords

non-traditional proteins, flour products, nutritional value, structural and mechanical properties, sensory analysis, nutritional status, enrichment.

References

1. Akulich A.V., Samuilenko T.D. Analysis of the production cycle of brewing departments of bakery enterprises of the Republic of Belarus // Storage and processing of agricultural raw materials. 2020. № 4. pp. 126-138.
2. Zharkova I.M., Lavrov S.V., Samokhvalov A.A., Grebenshchikov A.V. Development of functional food products for gluten-free and gerodic nutrition, including for the prevention of osteoporosis // Bread products. 2019. № 12. pp. 53-55.
3. Zheleznov A.V., Zheleznova N.B., Burmakina N.V., Yudina R.S. Amaranth: scientific foundations of introduction. Novosibirsk: Geo, 2009. 236 p.

4. Baiano A. Edible insects: An overview on nutritional characteristics, safety, farming, production technologies, regulatory framework, and socio-economic and ethical implications // Trends in food science & technology. 2020. Vol. 100. pp. 35-50.
5. Caporgno M.P., Mathys A. Trends in microalgae incorporation into innovative food products with potential health benefits // Frontiers in Nutrition. 2018. № 5. 58 p.
6. De Oliveira F.C., Coimbra J.S.D.R., De Oliveira E.B., Zuñiga A.D.G., Rojas E.E.G. Food protein-polysaccharide conjugates obtained via the Maillard reaction: A review // Critical reviews in food science and nutrition. 2016. № 56(7). pp. 1108-1125.
7. Gravel A., Doyen A. The use of edible insect proteins in food: Challenges and issues related to their functional properties // Innovative food science & emerging technologies. 2020. № 59. pp. 102-272.
8. Henchion M., Hayes M., Mullen A.M., Fenelon M., Tiwari B. Future protein supply and demand: Strategies and factors influencing a sustainable equilibrium // Foods. 2017. № 36(7). pp. 53.
9. Joshi V. K., Kumar S. Meat analogues: Plant based alternatives to meat products – a review // International journal of food fermentation and technology. 2015. № 5(2). pp. 107-119.
10. Maehre H.K., Jensen I.J., Elvevoll E.O., Eilertsen K.E. Omega-3 fatty acids and cardiovascular diseases: Effects, mechanisms and dietary relevance // International journal of molecular sciences. 2018. № 19(9). pp. 2422.
11. Matassa S., Boon N., Pikaar I., Verstraete W. Microbial protein: Future sustainable food supply route with low environmental footprint // Microbial biotechnology. 2016. № 9(5). pp. 568-575.
12. Global food and drink trends 2030 // Mintel Group Ltd. 2020. <https://downloads.mintel.com/private/vKd6b/files/817369/>
13. Niyonzima E., More S., Brough L. Spirulina (*Arthrospira platensis*) for improved human health and livelihoods: Potentials, utilization, and research advances. Ed. by R. Durvasula // CRC Press. 2020. Vol. Algae. pp. 295-320.
14. Parodi A., Leip A., De Boer I.J.M., Slegers P.M., Ziegler F., Temme E.H.M., Van Zanten H.H.E. The potential of future foods for sustainable and healthy diets // Nature sustainability. 2018. № 1(12). pp. 782-789.
15. Rumpold B.A., Schlüter O.K. Potential and challenges of insects as an innovative source for food and feed production // Innovative food science & emerging technologies. 2013. № 17. pp. 1-11.
16. Smetana S., Mathys A., Knoch A., Heinz V. Meat alternatives: life cycle assessment of most known meat substitutes // The international journal of life cycle assessment. 2015. № 20(9). pp. 1254-1267.
17. Stokes J.R., Boehm M.W., Baier S.K. Oral processing, texture and mouthfeel: From rheology to tribology and beyond // Current opinion in colloid & interface science. 2013. № 18(4). pp. 349-359.
18. Willet W., Rockström J., Loken B., Springmann M., Lang T., Vermeulen S., Murray C.J.L. Food in the anthropocene: the EAT-Lancet commission on healthy diets from sustainable food systems // Lancet. 2019. № 393(10170). pp. 447-492.

Применение продуктов переработки растительного и животного происхождения в качестве основы для обогащения хлебобулочных изделий

Мартин Александрович Саргсян

Аспирант

Воронежский государственный аграрный университет им. императора Петра I

Воронеж, Россия

mrmartinok@mail.ru

ORCID 0000-0002-3786-1088

Елена Владимировна Белокурова

Кандидат технических наук

Воронежский государственный аграрный университет им. императора Петра I

Воронеж, Россия

zvezdamal@mail.ru

ORCID 0000-0002-1955-8376

Наталья Митрофановна Дерканосова

Доктор технических наук

Воронежский государственный аграрный университет им. императора Петра I

Воронеж, Россия

kommerce05@list.ru

ORCID 0000-0003-4633-9280

Поступила в редакцию 07.08.2024

Принята 27.09.2024

Опубликована 15.10.2024

УДК 664.66.022.3

EDN YGUAWP

БАК 4.3.3. Пищевые системы (технические науки)

OECD 02.11.JY. FOOD SCIENCE & TECHNOLOGY

Аннотация

Полноценное и сбалансированное питание относится к основным факторам, влияющим на формирование здоровья человека. Качество потребляемой пищи, баланс эссенциальных микроэлементов и витаминов имеют особое значение для профилактики заболеваний вызываемых дефицитом нутриентов. В частности, недостаток витаминов, а также биологически значимых элементов, таких как железо, йод, цинк, селен, остается серьезной проблемой общественного здоровья во всем мире. Обогащение основных продуктов питания, в том числе хлебобулочных изделий, продуктами переработки нетрадиционного растительного и животного сырья, может способствовать профилактике заболеваний, связанных с распространенными дефицитами. Существенную роль на качество и доступность пищевой продукции также оказывают особенности биогеохимических провинций, территорий произрастания пищевых компонентов, а также экономическая обеспеченность населения. Несмотря на актуальность данного направления, при внедрении новых технологий возникает ряд трудностей, включая высокую стоимость используемого оборудования и необходимость оптимизации производственных процессов. По этой причине актуален поиск новых методов обогащения, как и оптимизация уже существующих рецептур. Статья содержит описание технологий внесения в рецептуру хлебобулочных изделий биологической композиции на основе продукта переработки животного сырья, а также продуктов переработки нетрадиционного растительного сырья, и их влияния на качество готового

продукта. В качестве первого примера выступает обогащение хлеба на этапе замеса теста деацетилированным производным хитина с адсорбированным эссенциальным микроэлементом. Описаны изменения основных физико-химических показателей мякиша готового хлеба и общей токсичности продукта, вызванных применением хитозана, с закрепленным на его поверхности цинком. В результате проведенного исследования сделан вывод о необходимости учета влияния вносимого микроэлемента на процесс брожения теста и качество готового хлеба. Вторым примером выступает описание применения продуктов переработки клубеньков чуфы. Проведена сенсорометрическая оценка аромата булочных изделий, произведенных с внесением порошка или масляного и водного экстрактов клубеньков чуфы. Помимо этого, уделено внимание воздействию вносимых компонентов на обсемененность готового продукта микроорганизмами в процессе хранения. Полученные результаты свидетельствуют о необходимости учета влияния внесения дополнительных источников растительного происхождения на срок хранения изготавливаемого изделия. В тоже время, богатый состав клубеньков чуфы благотворно влияет на потребительские свойства производимой продукции, обеспечивая длительную сохранность аромата изделий. Результаты исследования позволяют оптимизировать применяемые в статье способы обогащения хлебобулочных изделий, с учетом изменений указанных показателей.

Ключевые слова

хлебобулочные изделия, булка русская круглая, обогащение, цинк, хитозан, чуфа, показатели качества, сенсорометрическая оценка.

Введение

Рацион питания является крайне значимым фактором, определяющим здоровье человека на всех этапах его жизни. Качество потребляемой пищи оказывает влияние на организм с первых дней. В настоящее время считается, что питание ребенка, начиная с внутриутробного периода и в течение первых лет жизни, формирует особенности его метаболизма, а также оказывает воздействие на состояние здоровья и предрасположенность к будущим заболеваниям, напрямую влияя на продолжительность жизни человека. Вместе с тем питание пожилых людей зачастую характеризуется невысокой энергетической ценностью блюд и сниженным потреблением белка в целом. Попутно с возрастными переменами пищевого поведения происходит изменение в работоспособности желудочно-кишечного тракта, в частности, уменьшение силы сокращений пищевода, снижение желудочной секреции и прочие нарушения моторики органов пищеварения. К примеру, в тонкой кишке снижается всасывание жиров, ряда витаминов и микроэлементов, в частности, кальция и цинка, а в толстой кишке физиологические изменения приводят к атрофии мышечной пластинки и увеличению времени прохождения пищи. Принимая во внимание происходящие на протяжении всей жизни естественные изменения организма, нерациональное питание можно выделить как одну из основных причин ускоренного старения (Longo, 2022; Полянская, 2023; Скребнева, 2021).

При этом, недостаток витаминов и микроэлементов в питании является серьезной проблемой общественного здравоохранения во всем мире. К непатологическим причинам дефицита микроэлементов относят длительное несбалансированное питание, общее состояние экономики страны и благосостояние населения, а также условия территорий произрастания сырьевых источников, в особенности их водоснабжения и воздействие антропогенного фактора. Проблема дефицита нутриентов особенно актуальна в странах, где недоедание является распространенной проблемой среди населения. К числу самых распространенных дефицитов микронутриентов относят недостаток: железа, йода, цинка, фолиевой кислоты и витаминов группы А, В, D. В тоже время оценка распространенности микроэлементозов затруднена из-за недостатка данных об особенностях региональных дефицитов эссенциальных микроэлементов (Ahsan, 2021; Болотова, 2022; Venkatesh, 2021; Stevens, 2022).

Оптимизация рецептур функциональных изделий, обогащенных компонентами растительного и животного происхождения, а также незаменимыми микронутриентами, актуальна для региональных производителей пищевой продукции по причине разнообразия особенностей биогеохимических

провинций. Обогащение хлебобулочных изделий, традиционно входящих в основу рациона большинства народов, является перспективным направлением, так как для наиболее эффективной профилактики дефицита эссенциальных микроэлементов и улучшения общего состояния здоровья широких слоев населения, рационально использование функциональных изделий, входящих в перечень минимального продуктового набора. Таким образом, внедрение обогащенных хлебобулочных изделий может стать значительным шагом в борьбе с распространенными дефицитами жизненно необходимых нутриентов (Betoret, 2020; Kaim, 2023).

В современной пищевой промышленности уже нашли применение различные методы обогащения хлебобулочных изделий. Среди них можно выделить обогащение муки на этапе помола, добавление комбинированных или изолированных компонентов в тесто, применение витаминно-минеральных премиксов или использование капсулированных добавок и солей эссенциальных элементов с опорой на суточную потребность во вносимых компонентах. Однако активное обогащение хлебобулочных изделий сталкивается с трудностями из-за высокой стоимости оборудования, необходимости значительных изменений в существующих производственных процессах, а также развития региональных сетей малых хлебопекарен и производства изделий из нетрадиционных растительных и животных ингредиентов (Ergasheva, 2022; Rousta, 2021; Tolve, 2022).

Цель исследования заключается в изучении влияния, оказываемого вносимыми компонентами в рецептуры хлебобулочных изделий, на качество изготавливаемого продукта на примере обогащения хлеба пшеничного композицией из хитозана и цинка, а также булки русской круглой рядом продуктов переработки клубеньков чуфы.

Материалы и методы исследования

Рецептура хлеба, обогащенного закрепленным на поверхности хитозана цинком, служит примером функционального хлебобулочного изделия, приготовленного путем внесения пищевой композиции с эссенциальным микроэлементом и носителем животного происхождения на этапе замеса теста.

Обогащающая композиция, для приготовления которой в 100 см³ воды дистиллированной растворяли 1 г сорбента и 0,1319 г $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, представляет собой высушенный и адсорбированный в массе хитозана семиводный сульфат цинка. Частота дефицита эссенциального цинка составляет от 10 до 30-40 % населения в экономически развитых и развивающихся странах. В тоже время ценность данного элемента для организма оценивается цинкозависимостью более 300 жизненно необходимых ферментов и белков. Сульфат цинка является одной из наиболее усвояемых неорганических форм цинка, отличающейся низкой стоимостью и стабильностью, достаточной для длительного хранения (Скальный, 2022).

Хитозан, представляющий собой хитин, прошедший этапы деминерализации, депротеинирования и деацетилирования, нашел широкое применение в качестве сорбента и носителя в различных отраслях, таких как медицина, водоочистка, сельское хозяйство и пищевая промышленность. Молекула хитозана, благодаря наличию большого количества аминогрупп, способна связывать ионы водорода, приобретая положительный заряд. Более того, свободные аминогруппы и координационно связанные металлы придают хитозану хелатообразующие и комплексообразующие свойства. Способность хитозана растворяться в неорганических кислотах, таких как соляная кислота, содержащаяся в желудочном соке, а также связывать различные химические элементы, включая цинк, выгодно отличает этот сорбент от других природных аналогов, используемых в пищевой промышленности. В целом, экономическая рентабельность применения хитозана в качестве сорбента обусловлена его доступностью, высокой эффективностью, экологической безопасностью и многофункциональностью (Белокурова, 2024).

Количество цинка, закрепляемого на поверхности хитозана устанавливалось методом атомно-абсорбционной спектроскопии в соответствии с ГОСТ Р 56372-2015 «Комбикорма, концентраты и премиксы. Определение массовой доли железа, марганца, цинка, кобальта, меди, молибдена и селена методом атомно-абсорбционной спектроскопии». Хитозан массой в 1 г адсорбировал 25 мг цинка из 30

мг, внесенных в составе $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, что, с учетом усвояемости, позволяет обеспечить потребителя суточной нормой вносимого эссенциального элемента. Определение производилось с использованием атомно-адсорбционного спектрометра «МГА-1000», за результат принимали среднее арифметическое значение результатов не менее пяти параллельных измерений.

Стоит отметить, что обогащение продуктов лишь одним выбранным элементом не несет случайный характер и должно учитывать актуальные данные о дефицитах в выбранной биогеохимической провинции. Дело в том, что профилактика дефицита микроэлементов рациональна только в регионах с установленной нехваткой микронутриентов среди населения. При обогащении хлебобулочных изделий необходимо тщательно учитывать потенциальное воздействие микроэлементов друг на друга, в частности, синергическое и антагонистическое взаимодействие. С целью профилактики дефицита цинка не рационально обогащение продукта железом, медью, кальцием и магнием. В противном случае, при одновременном поступлении дополнительных доз указанных элементов возможно возникновение конкуренции за всасывание в кишечнике. Избыточное потребление антагонистически взаимодействующих элементов может привести к снижению их усвояемости, что, в свою очередь, ставит под сомнение эффективность профилактики выявленного элементоза. К тому же, затраты на обогащение продуктов сразу несколькими микроэлементами не оправданы, при условии общего уменьшения их биодоступности. Учет вышеописанных аспектов позволит разработать более эффективные меры по профилактике дефицита микроэлементов и поддержанию общего здоровья населения.

В качестве основы для исследуемого функционального хлебобулочного изделия взята рецептура хлеба забайкальского формового, приготовленная в соответствии с ГОСТ Р 58233-2018 «Хлеб из пшеничной муки. Технические условия». Выбор обусловлен профилактической направленностью обогащаемого хлеба, в состав которого входит мука пшеничная второго сорта, а мука пшеничная обойная (используется в базовой рецептуре) заменена на цельносмолотую, которая близка по технологическим свойствам к обойной, но характеризуется более высоким содержанием пищевых волокон, белковых и минеральных веществ (Doblado-Maldonado, 2012). Значение влажности, кислотности и пористости мякиша устанавливали согласно ГОСТ 21094-2022 «Изделия хлебобулочные. Методы определения влажности», ГОСТ 5670-96 «Хлебобулочные изделия. Методы определения кислотности» и ГОСТ 5669-96 «Хлебобулочные изделия. Метод определения пористости» соответственно.

Определение влияния обогащающей композиции на «силу» муки проводили по методу Л.Я. Ауэрмана, заключающемуся в наблюдении за расплываемостью шарика теста по достижении заданного времени в заданных условиях. Измерение диаметра шарика в термостате производится спустя 30, 60, 120 и 180 мин. По результатам формируется вывод о силе муки. Так, сильной муке соответствует диаметр теста менее 83 мм; муке средней силы 83-97 мм; слабой муке – более 97 мм. С целью получения наиболее объективного результата и наблюдения влияния вносимой композиции на газодерживающую способность теста значение «силы» муки устанавливалось параллельно на образцах, обогащенных чистым сульфатом цинка, в количестве, идентичном количеству Zn в описанной выше композиции.

Помимо прочего, на этапе замеса теста, с целью предварительного определения общей токсичности вносимой композиции применен метод биотестирования кормов с использованием *Styloynchia mytilus*, в соответствии с ГОСТ 31674-2012 «Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения общей токсичности».

В рамках расширения ассортимента функциональных хлебобулочных изделий актуально также применение продуктов переработки растительного происхождения. Исследуемым далее примером служат булочные изделия, приготовленные с внесением порошка или экстрактов из клубеньков чуфы.

Чуфа (*Cyperus esculentus*), широко культивируемая по всему миру, благодаря своим высоким питательным свойствам, представляет собой перспективный ингредиент для приготовления продуктов с повышенной пищевой и потребительской ценностью. Клубеньки чуфы содержат порядка 22,14-44,92% липидов, 3,28-8,45% белков, 23,21-48,12% крахмала, 8,26-15,47% волокон и 1,60-2,60% золы. Кроме того, данное растение богато мононенасыщенными жирными кислотами, а также содержит биоактивные

вещества, такие как органические кислоты, алкалоиды и фенолы. В тоже время необходимо учесть, что пищевая ценность чужбы, как и прочих продуктов переработки растительного происхождения, зависит от сорта, условий почвы и территории произрастания, а также методов выращивания и условий хранения (Yali, 2022).

Контрольный образец булочного изделия готовили в соответствии с ГОСТ 27844-88 «Изделия булочные. Технические условия». С целью наблюдения влияния, оказываемого внесением продуктов переработки чужбы на технологические свойства теста в процессе брожения и на показатели качества готовых изделий в рецептуре контрольного образца использовали: продукт переработки чужбы в виде порошка (ППЧ) или масляный экстракт чужбы (МЭЧ), или водный экстракт чужбы (ВЭЧ).

В виду разнообразия состава продуктов растительного происхождения целесообразно исследовать влияние вносимых компонентов на процесс обсеменения готового изделия микроорганизмами. Определение количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов производилось в соответствии с ГОСТ 10444.15-94 «Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов». В тоже время, подсчет количества дрожжей и плесневых грибов производился в соответствии с ГОСТ 10444.12-2013 «Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Методы выявления и подсчета количества дрожжей и плесневых грибов».

В процессе хранения булочных изделий, за счет частичной потери летучих веществ, происходит снижение аромата и ухудшение вкуса продукта. В целях учета вышеупомянутых изменений произведено тестирование аромата готовой продукции путем применения метода пьезокварцевого микровзвешивания. Данный способ предоставляет возможность обеспечить наиболее объективную оценку влияния вносимых в рецептуру компонентов на органолептические показатели готового продукта, а также позволяет количественно охарактеризовать изменения аромата изделий (Кучменко, 2021).

Результаты и обсуждение

Результаты дегустационной оценки органолептических показателей хлеба приведены в таблице 1. Кроме того, определены ключевые физико-химические параметры, определяющие качество готового продукта.

Таблица 1. Органолептические и физико-химические показатели хлеба

Показатель	ГОСТ Р 58233-2018	Контроль	Опыт
Органолептические показатели хлеба			
Форма	Соответствующий хлебной форме, в которой производилась выпечка, с несколько выпуклой верхней коркой, без боковых выплывов	Соответствует прямоугольной хлебной форме, в которой производилась выпечка, с выпуклой верхней коркой, без боковых выплывов	
Цвет	Светло-коричневый, допускается белесоватость	Светло-коричневый	
Вкус	Свойственный данному виду изделия, без постороннего привкуса	Свойственный хлебу из смеси муки пшеничной хлебопекарной второго сорта и пшеничной цельнозерновой, без постороннего привкуса	
Запах	Свойственный данному виду изделия, без постороннего запаха	Свойственный хлебу из смеси муки пшеничной хлебопекарной второго сорта и пшеничной цельнозерновой, без постороннего запаха	
Поверхность	Без крупных трещин и подрывов	Без крупных трещин и подрывов	Без крупных трещин и подрывов, со

			слегка увеличенным количеством пор
Промес	Без комочков и следов непромеса	Без комочков и следов непромеса	
Пористость	Развитая, без пустот и уплотнений	Развитая, без пустот и уплотнений	
Пропеченость	Пропеченый, не влажный на ощупь	Пропеченый, не влажный на ощупь	
Физико-химические показатели хлеба			
Влажность мякиша, %	не более 49,0	47,0	47,0
Кислотность мякиша, град.	не более 7,0	5,4	6,0
Пористость мякиша, %	не менее 60,0	63,0	64,0

Основываясь на представленных данных, можно утверждать, что оба образца соответствуют установленным требованиям стандарта. Незначительное повышение значения пористости мякиша опытного образца, как и увеличение кислотности, обусловлено более интенсивным газообразованием в процессе брожения, инициированным добавлением композиции из хитозана с увеличенным содержанием цинка. Важно заметить, что внесение ограниченного количества цинка не оказало влияния на вкус выпекаемого хлеба.

Значения, полученные в результате определения «силы» муки по расплываемости шарика теста, приведены на рисунке 1.

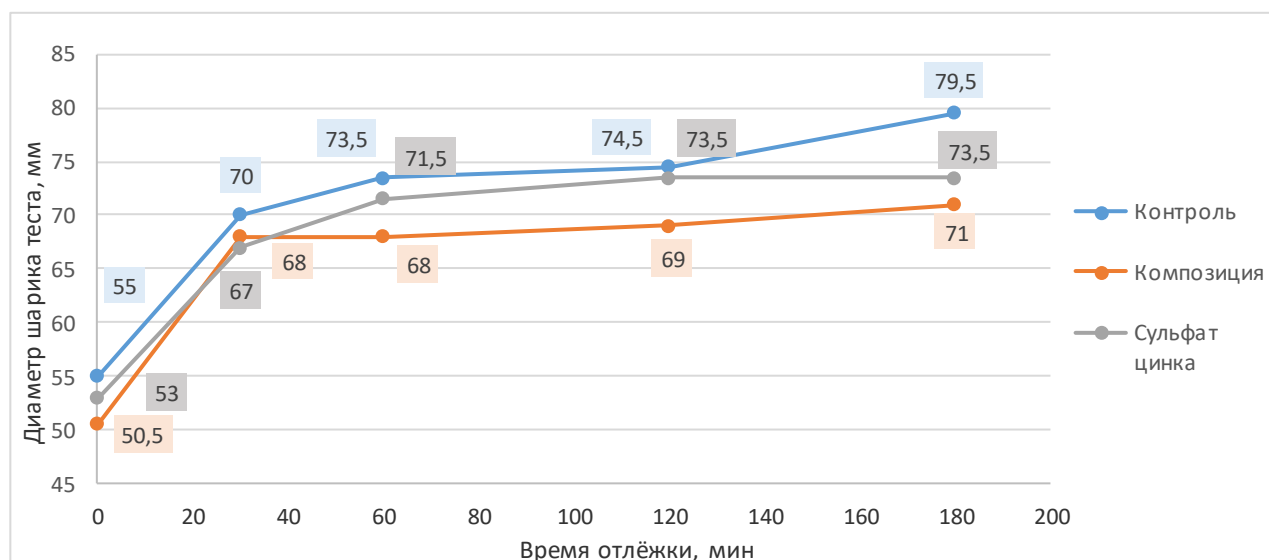


Рисунок 1. Влияние вносимого компонента на расплываемость шарика теста.

Цельнозерновая мука отличается достаточно высоким выходом сырой клейковины, кроме того, в результате обогащения снижается заведомо невысокое значение расплываемости шарика, оказываемое внесением дополнительного источника эссенциального цинка. Исследуемое тесто характеризуется высокой упругостью, средней пластичностью и позволяет получить изделия правильной формы с оптимальной плотностью мякиша.

Влияние вносимого компонента на значение общей токсичности цельносмолотой муки устанавливалось с применением культуры *Stylomychia mytilus*. Инфузории, при замешивании с мукой обогащающей композиции, проявляли высокую активность, в частности, средняя выживаемость микроорганизмов в сравнении с контрольной пробой увеличилась на 6,5%, с 73,8 до 80,4%. Контрольный

образец классифицируется как нетоксичный. Однако, установленный результат представляет собой лишь предварительное определение безопасности обогащающей композиции и направлен на демонстрацию актуальности ее дальнейшего исследования, в частности, определения безопасности с использованием в качестве модельных объектов лабораторных животных.

Результаты исследования обсемененности готового изделия микроорганизмами фиксировали спустя 24 и 48 часов хранения, данные представлены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2. Результаты микробиологических исследований булки русской круглой спустя 24 часа хранения

Наименование показателей, единицы измерения	Значение показателей		
	Контроль	Опыт с внесением водного экстракта чужды	Опыт с внесением масляного экстракта чужды
КМАФАнМ, КОЕ/г	$0,3 \cdot 10^3$	$1,0 \cdot 10^3$	$0,5 \cdot 10^3$
Плесени, КОЕ/г	менее 10	менее 10	менее 10
Дрожжи, КОЕ/г	34	66	59

Содержание КМАФАнМ в контрольном образце, хранившемся 24 часа, меньше, чем в испытуемых образцах. В тоже время, содержание дрожжей в опытном образце, приготовленном с внесением водного экстракта чужды, превышает значение показателя контрольного образца практически в 2 раза, что можно объяснить влиянием собственной микрофлоры водного экстракта чужды на готовое изделие.

Таблица 3. Результаты микробиологических исследований булки русской круглой спустя 48 часов хранения

Наименование показателей, единицы измерения	Значение показателей		
	Контроль	Опыт с внесением водного экстракта чужды	Опыт с внесением масляного экстракта чужды
КМАФАнМ, КОЕ/г	$0,5 \cdot 10^3$	$1,2 \cdot 10^3$	$0,8 \cdot 10^3$
Плесени, КОЕ/г	менее 10	менее 10	менее 10
Дрожжи, КОЕ/г	36	71	62

Содержание КМАФАнМ в контрольном образце, хранившемся 48 часов, меньше, чем в испытуемых образцах. В тоже время различие содержания дрожжей в опытном образце с внесением ВЭЧ в сравнении с контролем, сигнализирует о меньшем сроке хранения изделий с внесением ВЭЧ, при остальных одинаковых условиях, так как накопление микрофлоры в данном образце в процессе хранения идет более интенсивно.

По результатам определения качественной и количественной характеристики сенсорометрической оценки аромата исследуемых образцов построена круговая лепестковая диаграмма «визуальных отпечатков». Результаты, определенные спустя 24 часа хранения, в виде сформированной диаграммы продемонстрированы на рисунке 2.

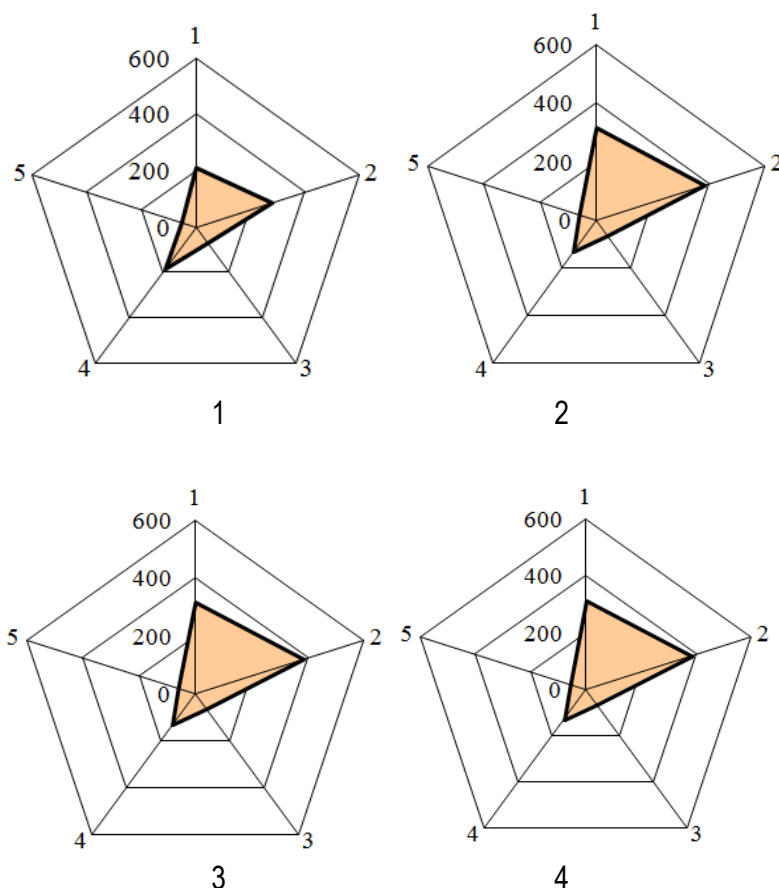
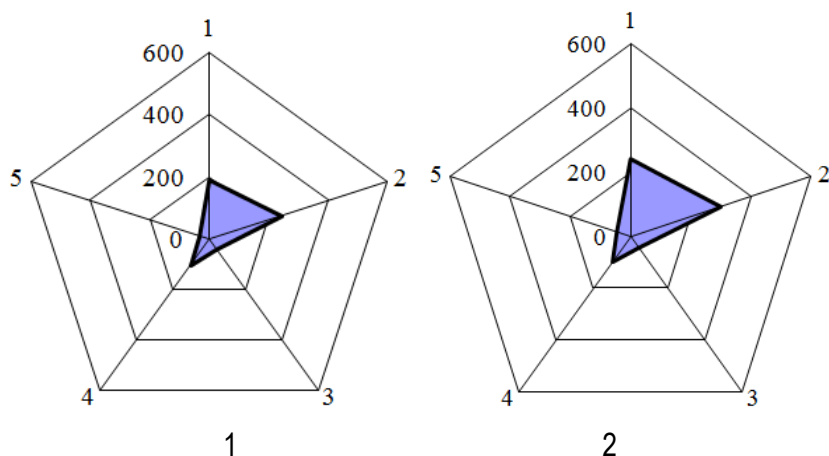


Рисунок 2. Диаграмма «Визуальных отпечатков» сигналов матрицы 5-и сенсоров в парах равновесной газовой фазы готовых изделий спустя 24 часа.

Примечание. 1 – контрольный образец, 2 – опыт с внесением 4 % ППЧ, 3 – опыт с внесением 8 % ВЭЧ, 4 – опыт с внесением 8 % МЭЧ.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что площадь «визуальных отпечатков» булочных изделий, приготовленных с внесением ППЧ, ВЭЧ и МЭЧ, спустя 24 часа хранения значительно превышает площадь «визуальных отпечатков» контрольного образца. На рисунке 3 продемонстрированы результаты определения «визуальных отпечатков» булочных изделий спустя 48 часов хранения.



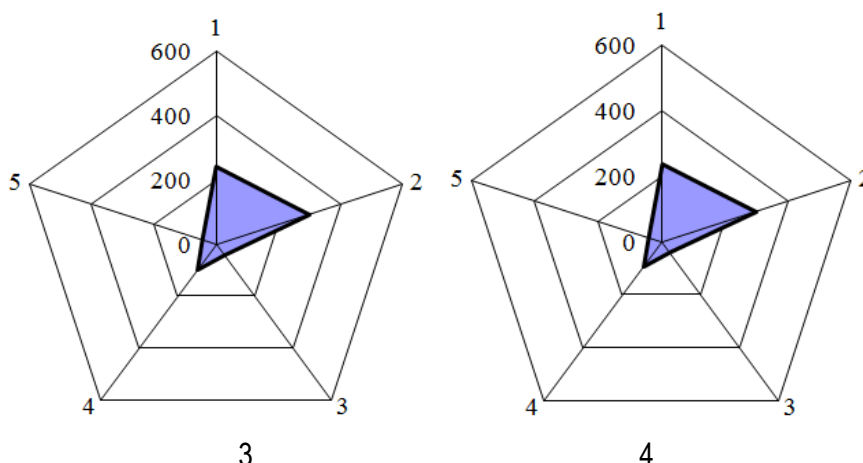


Рисунок 3. Диаграмма «Визуальных отпечатков» сигналов матрицы 5-и сенсоров в парах равновесной газовой фазы готовых изделий спустя 48 часов.

Примечание. 1 – контрольный образец, 2 – опыт с внесением 4 % ППЧ, 3 – опыт с внесением 8 % ВЭЧ, 4 – опыт с внесением 8 % МЭЧ.

Таким образом, увеличение площади «визуальных отпечатков» опытных образцов позволяет сделать вывод о том, что внесение ППЧ, ВЭЧ, МЭЧ в рецептуру существенно обогащает и повышает стабильность аромата булочных изделий в процессе хранения.

Заключение

Подводя итог исследованию, отметим, что, ввиду разнообразия форм и состава продуктов переработки нетрадиционного растительного и животного сырья, необходим учет оказываемого ими воздействия на показатели качества, как полуфабрикатов, так и готовых изделий. Так, установлено, что при работе с обогащающей композицией, богатой эссенциальными микроэлементами, целесообразно принимать во внимание влияние состава вносимых компонентов на интенсификацию брожения теста и, как следствие, на показатели пористости и кислотности готового изделия. Кроме того, внесение композиции из хитозана и цинка влияет на показатель «силы муки», с повышением газоудерживающей способности теста. С целью углубленного изучения воздействия, возникающего в результате обогащения целесообразно одновременно рассмотреть изменения газообразующей способности и реологических свойств теста.

В тоже время применение продуктов переработки растительного происхождения способно оказывать иное воздействие. Богатый состав клубней, плодов и побегов растений способен повлиять на жизнедеятельность обсеменяющих продукт микроорганизмов, что, в свою очередь, способствует ускорению порчи готового изделия. Определено, что содержание КМАФАнМ в контрольном образце, хранившемся 24 и 48 часа, меньше, чем в испытуемых образцах, накопление микрофлоры в испытуемых образцах в процессе хранения идет более интенсивно, особенно это характерно для водного экстракта чужды, что возможно объясняется внесением собственной микрофлоры экстрактов.

Наряду с вышеописанным, разнообразие состава применяемых растительных обогатителей оказывает положительное воздействие на длительность сохранения и интенсивность аромата готовых изделий. Оптимизация имеющихся методов обогащения хлебобулочных изделий остается актуальным направлением в области разработки новых функциональных продуктов питания.

Список литературы

1. Белокурова Е.В., Саргсян М.А. Возможность обогащения хлебобулочных изделий биологической композицией «цинк и хитозан» // Известия Дагестанского государственного аграрного университета. 2024. № 1(21). С. 193-197.

2. Болотова Н.В., Скальный А.А., Филина Н.Ю. Проявление микроэлементозов у детей с различным нутритивным статусом // Микроэлементы в медицине. 2022. № 23(4). С. 62-69.
3. Кучменко Т.А., Лисицкая Р.П. Применение химических сенсоров в технологическом контроле: формирование аромата кондитерских масс // Журнал аналитической химии. 2021. № 76(7). С. 648-659.
4. Полянская А.В., Геппе Н.А., Чебышева С.Н. Первые тысяча дней жизни – основа метаболического программирования. Как помочь ребенку на искусственном вскармливании? // Лечащий врач. 2023. № 26(11). С. 47-55.
5. Скальный А.В., Сотникова Т.И., Коробейникова Т.В., Тиньков А.А. Значение коррекции дефицита цинка в практической медицине: обзор // Сеченовский вестник. 2022. № 13(4). С. 4-17.
6. Скребнева А.В., Мелихова Е.П., Васильева М.В. Пищевой статус и продолжительность жизни человека // Российский вестник гигиены. 2021. № 4. С. 21-25.
7. Ahsan A.K. Zinc micronutrient deficiency and its prevalence in malnourished pediatric children as compared to well-nourished children: a nutritional emergency // Global pediatric health. 2021. № 8. pp. 1-6.
8. Betoret E., Rosell C.M. Enrichment of bread with fruits and vegetables: Trends and strategies to increase functionality // Cereal chemistry. 2020. № 97(1). pp. 9-19.
9. Doblado-Maldonado A.F. Key issues and challenges in whole wheat flour milling and storage // Journal of cereal science. 2012. № 56(2). pp. 119-126.
10. Ergasheva H., Khujakulova N. Enrichment of wheat flour with shorts at flour-milling enterprises // Journal of pharmaceutical negative results. 2022. № 13. pp. 2359-2363.
11. Kaim U., Goluch Z.S. Health benefits of bread fortification: A systematic review of clinical trials according to the PRISMA // Statement. Nutrients. 2023. № 15(20). pp. 5-25.
12. Longo V.D., Anderson R.M. Nutrition, longevity and disease: From molecular mechanisms to interventions // Cell. 2022. № 185(9). pp. 1455-1470.
13. Rousta L.K. Use of encapsulation technology to enrich and fortify bakery, pasta and cereal-based products // Trends in food science and technology. 2021. Vol. 118. pp. 688-710.
14. Stevens G.A. Micronutrient deficiencies among preschool-aged children and women of reproductive age worldwide: a pooled analysis of individual-level data from population-representative surveys // The Lancet Global Health. 2022. № 10(11). pp. e1590-e1599.
15. Tolve R. Current advantages in the application of microencapsulation in functional bread development // Foods. 2022. № 12(1). 96 p.
16. Venkatesh U. Micronutrient's deficiency in India: a systematic review and meta-analysis // Journal of nutritional science. 2021. № 10. pp. 1-11.
17. Yali Y., Xiaoyu L., Tiehua Z., Changhui Z., Shiyao G., Yiling P., Feng G. Tiger nut (*Cyperus esculentus* L.). Nutrition, processing, function and applications // Foods. 2022. № 11(4). 601 p.

The use of processed products of plant and animal origin as a basis for enriching bakery products

Martin A. Sargsyan

PhD student

Emperor Peter the Great Voronezh State Agrarian University

Voronezh, Russia

mrmartinok@mail.ru

ORCID 0000-0002-3786-1088

Elena V. Belogurova

Candidate of Technical Sciences
Emperor Peter the Great Voronezh State Agrarian University
Voronezh, Russia
zvezdamal@mail.ru
ORCID 0000-0002-1955-8376

Natalia M. Derkanosova

Doctor of Technical Sciences
Emperor Peter the Great Voronezh State Agrarian University
Voronezh, Russia
kommerce05@list.ru
ORCID 0000-0003-4633-9280

Received 07.08.2024

Accepted 27.09.2024

Published 15.10.2024

UDC 664.66.022.3

EDN YGUAWP

VAK 4.3.3. Food systems (technical sciences)

OECD 02.11.JY. FOOD SCIENCE & TECHNOLOGY

Abstract

A full and balanced diet is one of the main factors influencing the formation of human health. The quality of food consumed, the balance of essential trace elements and vitamins are of particular importance for the prevention of diseases caused by nutrient deficiency. In particular, the lack of vitamins, as well as biologically significant elements such as iron, iodine, zinc, selenium, remains a serious public health problem worldwide. Fortification of basic foodstuffs, including bakery products, with products from the processing of non-traditional plant and animal raw materials, can contribute to the prevention of diseases associated with widespread deficiencies. The peculiarities of biogeochemical provinces, territories where food components grow, as well as the economic security of the population also play a significant role in the quality and accessibility of food products. Despite the relevance of this area, a number of difficulties arise when introducing new technologies, including the high cost of the equipment used and the need to optimize production processes. For this reason, the search for new enrichment methods is relevant, as is the optimization of existing formulations. The article contains a description of technologies for introducing a biological composition into the formulation of bakery products based on a product of processing animal raw materials, as well as products of processing non-traditional vegetable raw materials, and their impact on the quality of the finished product. The first example is the enrichment of bread at the stage of kneading dough with a deacetylated chitin derivative with an adsorbed essential trace element. The changes in the basic physico-chemical parameters of the crumb of the finished bread and the general toxicity of the product caused by the use of chitosan with zinc fixed on its surface are described. As a result of the study, it was concluded that it is necessary to take into account the effect of the introduced trace element on the fermentation process of the dough and the quality of the finished bread. The second example is a description of the use of processed products of chufa nodules. A sensorimetric evaluation of the aroma of bakery products made with the addition of powder or oil and aqueous extracts of chufa nodules was carried out. In addition, attention is paid to the effect of the introduced components on the contamination of the finished product by microorganisms during storage. The results obtained indicate the need to take into account the effect of introducing additional sources of plant origin on the shelf life of the manufactured product. At the same time, the rich composition of chufa nodules has a beneficial effect on the consumer properties of the products produced, ensuring long-term preservation of the flavor of the products. The results of the study

make it possible to optimize the methods of enriching bakery products used in the article, taking into account changes in these indicators.

Keywords

bakery products, Russian round loaf, enrichment, zinc, chitosan, chufa, quality indicators, sensorometric assessment.

References

1. Belokurova E.V., Sargsyan M.A. The possibility of enriching bakery products with the biological composition «zinc and chitosan» // Dagestan State Agrarian University bulletin. 2024. № 1(21). pp. 193-197.
2. Bolotova N.V., Skalny A.A., Filina N.Yu. Manifestation of microelementoses in children with different nutritional status // Microelements in medicine. 2022. № 23(4). pp. 62-69.
3. Kuchmenko T.A., Lisitskaya R.P. Application of chemical sensors in technological control: formation of flavor of confectionery masses // Journal of analytical chemistry. 2021. № 76(7). pp. 648-659.
4. Polyanskaya A.V., Geppe N.A., Chebysheva S.N. The first thousand days of life are the basis of metabolic programming. How can I help a baby with artificial feeding? // Attending physician. 2023. № 26(11). pp. 47-55.
5. Skalny A.V., Sotnikova T.I., Korobeynikova T.V., Tinkov A.A. The importance of zinc deficiency correction in practical medicine: A review // Sechenov' bulletin. 2022. № 13(4). pp. 4-17.
6. Skrebneva A.V., Melikhova E.P., Vasilyeva M.V. Nutritional status and human life expectancy // Russian Bulletin of Hygiene. 2021. № 4. pp. 21-25.
7. Ahsan A.K. Zinc micronutrient deficiency and its prevalence in malnourished pediatric children as compared to well-nourished children: a nutritional emergency // Global pediatric health. 2021. № 8. pp. 1-6.
8. Betoret E., Rosell C.M. Enrichment of bread with fruits and vegetables: Trends and strategies to increase functionality // Cereal chemistry. 2020. № 97(1). pp. 9-19.
9. Doblado-Maldonado A.F. Key issues and challenges in whole wheat flour milling and storage // Journal of cereal science. 2012. № 56(2). pp. 119-126.
10. Ergasheva H., Khujakulova N. Enrichment of wheat flour with shorts at flour-milling enterprises // Journal of pharmaceutical negative results. 2022. № 13. pp. 2359-2363.
11. Kaim U., Goluch Z.S. Health benefits of bread fortification: A systematic review of clinical trials according to the PRISMA // Statement. Nutrients. 2023. № 15(20). pp. 5-25.
12. Longo V.D., Anderson R.M. Nutrition, longevity and disease: From molecular mechanisms to interventions // Cell. 2022. № 185(9). pp. 1455-1470.
13. Rousta L.K. Use of encapsulation technology to enrich and fortify bakery, pasta and cereal-based products // Trends in food science & technology. 2021. Vol. 118. pp. 688-710.
14. Stevens G.A. Micronutrient deficiencies among preschool-aged children and women of reproductive age worldwide: a pooled analysis of individual-level data from population-representative surveys // The Lancet Global Health. 2022. № 10(11). pp. e1590-e1599.
15. Tolve R. Current advantages in the application of microencapsulation in functional bread development // Foods. 2022. № 12(1). 96 p.
16. Venkatesh U. Micronutrient's deficiency in India: a systematic review and meta-analysis // Journal of nutritional science. 2021. № 10. pp. 1-11.
17. Yali Y., Xiaoyu L., Tiehua Z., Changhui Z., Shiyao G., Yiling P., Feng G. Tiger nut (*Cyperus esculentus* L.). Nutrition, processing, function and applications // Foods. 2022. № 11(4). 601 p.

Обоснование технологии производства хлебобулочных изделий из цельносмолотой муки с применением порошка каркаде

Анастасия Вячеславовна Бычкова

Аспирант
Российский биотехнологический университет
Москва, Россия
nastenka.bychckova@yandex.ru
ORCID 0009-0008-1279-1723

Ирина Георгиевна Белявская

Доктор технических наук
Российский биотехнологический университет
Москва, Россия
belyavskaya@mgupp.ru
ORCID 0000-0003-1924-2985

Поступила в редакцию 03.08.2024

Принята 23.09.2024

Опубликована 15.10.2024

УДК 664.664.6

EDN XIWJEK

BAK 4.3.5. Биотехнология продуктов питания и биологически активных веществ (технические науки)

OECD 02.11.JY. FOOD SCIENCE & TECHNOLOGY

Аннотация

В современном мире все больше людей уделяют особое внимание качеству продуктов, которые они употребляют ежедневно. Хлебобулочные изделия занимают важное место в рационе питания населения Российской Федерации и других стран. Как продукты повседневного и массового потребления, они могут быть использованы в качестве основы для расширения ассортимента обогащенных и функциональных изделий, что обуславливает актуальность совершенствования технологии хлебобулочных изделий с применением новых видов нетрадиционного растительного сырья. В статье изучено влияние способов тестоприготовления на характеристики изделий, выработанных с применением нетрадиционного сырья – порошка каркаде для рекомендации их промышленного производства, что не только расширяет ассортимент здорового питания, но и обеспечивает индустриальный выпуск продукции стабильного качества с содержанием биологически-активных веществ. При проведении исследований использовались классические методы определения показателей качества объектов исследования (сырья, полуфабрикатов, хлебобулочных изделий). Реологические характеристики тестовых полуфабрикатов, в том числе ВПС, оценивали фаринографически в соответствии с ГОСТ ISO 5530-1-2013. Выявлено, что использование данной добавки улучшает показатель качества фаринографа на 13.5 % в сравнении с контрольным образцом. Для определения рациональной технологии хлебобулочных изделий из цельносмолотой муки с использованием порошка каркаде, проведены пробные лабораторные выпечки различными способами тестоприготовления. На основании анализа показателей удельного объема, формоустойчивости, структурно-механических свойств мякиша и других показателей качества хлебобулочных изделий дана рекомендация по применению опарного способа на большой густой опаре в качестве рационального тестоприготовления продукции повышенной пищевой ценности.

Ключевые слова

реологические свойства теста, фаринограф, хлебобулочное изделие, мука пшеничная цельносмолотая, нетрадиционное сырье, порошок каркаде.

Введение

Стратегия повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года, утвержденная распоряжением Правительства РФ № 1364-р от 29 июня 2016 года, направлена на создание условий для обеспечения полноценного питания населения и стимулирования производства и реализации на рынке высококачественных пищевых продуктов. В связи с этим перед пищевой промышленностью встает вопрос расширения ассортимента выпускаемой продукции, путем обогащения незаменимыми компонентами.

Чтобы восполнить недостаток макро- и микронутриентов в рационе питания населения, нужно обогащать продукты, которые употребляются ежедневно. Хлеб является одним из наиболее перспективных продуктов питания для обогащения и повышения качества ежедневного рациона питания и укрепления здоровья населения (Богатырева, 2021; Дубцова, 2023; Романов, 2024, Шахрай, 2021).

Применение в качестве рецептурных ингредиентов хлебопекарного производства нетрадиционных компонентов растительного происхождения может внести значительный вклад в разнообразие ассортимента и повышения пищевой ценности традиционных продуктов питания (Ауэрман, 2009; Бориева, 2021). Учеными из Алтайского государственного университета им. И.И. Ползунова проведено исследование по внесению плодов черной смородины при производстве ржано-пшеничного хлеба. Результатом работы является обогащенное хлебобулочное изделие повышенной пищевой ценности за счет внесения дополнительных витаминов и минеральных веществ в виде плодово-ягодного сырья (Алексеева, 2023).

Р.Т. Тимакова и ее коллеги разработали рецептуру функционального хлебобулочного изделия с добавлением сушеной измельченной дикорастущей клюквы, добавление которой оказало положительное воздействие на показатели качества, а также позволило повысить пищевую ценность (Тимакова, 2021). В целом же, введение в производственный процесс дополнительных функциональных компонентов, содержащих значительное количество макро- и микронутриентов, открывает широкие перспективы для расширения ассортимента хлебобулочных изделий (Бодина, 2023).

В свою очередь изготовление хлебобулочных изделий из цельносмолотой муки является одной из основных задач производителей, которые обладают необходимыми знаниями и опытом в этой области. Цельносмолотая мука – это продукт, который изготавливается путем измельчения неочищенных зерен различных злаковых культур. В процессе помола оболочка зерна и зародыш сохраняются, и мука не просеивается (Коваленко, 2020; Шапошников, 2021). Использование в рецептуре хлебобулочных изделий цельносмолотой муки позволит удовлетворить потребность организма в пищевых волокнах, некоторых витаминах и минеральных веществах (Костюченко, 2023).

Дополнительное введение в рецептуру продукта переработки каркаде позволит расширить полезные свойства данного хлебобулочного изделия. Химический состав этого растительного продукта богат и разнообразен. В составе каркаде есть множество биологически активных компонентов, которые делают его особенным. В нем содержатся антиоксиданты, а также органические кислоты. Кроме того, в нем присутствуют водорастворимые полисахариды, содержание которых может достигать 8% (Черевко, 2021).

Цель исследования заключается в изучении влияния продукта переработки каркаде на реологические свойства теста и проведение сравнительного анализа способов тестоприготовления. Это позволит обосновать рациональные технологические решения для производства хлебобулочных изделий, отвечающих принципам здорового питания.

Материалы и методы исследования

В качестве объектов исследования применены тестовые полуфабрикаты лабораторных проб хлебобулочных изделий, приготовленные из цельносмолотой муки без добавления (контроль) и с добавлением порошка исследуемого растительного сырья (каркаде).

В ходе исследований использовали: муку пшеничную хлебопекарную обойную по ГОСТ 26574-2017 (цельносмолотую), дрожжи хлебопекарные прессованные по ГОСТ Р 54731-2011; соль пищевую по ГОСТ Р 51574-2018; порошок из каркаде по ТУ 9198-002-46951679-2002.

Физические характеристики: водопоглотительная способность и реологические характеристики теста были установлены с использованием прибора фаринограф в соответствии с требованиями ГОСТ ISO 5530-1-2013. Для выбора рационального способа тестоприготовления проводили пробные лабораторные выпечки по рецептурам, представленным в таблице 1.

Таблица 1. Рецептуры хлебобулочных изделий

Наименование способа тестоприготовления			Количество вносимых рецептурных компонентов				
			Мука пшеничная хлебопекарная цельносмолотая	Дрожжи хлебопекарные прессованные	Соль пищевая	Порошок каркаде	Вода
1	ускоренный		100	3,5	1,5	2	по расчету
2	безопарный		100	3	1,5	2	
3	на большой густой опаре	опара	70	1	-	-	по расчету
		тесто	30	-	1,5	2	
4	на густой опаре	опара	50	1	-	-	по расчету
		тесто	50	-	1,5	2	
5	на жидкой опаре	опара	30	1	-	-	по расчету
		тесто	70	-	1,5	2	

Приготовление теста осуществляли безопарным и опарным способом. Безопарный способ тестоприготовления является однофазным, при котором замес ведется из всего количества муки, воды, соли, дрожжей и дополнительного по рецептуре сырья. Соль пищевую и дрожжи хлебопекарные прессованные вносили в растворенном виде. Сухой порошок каркаде вносили в муку и перемешивали для равномерного распределения.

При реализации опарного способа тестоприготовления готовили полуфабрикат по рецептурам (3-5), представленным в таблице 1, брожение которого осуществляли при температуре $30 \pm 0,5$ °С, продолжительность брожения опары составляла от 180 до 210 минут в зависимости от вида полуфабриката. Для замеса тестового полуфабриката в выброженную опару вносили остальные рецептурные компоненты. Продолжительность брожения для разных видов опарных полуфабрикатов составляла: большая густая опара – 40 минут, густая опара – 90 минут, жидкая опара – 40 минут. Разделку заготовок осуществляли весовым способом массой 400 ± 1 г и 200 ± 1 г, которые направляли в расстойный шкаф в форме и на листах. Длительность нахождения тестовых заготовок в расстойке при

температуре 35-40 °С определялась их готовностью и составляла от 45 до 48 минут. Подготовленные тестовые заготовки выпекали в течение 20 (подовых) и 25 минут (формовых) изделий.

Для оценки характеристик выпеченных образцов использовали перечень органолептических показателей по ГОСТ 27669. В определение физико-химических характеристик входили: отношение высоты к диаметру подового изделия (формоустойчивость), масса, объем, удельный объем, структурно-механические показатели формового изделия. При определении показателей сырья, тестовых полуфабрикатов и опытных изделий применяли действующие стандартные методы испытаний.

Результаты и обсуждение

Исследования проводились в лабораториях кафедры «Зерна, хлебопекарных и кондитерских технологий» Российского биотехнологического университета (РОСБИОТЕХ).

При проведении исследований, особое внимание уделялось качеству основного сырья. В работе использована одна проба муки пшеничной хлебопекарной цельносмолотой. В таблице 2 представлены данные, которые показывают показатели качества цельносмолотой муки, которая была использована.

Таблица 2. Показатели качества используемой муки пшеничной хлебопекарной

Наименование показателя		Значения показателей качества
Органолептические показатели	Цвет	Белый с желтоватым оттенком с заметными частицами оболочек зерна
	Вкус	Свойственный, без посторонних привкусов
	Запах	Свойственный, без посторонних запахов
Физико-химические показатели	Влажность, %	10,1±0,5
	Кислотность, град	6,8±0,2
	Число падения, с	332±4
	Количество сырой клейковины, %	29,0±0,3
	Качество клейковины (ИДК усл.ед)	57,5±0,5 (I группа качества – средняя (хорошая))
	Растяжимость клейковины, см	11,5±1,0 (хорошей эластичности, по растяжимости – средняя, I группа)

Используемое сырье отвечало требованиям соответствующих стандартов. На основании проведенных ранее исследований по выбору рациональной дозировки порошка каркаде для хлебобулочных изделий (Бычкова, 2023), рекомендовано использование порошка каркаде в количестве 2 % к массе муки. Чтобы определить оптимальные параметры процесса тестоприготовления, было проведено исследование, в ходе которого изучалось воздействие порошка каркаде на физические характеристики теста из цельносмолотой муки.

В процессе изготовления хлебобулочных изделий одним из ключевых этапов является замес тестовых полуфабрикатов. На этой стадии технологического процесса формируется структура белкового матрикса, в который включаются зерна крахмала (Abedi, 2020). Этот белково-крахмальный матрикс определяет структурно-механические свойства готовых хлебобулочных изделий.

Для оценки влияния вносимых добавок на белково-крахмальный матрикс и определения их воздействия на физические свойства теста в хлебопекарной промышленности используют различные приборы. Одним из таких приборов является фаринограф (Biesiekierski, 2017). Фаринограмма представляет собой диаграмму, на оси абсцисс которой отмечается время замешивания теста, на оси ординат – консистенция, выраженная в единицах фаринографа (ЕФ) (Akbar, 2020; Paula, 2021).

Для понимания влияния продукта переработки каркаде на реологические свойства тестовых полуфабрикатов были проанализированы графики фаринограмм двух образцов: контрольного – из пшеничной цельносмолотой муки, и второго – с добавлением 2 % порошка каркаде.

Фаринограмма тестового полуфабриката из пшеничной цельносмолотой хлебопекарной муки (контрольный образец) и фаринограмма с добавлением 2% порошка каркаде представлены на рисунках 1 и 2 соответственно. Реологические характеристики образцов теста контрольного образца и с добавлением порошка каркаде, представлены в таблице 3.

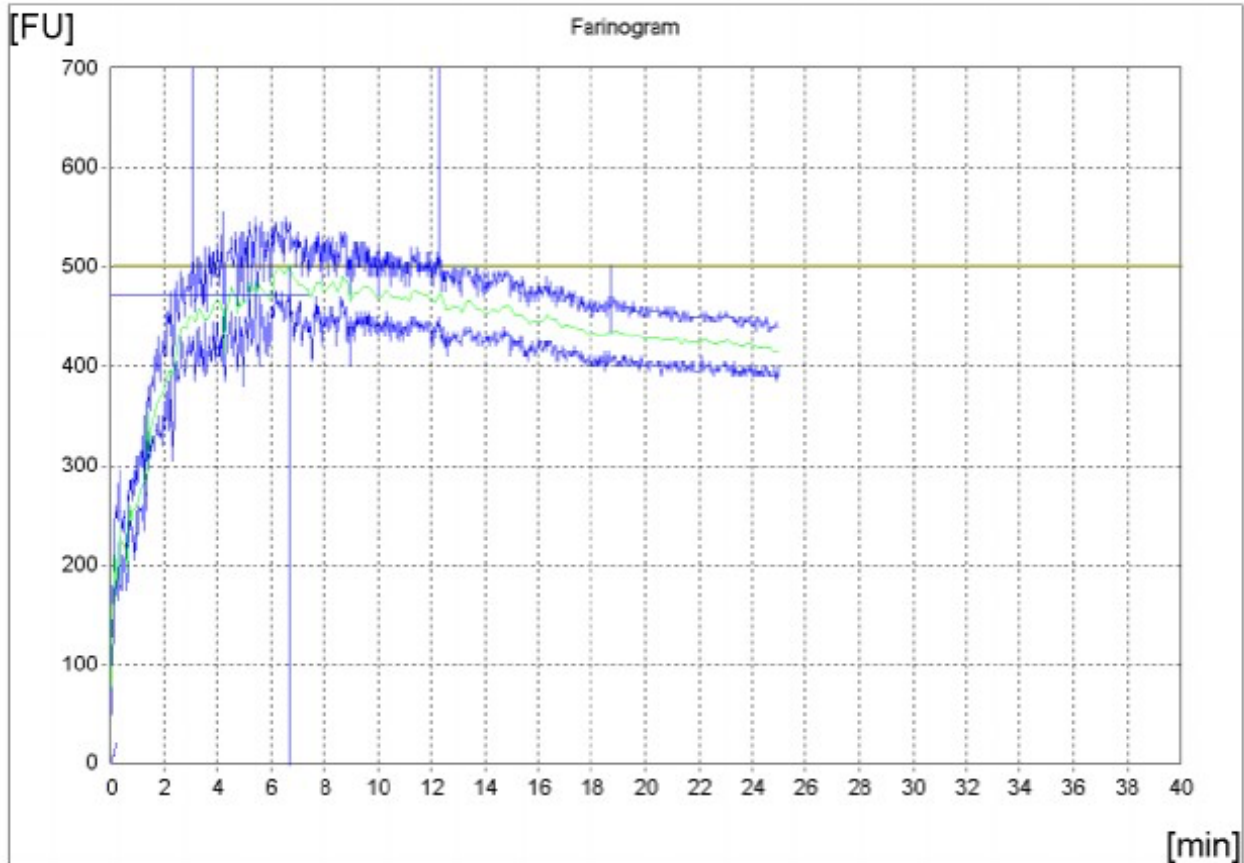


Рисунок 1. Фаринограмма тестового полуфабриката из пшеничной цельносмолотой хлебопекарной муки (контрольный образец).

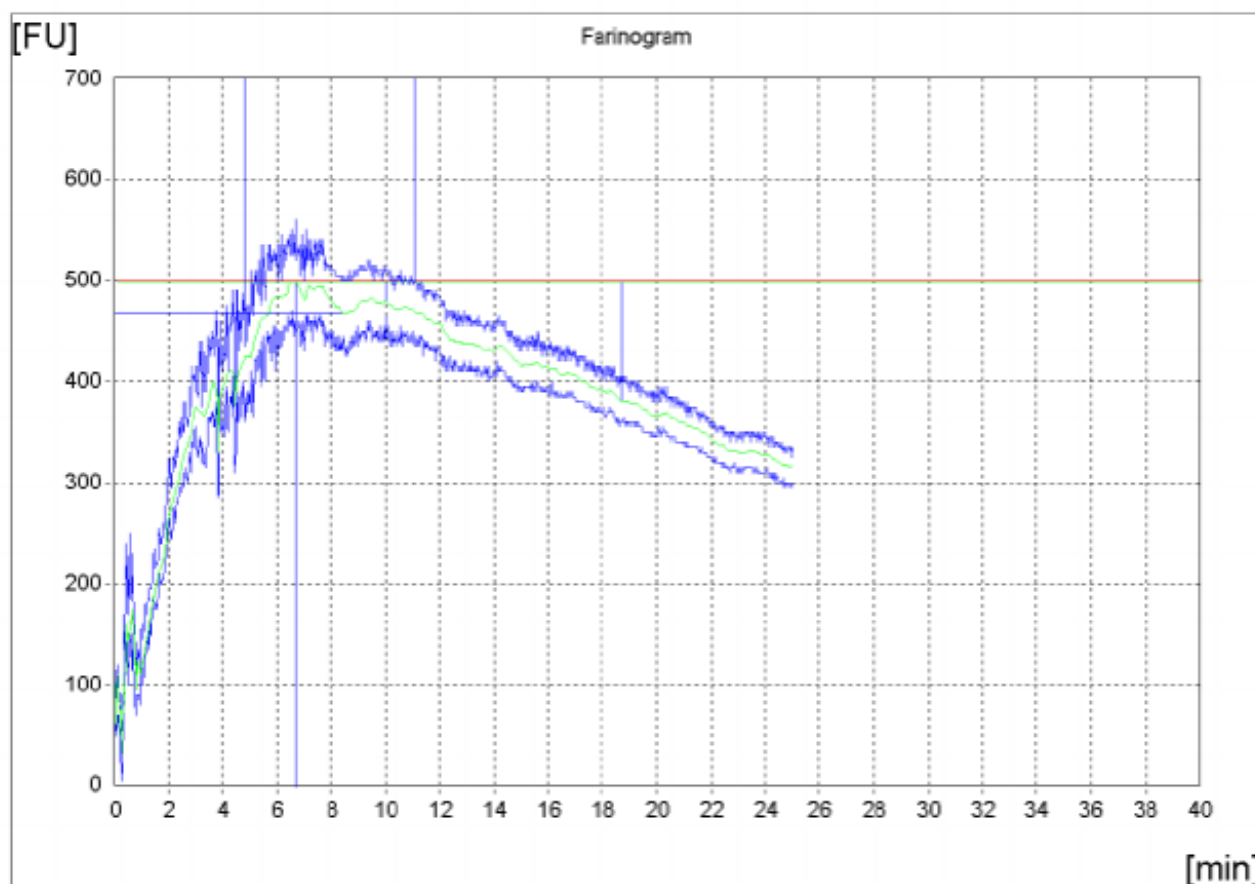


Рисунок 2. Фаринограмма тестового полуфабриката из пшеничной цельносмолотой хлебопекарной муки с добавлением 2% порошка каркаде.

Таблица 3. Параметры фаринограмм муки пшеничной цельносмолотой (контрольный образец) и с добавлением 2 % порошка каркаде

Наименование образца	Показатели параметров фаринограмм					
	Водопоглощение (ВПС), %	Время образования теста, мин	Устойчивость, мин	Степень разжижения (10 мин замеса), ЕФ	Степень разжижения (ICC/12 мин после максимума), ЕФ	Показатель качества, мм
контрольный образец	60,1	6,7	9,2	32	68	74
с добавлением 2 % порошка каркаде	60	6,7	6,3	19	117	84

Из данных, представленных в таблице 3, видно, что добавление 2% порошка каркаде в муку практически не сказывается на водопоглотительной способности. Введение порошка каркаде в пшеничную цельносмолотую муку повлияло на реологические свойства теста. Это отразилось на таких

показателях, как степень разжижения через 10 и 12 минут после достижения максимума, устойчивость, а также комплексный показатель качества. Через 10 минут после замеса образец с добавлением порошка каркаде показал меньшую степень разжижения по сравнению с контрольным образцом.

Внесение 2 % порошка каркаде снизило устойчивость теста к замесу на три минуты по сравнению с контрольным образцом, что связано с изменением структуры белковой фракции теста. Также в результате исследования было установлено, что образец с добавлением порошка каркаде демонстрирует наилучшие результаты по показателю качества фаринографа. Так для контрольного образца показатель составил 74 мм, а для образца с добавлением 2% порошка каркаде 84 мм, что на 13,5 % больше, чем у контроля.

Исходя из вышеизложенного, можно рекомендовать вносить в муку пшеничную цельносомлотую 2% порошка каркаде. На следующем этапе осуществляли выбор рационального способа тестоприготовления.

В рамках исследования проведена серия экспериментов по выпечке хлебобулочных изделий следующими способами приготовления полуфабрикатов по рецептурам, представленным в таблице 1: опарным, безопарным и ускоренным. На рисунке 3 представлены фотографии образцов, полученных в условиях лаборатории университета, а в таблице 4 приведены результаты определения физико-химических показателей качества анализируемых изделий.

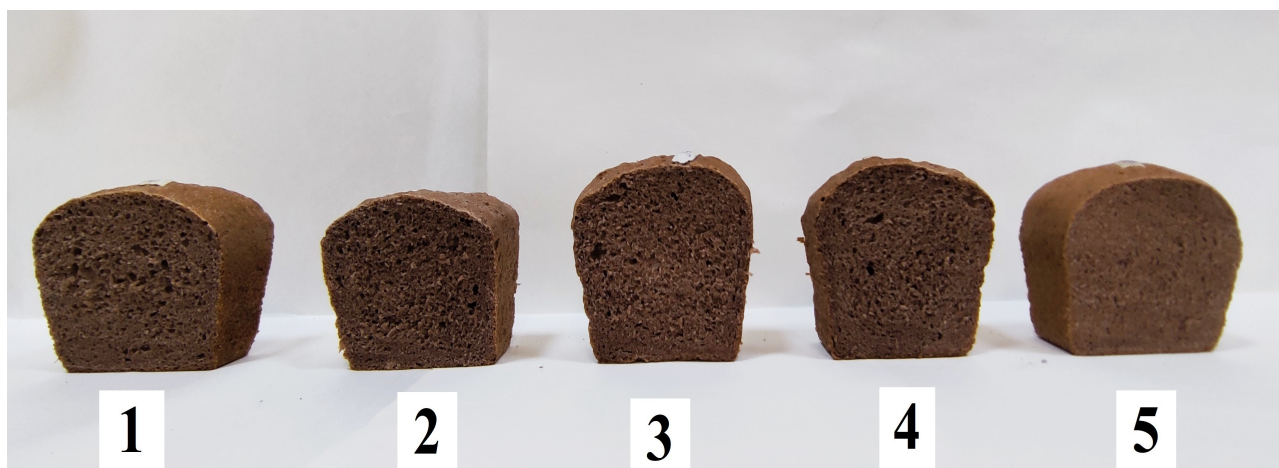


Рисунок 3. Образцы хлебобулочных изделий с внесением порошка каркаде, приготовленные различными способами тестоприготовления, где 1-й образец – ускоренный способ тестоприготовления; 2-й образец – безопарный способ тестоприготовления; 3-й образец – опарный способ тестоприготовления (на большой густой опаре); 4-й образец – опарный способ тестоприготовления (на густой опаре); 5-й образец – опарный способ тестоприготовления (на жидкой опаре).

Таблица 4. Физико-химические показатели качества хлебобулочных изделий в зависимости от способа тестоприготовления

Номер образца	Значения показателей качества хлебобулочных изделий, приготовленных разными способами тестоприготовления							
	Масса, г	Объем, см ³	Удельный объем, см ³ /г	Влажность мякиша, %	Пористость мякиша, %	Реологические свойства мякиша		
						Нобщ	Нпл	Нупр
1	363±1	630±5	1,81±0,15	43,2±0,5	62±1	9,21±0,32	4,22±0,21	4,99±0,2
2	372±1	570±5	1,61±0,15	42,35±0,5	55±1	9,7±0,31	5,06±0,24	4,64±0,21

3	375±1	650±5	1,83±0,15	45,0±0,5	63±1	10,32±0,4	5,53±0,25	4,79±0,19
4	365±1	630±5	1,78±0,15	43,7±0,5	62±1	9,66±0,35	4,74±0,2	4,92±0,15
5	370±1	610±5	1,71±0,15	44,9±0,5	60±1	8,86±0,32	4,47±0,23	4,39±0,18

Результаты проведенного эксперимента показали, что изделия, приготовленные безопарным и опарным способами, характеризовались правильной формой, пропеченным не липким мякишем с хорошей эластичностью, вкусом и запахом, свойственным данному виду изделия, отсутствием комкуемости при разжевывании.

Установлено, что объем, удельный объем и пористость изделий, приготовленных ускоренным и опарными способами, в среднем были на одном уровне. Влажность мякиша полученных образцов варьировалась от 42,35% у безопарного варианта до 45,0% у хлебобулочного изделия на большой густой опаре.

Анализ реологических свойств мякиша показал, что образцы, приготовленные на большой густой опаре, имели наиболее пластичный мякиш. Общая деформация образцов 2 и 4 отличалась незначительно – 9,7 ед. и 9,66 ед. прибора. Мякиш изделий, приготовленных на жидкой опаре, наиболее плотный, о чем свидетельствуют полученные данные.

В результате анализа физико-химических показателей качества готовых хлебобулочных изделий рациональным установлен способ тестоприготовления - на большой густой опаре (вариант 3).

Заключение

Таким образом, исходя из результатов нашего исследования, можно сделать вывод о том, что применение порошка каркаде в качестве рецептурного компонента пшеничных хлебобулочных изделий в количестве 2% к массе муки практически не оказывает влияния на водопоглотительную способность и продолжительность формирования теста, при этом степень разжижения теста увеличивается при повышении индекса качества.

Таким образом, выявлен рациональный способ тестоприготовления с использованием пресованных хлебопекарных дрожжей и порошка каркаде в количестве 2% – опарный, на большой густой опаре. По органолептическим показателям (цвет, вкус, запах, внешний вид) он имел высокую дегустаторскую оценку. Хлеб, приготовленный этим методом, отличался высокими показателями реологических свойств мякиша, пористости мякиша, а также объема хлебобулочных изделий.

Список литературы

1. Алексеева А.А. Перспективы использования плодов черной смородины в производстве ржано-пшеничного хлеба // Мат. XVI Всеросс. науч.-прак. конф. студ., асп. и мол. ученых с межд. уч. (24-26 мая 2023 г., Бийск). Бийск: Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, 2023. С. 325-328.
2. Ауэрман Л.Я. Технология хлебопекарного производства. Под. общ. ред. Л.И. Пучковой. 9-е изд., перераб. и доп. СПб.: Профессия, 2009. 416 с.
3. Богатырева Т.Г., Белявская И.Г., Муратова А.А. Обогащение хлебобулочных изделий с использованием нетрадиционного растительного сырья // Хлебопродукты. 2021. № 6. С. 48-49.
4. Бодина М.А., Новикова М.А., Гарькина П.К. Перспективы применения натуральных растительных обогатителей при производстве хлебобулочных изделий // Инновационная техника и технология. 2023. Т. 10. № 3. С. 5-9.
5. Бориева Л.З. Влияние нетрадиционного сырья на качество хлеба и сохранение свежести в процессе его хранения // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В.М. Кокова. 2021. № 3(33). С. 41-45.
6. Бычкова А.В., Белявская И.Г. Разработка хлебобулочных изделий с использованием растительного источника органических кислот // Мат. V Межд. науч.-прак. мол. конф., посв. памяти Р.Д. Поландовой. (6 июня 2023 г., Москва). М.: Белый Ветер, 2023. С. 64-69.

7. Дубцова Г.Н., Белявская И.Г., Витол И.С., Ломакин А.А. Инновационные решения обогащения хлебобулочных изделий порошками из плодов калины и барбариса // Пищевая промышленность. 2023. № 6. С. 21-23.
8. Коваленко М.А. Что такое «цельносмолотое» зерно? // Хлебопродукты. 2020. № 3. С. 55-57.
9. Костюченко М.Н., Тагиев Н.Ш., Савкина О.А. Пищевая ценность и антипитательные факторы цельнозерновых ингредиентов для производства хлебобулочных изделий // Хлебопечение России. 2023. № 7. С. 36-40.
10. Романов А.С., Ильина О.А., Иунихина В.С., Краус С.В. Хлеб и хлебобулочные изделия. Сырье, технологии, ассортимент 2-е издание, перераб. и дополн. М.: ТД ДеЛи, 2024. 560 с.
11. Тимакова Р.Т., Макеева Т.И., Вагина К.И. Разработка оптимальной рецептуры функционального хлеба с добавлением дикорастущей клюквы // Мат. I Межд. науч.-прак. конф. посв. Году науки и технологий. (23-25 сент. 2021 г., Керчь). Керчь: Керченский государственный морской технологический университет, 2021. С. 151-157.
12. Черевко А.И., Михайлова В.М. Энциклопедия питания. В 10 т. Т. 5. Биологически активные добавки: справочник. 2-е изд. М.: Кнорус, 2021. 380 с.
13. Шапошников И.И., Костюченко М.Н., Косован А.П., Мартирисян В.В. Проблемы и перспективы развития рынка цельнозерновых хлебобулочных изделий в России // Хлебопечение России. 2021. № 1(6). С. 14-18.
14. Шахрай, Т.А., Воробьева О. В., Викторова Е. П. Основные тенденции развития рынка функциональных хлебобулочных изделий // Новые технологии. 2021. №. 3. С. 51-58.
15. Abedi E, Pourmohammadi K. The effect of redox agents on conformation and structure characterization of gluten protein: An extensive review // Food science and nutrition. 2020. № 8(12). pp. 6301-6319.
16. Akbar QA, Arif S, Yousaf S, Sahar N. Effects of flour particle size on farinographic properties of wheat dough // Sarhad journal of agriculture. 2020. № 36 (4). pp. 1136-1140.
17. Biesiekierski JR. What is gluten? // Journal of gastroenterology and hepatology. 2017. № 32. pp. 78-81.
18. Paula T, Gheorghe V, Gabriel-Alexandru C, Elena Madalina S. Aspects regarding the representation of farinographic curve to assess wheat flour dough by mathematical equations // INMATEH-agricultural engineering. 2021. № 64(2). pp. 385-392.

Substantiation of the technology of production of bakery products from whole-ground flour using karkade powder

Anastasia V. Bychkova

PhD student

Russian University of Biotechnology

Moscow, Russia

nastenka.bychkova@yandex.ru

ORCID 0009-0008-1279-1723

Irina G. Belyavskaya

Doctor of Technical Sciences

Russian University of Biotechnology

Moscow, Russia

belyavskaya@mgupp.ru

ORCID 0000-0003-1924-2985

Received 03.08.2024

Accepted 23.09.2024

Published 15.10.2024

UDC 664.664.6

EDN XIWJEK

VAK 4.3.5. Biotechnology of food and biologically active substances (technical sciences)

OECD 02.11.JY. FOOD SCIENCE & TECHNOLOGY

Abstract

In the modern world, more and more people are paying special attention to the quality of the products they consume daily. Bakery products occupy an important place in the diet of the population of the Russian Federation and other countries. As products of everyday and mass consumption, they can be used as a basis for expanding the range of enriched and functional products, which determines the urgency of improving the technology of bakery products using new types of non-traditional vegetable raw materials. The article examines the influence of dough preparation methods on the characteristics of products produced using non-traditional raw materials - karkade powder to recommend their industrial production, which not only expands the range of healthy food, but also ensures the industrial production of stable quality products containing biologically active substances. During the research, classical methods were used to determine the quality indicators of research objects (raw materials, semi-finished products, bakery products). Rheological characteristics of test semi-finished products, including VPS, were evaluated pharynographically in accordance with GOST ISO 5530-1-2013. It was found that the use of this additive improves the quality index of the pharynograph by 13.5% in comparison with the control sample. To determine the rational technology of bakery products made from whole-ground flour using karkade powder, trial laboratory baking was carried out using various methods of dough preparation. Based on the analysis of specific volume, shape stability, structural and mechanical properties of the crumb and other quality indicators of bakery products, a recommendation is given for the use of the sourdough method on a large thick sponge as a rational dough preparation of products of increased nutritional value.

Keywords

rheological properties of dough, farinograph, bakery product, whole wheat flour, non-traditional raw materials, karkade powder.

References

1. Alekseeva A.A. Prospects for the use of black currant fruits in the production of rye-wheat bread // Mat. of the XVI All-Russ. scien. and prac. conf. of stud., PhD and young scientists with inter. particip. (May 24-26, 2023, Biysk). Biysk: I.I. Polzunov Altai State Technical University, 2023. pp. 325-328.
2. Auerman L.Ya. Technology of bakery production. Under the general editorship of L.I. Puchkova. 9th ed., revis. SPb.: Profession, 2009. 416 p.
3. Bogatyreva T.G., Belyavskaya I.G., Muratova A.A. Enrichment of bakery products using non-traditional vegetable raw materials // Bread products. 2021. № 6. pp. 48-49.
4. Bodina M.A., Novikova M.A., Garkina P.K. Prospects for the use of natural vegetable fortifiers in the production of bakery products // Innovative technique and technology. 2023. Vol. 10. № 3. pp. 5-9.
5. Borieva L.Z. The influence of non-traditional raw materials on the quality of bread and the preservation of freshness during its storage // Proceedings of V.M. Kokov Kabardino-Balkarian State Agrarian University. 2021. № 3(33). pp. 41-45.
6. Bychkova A.V., Belyavskaya I.G. Development of bakery products using a vegetable source of organic acids // Mat. V Inter. scien. and prac. conf, dedic. in memory of R.D. Polandova. (June 6, 2023, Moscow). M.: White Wind, 2023. pp. 64-69.

7. Dubtsova G.N., Belyavskaya I.G., Vitol I.S., Lomakin A.A. Innovative solutions for enriching bakery products with powders from viburnum and barberry fruits // Food industry. 2023. No. 6. pp. 21-23.
8. Kovalenko M.A. What is «whole grain»? // Bread products. 2020. № 3. pp. 55-57.
9. Kostyuchenko M.N., Tagiev N.S., Savkina O.A. Nutritional value and anti-nutritional factors of whole grain ingredients for the production of bakery products // Bakery of Russia. 2023. № 7. pp. 36-40.
10. Romanov A.S., Ilyina O.A., Iunikhina V.S., Kraus S.V. Bread and bakery products. Raw materials, technologies, assortment. 2nd ed., revis. and suppl. M.: TD Delhi, 2024. 560 p.
11. Timakova R.T., Makeeva T.I., Vagina K.I. Development of an optimal recipe for functional bread with the addition of wild cranberries // Mat. of the I Inter. scien. and prac. conf, dedic. The Year of science and technology. (September 23-25, 2021, Kerch). Kerch: Kerch State Maritime Technological University, 2021. pp. 151-157.
12. Cherevko A.I., Mikhailova V.M. Encyclopedia of nutrition. In 10 vols. Vol. 5. Biologically active additives: a reference book. 2nd ed. M.: Knorus, 2021. 380 p.
13. Shaposhnikov I.I., Kostyuchenko M.N., Kosovan A.P., Martirosyan V.V. Problems and prospects of development of the market of whole-grain bakery products in Russia. 2021. No. 1(6). pp. 14-18.
14. Shakhrai, T.A., Vorobyeva O. V., Viktorova E. P. The main trends in the development of the market of functional bakery products // New technologies. 2021. № 3. pp. 51-58.

**Оптимизация технологического процесса выращивания редиса в контролируемой среде:
сравнение влияния использования искусственного освещения без питательного раствора и со
специально подготовленным питательным раствором на урожайность редиса**

Алексей Алексеевич Бессарабов

Главный специалист

Государственное казенное учреждение Амурской области – управление социальной защиты населения
по г. Благовещенск и Благовещенскому муниципальному округу (ГКУ АО «Благовещенское УСЗН»)

Благовещенск, Россия

bessarabov13@gmail.com

ORCID 0000-0000-0000-0000

Поступила в редакцию 02.08.2024

Принята 22.09.2024

Опубликована 15.10.2024

УДК 631.563.1:635.12

EDN XHRCDC

БАК 4.3.3. Пищевые системы (технические науки)

OECD 02.11.JY. FOOD SCIENCE & TECHNOLOGY

Аннотация

Сельское хозяйство, являясь одной из ключевых отраслей экономики, постоянно привлекает внимание правительства Российской Федерации. Обновленная «Стратегия развития агропромышленных и рыбохозяйственных комплексов до 2030 года» призвана обеспечить устойчивый рост сельскохозяйственного сектора на 3% в год. Однако, для достижения этих целей необходимо повышение производительности продукции сельского хозяйства, учитывая особенности климата и переход на использование отечественных средств производства и научных разработок. Учитывая огромные размеры России, условия для выращивания растений существенно различаются в различных регионах страны. Эти различия в первую очередь связаны с климатическими факторами, такими как температура воздуха, продолжительность дня и ночи. Настоящее исследование посвящено оптимизации технологического процесса выращивания редиса в контролируемой среде с целью сравнения влияния использования искусственного освещения без питательного раствора и с применением специально подготовленного питательного раствора на урожайность редиса. Данный подход направлен на повышение эффективности выращивания редиса и оптимизацию использования ресурсов в сельском хозяйстве.

Ключевые слова

редис, питательный раствор, урожайность, вертикальное сельское хозяйство, искусственное освещение, гидропоника, контролируемая среда, оптимизация технологии, будущее сельского хозяйства.

Введение

Сельское хозяйство, как и другие отечественные отрасли, становится всё более приоритетным. С начала 2023 года начал действовать новый федеральный проект, направленный на «Развитие овощеводства и картофелеводства», проект признан наиболее важными для обеспечения продовольственной безопасности страны. Эта отрасль сельского хозяйства была выведена из общей программы. Кроме того, в связи с изменением геополитической обстановки, правительство Российской Федерации обновило «Стратегию развития агропромышленных и рыбохозяйственных комплексов до 2030 года». Целью этой стратегии является устойчивый рост отрасли АПК на 3% в год. Следовательно,

необходимо повышение производительности продукции сельского хозяйства учитывая переход на отечественные средства производства и научные разработки (Об утверждении Стратегии развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года, 2022).

Учитывая огромные размеры России, условия для выращивания растений существенно различаются в различных регионах страны. Эти различия в первую очередь связаны с климатическими факторами, такими как температура воздуха, продолжительность дня и ночи, и прочее. Для обеспечения возможности выращивания растений вне зависимости от погодных и сезонных условий создаются специальные вертикальные фабрики растений, тепличные сооружения с регулируемыми параметрами микроклимата для растений (Бессарабов, 2022).

В Российской Федерации производится два сбора урожая редиса в течение года. Выращивание данной культуры является трудоемким процессом и сопряжено с определенными трудностями в хранении в зимний период. После летнего сезона органический редис становится редким товаром на рынке розничной торговли. Редис относительно неприхотлив к условиям выращивания и имеет альтернативные методы выращивания, помимо традиционных методов в почве. Для российских сортов редиса оптимальными считаются температуры в диапазоне от 12 до 18 градусов Цельсия, что ниже, чем обычно в период с температурой от 22 до 30 градусов Цельсия. Это ведет к ухудшению качества самих плодов.

Редис является одним из ключевых овощных культур, широко используемых в пищевой промышленности и домашнем хозяйстве благодаря своей высокой питательной ценности и быстрому сроку созревания. Выращивание редиса в контролируемых условиях представляет собой перспективное направление в сельском хозяйстве, обеспечивая стабильную и высокую урожайность независимо от сезонных условий.

В исследовании по оптимизации технологического процесса выращивания редиса в контролируемой среде с использованием искусственного освещения и питательного раствора, следующие предпосылки играют важную роль:

1. Эффективность контролируемых условий: предполагается, что создание оптимальной среды для роста растений, включая контролируемые параметры освещения и состав питательного раствора, может улучшить их рост и урожайность.

2. Влияние искусственного освещения: существует предположение о том, что оптимальные параметры искусственного освещения (например, интенсивность и продолжительность светового дня) могут положительно влиять на фотосинтез и рост растений, включая редис.

3. Значение питательного раствора: имеется предположение о том, что правильный выбор и оптимальный состав питательного раствора может обеспечить растения всеми необходимыми питательными элементами, способствуя их здоровому росту и развитию.

Соблюдение оптимальных технологических процессов выращивания, параметров искусственного освещения и питательного раствора в контролируемых условиях выращивания редиса приведет к увеличению урожайности и качества продукции в течении всего года.

Целью данного исследования является оптимизация технологического процесса выращивания редиса в контролируемой среде с использованием искусственного освещения и питательного раствора для повышения урожайности, и сохранения качества продукции.

Поставлены следующие задачи для достижения поставленной цели:

- 1) определить влияние глубины заделки семян редиса в нейтрально-торфяном субстрате (на 3-4 см);

- 2) определить влияние специально подготовленного питательного раствора на рост редиса, путем проведения эксперимента, сравнивая с выращенном редисом без использования питательного раствора;

- 3) проанализировать и сравнить полученные показатели с целью оптимизации технологического процесса.

Материалы и методы исследования

Развитие технологий в сельском хозяйстве, в частности использование искусственного освещения и гидропонных систем, существенно повышает продуктивность и качество урожая. В данной области проведены исследования, фокусирующиеся на повышении эффективности технологических процессов для быстро созревающих культур, таких как редис.

Ранее проведенные исследования по выращиванию редиса выделили ряд важных аспектов, влияющих на его урожайность и качество. Так, в работе «Эффективность применения биоорганического удобрения санамикс при выращивании редиса в открытом грунте московской области» (Алексеева, 2019) указано, что применение органических удобрений способствует увеличению урожайности и улучшению вкусовых качеств плодов. Исследование подчеркивает важность использования удобрений на основе органических компонентов в процессе выращивания редиса. В работе «Исследование влияния монохромного освещения на рост и развитие редиса» (Белов, 2023) сравнивалось влияние различных параметров искусственного освещения на рост редиса. Исследование выявило, что растения могут расти и развиваться при узком монохромном свете.

Авторы А.Н. Васькин и Е.Н. Ракутько (Васькин, 2024) показали, что светодиодные модули в закрытом грунте способствуют увеличению урожайности и снижению энергопотребления. Они подчеркивают важность точного регулирования спектрального состава света для оптимизации фотосинтеза и накопления сухого вещества. В свою очередь С.А. Ракутько (Ракутько, 2021) акцентировал внимание на равномерности распределения света, который является ключевым фактором для повышения продуктивности в системах светокультуры. Недостаточная равномерность освещенности может привести к неравномерному росту растений, что затрудняет управление процессом.

Патенты, такие как № 2081560 (Лурье, 1997) и № 2405805 (Низиенко, 2010), описывают инновационные устройства и методы для гидропонного выращивания, что подтверждает необходимость оптимизации питательных растворов. Патент № 2646890 (Коваленко, 2018) представляет способ приготовления концентрата питательного раствора, который может улучшить качество и количество урожая. Д.И. Гусамов и В.Р. Иванова (Гусамов, 2021) в своей работе также оценили качество искусственного освещения, подчеркивая, что правильный выбор источников света влияет на продуктивность. В свою очередь авторы А.С. Гульбинас и Д.Н. Широкова (Гульбинас, 2019) предложили возможности автоматизации систем освещения, что может повысить эффективность управления процессами. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ (Филатов, 2024) также демонстрирует современные подходы к управлению режимами освещения в вертикальных фермах, что имеет практическое значение для стабильного производства.

Исследование Н.Г. Синявиной, А.А. Кочетова и Ю.В. Хомякова (Синявина, 2019) акцентирует внимание на селекции редиса, что может повлиять на устойчивость к условиям контролируемой среды. Работа В.Н. Сельмена, А.В. Ильинского и Д.В. Виноградова (Сельмен, 2018) показывает влияние спектра светодиодных ламп на образование фитомассы, что требует дальнейшего изучения комбинации спектров для оптимизации урожайности.

Результаты и обсуждение

Несмотря на проведенные исследования, остаются некоторые пробелы в знаниях, которые требуют дальнейшего исследования. В частности, существует нехватка исследований, посвященных оптимизации процесса выращивания редиса в контролируемых условиях с применением искусственного освещения и питательных растворов. Текущее исследование направлено на заполнение этого пробела в знаниях и выявление новых подходов к улучшению урожайности и качества продукции редиса.

Выбранное направление исследования имеет большую значимость для сельского хозяйства, так как предлагает эффективные методы выращивания редиса круглый год, в условиях, где традиционные методы могут быть ограничены. Оптимизированный технологический процесс может увеличить урожайность, снизить затраты на ресурсы и обеспечить стабильное качество продукции. Кроме того,

использование контролируемой среды может снизить негативное воздействие на окружающую среду, сокращая использование пестицидов и воды.

Предыдущие исследования в области выращивания растений в контролируемых условиях указывают на потенциал искусственного освещения и органических удобрений для увеличения урожайности, и качества продукции. Однако существуют пробелы в знаниях технологических процессов выращивания редиса в контролируемой среде, используя искусственное освещение и гидропонные технологии для повышения урожайности, которые требуют дальнейших исследований.

Экспериментальное исследование было разработано, используя многоярусный стеллаж, оснащенный специальными LED (Light-Emitting Diode «Светоизлучающий диод») лампами от производителя Hitachi, мощность которых равна 32 Вт, вентиляторами для циркуляции потока воздуха. Для автоматизации процесса освещения использовалось реле времени отечественного производителя. Данный дизайн позволяет учитывать влияние каждого фактора на результаты эксперимента и проводить анализ взаимодействия между ними. Сама вертикальная установка находилась в помещении для реализации контролируемых условий. Факторы, такие как тип источника света и сорт редиса, рассматривались как независимые переменные.

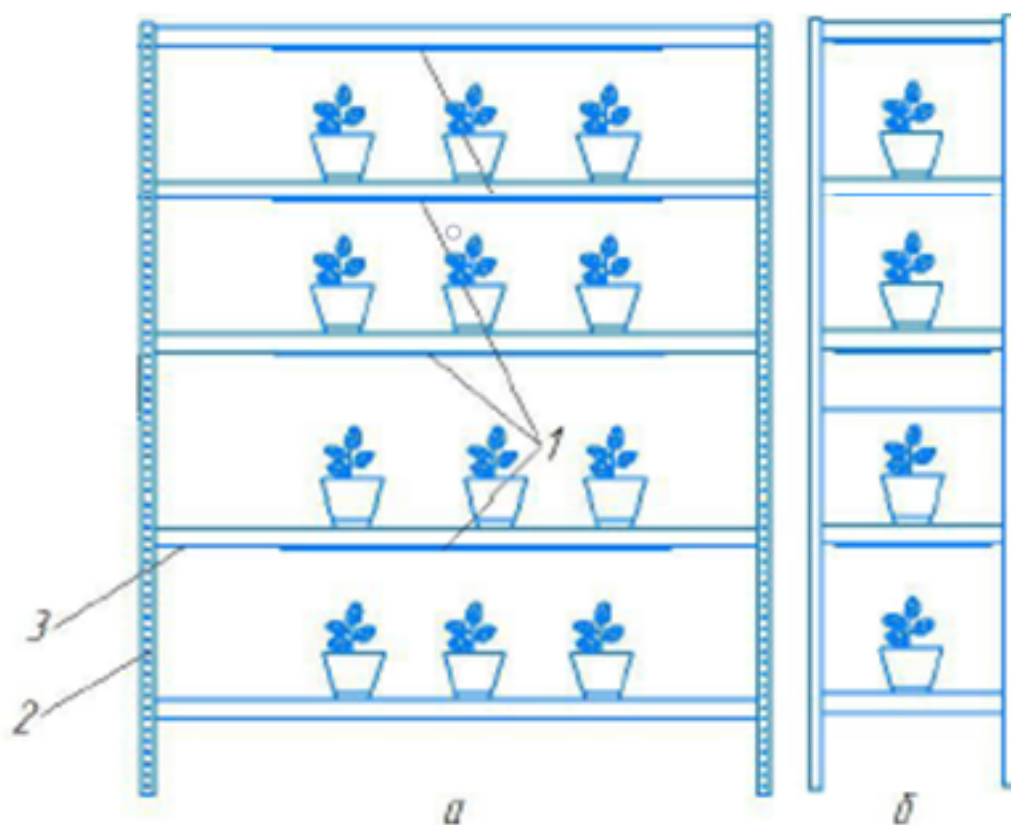


Рисунок 1. Многоярусный стеллаж для выращивания растений: (а) вид спереди; (б) сбоку; 1 – LED лампы; 2 – каркас; 3 – полки (Белов, 2023).

В качестве объекта исследования был выбран сорт редиса «Черриэт». Этот сорт был выбран из-за его высокой устойчивости к стрессовым условиям и быстрому созреванию. Параметры выращивания были следующими: температура воздуха поддерживалась в диапазоне 18-20°C, относительная влажность – 70-80%, 12-часовой период освещения интенсивность света – 190-210 мкМоль/м²/сек, а pH и электропроводность питательного раствора составляли 6.0 и 1.2 мСм/см соответственно.

В качестве питательного раствора был использован комплексный раствор, состоящий из растворов А (KNO_3 , $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, KH_2PO_4 , микроэлементы) и В ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$), обогащенный макро- и микроэлементами, необходимыми для полноценного развития растения.

Для сравнения эффективности выращивания в контролируемых условиях были установлены контрольные группы редиса, выращиваемого без использования питательного раствора. Условия выращивания для контрольных групп были максимально приближены к нормальным агроклиматическим условиям, за исключением использования питательного раствора. В качестве субстрата использовался нейтрально-торфяная смесь. Посев семян осуществлялась на 3 и 4 см глубины субстрата. Была применена технология временного подтопления для полива редиса, как показано на рисунке 2 а, б.





Рисунок 2. Экспериментально-выращиваемый редис в контролируемых условиях: а) редис, поливаемый водой; б) редис, поливаемый специально подготовленным раствором.

На полках были размещены поддоны с высаженным редисом в субстрат. Светодиодные светильники находились на высоте около 30 см. Эксперимент длился 25 дней. Редис был под освещением 12 часов каждый день. Полив и уход редиса осуществлялся одинаково для всех групп вовремя и качественно.

Исследуемыми показателями являлись: общая длина растения; длина стеблей от головки корнеплода до листьев ботвы; высота головки корнеплода; диаметр головки корнеплода; суммарный диаметр стеблей у головки корнеплода; диаметр корешка у головки корнеплода.

На рисунке 3 продемонстрирован выращенный редис под искусственным освещением. В верхней части находится редис, поливаемый водой без питательного раствора, а в нижней, поливаемый специально подготовленным питательным раствором. Хорошо заметны визуальные отличия ботвы и корнеплодов на данном рисунке. В левой части фотографии размещен редис, высаженный на глубину 3-х сантиметров, в правой части на глубину 4-х сантиметров.



Рисунок 3. Редис, выращенный в контролируемой среде.

Полученные данные сводились в таблицу 1 и 2. В таблице приняты обозначения, показанные на рисунке 4.

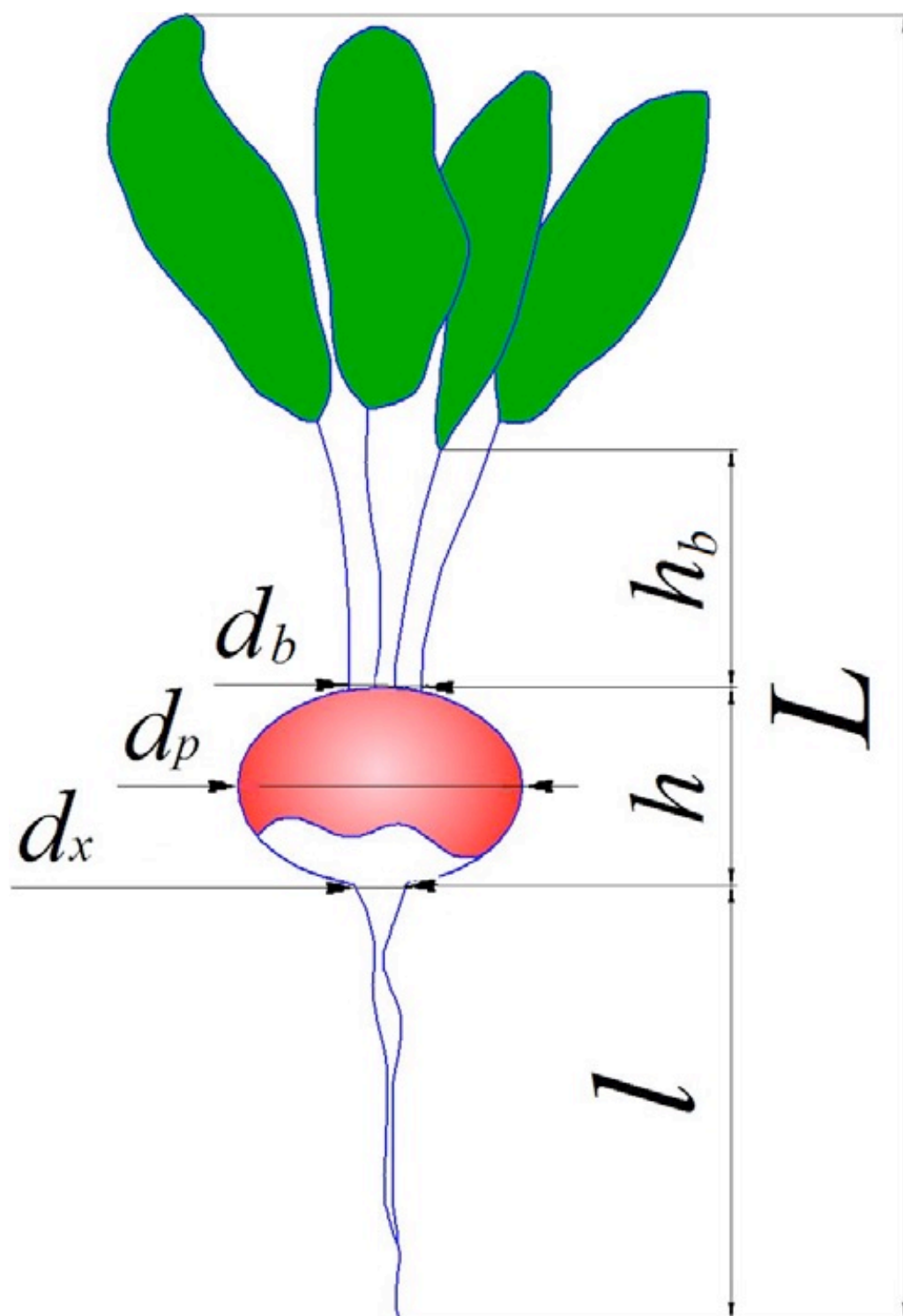


Рисунок 4 - Схема для определения основных размерных характеристик редиса: L – общая длина растения, мм; l – длина корешка, мм; h_b – длина стеблей от головки корнеплода до листьев ботвы, мм; h – высота головки корнеплода, мм; d_{p1} – диаметр головки корнеплода, мм; d_{p2} – диаметр головки корнеплода (нормально к d_{p1}), мм; d_b – суммарный диаметр стеблей у головки корнеплода, мм; d_x – диаметр корешка у головки корнеплода, мм (Ашитко, 2019).

При измерении характеристик редиса использовался электронный штангенциркуль, электронные весы. Для каждого размера были выявлены числовые зависимости и их основные статистические характеристики.



Рисунок 5. Экспериментально-выращенный редис

В конце эксперимента произвели сравнительный анализ редиса по основным размерным и массовым характеристикам редиса. Результаты эксперимента приведены в таблице 1 и таблице 2. Таблица 1. Основные размерные характеристики выращенного редиса в субстрате

Посаженные семена на глубину 3 см, полив без питательного раствора	№ п/п	L, мм			l, мм			hh, мм			h, мм			dp1, мм			dp2, мм			db, мм			dx, мм		
	1	77			20			18			20			7			8			4			2		
	2	62			22			10			10			4			4			3			1		
	3	146			36			23			33			22			24			4			3		
		M, мм	σ, мм	V, %	M, мм	σ, мм	V, %	M, мм	σ, мм	V, %	M, мм	σ, мм	V, %	M, мм	σ, мм	V, %	M, мм	σ, мм	V, %	M, мм	σ, мм	V, %	M, мм	σ, мм	V, %
		95,0	44,8	47,2	26,0	8,7	33,5	17,0	6,6	38,6	21,0	11,5	54,9	11,0	9,6	87,7	12,0	10,6	88,2	3,7	0,6	15,7	2,0	1,0	50,0
Посаженные семена на глубину 3 см, полив с питательным раствором	№ п/п	L, мм			l, мм			hh, мм			h, мм			dp1, мм			dp2, мм			db, мм			dx, мм		
	1	194			33			39			25			5			4			5			3		
	2	161			31			40			27			18			17			5			2		
	3	191			45			33			23			15			14			4			2		
		M, мм	σ, мм	V, %	M, мм	σ, мм	V, %	M, мм	σ, мм	V, %	M, мм	σ, мм	V, %	M, мм	σ, мм	V, %	M, мм	σ, мм	V, %	M, мм	σ, мм	V, %	M, мм	σ, мм	V, %
		182,0	18,2	10,0	36,3	7,6	20,8	37,3	3,8	10,1	25,0	2,0	8,0	12,7	6,8	53,7	11,7	6,8	58,3	4,7	0,6	12,4	2,3	0,6	24,7
Посаженные семена на глубину 4 см, полив без питательного раствора	№ п/п	L, мм			l, мм			hh, мм			h, мм			dp1, мм			dp2, мм			db, мм			dx, мм		
	1	163			39			30			37			20			23			5			3		
	2	149			31			31			28			17			18			4			3		
	3	156			38			31			31			18			15			4			4		
		M, мм	σ, мм	V, %	M, мм	σ, мм	V, %	M, мм	σ, мм	V, %	M, мм	σ, мм	V, %	M, мм	σ, мм	V, %	M, мм	σ, мм	V, %	M, мм	σ, мм	V, %	M, мм	σ, мм	V, %
		156,0	7,0	4,5	36,0	4,4	12,1	30,7	0,6	1,9	32,0	4,6	14,3	18,3	1,5	8,3	18,7	4,0	21,7	4,3	0,6	13,3	3,3	0,6	17,3
Посаженные семена на глубину 4 см, полив с питательным раствором	№ п/п	L, мм			l, мм			hh, мм			h, мм			dp1, мм			dp2, мм			db, мм			dx, мм		
	1	186			56			41			30			16			17			7			3		
	2	198			35			40			30			15			14			6			4		
	3	203			44			39			26			17			18			6			4		
		M, мм	σ, мм	V, %	M, мм	σ, мм	V, %	M, мм	σ, мм	V, %	M, мм	σ, мм	V, %	M, мм	σ, мм	V, %	M, мм	σ, мм	V, %	M, мм	σ, мм	V, %	M, мм	σ, мм	V, %
		195,7	8,7	4,5	45,0	10,5	23,4	40,0	1,0	2,5	28,7	2,3	8,1	16,0	1,0	6,3	16,3	2,1	12,7	6,3	0,6	9,1	3,7	0,6	15,7

Примечание: M, мм – средняя величина; σ, мм – среднее квадратическое отклонение; V, % – коэффициент вариации.

Таблица 2. Массовые характеристики выращенного редиса в субстрате

Посаженные семена на глубину 3 см, полив без питательного раствора	№ п/п	Общая масса растения, г					Масса корнеплода, г					Масса листьев, г				
	1	6,35					2,33					4,02				
	2	1,4					0,4					1				
	3	19,55					14,23					5,32				
		M, г	σ, г	Vm, %	m max, г	m min, г	M, г	σ, г	Vm, %	m max, г	m min, г	M, г	σ, г	Vm, %	m max, г	m min, г
		9,10	9,38	1,0	19,55	1,40	5,65	7,49	1,3	14,23	0,40	3,45	2,22	0,6	5,32	1,00
Посаженные семена на глубину 3 см, полив с питательным раствором	№ п/п	Общая масса растения, г					Масса корнеплода, г					Масса листьев, г				
	1	12,7					6,35					6,35				
	2	23,72					14,86					8,86				
	3	18,71					12,53					6,18				
		M, г	σ, г	Vm, %	m max, г	m min, г	M, г	σ, г	Vm, %	m max, г	m min, г	M, г	σ, г	Vm, %	m max, г	m min, г
		18,38	5,52	0,3	23,72	12,70	11,25	4,40	0,4	14,86	6,35	7,13	1,50	0,2	8,86	6,18
Посаженные семена на глубину 4 см, полив без питательного раствора	№ п/п	Общая масса растения, г					Масса корнеплода, г					Масса листьев, г				
	1	17,1					12,35					4,75				
	2	17,33					11,72					5,61				
	3	11,6					7					4,6				
		M, г	σ, г	Vm, %	m max, г	m min, г	M, г	σ, г	Vm, %	m max, г	m min, г	M, г	σ, г	Vm, %	m max, г	m min, г
		15,34	3,24	0,2	17,33	11,60	10,36	2,92	0,3	12,35	7,00	4,99	0,55	0,1	5,61	4,60
Посаженные семена на глубину 4 см, полив с питательным раствором	№ п/п	Общая масса растения, г					Масса корнеплода, г					Масса листьев, г				
	1	19,48					10,8					8,68				
	2	17,5					10,52					6,98				
	3	19,74					11,52					8,13				
		M, г	σ, г	Vm, %	m max, г	m min, г	M, г	σ, г	Vm, %	m max, г	m min, г	M, г	σ, г	Vm, %	m max, г	m min, г
		18,91	1,23	0,1	19,74	17,50	10,95	0,52	0,0	11,52	10,52	7,93	0,87	0,1	8,68	6,98

Примечание: M, г – средняя величина; σ, г – среднее квадратическое отклонение; Vm, % – коэффициент вариации; m max, г – максимальное значение; m min, г – минимальное значение.

В результате анализа полученных характеристик (табл. 1, 2) и визуальной оценки растений, выращенных в контролируемой среде под искусственным освещением, исследование показало, что использование специально подготовленного питательного раствора оказывает существенное влияние на массу корнеплодов и общую массу растения. Редисы, выращенные с его использованием,

демонстрируют более высокие показатели как общей массы растения, так и массы корнеплодов, чем те, которые выращены без него. Глубина посадки семян также влияет на массовые характеристики редиса. Редисы, произрастающие из семян, засеянных на глубину 4 см, имеют более высокие значения общей массы растения и массы корнеплодов по сравнению с редисами, произрастающими из семян, засеянных на глубину 3 см.

Использование питательного раствора смягчает влияние глубины посадки семян на массовые характеристики редиса. Это указывает на важность комбинации использования питательного раствора с оптимальной глубиной посадки для достижения лучших результатов. Размеры редиса также зависят от глубины посадки семян. Редисы, выращенные из семян, засеянных на глубину 4 см, обычно имеют большие размерные характеристики, чем те, которые произрастают из семян, засеянных на глубину 3 см.

Заключение

Таким образом, оптимальные условия выращивания редиса в контролируемой среде включают использование специально подготовленного питательного раствора и посадку семян на глубину 4 см. Эти факторы способствуют повышению урожайности и качества продукции.

Полученные корнеплоды имели нормальную для редиса массу и не сильно отличались от значений, получаемых при выращивании в открытом грунте. При этом период выращивания занял 25 дней, что тоже не превышает стандартные сроки выращивания.

Проведенное сравнение между экспериментальными группами, выращенными с применением специально подготовленного питательного раствора, и контрольными группами, выращенными без его использования, позволило оценить эффективность новой методики выращивания редиса. Результаты показали, что оптимизированный технологический процесс, включающий использование искусственного освещения в сочетании с питательным раствором, приводит к значительному увеличению урожайности и улучшению качества продукции по сравнению с традиционными методами выращивания. Это подтверждает эффективность применения контролируемых условий выращивания и использования питательного раствора для оптимизации технологического процесса выращивания редиса в контролируемой среде.

Список литературы

1. Алексеева К.Л., Иванова М.И., Разин А.Ф., Кашлева А.И. Эффективность применения биоорганического удобрения санамикс при выращивании редиса в открытом грунте Московской области // Роль физиологии и биохимии в интродукции и селекции сельскохозяйственных растений: мат. V Межд. науч.-метод. конф. В 2 т. (15-19 апреля 2019 г., Москва). Том II. М.: Российский университет дружбы народов (РУДН), 2019. С. 99-102.
2. Ашитко А.А., Гавриш Е.А., Несмиян А.Ю., Колесник Р.Ю. Технологические свойства растений редиса // Инженерные технологии и системы. 2019. Т. 29. № 2. С. 265-278.
3. Белов Е.Л., Белов В.В., Ларкин С.В. Исследование влияния монохромного освещения на рост и развитие редиса // Вестник Чувашского государственного аграрного университета. 2023. № 1(24). С. 95-101.
4. Бессарабов А.А. Вертикальные фабрики растений с искусственным освещением как перспективное направление развития российского агропроизводства и способ повышения продовольственной безопасности городов // Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития: мат. Всерос. науч.-практ. конф. (Благовещенск, 20–21 апреля 2022 г.). Благовещенск: Дальневосточный ГАУ, 2022. С. 10–20.
5. Васькин А.Н., Ракутько Е.Н. Оценка сравнительных показателей спектрального состава светодиодных и люминесцентных источников оптического излучения // Вестник Брянской ГСХА. 2024. № 3(103). С. 73-79.
6. Гульбинас А.С., Широкова Д.Н. Возможности системы автоматизации искусственного освещения // Информационные и графические технологии в профессиональной и научной деятельности:

мат. III Межд. науч.-прак. конф. (30 октября 2019 г., Тюмень). Под ред. Н.И. Красовской. Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2019. С. 164-167.

7. Гусамов Д.И., Иванова В.Р. Об оценке качества искусственного освещения // NovaUm.Ru. 2021. № 34. С. 4-6.

8. Коваленко Д.В., Якимов Ю.Е. Патент № 2646890 С1 Российская Федерация, МПК А01G 31/00, С02F 1/00, С05G 3/00. Способ приготовления концентрата питательного раствора для растений: № 2017103968: заявл. 08.02.2017: опубл. 12.03.2018. 2018.

9. Лурье В.Л. Патент № 2081560 С1 Российская Федерация, МПК А01G 31/06. Устройство для выращивания растений на питательном растворе: № 95100698/13: заявл. 17.01.1995: опубл. 20.06.1997. 1997.

10. Низиенко Ю.К., Белиловский В.А. Патент № 2405805 С1 Российская Федерация, МПК С09К 17/00. Способ получения питательного раствора для полива и/или подкормки культурных растений: № 2009124505/05: заявл. 29.06.2009: опубл. 10.12.2010. 2010.

11. Об утверждении Стратегии развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 г. Распоряжение Правительства Российской Федерации №2567-р. от 8 сентября 2022 г. (Ред. от 23.11.2023). // Консультант-Плюс: официальное приложение компании «КонсультантПлюс». 2022.

12. Ракутько С.А., Ракутько Е.Н. Оценка равномерности поверхностного распределения потока излучения как фактора энергоэффективности светокультуры // Инженерные технологии и системы. 2021. Т. 31. № 3. С. 470-486.

13. Синявина Н.Г., Кочетов А.А., Хомяков Ю.В. Редис для светокультуры: задачи и перспективы селекции // Овощи России. 2019. № 3(47). С. 35-39.

14. Сельмен В.Н., Ильинский А.В., Виноградов Д.В. Влияние интенсивности освещения и спектра светодиодных ламп на образование фитомассы растений // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. 2018. № 4(40). С. 46-52.

15. Филатов Д.А., Олонин И.Ю. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024613883 Российская Федерация. Режимы работы систем освещения вертикальных ферм: № 2023687304: заявл. 06.12.2023: опубл. 16.02.2024; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный агротехнологический университет». 2024.

**Optimization of the technological process of radish cultivation in a controlled environment:
comparison of the effect of using artificial lighting without a nutrient solution and with a specially
prepared nutrient solution on radish yield**

Alexey A. Bessarabov

Main expert

The state-owned institution of the Amur Region is the Department of Social Protection of the Population in Blagoveshchensk and the Blagoveshchensk Municipal District (GKU JSC Blagoveshchenskoe USZN)

Blagoveshchensk, Russia

bessarabov13@gmail.com

ORCID 0000-0000-0000-0000

Received 02.08.2024

Accepted 22.09.2024

Published 15.10.2024

UDC 631.563.1:635.12

EDN XHRCDC

VAK 4.3.3. Food systems (technical sciences)

OECD 02.11.JY. FOOD SCIENCE & TECHNOLOGY

Abstract

Agriculture, being one of the key sectors of the economy, constantly attracts the attention of the Government of the Russian Federation. The updated «Strategy for the development of agro-industrial and fisheries complexes until 2030» is designed to ensure sustainable growth of the agricultural sector by 3% per year. However, in order to achieve these goals, it is necessary to increase the productivity of agricultural products, taking into account the peculiarities of the climate and the transition to the use of domestic means of production and scientific developments. Given the huge size of Russia, the conditions for growing plants vary significantly in different regions of the country. These differences are primarily related to climatic factors such as air temperature, length of day and night. The present study is devoted to optimizing the technological process of growing radishes in a controlled environment in order to compare the effect of using artificial lighting without a nutrient solution and using a specially prepared nutrient solution on radish yields. This approach is aimed at increasing the efficiency of radish cultivation and optimizing the use of resources in agriculture.

Keywords

radish, nutrient solution, yield, vertical agriculture, artificial lighting, hydroponics, controlled environment, technology optimization, the future of agriculture.

References

1. Alekseeva K.L., Ivanova M.I., Razin A.F., Kashleva A.I. The effectiveness of the bioorganic fertilizer sanamix in radish cultivation in the open ground of the Moscow region // The role of physiology and biochemistry in the introduction and breeding of agricultural plants: mat. of the V. Inter. scien. and method. conf. In 2 vol. (April 15-19, 2019, Moscow). Vol. II. M.: Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University), 2019. pp. 99-102.
2. Ashitko A.A., Gavrish E.A., Nesmian A.Yu., Kolesnik R.Yu. Technological properties of radish plants // Engineering Technologies and systems. 2019. Vol. 29. № 2. pp. 265-278.
3. Belov E.L., Belov V.V., Larkin S.V. Investigation of the effect of monochrome lighting on radish growth and development // Bulletin of the Chuvash State Agrarian University. 2023. № 1(24). pp. 95-101.
4. Bessarabov A.A. Vertical plant factories with artificial lighting as a promising direction for the development of Russian agricultural production and a way to increase the food security of cities // Agro-industrial complex: problems and prospects of development: mat. of the All-Russ. scien. and prac. conf. (Blagoveshchensk, April 20-21, 2022). Blagoveshchensk: Far Eastern State University, 2022. pp. 10-20.
5. Vaskin A.N., Rakutko E.N. Evaluation of comparative spectral composition indicators of LED and luminescent optical radiation sources // Bulletin of the Bryansk State Agricultural Academy. 2024. No. 3(103). pp. 73-79.
6. Gulbinas A.S., Shirokova D.N. Possibilities of the artificial lighting automation system // Information and graphic technologies in professional and scientific activity: mat. of the III Inter. scien. and prac. conf. (October 30, 2019, Tyumen). Ed. by N.I. Krasovskaya. Tyumen: Tyumen Industrial University, 2019. pp. 164-167.
7. Gusamov D.I., Ivanova V.R. On the assessment of the quality of artificial lighting // NovaUm.Ru. 2021. № 34. pp. 4-6.
8. Kovalenko D.V., Yakimov Yu.E. Patent № 2646890 C1 Russian Federation, IPC A01G 31/00, C02F 1/00, C05G 3/00. Method of preparation of nutrient solution concentrate for plants: № 2017103968: application 08.02.2017: published 12.03.2018. 2018.
9. Lurie V.L. Patent № 2081560 C1 Russian Federation, IPC A01G 31/06. Device for growing plants on nutrient solution: № 95100698/13: application 17.01.1995: published 20.06.1997. 1997.

10. Nizienko Yu.K., Belilovsky V.A. Patent № 2405805 C1 Russian Federation, IPC C09K 17/00. Method of obtaining a nutrient solution for watering and/or fertilizing cultivated plants: № 2009124505/05: application 29.06.2009: published 10.12.2010. 2010.
11. On approval of the Strategy for the development of the agro-industrial and fisheries complexes of the Russian Federation for the period up to 2030. Decree of the Government of the Russian Federation № 2567-R. dated September 8, 2022 (As amended on 11/23/2023) // Consultant-Plus: the official application of the ConsultantPlus company. 2022.
12. Rakutko S.A., Rakutko E.N. Assessment of the uniformity of the surface distribution of the radiation flux as a factor in the energy efficiency of light culture // Engineering technologies and systems. 2021. Vol. 31. № 3. pp. 470-486.
13. Sinyavina N.G., Kochetov A.A., Khomyakov Yu.V. Radish for light culture: tasks and prospects of breeding // Vegetables of Russia. 2019. № 3(47). pp. 35-39.
14. Selmen V.N., Ilyinsky A.V., Vinogradov D.V. The influence of the intensity of illumination and the spectrum of LED lamps on the formation of plant phytomass // Bulletin of the P.A. Kostychev Ryazan State Agrotechnological University, 2018. № 4(40). pp. 46-52.
15. Filatov D.A., Olonin I.Y. Certificate of state registration of a computer program № 2024613883 Russian Federation. Modes of operation of vertical farm lighting systems: № 2023687304: application 06.12.2023: published 16.02.2024; applicant Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Nizhny Novgorod State Agrotechnological University. 2024.

ИНФОРМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ

Применение пищевой добавки в криотехнологии хлеба зернового

Надежда Николаевна Алёхина

Доктор технических наук
Воронежский государственный университет инженерных технологий
Воронеж, Россия
nadinat@yandex.ru
ORCID 0000-0002-3317-9858

Ирина Александровна Бакаева

Кандидат технических наук
Воронежский государственный университет инженерных технологий
Воронеж, Россия
irina_losevo@mail.ru
ORCID 0000-0001-8738-1632

Елена Ивановна Пономарева

Доктор технических наук
Воронежский государственный университет инженерных технологий
Воронеж, Россия
elena6815@ya.ru
ORCID 0000-0003-2310-2838

Светлана Ивановна Лукина

Кандидат технических наук
Воронежский государственный университет инженерных технологий
Воронеж, Россия
lukina.si@yandex.ru
ORCID 0000-0003-4393-2046

Поступила в редакцию 01.08.2024

Принята 21.09.2024

Опубликована 15.10.2024

УДК 664.66.047.3

EDN XFMCLE

БАК 4.3.5. Биотехнология продуктов питания и биологически активных веществ (технические науки)

OECD 02.11.JY. FOOD SCIENCE & TECHNOLOGY

Аннотация

Анализ продовольственного рынка последних лет показывает наличие в торговых точках разнообразного ассортимента замороженных полуфабрикатов и продуктов, в том числе хлеба и булочных изделий. Преимущества последних заключаются в получении горячего хлеба не только в крупных, но и мелких торговых точках, мобильности продукции и возможности ее сохранения более длительное время в условиях холодильной камеры. Заморозка хлеба, в том числе зернового, создает возможность транспортировки готовой продукции в разные торговые точки, что будет способствовать расширению ассортимента хлебобулочных изделий, оказывающих функциональное воздействие, делая их доступными большому количеству потребителей. Однако воздействие низких температур и

применение пищевых добавок может оказывать влияние на функционально-технологические свойства изделий. Поэтому в первую очередь было рассмотрено влияние сухой пшеничной клейковины (СПК) на колебания температуры при замораживании хлеба из биоактивированной пшеницы и изменение скорости заморозки. Далее сопоставляли органолептические и физико-химические показатели, перевариваемость белков мякиша, гликемический индекс изделий, на которые воздействовали низкими температурами с СПК и без. Потом была построена циклограмма изготовления хлеба с использованием криотехнологии. Исследовали 4 образца изделий: 1 и 2 – замороженный при $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$ до температуры $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ выпеченный хлеб без СПК и с СПК соответственно; 3 и 4 – хлеб после прогревания замороженного образца 1 и 2 соответственно. Качество образцов 3 и 4 исследовали спустя 19 ± 1 ч после прогревания. Были применены общепринятые методики. Гликемический индекс определяли по методологии, принятой ФАО/ВОЗ. Перевариваемость белков мякиша образцов 3 и 4 определяли путем применения пепсина, трипсина. Определены разные периоды при заморозке выпеченных изделий. Наибольшей была продолжительность заморозки до $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ зернового хлеба с СПК (образец 2). Наилучшие показатели качества наблюдались в образце хлеба 4 (с СПК), данное изделие отличалось лучшей перевариваемостью и имело меньший показатель гликемического индекса по сравнению с образцом 3. На основе проведенных исследований разработана криотехнология зернового хлеба с применением СПК и построена циклограмма, отражающая основные стадии технологического процесса его приготовления. Исследования в данной области позволят расширить ассортимент замороженных зерновых хлебобулочных изделий и сделать их доступными большому количеству потребителей.

Ключевые слова

биоактивированная пшеница, сухая пшеничная клейковина, зерновой хлеб, криотехнология, показатели качества, циклограмма.

Введение

С каждым годом происходит изменение потребительских предпочтений относительно пищевых продуктов, в том числе хлебобулочных изделий. Это связано с экономическими процессами, трендами на здоровый образ жизни, спросом на продукты с «чистым» составом, в том числе обогащенных витаминами и минеральными веществами, цельнозерновых. Неразрывно с этим идет развитие горячей выпечки в торговых продуктовых сетях, на заправках (Алексеевская, 2021; Кизим, 2021; Аюпов, 2020; Гуськова, 2021; Wang, 2023; Torbica, 2023).

Продажа свежеспекавшегося на месте хлеба, является хорошим маркетинговым ходом для сетевого ритейла компаний сегмента HoReCa, а также позволяет им выделиться в условиях повышенной конкуренции, особенно при применении нетрадиционного сырья в рецептуре изделий (Рощина, 2020; Пешкина, 2020).

При этом появляется необходимость расширения ассортимента хлебобулочных изделий для здорового питания, которая возможна при помощи внедрения новых технологий их приготовления, путем применения криотехнологии. Данная продукция в настоящее время определенно обладает конкурентоспособным преимуществом (Герасимова, 2019; Зинцова, 2020; Sanayev, 2022).

Правильно подобранные параметры при замораживании позволяют получить хлебобулочные изделия, практически не уступающие по качеству приготовленным по традиционной технологии (Божинская, 2019; Ткаченко, 2021; Матюшев, 2022, Алёхина, 2023).

В России рынок замороженных хлебобулочных изделий развивается медленнее по сравнению с экономически развитыми странами мира. Однако рассматривая все преимущества данной технологии в будущем, стоит ожидать ежегодный рост данной продукции не менее чем на 10% (Terentyev, 2022).

Учеными разных стран проводятся исследования по изучению влияния добавок на свойства замороженного теста и хлеба. Современное хлебопекарное производство находится на высоком уровне развития, активно разрабатываются вещества – улучшители, вносимые на стадии приготовления теста и способные продлить срок хранения хлеба (Алёхина, 2021; Ковалева, 2020; Liu, 2020; Zhou, 2019; Лосевская, 2022).

При исследовании влияния улучшителей на замороженные хлебобулочные изделия ряд ученых выявили, что включение β -глюкана при выработке арабского хлеба позволяет продлить срок его хранения в замороженном виде, не оказывая влияния на его структурно-механические характеристики (Ahmed, 2021). Доказано, что совместное применение α -амилазы и эндо-ксилаказы замедляет синергическое затвердевание замороженного хлеба в течение 5 суток хранения (Kim, 2020).

В исследованиях также изучена разница в изменениях глюкозы и фруктозы при метаболизме дрожжей, которая показала различие в механизме ухудшения свойств замороженного теста (Lu, 2023). Доказано, что применение хитозана в рецептурах хлебобулочных изделий на основе замороженных полуфабрикатов позволяет улучшить их органолептические характеристики, особенно внешний вид (Семенова и др., 2019). А внесение ферментной композиции на основе ферментных препаратов «Пентопан 500 BG», «Новамил 1500 MG» и «Нейтраз 1,5 MG» способно стабилизировать реологические свойства полуфабрикатов, подвергшихся длительному замораживанию, при этом улучшить показатели готовых изделий на их основе (Китаевская, 2023).

Добавление клейковины оказывает влияние на удельный объем, черствость и микроструктурные свойства быстрозамороженного хлеба при длительном хранении. При этом ее внесение ингибирует деполимеризацию белка и повышает стабильность структуры теста. Важным является также не только количество вносимой клейковины, но и соотношение глютенина и глиаина (Qian, 2022). Улучшение характеристик замороженного теста и хлеба на его основе возможно не только путем внесения различных добавок, но и обработкой полуфабрикатов, продукта ультразвуком во время замораживания. Данный способ позволяет не только улучшить эластичность теста, но и, хотя и в меньшей степени, влияет на вкусовые качества готового изделия, способствует увеличению его объема (Nur, 2019).

Таким образом, в настоящее время достаточно сведений о производстве замороженных хлебобулочных изделий. Однако среди отечественных производителей встречаются в основном хлебобулочные изделия, чаще всего слоеные, в рецептуру которых входит в основном мука высшего сорта. В связи с недостаточностью информации о хлебе из биоактивированной пшеницы, изготовленном с применением криотехнологии, возникает необходимость исследований в этой области.

Цель данной работы – изучить влияние рецептуры и параметра заморозки на длительность процесса, а также на функционально-технологические свойства хлеба зернового. Исследования проводились в три этапа (рис. 1).

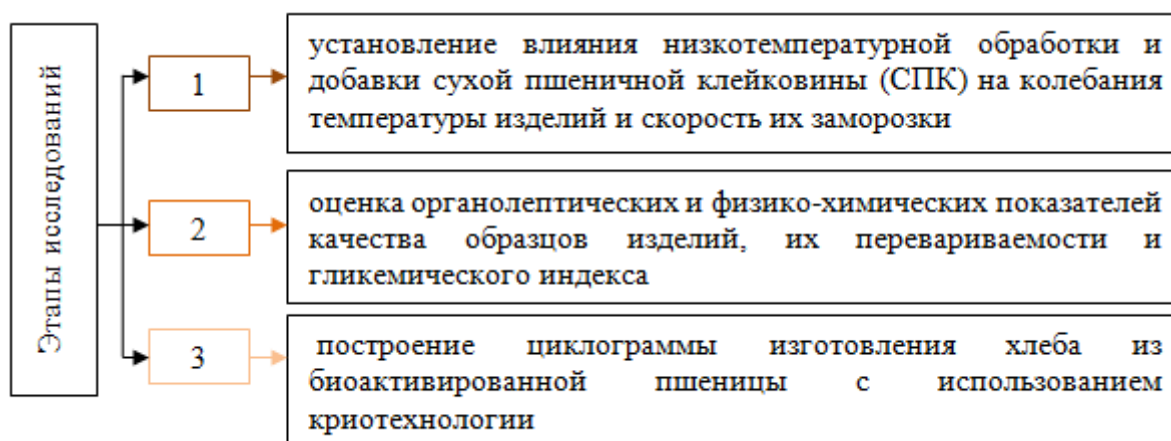


Рисунок 1. Этапы проведения исследований.

Материалы и методы исследования

Во время исследования изучались 4 образца хлеба зернового (рис. 2).

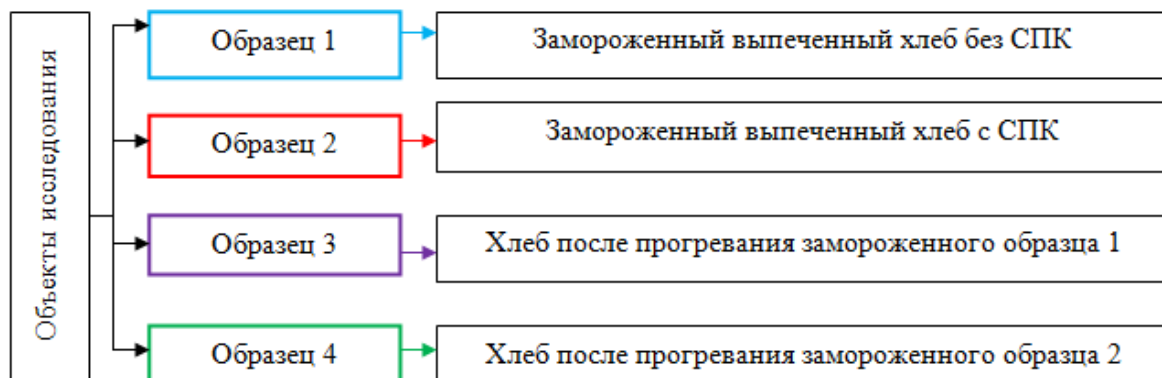


Рисунок 2. Образцы хлеба зернового.

Зерновую массу из биоактивированной пшеницы (БАП) и хлеб на ее основе получали по схеме, показанной на рисунке 3.

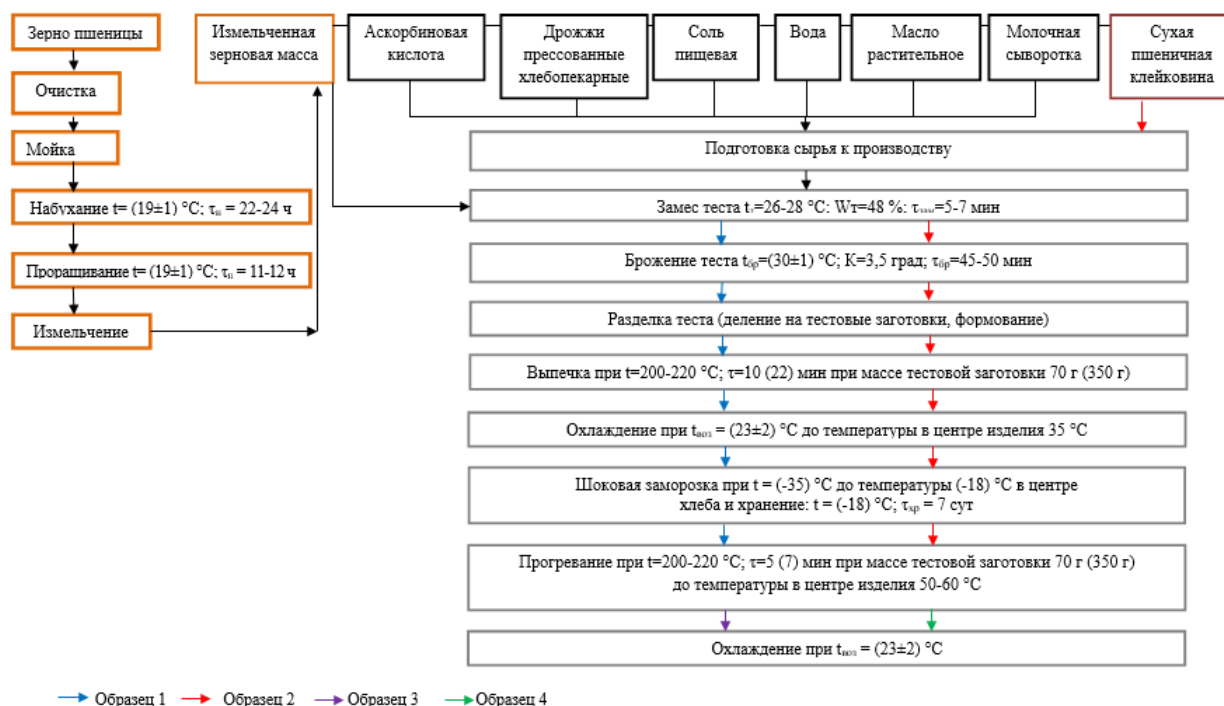


Рисунок 3. Схема подготовки пшеницы и получения хлеба (без предварительного размораживания готовых изделий перед прогреванием).

Показатели качества хлеба из БАП: органолептические: внешний вид, состояние мякиша, вкус, цвет, запах, пропеченность изделий (ГОСТ 5667-22) и физико-химические: удельный объем (см³/100 г), пористость (%), удельную набухаемость (см³), крошковатость (%) и формоустойчивость (Н:В) анализировали через 19±1 ч после прогревания образцов по общепринятым методикам.

Спустя сутки после прогревания в хлебе (образцы 3 и 4) методом *in vitro* была оценена перевариваемость белков мякиша. Гликемический индекс (ГИ) образцов определяли по методологии ФАО/ВОЗ (Mann, 2007).

Результаты и обсуждение

Сначала изучали динамику температуры в центре готовых изделий из БАП с СПК (образец 2) и без нее (образец 1) в процессе заморозки при $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$. Выявили три характерные периоды процесса замораживания для хлеба зернового с пищевой добавкой и без ее применения (рис. 4).

Для замораживания образца 1 до температуры $(-18)\text{ }^{\circ}\text{C}$ потребовался меньший отрезок времени, чем для образца 2. Проба с пищевой добавкой медленнее поддавалась влиянию низких температур из-за меньшего содержания свободной влаги, большая часть которой связывалась глютенем (Алёхина, 2023).

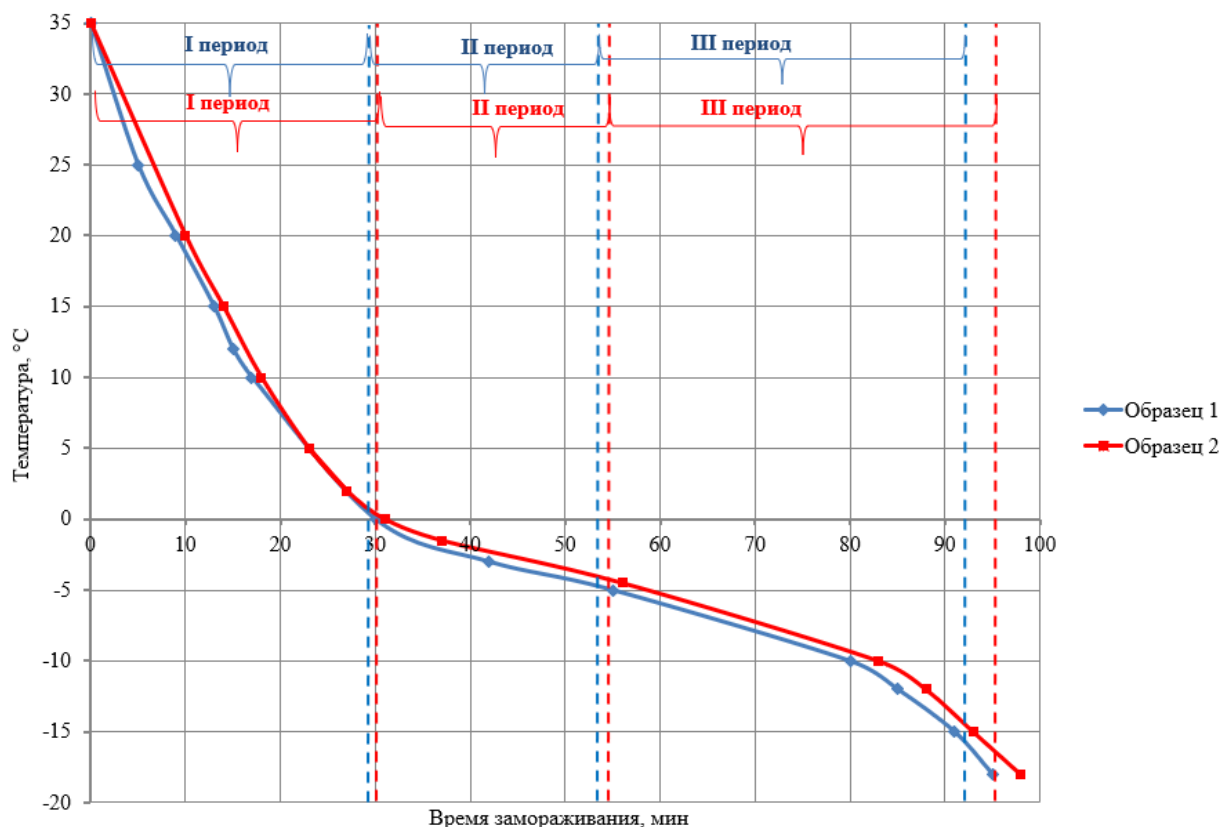


Рисунок 4. Влияние СПК на изменение температуры в центре образцов при заморозке: 1 – хлеб без СПК, 2 – хлеб с СПК (I период – от 35 до $0\text{ }^{\circ}\text{C}$; II период от $(-0,5)$ до $(-5)\text{ }^{\circ}\text{C}$; III период – до $(-18)\text{ }^{\circ}\text{C}$).

При замораживании образцов следили за скоростью процесса. При медленном его протекании влага перераспределяется таким образом, что в межклеточных пространствах образуются крупные кристаллы льда. Для быстрого процесса заморозки характерно образование маленьких кристаллов льда, что снижает вероятность негативных изменений в структуре образца (Zennoune, 2022).

Далее изучали динамику скорости замораживания готовых изделий. У образца 2 (с СПК) она была меньше по сравнению с образцом 1 (без СПК), что обусловлено значительной гидратационной способностью глютена, замедляющей заморозку (рисунок 5) (Алёхина, 2020).

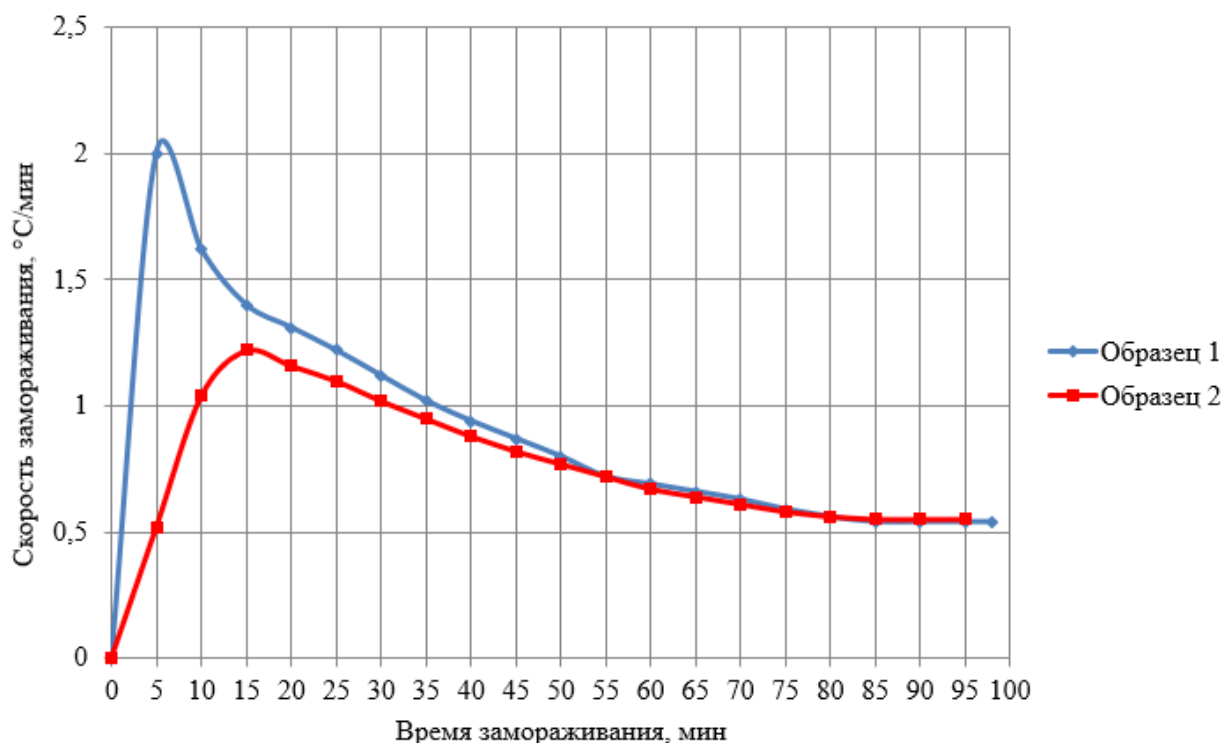
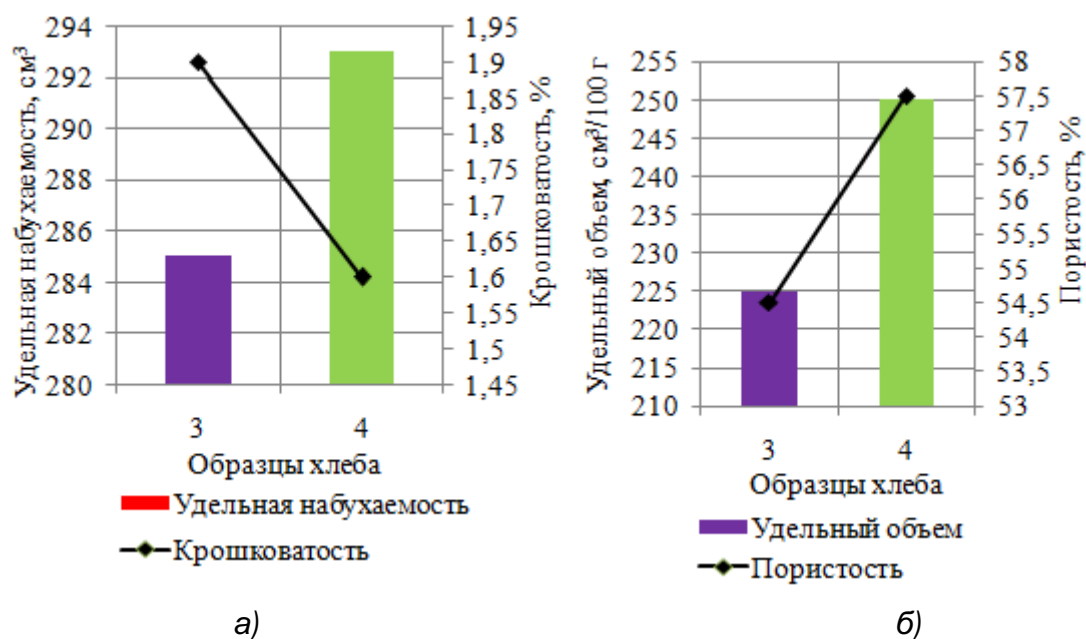


Рисунок 5. Влияние СПК на скорость замораживания образцов: 1 – хлеб без СПК, 2 – хлеб с СПК.

В образце без СПК наибольшая скорость заморозки отмечена за 5 мин, в образце с СПК – за 15 мин. Скорость снижалась через 5 и 15 мин в образцах 1 и 2 соответственно. Через 5 мин в образце 2 она составляла 0,52 °C/мин, а в образце 1-2 °C/мин.

Далее оценивали качество образцов 3 и 4 после прогревания предварительно замороженных изделий (рис. 6, 7). Установили, что наибольшая удельная набухаемость (293 см³), пористость (57,5%) и удельный объем (250 см³/100 г) были у образца 4 с СПК. У него был более эластичный мякиш, нежная консистенция при разжевывании, чем в пробе глютена. Образец 3 имел меньшую равномерность распределения пор, формоустойчивость, большую крошковатость мякиша.



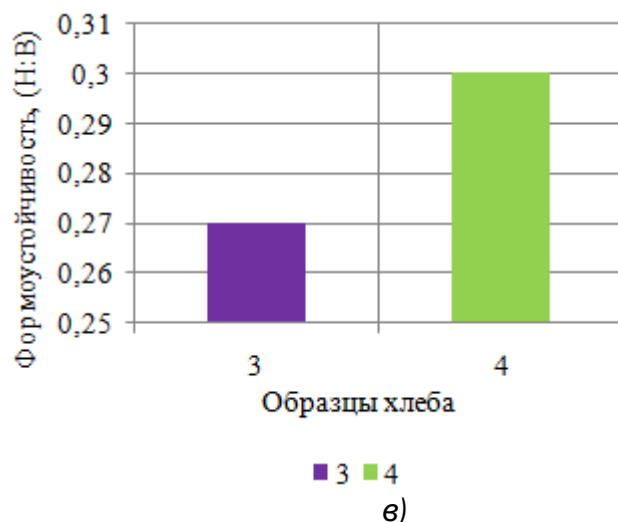


Рисунок 6. Удельная набухаемость и крошковатость (а), удельный объем и пористость (б) и формоустойчивость (в) образцов хлеба.

Далее при исследовании перевариваемости белков по действием пепсина и трипсина было установлено, что расщепление белковых веществ мякиша образца 3 шло медленнее по сравнению с образцом 4. Через 6 ч разложения белков накопление продуктов гидролиза (аминокислоты тирозина) было меньше на 5,5 % (рисунок 8). Степень гидролиза белков мякиша в образце 3 ниже за счет большего количества в нем неусвояемых углеводов, уменьшающих доступность протеина действию пепсина, трипсина. Образец 4 отличался более высоким количеством белка, который в процессе замораживания подвергался деструкции, что способствовало повышению его перевариваемости.

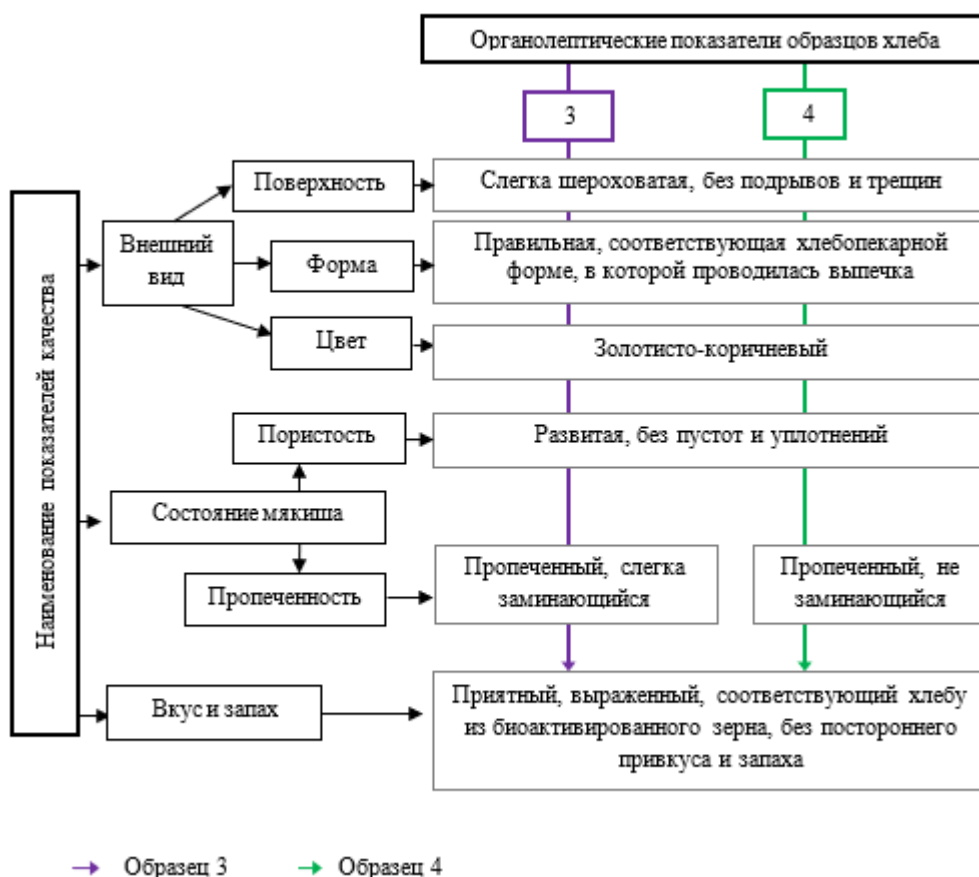


Рисунок 7. Органолептические показатели образцов хлеба.

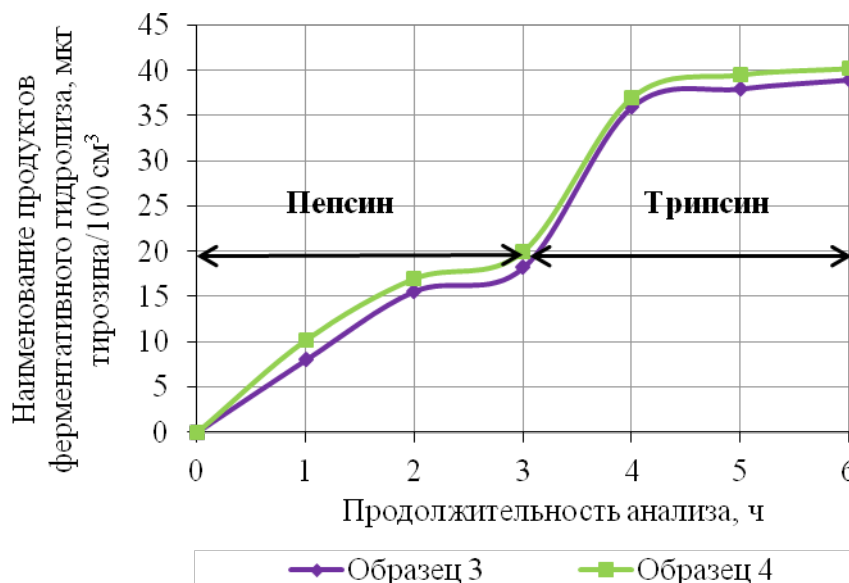


Рисунок 8. Перевариваемость белков мякиша образцов хлеба системой «пепсин-трипсин».

Был определен гликемический индекс образцов – наибольший наблюдался в образце 3 (39,0%), наименьший – образце 4 (33,7%) (рис. 9).



Рисунок 9. Гликемический индекс образцов хлеба.

Более высокое значение показателя, оценивающего количество усвояемых углеводов, у образца 3 обусловлено большим содержанием в 100 г хлеба БАП, характеризующейся активным ферментативным комплексом, а следовательно, большим содержанием моно- и дисахаридов, которые образуются в ходе биоактивации зерна и повышают ГИ изделия.

Полученные значения ГИ образцов являются низкими (менее 45%) по данным Управления Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека.

После исследований построили циклограмму изготовления хлеба из БАП с использованием заморозки (готовые изделия размораживали перед прогреванием) (рис. 10).

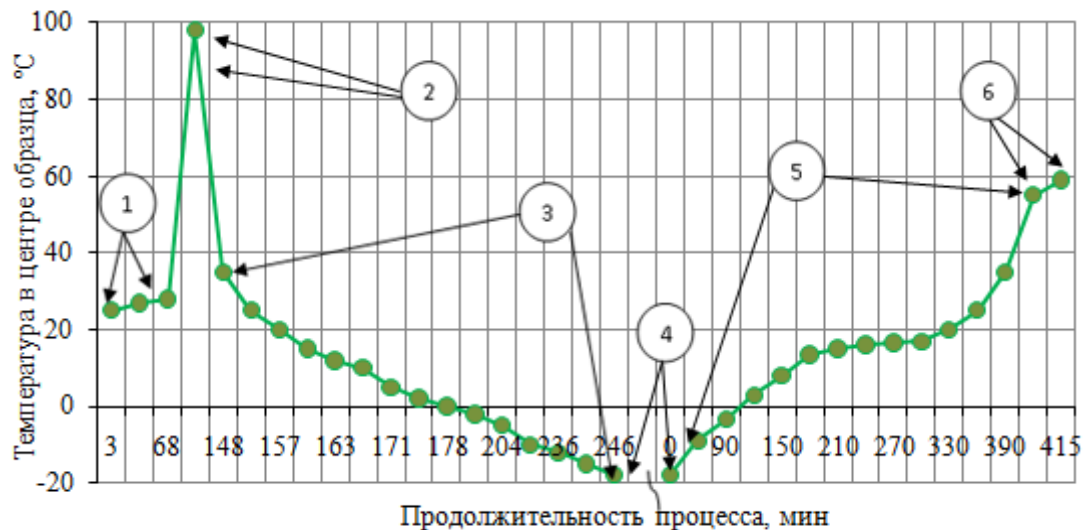


Рисунок 10 – Циклограмма процесса приготовления хлеба (образец 4) с использованием криотехнологии: 1 – замес, брожение, разделка, формование, расстойка (тестовой заготовки массой 0,07 кг); 2 – выпечка; 3 – замораживание; 4 – хранение; 5 – размораживание; 6 – прогревание.

Полученные результаты стали основой для разработки криотехнологии зернового хлеба.

Заключение

В результате исследований установлено 3 периода заморозки готовых изделий из биоактивированной пшеницы, выявлено воздействие глютена на длительность и скорость заморозки хлеба до -18°C в центре образцов изделий. Наибольшая скорость заморозки при -35°C после 5 мин была в хлебе без пищевой добавки, наименьшая – в хлебе с ее применением.

Наилучшими органолептическими, физико-химическими показателями, перевариваемостью белков и меньшим значением гликемического индекса (33,7%) характеризовался образец 4 с сухой пшеничной клейковиной. По результатам исследований была построена циклограмма процесса приготовления зернового хлеба с применением глютена пшеничного. Исследования в данной области позволят создать технологии, расширяющие сегмент замороженных зерновых хлебобулочных изделий, сделать рынок замороженной продукции более перспективным, сформировать культуру потребления продуктов питания, обладающих полезными свойствами.

Список литературы

1. Акопян Г.С., Резниченко И.Ю. Формирование потребительского рынка хлеба в РФ: показатели и прогнозы // Пища. Экология. Качество. 2020. С. 28-30.
2. Алексеенкова Е. Больше хлеба: тренды хлебной отрасли // Пищевая индустрия. 2021. № 1. С. 26-28.
3. Алёхина Н.Н. Зерновой хлеб для повышения пищевого статуса населения: биоактивация злаковых культур, ресурсосбережение сырья, разработка технологий и расширение ассортимента продукции: дисс. ... д-р биол. наук. Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2020.
4. Алёхина Н.Н., Бакаева И.А., Бородкина А.С., Феофанова Т.М. Влияние пищевой добавки на продолжительность замораживания полуфабрикатов и качество зернового хлеба // Пищевая промышленность. 2023. № 4. С. 14-18.
5. Алехина Н.Н., Пономарева Е.И. Влияние продолжительности хранения замороженного теста на его свойства и качество зернового хлеба // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2021. № 1(379). pp. 25-29.

6. Божинская И.А. Проблемы и перспективы внедрения шоковой заморозки хлебобулочных и кондитерских изделий в России // Менеджмент – время возможностей. 2019. С. 202-205.
7. Герасимова Э.О., Лабутина Н.В. Криогенные технологии в хлебопечении. Известия высших учебных заведений // Пищевая технология. 2029. № 1. С. 6-9.
8. Гуськова П.А., Агапкин А.М. Зерновой хлеб: пищевая ценность, оценка качества и ассортимент // Товаровед продовольственных товаров. 2021. № (9). С. 673-681.
9. Зинцова М.В., Чернова А.Р. Управление закупками внешнеторговых компаний на рынке хлебобулочных изделий // Российский внешнеэкономический вестник. 2020. № (7). С. 67-78.
10. Кизим О.В., Буклагина И.А. Особенности транспортировки хлебобулочных изделий глубокой заморозки // Научный аспект. 2021. № 5(1). С. 545-553.
11. Китаевская С.В. Моделирование ферментной композиции и ее применение в криотехнологии хлебопечения // Индустрия питания. 2003. № 8(1). pp. 5-13.
12. Ковалева А.Е., Пьяникова Э.А., Ткачева Е.Д., Рязанцева А.С. Оценка показателей качества хлеба пшеничного, обогащенного вторичным яблочным сырьем // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2020. № 82(3). pp. 200-207.
13. Лосевская С.А., Хамзаев Р.Р. Инновационные технологии в сфере производства хлеба // Научные исследования, разработки и практические внедрения. 2022. С. 468-470.
14. Матюшев В.В., Чаплыгина И.А., Семенов А.В., Канюка С.Е. Перспективные конструкции для проращивания зерна // Парадигма устойчивого развития агропромышленного комплекса в условиях современных реалий: мат науч. конф. 2022. С. 287-290.
15. Пешкина И.П., Невская Е.В. Использование нетрадиционных видов муки в технологии замороженных полуфабрикатов // Пищевые технологии будущего: инновационные идеи, научный поиск, креативные решения: мат науч. конф. 2020. С. 172-175.
16. Рощина Е.В., Григорьева Р.З., Баранец С.Ю., Давыденко Н.И., Куракин М.С. Шоковая заморозка булочных изделий с использованием нетрадиционного растительного сырья на предприятиях общественного питания // Техника и технология пищевых производств. № 50(3). С. 439-449.
17. Семенова А.Н., Китаевская С.В. Влияние хитозана на цветовые характеристики хлебобулочных изделий на основе замороженных полуфабрикатов // Новые концептуальные подходы к решению глобальной проблемы обеспечения продовольственной безопасности в современных условиях: мат. науч. конф. 2019. С. 262-265.
18. Ткаченко В.А., Ооржак В.В., Бондаренко Ю.В., Лабутина Н.В. Маркетинговое исследование потребительских предпочтений при выборе хлеба и хлебобулочных изделий // Хлебопродукты. 2021. № 7. С. 54-57.
19. Ahmed J., Thomas L., Al-Hazza A. Effects of frozen storage on texture, microstructure, water mobility and baking quality of brown wheat flour/ β -glucan concentrate Arabic bread dough // Food measure. 2021. № 15. pp. 1258-1269.
20. Kim H.J., Yoo S.H. Effects of combined α -amylase and endo-xylanase treatments on the properties of fresh and frozen doughs and final breads // Polymers. 2020. № 12(6). pp. 13-49.
21. Liu Y., Zhang X., Ding B., Ding W., Xiao S., Song J., Fu Y. Effect of hydrocolloids on physical, thermal and microstructure properties of par-baked baguette during frozen storage // International journal of biological macromolecules. 2020. № 15(163). pp. 1866-1874.
22. Lu L., Zhu K.X. Physicochemical and fermentation properties of pre-fermented frozen dough: Comparative study of frozen storage and freeze – thaw cycles // Food hydrocolloids. 2003. № 136(31). pp. 108-253.
23. Mann J, Cummings J.H., Englyst H.N., Key T., Liu S., Riccardi G., Summerbell C., Uauy R., Van Dam R.M., Venn B., Vorster H.H., Wiseman M. FAO/WHO scientific update on carbohydrates in human nutrition: conclusions. // European journal of clinical nutrition. 2007. № S132-7. pp. 1799-2184.
24. Mir S.A., Farooq S., Shah M.A., Sofi S.A., Dar B.N., Sunooj K.V., Khaneghah A.M. Recent advancements in the development of multigrain bread // Cereal chemistry. 2023. № 100(1). pp. 72-82.

25. Nur B.M., Nilda C. A review: Advance in frozen dough improver technology of bread // Journal agriovet. 2019. № 1(2). pp.165-184.
26. Qian X., Gu Y., Sun B., Ma S., Tian X., Wang X. (2022). Improvement in quality of fast-frozen steamed bread by different gluten content and glutenin/gliadin ratio and its mechanism // Food science and technology. 2022. № 153. pp.112-562.
27. Sanayev E., Samandarova I., Murzambetova G., Tolibova K. Trends of the Uzbek market for frozen bread and products // Science and innovation. 2022. № 1(A5). pp. 206-209.
28. Terentyev S.E., Labutina N.V. Features of technology for producing bread and bakery products from frozen semi-finished products // Mat. of the IOP conf. Ser.: Earth environ. 2022. Vol. 979. pp. 12-25.
29. Torbica A., Radosavljević M., Belović M., Djukić N., Marković S. Overview of nature, frequency and technological role of dietary fibre from cereals and pseudocereals from grain to bread // Carbohydrate polymers. 2022. № 15(290). pp. 119-470.
30. Wang Yu., Jiang S., Salonen A., Dong M., Yang Z. Developing a healthy lifestyle through the lens of the gut microbiota // Trends in food science and technology. 2023. № 134(2).
31. Zennoune A., Latil P., Flin F., Perrin J., Weitkamp T., Scheel M., Ndoye F.T. Investigating the influence of freezing rate and frozen storage conditions on a model sponge cake using synchrotron X-rays micro-computed tomography // Food research international. 2022. № 162. pp. 112-116.
32. Zhou J., Ke Y., Barba F.J., Xiao S., Hu X., Qin X., Liu G. The addition of α -cyclodextrin and γ -cyclodextrin affect quality of dough and prebaked bread during frozen storage // Foods. 2019. № 8(5). P. 174.

Application of food additives in cryotechnology of grain bread

Nadezhda N. Alyokhina

Doctor of Technical Sciences
Voronezh State University of Engineering Technologies
Voronezh, Russia
nadinat@yandex.ru
ORCID 0000-0002-3317-9858

Irina A. Bakayeva

Candidate of Technical Sciences
Voronezh State University of Engineering Technologies
Voronezh, Russia
irina_losevo@mail.ru
ORCID 0000-0001-8738-1632

Elena I. Ponomareva

Doctor of Technical Sciences
Voronezh State University of Engineering Technologies
Voronezh, Russia
elena6815@ya.ru
ORCHID 0000-0003-2310-2838

Svetlana I. Lukina

Candidate of Technical Sciences
Voronezh State University of Engineering Technologies
Voronezh, Russia
lukina.si@yandex.ru
ORCID 0000-0003-4393-2046

Received 27.08.2024

Accepted 01.09.2024

Published 15.10.2024

UDC 664.66.047.3

EDN XFMCLE

VAK 4.3.5. Biotechnology of food and biologically active substances (technical sciences)

OECD 02.11.JY. FOOD SCIENCE & TECHNOLOGY

Abstract

An analysis of the food market in recent years shows the presence in retail outlets of a diverse range of frozen semi-finished products and products, including bread and bakery products. The advantages of the latter are the availability of hot bread not only in large but also small retail outlets, the mobility of products and the possibility of preserving them for a longer time in a refrigerator. Freezing bread, including grain, creates the possibility of transporting finished products to different outlets, which will help expand the range of bakery products that have a functional impact, making them accessible to more consumers. However, exposure to low temperatures and the use of food additives can affect the functional and technological properties of products. Therefore, first of all, the influence of dry wheat gluten (SPC) on temperature fluctuations during freezing of bread from bioactivated wheat and changes in the freezing rate was considered. Next, organoleptic and physico-chemical parameters, the digestibility of crumb proteins, and the glycemic index of products exposed to low temperatures with and without PCOS were compared. Then a cyclogram of bread production using cryotechnology was built. 4 samples of products were examined: 1 and 2 – baked bread without SPC and with SPC frozen at -35 ° C to a temperature of -18 ° C, respectively; 3 and 4 – bread after heating frozen samples 1 and 2, respectively. The quality of samples 3 and 4 was examined 19 ± 1 h after heating. Generally accepted methods were applied. The glycemic index was determined according to the methodology adopted by the FAO/WHO. The digestibility of crumb proteins of samples 3 and 4 was determined by using pepsin and trypsin. Different periods have been determined for the freezing of baked goods. The duration of freezing to -18 ° C of grain bread with SPC was the longest (sample 2). The best quality indicators were observed in bread sample 4 (with SPK), this product was characterized by better digestibility and had a lower glycemic index compared to sample 3. Based on the research conducted, cryotechnology of grain bread using SPK was developed and a cyclogram was constructed reflecting the main stages of the technological process of its preparation. Research in this area will expand the range of frozen grain bakery products and make them available to more consumers.

Keywords

bioactivated wheat, dry wheat gluten, grain bread, cryotechnology, quality indicators, cyclogram.

References

1. Akopyan G.S., Reznichenko I.Yu. Formation of the consumer bread market in the Russian Federation: indicators and forecasts // Food. Ecology. Quality. 2020. pp. 28-30.
2. Alekseenkova E. More bread: trends in the bread industry // Food industry. 2021. № 1. pp. 26-28.
3. Alyokhina N.N. Grain bread for improving the nutritional status of the population: bioactivation of cereals, resource conservation of raw materials, technology development and expansion of the product range: diss. ... d-r of biol. scien. Voronezh: Voronezh State University of Engineering Technologies, 2020.
4. Alyokhina N.N., Bakaeva I.A., Borodkina A.S., Feofanova T.M. The effect of food additives on the duration of freezing of semi-finished products and the quality of grain bread. 2023. № 4. pp. 14-18.
5. Alyokhina N.N., Ponomareva E.I. The effect of the shelf life of frozen dough on its properties and the quality of grain bread // News of higher educational institutions. Food technology. 2021. № 1(379). pp. 25-29.

6. Bozhinskaya I.A. Problems and prospects of introducing shock freezing of bakery and confectionery products in Russia // Management is a time of opportunity. 2019. pp. 202-205.
7. Gerasimova E.O., Labutina N.V. Cryogenic technologies in bakery. News of higher educational institutions // Food technology. 2029. № 1. pp. 6-9.
8. Guskova P.A., Agapkin A.M. Grain bread: nutritional value, quality assessment and assortment // A specialist in food products. 2021. № 9. pp. 673-681.
9. Zintsova M.V., Chernova A.R. Procurement management of foreign trade companies in the bakery market // Russian foreign economic bulletin. 2020. № 7. pp. 67-78.
10. Kizim O.V., Buklagina I.A. Features of transportation of deep-frozen bakery products // Scientific aspect. 2021. № 5(1). pp. 545-553.
11. Kitaevskaya S.V. Modeling of enzyme composition and its application in cryotechnology of bakery // Nutrition industry. 2003. № 8(1). pp. 5-13.
12. Kovaleva A.E., Pyanikova E.A., Tkacheva E.D., Ryazantseva A.S. Evaluation of quality indicators of wheat bread enriched with secondary apple raw materials // Bulletin of the Voronezh State University of engineering technologies. 2020. № 82(3). pp. 200-207.
13. Losevskaya S.A., Khamzaev, R.R. Innovative technologies in the field of bread production // Scientific research, development and practical implementation. 2022. pp. 468-470.
14. Matyushev V.V., Chaplygina I.A., Semenov A.V., Kanyuka S.E. Promising designs for grain germination // The paradigm of sustainable development of the agro-industrial complex in modern realities: mat. of the scien. conf. 2022. pp. 287-290.
15. Peshkina I.P., Nevskaya E.V. The use of non-traditional types of flour in frozen food technology semi-finished products // Food technologies of the future: innovative ideas, scientific search, creative solutions: mat. of the scien. conf. 2020. pp. 172-175.
16. Roshchina E.V., Grigorieva R.Z., Baranets S.Yu., Davydenko N.I., Kurakin M.S. Shock freezing of bakery products using non-traditional vegetable raw materials at public catering enterprises // Machinery and technology of food production. № 50(3). pp. 439-449.
17. Semenova A.N., Kitaevskaya S.V. The influence of chitosan on the color characteristics of bakery products based on frozen semi-finished products // New conceptual approaches to solving the global problem of food security in modern conditions: mat. of the scien. conf. 2019. pp. 262-265.
18. Tkachenko V.A., Oorzhak V.V., Bondarenko Yu.V., Labutina N.V. Marketing research of consumer preferences when choosing bread and bakery products // Bread products. 2021. № 7. pp. 54-57.
19. Ahmed J., Thomas L., Al-Hazza A. Effects of frozen storage on texture, microstructure, water mobility and baking quality of brown wheat flour/ β -glucan concentrate Arabic bread dough // Food measure. 2021. № (15). pp. 1258-1269.
20. Kim H.J., Yoo S.H. Effects of combined α -amylase and endo-xylanase treatments on the properties of fresh and frozen doughs and final breads // Polymers. 2020. № 12(6). pp. 13-49.
21. Liu Y., Zhang X., Ding B., Ding W., Xiao S., Song J., Fu Y. Effect of hydrocolloids on physical, thermal and microstructure properties of par-baked baguette during frozen storage // International journal of biological macromolecules. 2020. № 15(163). pp. 1866-1874.
22. Lu L., Zhu K.X. Physicochemical and fermentation properties of pre-fermented frozen dough: Comparative study of frozen storage and freeze – thaw cycles // Food hydrocolloids. 2003. № 136(31). pp. 108-253.
23. Mann J, Cummings J.H., Englyst H.N., Key T., Liu S., Riccardi G., Summerbell C., Uauy R., Van Dam R.M., Venn B., Vorster H.H., Wiseman M. FAO/WHO scientific update on carbohydrates in human nutrition: conclusions. // European journal of clinical nutrition. 2007. № S132-7. pp. 1799-2184.
24. Mir S.A., Farooq S., Shah M.A., Sofi S.A., Dar B.N., Sunooj K.V., Khaneghah A.M. Recent advancements in the development of multigrain bread // Cereal chemistry. 2023. № 100(1). pp. 72-82.
25. Nur B.M., Nilda C. A review: Advance in frozen dough improver technology of bread // Journal agriovet. 2019. № 1(2). pp. 165-184.

26. Qian X., Gu Y., Sun B., Ma S., Tian X., Wang X. (2022). Improvement in quality of fast-frozen steamed bread by different gluten content and glutenin/gliadin ratio and its mechanism // Food science and technology. 2022. № 153. pp.112-562.
27. Sanayev E., Samandarova I., Murzambetova G., Tolibova K. Trends of the Uzbek market for frozen bread and products // Science and innovation. 2022. № 1(A5). pp. 206-209.
28. Terentyev S.E., Labutina N.V. Features of technology for producing bread and bakery products from frozen semi-finished products // Mat. of the IOP conf. Ser.: Earth environ. 2022. Vol. 979. pp. 12-25.
29. Torbica A., Radosavljević M., Belović M., Djukić N., Marković S. Overview of nature, frequency and technological role of dietary fibre from cereals and pseudocereals from grain to bread // Carbohydrate polymers. 2022. № 15(290). pp. 119-470.
30. Wang Yu., Jiang S., Salonen A., Dong M., Yang Z. Developing a healthy lifestyle through the lens of the gut microbiota // Trends in food science and technology. 2023. № 134(2).
31. Zennoune A., Latil P., Flin F., Perrin J., Weitkamp T., Scheel M., Ndoye F.T. Investigating the influence of freezing rate and frozen storage conditions on a model sponge cake using synchrotron X-rays micro-computed tomography // Food research international. 2022. № 162. pp. 112-116.
32. Zhou J., Ke Y., Barba F.J., Xiao S., Hu X., Qin X., Liu G. The addition of α -cyclodextrin and γ -cyclodextrin affect quality of dough and prebaked bread during frozen storage // Foods. 2019. № 8(5). P. 174.

**Направления совершенствования технологии кондитерских пастильных изделий с точки зрения
«умного питания»**

Роман Николаевич Добрев

Независимый исследователь
Российский биотехнологический университет
Москва, Россия
romanspkf@yandex.ru
ORCID 0009-0005-3293-9375

Ирина Георгиевна Белявская

Доктор технических наук, профессор
Российский биотехнологический университет
belyavskaya@mgupr.ru
ORCID 0000-0003-1924-2985

Поступила в редакцию 04.08.2024

Принята 24.09.2024

Опубликована 15.10.2024

УДК 664.144.018.5

EDN XLLRVO

БАК 4.3.3. Пищевые системы (технические науки)

OECD 02.11.JY. FOOD SCIENCE & TECHNOLOGY

Аннотация

Обеспечение населения качественными и разнообразными продуктами питания в условиях санкционных ограничений является одной из основных задач социальной политики государства. Соответствие совокупности показателей пищевой ценности продуктов потребления нормам физиологической потребности в энергии и пищевых веществах вызывает высокую озабоченность ученых и производителей всего мира. В настоящее время люди обеспокоены качеством продуктов и их влиянием на здоровье. На рынке кондитерских изделий, с учетом роста продаж продукции, предназначенной для потребления отдельными группами населения, сложилась ситуация с недостаточным количеством предложения изделий с отсутствием в рецептуре яичного белка, который для определенной группы населения является аллергеном. Целью исследований является изучение направлений совершенствования технологии кондитерских изделий для удовлетворения спроса на продукцию, потребление которой допустимо людям с непереносимостью яичного белка. Методологической основой проведенных исследований являлся системный анализ научной литературы, опубликованной в рецензируемых изданиях с 2017 по 2024 годы, а также обобщения существующих фактических данных, полученных на основании анализа предложений продукции на полках торговых сетей. По итогам предыдущего года кондитерские изделия являются второй по объему продаж индустрией на продовольственном рынке. Данная категория стала самой быстрорастущей FMCG-группой. Кондитерские изделия внесли второй по величине вклад в рост продовольственного рынка, генерируя пятую часть его оборота. Проведенный обзор выявил направления совершенствования пастильных изделий и обосновал необходимость проведения исследований, связанных с разработкой продукции скорректированной пищевой ценности. В результате проведенного исследования выявлены тенденции роста спроса на кондитерские изделия с натуральным составом компонентов и товаров функционального назначения за счет изменения модели потребления. установлено, что в настоящее время сложилась ситуация с недостаточным количеством предложений пастильных изделий в рецептуре которых отсутствует яичный белок, т.к. отсутствует продукция в составе которых куриное яйцо

заменено на продукты растительного происхождения, обладающие высокой пенообразующей и пеноудерживающей способностью. Разработка и промышленное производство таких продуктов позволит решить проблему ограниченного выбора потребителей, имеющих непереносимость яичного белка, и разнообразит ассортимент изделий для жителей России, соблюдающих религиозные посты.

Ключевые слова

пищевые продукты, кондитерские изделия, пастильные изделия, пищевая ценность, показатели качества, FMCG, умное питание, непереносимость яичного белка.

Введение

Обеспечение населения качественными и разнообразными продуктами питания в условиях санкционных ограничений является одной из основных задач социальной политики государства. Соответствие совокупности показателей пищевой ценности продуктов потребления нормам физиологической потребности в энергии и пищевых веществах вызывает высокую озабоченность ученых и технологов всего мира. В настоящее время люди обеспокоены качеством продуктов и их влиянием на здоровье. Потребители хотят, чтобы у них дома была здоровая пища с надлежащим составом. В 2022 году, по данным аналитического агентства NielsenIQ, доля проданных кондитерских изделий в составе которых отсутствуют искусственно созданные продукты в РФ выросла на 20,3 % (NIQ, 2023). Качественные продукты питания с высокой пищевой ценностью являются залогом здоровья общества.

Мониторинг рациона питания граждан России по социальным группам в зависимости от дохода, проведенный органами здравоохранения, показал следующее: группы населения с низким уровнем дохода испытывают дефицит белка, составляющий до 15-20% от рекомендуемой суточной нормы; дефицит омега-3 и 6 ПНЖК из-за избыточного потребления насыщенных жирных кислот; 90% населения испытывают дефицит витамина С и витамина D; дефицит витаминов группы В и фолиевой кислоты – 60-80%; дефицит жирорастворимых витаминов А, Е, К и бета-каротина наблюдается более чем у половины населения страны; недостаток клетчатки и пектинов в два раза ниже нормы (Тутельян В.А., 2022). Данные исследования говорят о необходимости внесения изменений в существующий рацион питания потребителей путем коррекции пищевой ценности продуктов ежедневного употребления.

Для разработки новых видов кондитерских изделий позволяющих удовлетворить нормы физиологической потребности энергии и пищевых веществ применяется метод коррекции уже существующих пищевых продуктов и создание принципиально новых продуктов питания. Повышение пищевой ценности продукта может быть произведено за счет снижения или полного отказа от содержания определенных рецептурных компонентов, таких как сахар белый, патока, мука пшеничная высшего сорта или за счет обогащения изделия нутриентами, позволяющими сформировать его функциональную направленность такими, как белковые продукты; источники ненасыщенных жирных кислот – ядра конопли, семена льна; минеральные вещества – кальций, йод, селен и другие; витамины. Необходимо отметить, что создание совершенно новых продуктов питания связано с рядом сложностей. Необходимость разработки новых машинно-аппаратурных схем и консервативность конечного потребителя значительно осложняют вывод таких продуктов на рынок.

Исследование сегментов рынка, частью которых является продукт, и определение требований к нему имеют решающее значение при разработке новых продуктов питания. Обязательным условием является проведение исследований группы продуктов из одного кластера рынка. Сектор рынка с продуктами обладающими схожими признаками называется «категорией», а исследование данной категории называется «обзором категории». Преобладающее влияние на успешный вывод на рынок нового продукта питания имеет уровень соответствия характеристик данного продукта и его потребительскими свойствами.

На первых этапах разработки необходимо закладывать в проектные изыскания параметры максимально удовлетворяющие требования конечных покупателей к данной категории продуктов

(Тутельян, 2023). Важно учитывать технологичность продуктов и возможность дальнейшего развития продукта в частности и продуктовой линейки в целом.

Некоторые ингредиенты, используемые при производстве кондитерских изделий, были включены в пятый пакет санкций ЕС. Наиболее проблемными позициями оказались эмульгаторы и красители. По данным Федеральной таможенной службы объемы импорта какао-бобов, какао-масла и какао-порошка с 2014 года растут примерно на 2,5% в год, а суммарная доля импортных ингредиентов в производимом в России шоколаде составляет около 70%. Основными поставщиками какао-бобов являются Кот-д'Ивуар (33%), Гана (18%), Камерун (13%), Нигерия (8%). Данные страны не вводили санкции, но все поставки осуществляются через Европу. Именно логистическая составляющая и сложности с проведением международных платежей являлись основной угрозой кондитерской промышленности в 2022 году. Производители кондитерских изделий быстро и эффективно внесли изменения в планы закупки сырья и оборудования. Порты Азова, Новороссийска и Санкт-Петербурга произвели технические доработки, что позволило им значительно увеличить товарооборот. Производственные линии комплектуются российским, китайским и турецким оборудованием. Оплата товаров производится в юанях, турецких лирах и рублях. Значительное давление возможно привело к трудностям при производстве кондитерских изделий, но не сформировало дефицит продукции на полках магазинов.

На рынке кондитерских изделий, с учетом роста продаж продукции предназначенной для потребления отдельными группами населения, сложилась ситуация с недостаточным количеством предложений изделий в рецептуре которых отсутствуют яичный белок, который для определенной группы населения является аллергеном (Федотова, 2018) Целью настоящих исследований является изучение направлений совершенствования технологии кондитерских изделий для удовлетворения спроса на продукцию, потребление которой допустимо людям с непереносимостью яичного белка.

Материалы и методы исследования

Методологической основой исследований являлось проведение системного анализа научной литературы, обобщения существующих фактических данных полученных на основании анализа предложений продукции на полках торговых сетей. Аналитический обзор явился наиболее подходящей методологией для достижения цели исследования, поскольку он позволил подобрать соответствующие источники по научным базам данных, выявить и обобщить ключевые факторы, влияющие на восприятие потребителями функциональных продуктов питания, и определить направление совершенствования, как технологии производства кондитерских изделий, так и конечного продукта.

Для достижения целей исследования проанализирована информация из различных источников, находящаяся в открытом доступе: статистических данных государственных органов таких, как Федеральная таможенная служба и Росстат, статистика ведущих аналитических агентств NIQ и BusinesStat. Проведен патентно-информационный поиск применения нетрадиционных видов сырья в кондитерской промышленности, анализ статей, монографий и докладов научных конференций. Для анализа продуктовой категории проведен анализ полочного пространства следующих торговых сетей: «Перекресток», «СПАР», «Пятерочка», «Магнит», «ВкусВилл», «Виктория», «Светофор», «Доброцен», «Гиперглобус».

Результаты и обсуждение

По статистике в 2022 и 2023 годах категория кондитерских изделий занимает второе место по объему продаж на продовольственном рынке и показала самый высокий рост из всех FMCG-групп. В 2022 году кондитерские изделия стали вторым по величине фактором роста продовольственного рынка, обеспечив пятую часть (19,9%) продаж. Из всех товарных групп быстрее всего росли продажи сладостей, в среднем на +20,2% по сравнению с прошлым годом. В то же время произошли значительные изменения в структуре продаж, затронувшие как ключевые категории, так и небольшие, но перспективные сегменты. Темп роста и темп прироста данных индикаторов по большей части

обусловлен ростом себестоимости продукции, прямых и косвенных затрат производителей и, как следствие, ростом стоимости готовой продукции в торговых точках сетевых магазинов.

В натуральном выражении объем рынка продуктов питания в 2022 году сократится на 4,8%. К началу 2023 года кондитерский сегмент рынка показал падение – 1,9% год к году при том, что аналогичный показатель прошлого года составил +0,5%. При снижении динамики продаж сладостей в натуральном выражении, в отдельных категориях, можно видеть растущие тренды. Сладкое упакованное печенье и шоколадные батончики нарастили свою долю денежных продаж.

Изменение тенденций на рынке кондитерских изделий привело к снижению количества sku внутри категории. Так, ассортимент в категории штруделей снизился на 26%, сужение ассортимента развесного сладкого печенья составило до 15%, драже в шоколаде – до 14%, плиточный и фигурный шоколад показали снижение количества представленных sku на 2% и 5% соответственно. Существует значительный разбег в значениях сокращения ассортимента в категориях, но общий тренд не меняется. На фоне данных изменений в структуре представленных на полках продуктов можно говорить о снижении количества узко нишевых продуктов в пользу мейнстримных позиций (BusinesStat, 2023).

Значительную роль в принятии решения о покупке играет маркировка упаковки информации о пищевой ценности продукта. В исследовании (Steinhauser, 2019) выявлено, что потребители останавливали свой выбор на продуктах с дополнительной информацией на упаковке на 30,5% чаще, чем на продуктах без такой маркировки. Потребители с более высокой мотивацией к здоровью и более высокими знаниями о питании действительно были больше заинтересованы в заявлениях о питании и пользе для здоровья. Кроме того, они дольше смотрели на пакеты в целом. Однако, группы потребителей с более высокой мотивацией к здоровью и знаниями о питании недостаточно маркировать продукты с заявлениями о пищевой ценности и полезности для здоровья. Эти потребители могут критически оценивать такие утверждения и полагаться на другие характеристики продукта при принятии решения о том, какой пищевой продукт выбрать. Также было выявлено, что данная группа потребителей не склонна отдавать предпочтение продуктам, выпущенным под известными брендами (NIQ, 2023).

При общем спаде рынка, с точки зрения ассортимента, мы видим увеличение значимости представленности продукции под собственными торговыми марками сетевого ритейла. В себестоимости продукции, производимой под СТМ, минимально присутствует маркетинговая составляющая, а наценка сети значительно ниже, чем на брендированные продукты, что позволяет удерживать цены на более низком уровне. Ритейл, по средствам разработки продуктов под собственной торговой маркой, эффективно замещает вышедшие продукты и увеличивает лояльность покупателей к торговой сети. В результате данных изменений на FMCG рынке мы наблюдаем значительный рост СТМ. В 2022 году денежные продажи частных марок в группе пищевых продуктов показали рост на 34%, прирост в категории кондитерских изделий составил 41%, лучших показателей удалось добиться только горячим напиткам – 60% и специям – 42%.

Значительный рост продаж кондитерских изделий в 2022 году показал онлайн-рынок. Один из основных факторов, повлиявших на его рост стали продукты, предназначенные для потребления отдельными категориями граждан. Доля таких продуктов в структуре продаж значительно выросла. По данным статистики объем реализации данной категории в магазинах класса «супермаркет» в 2022 году вырос на 18-20%, в онлайн ритейлера рост составил до 30%, а продажи сервисов быстрой доставки показали рост близкий к 500% (Rosstat, 2023). В недавнем прошлом площадь продуктовой полки с продукцией функционального назначения в торговых сетях была крайне мала, а на сегодняшний день количество представленных sku и площадь занимаемой полки выросла в десятки раз и обзавелась собственной категорией и брендом. Так ТС Перекресток активно развивает подобную продукцию под брендом «Зеленая линия». В условиях перенасыщенности кондитерского рынка и трансформации модели потребления, все большее количество покупателей предъявляют особые требования к продуктам.

Узко специализированные продукты, в соответствии с ТР ТС 021/2012, делят на группы: для спортивного питания, диетического лечебного питания, диетического профилактического питания, продукция для питания беременных и кормящих женщин, а также продукцию для детского питания. Рост

выявленных у населения аллергических реакций на часть традиционных пищевых продуктов, предъявляет новые требования к созданию новых видов продукции (Abdullaeva, 2020). Важно учитывать, что дети, соблюдающие вегетарианскую диету, в сравнении с традиционно питающимися детьми, имеют определенные изменения в показателях биоэлектрического импеданса, что трактуется как изменение нутритивного статуса данных детей и склонность к развитию соматической патологии (Налетов, 2021).

ФГБНУ «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН в мае 2023 года провел научно-практическую конференцию «Умное питание». В рамках данного мероприятия обсуждался вопрос о значительной маркетинговой составляющей в сегменте специализированных продуктов питания, что отодвигает на второй план пищевую ценность данной продукции. И.М. Чернуха предложила термин «умное питание» или «Smart Food», который подразумевает узкую направленность продуктов, наличие измеримого эффекта на здоровье потребителя, эффект от потребления должен быть достижим, релевантность и конкретные временные рамки достижения результата.

Понятие «умное питание» распространяется не только на конечный продукт и учитывает покрытие необходимой потребности в основных пищевых веществах, но и на производственный процесс, его безопасность (Ghini, 2023), модель потребления и взаимоотношение с окружающей средой, включая утилизацию отходов производства и упаковочных материалов.

Ассортимент кондитерских изделий, являющихся излюбленными лакомствами россиян, насчитывает свыше десяти тысяч наименований. При этом показатели пищевой ценности кондитерских изделий имеет широкие интервалы варьирования и определяется рецептурным составом продукции. Изделия пастильные кондитерские, в состав которых входят такие рецептурные компоненты, как сахар белый, яичный белок, фруктовое сырье – яблочное пюре и другие, обладают следующими показателями пищевой ценности: от 0,8 до 3,5% белка, до 0,3% жира, 75-82 углеводов, энергетическая ценность 320-330 – ккал/100 г.

Проведенный обзор направлений совершенствования пастильных изделий установил наличие исследований, связанных с разработкой продукции улучшенного качества. Исследования, проведенные в Красноярском государственном аграрном университете, установили возможность использования продуктов переработки моркови (Yanova, 2020), пюре из мякоти тыквы и джема из ягод красной смородины (при производстве для расширения ассортимента зефира).

Российскими учеными проведены исследовательские работы по корректировке углеводного состава зефира (Магомедов, 2015), использованию продуктов переработки топинамбура (Барсукова, 2017), чечевицы (Плотникова, 2020), применению аквафабы (Стрелкова, 2020), черной смородины и базилика (Присухина, 2020).

В Одесской национальной академии пищевых технологий изучено влияние продуктов переработки растительного сырья рожкового дерева на характер формирования структуры зефирных масс (Gordiienko, 2022). Применению синбиотиков – микрокапсулированных бифидобактерий и лактулозы в технологии зефира посвящено исследование (Korkach, 2020), в котором установлены зависимость технологических параметров производства от количества исследуемых ингредиентов.

Поиску альтернативных структурообразователей в технологии пастильных изделий посвящено значительное количество работ. В публикации об использовании желатина, полученного из костей рыб, при изготовлении зефира для улучшения текстуры и придания ему мягкости установлена высокая эффективность изученного ингредиента (Adi, 2022). Влияние экстракта мыльнянки в качестве альтернативы альбумину на физические, текстурные, сенсорные и реологические свойства сбивных изделий установлено (Ozcan, 2022).

Исследовано влияние порошка цикория на реологическое поведение зефирной массы и показатели качества готовой продукции, использование порошка цикория ускорило производственный процесс и повысило пищевую ценность пастильных изделий (Ибрагимова, 2020). Было проведено исследование по применению порошкового экстракта виноградной кожуры на функциональные и физико-химические свойства сбивных масс (Covaliov, 2021) в котором установлено повышение антиоксидантной активности и общего содержания фенольных соединений, а также установлены безопасные микробиологические показатели и приемлемость для потребителей разработанных изделий.

В Калининградском государственном технический университет осуществлены исследования по использованию аквафабы в технологии зефира с использованием ягод калины с целью улучшения качества готовой продукции и расширения ассортимента пастильных кондитерских изделий, содержащих яичный белок (Павлова, 2022).

Заключение

В результате проведенного исследования выявлены тенденции роста спроса на кондитерские изделия с натуральным составом компонентов и товаров функционального назначения за счет изменения модели потребления, что хорошо заметно по статистике роста продаж такой продукции и большому количеству научных работ. Настоящий анализ показал, что категория потребителей с более высокой мотивацией к здоровью обладает продвинутыми знаниями о пищевой ценности продуктов, что значительно меняет подход к созданию специализированных кондитерских изделий.

В настоящее время прослеживается необходимость в создании новых – «умных» продуктов для рынка кондитерских изделий, удовлетворяющих потребности современного покупателя, принципам здорового питания и производимых в соответствии с «бережливыми» технологиями. Основными направлениями создания функциональных продуктов питания является обогащение пищевой ценности продуктов за счет внесения рецептурных компонентов и замещение части сырья с целью создания продуктов способных снизить дефицит полезных нутриентов.

Сегмент пастильных кондитерских изделий трансформируется и начинает формироваться пул продуктов способных радовать покупателей не только отличным вкусом, но и высокой питательной ценностью. Однако, разработка продуктов для категории потребителей с непереносимостью яичного белка или намеренно отказавшихся от потребления животных продуктов, развито недостаточно хорошо. В настоящее время на полках сетевых магазинов сложилась ситуация с недостаточным количеством предложений изделий, в рецептуре которых отсутствует яичный белок, так как отсутствуют пастильные изделия, в составе которых куриное яйцо заменено на продукты растительного происхождения, обладающие высокой пенообразующей и пеноудерживающей способностью. Разработка и промышленное производство таких продуктов позволит решить проблему ограниченного выбора потребителей, имеющих непереносимость яичного белка, и разнообразит ассортимент изделий для жителей России, соблюдающих религиозные посты.

Список литературы

1. Анализ рынка кондитерских изделий в России в 2018-2022 гг., прогноз на 2023-2027 гг. в условиях санкций. Структура розничной торговли. 2023. <https://businessstat.ru/catalog/id9147/>
2. Анализ. Тренды индустрии: кондитерские изделия. Национальный ритейл-аудит NIQ. 2023. <https://nielseniq.com/global/ru/insights/analysis/2023/trendy-industrii-konditerskie-izdeliya/>
3. Бакина А.П., Камоза Т.Л. Перспективы использования пюре из мякоти тыквы и джема из ягод красной смородины при производстве зефира // Вестник КрасГАУ. 2020. № 6(159).
4. Барсукова И.Г. Разработка технологии пастильных кондитерских изделий повышенной пищевой ценности и срока годности в низком ценовом сегменте: дисс. ... канд. техн. наук. Воронеж, 2017. С. 24.
5. Грицина О.П., Яценко А.К., Транковская Л.В., Дыняк Г., Шерстнева Е.П. Способ мониторинга фактического питания населения // Медицина. Социология. Философия. Прикладные исследования. 2022. № 6. С. 85-87.
6. Долматова И.А., Зайцева Т.Н., Кузнецова Е.А., Исаева К.С. Результаты исследований влияния температуры и плотности на стабильность зефира // Аграрная наука. 2023. № 5. С. 98-102.
7. Ибрагимова Н.И. Использование продуктов переработки цикория корнеплодного в технологии производства пастильных кондитерских изделий // Colloquium-journal. 2020. № 14(66). С. 35-38.

8. Магомедов Г.О. Патент 2614373 РФ, МПК А 23 G 3/00. Способ производства зефира. Магомедов Г.О.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «ВГУИТ». № 2015141045; заявл. 28.09.15; опубл. 24.03.17, Бюл. № 9. 2017.
9. Налетов А.В., Свистунова Н.А. Оценка показателей биоимпедансометрии у детей, соблюдающих вегетарианскую диету // Вопросы диетологии. 2021. № 11(4). С. 11-14.
10. Нутрициология и клиническая диетология: национальное руководство. Под ред. В.А. Тутельяна, Д.Б. Никитюка. 2-е изд. М.: Гэотар-Медиа, 2023. 1008 с.
11. Павлова Э.С., Землякова Е.С. Исследования по совершенствованию технологии зефира, удовлетворяющего потребности широкой группы потребителей // Вестник Международной академии холода. 2022. № 3. С. 49-56.
12. Плотникова И.В. Патент 2737670 РФ, МПК А 23 G 3/36, А 23 G 3/52. Способ получения зефира без яичного белка. Плотникова И. В.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «ВГУИТ». № 2020111370; заявл. 19.03.20; опубл. 02.12.20. 2020.
13. Присухина Н.В., Ермош Л.Г., Типсина Н.Н., Осетрова П.В. Разработка нового вида зефира черносмородинового с использованием базилика // Вестник КрасГАУ. 2020. № 3 С.135-142.
14. Стрелкова Е.С., Уварова А.А., Славянский А.А., Паникарова Н.Ф. Новый вегетарианский зефир на аквафабе // Современные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции. 2020. С. 455-461.
15. Тихомиров А.А. Повышение качества пищевой продукции путем использования методологии клиентноориентированного проектирования // Пищевая промышленность. 2016. № 4. С. 44-47.
16. Тренды индустрии: кондитерские изделия – NIQ. <https://nielseniq.com/global/ru/insights/analysis/2023/trendy-industrii-konditerskie-izdeliya/>
17. Тутельян В.А., Гаппаров М.М.Г., Каганов Б.С., Хрущева Ю.В. Мониторинг пищевого статуса с использованием современных методов нутриметабономики и оптимизации диетотерапии при внутренней патологии: метод. реком. М.: Эталон, 2006. 36 с.
18. Федеральная служба государственной статистики // Официальный сайт. <https://rosstat.gov.ru/>
19. Федеральная таможенная служба // Официальный сайт. <https://customs.gov.ru/>
20. Федотова М.М., Федорова О.С., Коновалова У.В., Камалтынова Е.М., Нагаева Т.А., Огородова Л.М. Пищевая аллергия к куриному яйцу: обзор современных исследований // Бюллетень сибирской медицины. 2018. № 17(2). С. 156-166.
21. Янова М.А., Ларькина А.В., Сазонова А.В. Разработка нового вида кондитерского изделия пастильной группы (зефира) с добавлением яблочно-морковного пюре // Вестник КрасГАУ. 202. № 2. С. 228-235.
22. Abdullaeva D.G. Features of food allergy in hot climate conditions and cross allergic reactions to food // Science and innovation. 2022.
23. Adi C.P. Cake not crumbs // Barakuda 45. № 4(2). pp. 141-150.
24. Yanova M.A., Sharopatova A.V., Roslyakov Yu.F., Dzobelova V.B. Application efficiency of new raw materials in the production of flour confectionery products with increased nutritional value // Mat. of the IOP conf. Series: Earth and environmental science. № 548(8). pp. 82-91.
25. Steinauser J., Janssen M., Hamm U. Who buys products with nutrition and health claims? A purchase simulation with eye tracking on the influence of consumers' nutrition knowledge and health motivation // Nutrients. 2019. № 11(9). pp. 21-99.
26. Dolganyuk V., Sukhikh S., Kalashnikova O., Ivanova S., Kashirskikh E., Prosekov A., Michaud Ph., Babich O. Food proteins: potential resources // Sustainability. 2023. № 15(7). pp. 58-63.
27. Özkan A., Zannou O., Pashazadeh H., Ilkay K. Marshmallow and Human Health conference // Engineering and natural sciences. 2021. № 21.
28. Gordienko L., Tolstykh V., Pavlovsky S. Application of processing products of vegetable raw material in marshmallow production // Grain products and mixed fodder's. 2022. № 22(1).

29. Ghini F. Want some s'more? The hidden risks of marshmallows // Journal of burn care & research. Vol. 43. Iss. Suppl._1. 2022. pp. S123-S124.
30. Korkach H., Kotuzaki O., Tolstykh V., Shunko H. Research of the process of foaming of marshmallow mass with symbiotic // Scientific messenger of LNU of veterinary medicine and biotechnologies. 2020. № 22(94). pp.80-86
31. Ozcan Y., Icyer N.C., Ozmen D., Toker O.S. Effect of soapwort extract as an alternative to albumin on the physical, textural, sensory, and rheological properties of marshmallow // Journal of food processing and preservation. 2022. № 46. e16931.
32. Covaliov E., Suhodol N., Chirsanova A., Capcanari T., Grosu C., Siminiuc R. Effect of grape skin powder extract addition on functional and physicochemical properties of marshmallow // Ukrainian food journal. 2021. Vol. 10. Iss. 2.
33. Sapozhnikov A.N., Kopylova A.V., Hafizov G. Development of formulation and technology of marshmallows with dried persimmon // E3S Web of conferences. 2021. Vol. 296. pp. 6-70.

Application of modern technologies of confectionery pastel editions from the point of view of «smart food»

Roman N. Dobrev

Unknown researcher
Russian University of Biotechnology
Moscow, Russia
romanspkf@yandex.ru
ORCID 0009-0005-3293-9375

Irina G. Belyavskaya

Doctor of Technical Sciences, Professor
Russian University of Biotechnology
belyavskaya@mgupp.ru
ORCID 0000-0003-1924-2985

Received 04.08.2024

Accepted 24.09.2024

Published 15.10.2024

UDC 664.144.018.5

EDN XLLRVO

VAK 4.3.3. Food systems (technical sciences)

OECD 02.11.JY. FOOD SCIENCE & TECHNOLOGY

Abstract

Providing the population with high-quality and diverse food products under the conditions of sanctions restrictions is one of the main tasks of the state's social policy. The compliance of the set of indicators of the nutritional value of consumer products with the norms of the physiological need for energy and nutrients is of great concern to scientists and manufacturers around the world. Currently, people are concerned about the quality of products and their impact on health. In the confectionery market, taking into account the growth in sales of products intended for consumption by certain groups of the population, there is a situation with an insufficient number of offers of products in the formulation of which there is no egg white, which is an allergen for a certain group of the population. The purpose of the research is to explore ways to improve confectionery technology to meet the demand for products that are acceptable for people with egg white intolerance. The

methodological basis of the conducted research was a systematic analysis of scientific literature published in peer-reviewed publications from 2017 to 2024, as well as generalization of existing evidence obtained based on the analysis of product offerings on the shelves of retail chains. According to the results of the previous year, confectionery products are the second largest industry in the food market. This category has become the fastest growing FMCG group. Confectionery products have made the second largest contribution to the growth of the food market, generating a fifth of its turnover. The conducted review revealed the directions of improvement of pastille products and justified the need for research related to the development of products with adjusted nutritional value. As a result of the conducted research, trends in the growth of demand for confectionery products with natural ingredients and functional goods have been identified due to changes in the consumption model. It has been established that at present there is a situation with an insufficient number of offers of pastille products in the formulation of which there is no egg white, because there are no products in which the chicken egg has been replaced with products of plant origin with high foaming and foam-retaining properties. The development and industrial production of such products will solve the problem of a limited choice of consumers who are intolerant of egg white, and diversify the range of products for residents of Russia who observe religious fasts.

Keywords

food products, confectionery, pastilles, nutritional value, quality indicators, FMCG, smart food, egg white intolerance.

References

1. Analysis of the confectionery market in Russia in 2018-2022, forecast for 2023-2027 in the context of sanctions. The structure of retail trade. 2023. <https://businessstat.ru/catalog/id9147/>
2. Analysis. Industry trends: confectionery products. National Retail Audit NIQ. 2023. <https://nielseniq.com/global/ru/insights/analysis/2023/trendy-industrii-konditerskie-izdeliya/>
3. Bakina A.P., Kamoza T.L. Prospects of using pumpkin pulp puree and red currant berry jam in the production of marshmallows // Krasnoyarsk State University bulletin. 2020. № 6(159).
4. Barsukova I.G. Development of technology for pastille confectionery products with increased nutritional value and shelf life in the low price segment: diss. ... cand. of tech. sci. Voronezh, 2017. P. 24.
5. Gritsina O.P., Yatsenko A.K., Trankovskaya L.V., Melnyak G., Sherstneva E.P. Method of monitoring the actual nutrition of the population // Medicine. Sociology. Philosophy. Applied research. 2022. № 6. pp. 85-87.
6. Dolmatova I.A., Zaitseva T.N., Kuznetsova E.A., Isaeva K.S. Results of studies of the influence of temperature and density on the stability of marshmallows // Agrarian science. 2023. № 5. pp. 98-102.
7. Ibragimova N.I. The use of root chicory processing products in the production technology of pastille confectionery products // Colloquium-journal. 2020. № 14(66). pp. 35-38.
8. Magomedov G.O. Patent 2614373 of the Russian Federation, IPC A 23 G 3/00. The method of marshmallow production. Magomedov G.O.; applicant and patent holder of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «VGUIT». № 2015141045; application № 09/28/15; publ. 03.24.17, Bul. no. 9. 2017.
9. Naletov A.V., Svistunova N.A. Evaluation of bioimpedance measurements in children following a vegetarian diet // Questions of dietetics. 2021. № 11(4). pp. 11-14.
10. Nutritionology and clinical dietetics: national guidelines. Edited by V.A. Tutelyan, D.B. Nikityuk. 2nd ed. M.: Geotar-Media, 2023. 1008 p.
11. Pavlova E.S., Zemlyakova E.S. Research on improving marshmallow technology that meets the needs of a wide group of consumers // Bulletin of the International Academy of Refrigeration. 2022. № 3. pp. 49-56.
12. Plotnikova I.V. Patent 2737670 RF, IPC A 23 G 3/36, A 23 G 3/52. The method of obtaining marshmallows without egg white. Plotnikova I. V.; applicant and patent holder of the Federal State Budgetary

Educational Institution of Higher Education «VGUIT». № 2020111370; application dated 03.19.20; published on 12.02.20. 2020.

13. Priskhina N.V., Ermosh L.G., Tipsina N.N., Osetrova P.V. Development of a new type of blackcurrant marshmallow using basil // Krasnoyarsk State University bulletin. 2020. № 3. pp.135-142.
14. Strelkova E.S., Uvarova A.A., Slavyansky A.A., Panikarova N.F. A new vegetarian marshmallow on aquafab // Modern aspects of production and processing of agricultural products. 2020. pp. 455-461.
15. Tikhomirov A.A. Improving the quality of food products through the use of customer-oriented design methodology // The food industry. 2016. № 4. pp. 44-47.
16. Industry trends: confectionery products – NIQ.
<https://nielseniq.com/global/ru/insights/analysis/2023/trendy-industrii-konditerskie-izdeliya>
17. Tutelyan V.A., Gapparov M.M.G., Kaganov B.S., Khrushcheva Yu.V. Nutritional status monitoring using modern methods of nutrimentalomics and optimization of diet therapy in internal pathology. Methodological recommendations. M.: Etalon, 2006. 36 p.
18. Federal State Statistics Service // Official website. <https://rosstat.gov.ru/>
19. Federal Customs Service // Official website. <https://customs.gov.ru/>
20. Fedotova M.M., Fedorova O.S., Konovalova U.V., Kamaltynova E.M., Nagaeva T.A., Ogorodova L.M. Food allergy to chicken eggs: a review of modern research // Siberian medicine bulletin. 2018. № 17(2). pp. 156-166.
21. Yanova M.A., Larkina A.V., Sazonova A.V. Development of a new type of confectionery product of the pastille group (marshmallows) with the addition of apple and carrot puree // Krasnoyarsk State University bulletin. 2023. № 2. pp. 228-235.
22. Abdullaeva D.G. Features of food allergy in hot climate conditions and cross allergic reactions to food // Science and innovation. 2022.
23. Adi C.P. Cake not crumbs // Barakuda 45. № 4(2). pp. 141-150.
24. Yanova M.A., Sharopatova A.V., Roslyakov Yu.F., Dzobelova V.B. Application efficiency of new raw materials in the production of flour confectionery products with increased nutritional value // Mat. of the IOP conf. Series: Earth and environmental science. № 548(8). pp. 82-91.
25. Steinhäuser J., Janssen M., Hamm U. Who buys products with nutrition and health claims? A purchase simulation with eye tracking on the influence of consumers' nutrition knowledge and health motivation // Nutrients. 2019. № 11(9). pp. 21-99.
26. Dolganyuk V., Sukhikh S., Kalashnikova O., Ivanova S., Kashirskikh E., Prosekov A., Michaud Ph., Babich O. Food proteins: potential resources // Sustainability. 2023. № 15(7). pp. 58-63.
27. Özkan A., Zannou O., Pashazadeh H., Ilkay K. Marshmallow and Human Health conference // Engineering and natural sciences. 2021. № 21.
28. Gordienko L., Tolstykh V., Pavlovsky S. Application of processing products of vegetable raw material in marshmallow production // Grain products and mixed fodder's. 2022. № 22(1).
29. Ghini F. Want some s'more? The hidden risks of marshmallows // Journal of burn care and research. Vol. 43. Iss. Suppl._1. 2022. pp. S123-S124.
30. Korkach H., Kotuzaki O., Tolstykh V., Shunko H. Research of the process of foaming of marshmallow mass with symbiotic // Scientific messenger of LNU of veterinary medicine and biotechnologies. 2020. № 22(94). pp.80-86
31. Ozcan Y., Icyer N.C., Ozmen D., Toker O.S. Effect of soapwort extract as an alternative to albumin on the physical, textural, sensory, and rheological properties of marshmallow // Journal of food processing and preservation. 2022. № 46. e16931.
32. Covaliov E., Suhodol N., Chirsanova A., Capcanari T., Grosu C., Siminiuc R. Effect of grape skin powder extract addition on functional and physicochemical properties of marshmallow // Ukrainian food journal. 2021. Vol. 10. Iss. 2.
33. Sapozhnikov A.N., Kopylova A.V., Hafizov G. Development of formulation and technology of marshmallows with dried persimmon // E3S Web of conferences. 2021. Vol. 296. pp. 6-70.

МАРКЕТИНГ И ФИНАНСЫ

Оптимизация шагов по развитию потенциала несырьевого экспорта в Российской Федерации

Вера Владимировна Силакова

Доктор экономических наук, профессор кафедры Организация производства
Российский государственный аграрный университет МСХА им. К.А. Тимирязева
Москва, Россия

Профессор кафедры Экономика городского хозяйства и сферы обслуживания
Московский университет им. С.Ю. Витте
Москва, Россия

vvsilakova@mail.ru

ORCID 0000-0000-0000-0000

Поступила в редакцию 08.08.2024

Принята 28.09.2024

Опубликована 15.10.2024

УДК 339.564(470)

EDN YXNQHX

BAK 5.2.3. Региональная и отраслевая экономика (экономические науки)

OECD 05.02.PE. OPERATIONS RESEARCH & MANAGEMENT SCIENCE

Аннотация

В данной статье проводится анализ терминов «стратегия», «стратегирование» и «экспорт». Особое внимание уделяется значимости стратегического планирования в государственной сфере и его влиянию на процесс экспорта. Также рассматривается классификация ключевых категорий товаров в структуре экспорта и разъяснение различий между ними. Понятие «резэкспорт» подвергается подробному анализу. Исследуется потребность в формировании экспорта отечественной продукции и роль государственной поддержки в этом процессе. Отдельное внимание уделяется вопросам транспортировки продукции и описанию системы получения субсидий, а также делается вывод о значимости общегосударственной поддержки для экспортной деятельности. Кроме того, представлен детальный анализ деятельности Минпромторга РФ, а также статистика несырьевой внешнеэкономической деятельности за 2022-2023 годы с фокусом на стимулировании несырьевого экспорта и путях его развития.

Ключевые слова

стратегия, товары, экспорт, стратегирование, резэкспорт, несырьевой экспорт, стимулирование несырьевого экспорта.

Введение

В настоящее время значимым элементом различных областей управления является стратегическое планирование. Непрерывное производство, являясь объектом повышенного технологического риска, часто сталкивается с комплаенс-рисками предприятия (Силакова, 2015). Подобные риски нуждаются в особом внимании, которое достигается благодаря стратегическому планированию. В рамках этого понятия можно выделить два основных процесса: разработку стратегии и корректировку стратегических параметров в зависимости от обстоятельств. Стратегирование представляет собой процесс управления, который включает в себя стратегическое планирование, выбор оптимального пути достижения целей и формирование организации.

Рассмотрим термин «стратегия». Под понятием стратегия подразумевается план действий организации или предприятия, который детально разрабатывается на долгосрочную перспективу. В целях укрепления своих позиций и достижения поставленных целей, организации адаптируют положения данного плана в своей деятельности. Она направлена на выявление значимых стратегических направлений развития бизнеса в перспективе. Стратегическое планирование помогает организациям преодолевать непредвиденные сложности, а также способствует быстрой адаптации к изменениям внешней среды в различных отраслях и областях (Веснин, 2018).

Разберем понятие «экспорт». Согласно закону «Об основах государственного регулирования внешнеторговой деятельности», экспорт представляет собой последовательный процесс, сущность которого заключается в вывозе товаров, услуг, работ, результатов интеллектуальной деятельности и исключительных прав за пределы таможенной территории Российской Федерации без обязательства ввоза обратно. Российскими продуктами являются: товары, которые были произведены на территории России. Кроме этого, импортированные товары, подвергнувшиеся переработке, которая изменила их качество и свойства, также являются российскими продуктами. Продукты, которые сначала были ввезены на таможенную территорию Российской Федерации, а затем были вывезены за ее пределы без уплаты налогов и пошлин, либо с полным их погашением, и без обложения каких-либо экономических ограничений или запретов – являются товарами реэкспорта.

Материалы и методы исследования

Во время проведения данного научного исследования был использован комплексный методологический подход. Он включал в себя использование исторического анализа, сравнительного исследования, системного анализа содержания и эмпирического анализа. Были определены основные этапы развития данных концепций и точки зрения их представителей благодаря применению исторического метода для анализа терминов «стратегия», «стратегирование» и «экспорт». Сравнительный метод был использован для анализа различных интерпретаций понятия государственного суверенитета.

Эмпирической базой исследования послужили работы ведущих российских и зарубежных экономистов и специалистов в области международной торговли. Особое внимание уделено анализу деятельности Минпромторга РФ и статистическим данным о несырьевой внешнеэкономической деятельности за последние годы.

С помощью системного подхода были комплексно рассмотрены ключевые категории товаров в структуре экспорта и тщательно проанализировано понятие «реэкспорт». Также этот подход использовался для изучения влияния государственного стратегического планирования на процесс экспорта.

Результаты и обсуждение

С помощью исследования было выявлено две основные категории товаров в структуре экспорта: сырьевые и несырьевые товары.

Категория товаров определяется исходя из содействия человека при их создании. Сырьевыми товарами являются товары из следующих двух категорий (Feldman, 2020):

- природные материалы и материалы, извлеченные из природной среды (например: древесина и полезные ископаемые);
- массовые отходы, в основном вторичные, такие как макулатура.

Отдельно выделяют несырьевые энергетические товары, такие как переработанное топливо и электрическая энергия.

Стратегическую роль для экономического развития государства играет управление субъектов своим экспортом, так как это способствует повышению уровня высококачественного производства, привлечению большего числа инвесторов, а также увеличению прибыли государства. Разработка внешнеэкономических отношений, эффективность диверсификации экспорта, активизации экспорта товаров и установления партнерских отношений с ключевыми стратегическими партнерами оказывают

значительное влияние на конкурентоспособность экономики России (Гаврилова, 2023). Стратегическое планирование нуждается в анализе международного рынка и в современных стратегиях с учетом условий целевых рынков. Оно также является основополагающим условием для повышения производительности производства и расширения экспортного потенциала отечественных предприятий.

На сегодняшний день правительство уделяет большое внимание государственному и частному сектору, оказывая немаловажную помощь, для стимулирования отечественного экспорта, обладая обширной нормативно-правовой базой, которая регулирует предоставление государственной поддержки (Shiryaeva, 2003). Государственная поддержка несырьевого экспорта оказывает большое значение на развитие и расширение экспорта в страны ближнего зарубежья. На данный момент государство стремится создать благоприятные условия для экспортеров. Российская Федерация предоставляет финансовые инструменты в виде субсидий из государственного бюджета, которые компенсируют часть затрат на различные цели.

В настоящее время экспорт, выходящий на мировой рынок, представляет собой перспективную возможность для развития российских компаний, которая требует значительных ресурсов. Этот стратегический шаг может оказаться ключевым для прогресса как индивидуальных предприятий, так и в целом для российского экспортного сектора. Не смотря все грядущие возможности, расходы, связанные с логистикой и транспортировкой товаров, могут быть существенными и непосильными для некоторых компаний, что ограничивает их возможности в области экспорта.

Министерство промышленности и торговли Российской Федерации является федеральным исполнительным органом, созданным в 2008 году. В его функциональные обязанности входит широкий спектр задач, включая поддержку экспорта промышленной продукции, регулирование внешнеторговой деятельности и координацию указанных процессов.

Во главе регулирования деятельности внешней торговли стоят организационные подразделения. К их числу относятся: департамент международной кооперации и лицензирования в сфере внешней торговли, а также департамент регулирования внешней торговли и поддержки экспорта

На основе анализа показателей экспортной деятельности за период 2022-2023 годов в таблице 1 представлена статистика экспорта российской экономики.

Таблица 1. Статистика экспорта Российской экономики за 2022-2023 гг. (млрд. долл.)

№	месяц	год		Изменения, 2022/2023 (+/-)
		2022	2023	
1	январь	33,2	29,5	-3,7
2	февраль	30,1	32	+1,9
3	март	32,5	35,5	+3
4	апрель	27	35,5	8,5
5	май	24,6	33,6	9
6	июнь	27,9	42	14,1
7	июль	28,7	47,9	19,2
8	август	20,9	42,5	21,6
9	сентябрь	35,1	45,1	10
10	октябрь	31,2	45,6	14,4
11	ноябрь	33,4	47,7	14,3
12	Декабрь	38,5	56,8	18,3
	Итого	363,1	493,7	130,6

По данным, приведенным в таблице 1, можно сделать вывод о повышении эффективности экспортной деятельности России в 2023 году. Так, по сравнению с 2022 годом повышение экспорта составило 130,6 млрд долларов. В настоящее время Минпромторг активно содействует развитию

экспортной деятельности через реализацию ведомственных проектов и разработку стратегий взаимодействия с зарубежными партнерами. Например, утвержден Региональный экспортный стандарт 2.0, способствующий увеличению экспорта путем создания благоприятных условий для компаний. Также разработана стратегия взаимодействия со странами БРИКС до 2025 года и предоставляется помощь отечественным экспортерам. Основной упор в деятельности Минпромторга РФ делается на реализацию нацпроектов по поддержке и развитию несырьевого экспорта, что способствует увеличению экспорта на более чем 70%.

В рамках проекта стимулирования несырьевого экспорта финансирование осуществлялось из двух основных источников. Федеральный бюджет внес вклад в сумме 20 831,6 млн рублей в 2021 году, 22 636,7 млн рублей в 2022 году и 20 782,4 млн рублей в 2023 году, что в совокупности составило 64 250,7 млн рублей за все три года. Дополнительно, внебюджетные источники обеспечили финансирование в размере 620 млн рублей в 2021 году, 570 млн рублей в 2022 году и 580 млн рублей в 2023 году, что в сумме составило 1770 млн рублей за весь период. Таким образом, в 2021 году общий бюджет проекта составил 21 451,6 млн рублей, в 2022 году – 23 206,7 млн рублей, а в 2023 году – 21 363,4 млн рублей.

Анализ результатов реализации проекта показал ряд важных выводов. Во-первых, был проведен комплекс мероприятий, направленный на финансовую поддержку отечественных предприятий для внедрения инноваций и развития конкурентоспособности. Во-вторых, была реализована программа, в рамках которой коммерческие банки предоставляли кредиты отечественным экспортерам несырьевой продукции, что привело к увеличению финансирования несырьевого экспорта. Кроме того, был разработан комплекс мер по нефинансовой поддержке несырьевого экспорта на период с 2021 по 2024 годы, включающий в себя субсидии, развитие логистических цепочек и продвижение продукции на международные рынки.

Однако, развитие несырьевого экспорта, несмотря на его перспективность, ограничено влиянием геополитических проблем и недостаточно развитых внутренних механизмов. В данных условиях разработка долгосрочной стратегии развития экспорта и осуществление ее контроля необходима для успешного продвижения отечественной продукции на международные рынки. Кроме этого, анализ долгосрочной стратегии и ее корректировка в соответствии с изменяющимися условиями и непредвиденными факторами также являются важными условиями для производства и сбыта российской продукции (Фомичев, 2016). Это позволит стимулировать увеличение экспорта конкурентоспособной продукции.

Достижение поставленных целей планируется осуществить благодаря улучшению экспортной стратегии Российской Федерации – разработке четкого плана, обеспеченного ресурсами и политической поддержкой. Особо важным моментом в этой связи является создание системных инструментов для увеличения производства несырьевой экспортной продукции и обеспечения согласованности всех участников рынка, вовлеченных в экспортную деятельность. Активное участие в различных мероприятиях, таких как выставки, форумы и зарубежные тендеры, также будет способствовать развитию несырьевого экспорта. Кроме этого, предоставление дополнительных преференций для производителей, таких как экспортные премии и финансовая поддержка на начальных этапах, также способствует стремительному прогрессу несырьевого экспорта.

Заключение

Дальнейшее продвижение несырьевого экспорта в России имеет значительный потенциал для страны. Путем систематической оптимизации и совершенствования стратегий экспортного процесса возможно достижение более высоких результатов и устойчивого роста объемов несырьевого экспорта. В случае успешной реализации оптимизированных шагов, несырьевой экспорт Российской Федерации будет демонстрировать стремительный прогресс, проявляя устойчивый рост объемов экспортируемой продукции. Это, в свою очередь, способствует решению проблемы недостаточного знания российской продукции за рубежом, а также обеспечит более широкое признание и востребованность российской продукции на мировых рынках.

Таким образом, успешное развитие несырьевого экспорта откроет новые перспективы для страны в установлении и развитии международных деловых связей и партнерств. Это предоставит России прекрасную возможность для углубления сотрудничества с другими странами, расширения рынков сбыта и диверсификации экономики. В результате, улучшение статуса России на международной арене как экспортера различной несырьевой продукции становится вероятным сценарием развития.

Список литературы

1. Веснин В.Р. Стратегическое управление: учебник. М.: Проспект, 2018. 327 с.
2. Гаврилова Э.Н. Новая экономика России: от адаптации к росту // Мат. Всеросс. (нац.) науч.-практ. конф. с межд. уч. М., 2023.
3. Силакова В.В. Комплаенс в системе риск-менеджмента непрерывных производств // Экономика и управление: проблемы, решения. 2015. Т. 1. № 9. С. 96-104.
4. Фомичев В.И. Международная торговля. учеб. М.: Инфра-М, 2016. 496 с.
5. Feldman E.R. Strategy: past, present and future. Philadelphia: The Wharton School, University of Pennsylvania, 2020. 35 p.
6. Shiryayeva V.V., Mamontov V.A., Elokhn A.N. Hazards in a two-stage natural gas o conversion plant // Chemical and petroleum engineering. 2003. Vol. 39. № 1-2. С. 123-126.

Optimization of steps to develop the potential of non-primary exports in the Russian Federation

Vera V. Silakova

Doctor of Economics, Professor of the Department of Production Organization
Timiryazev Russian State Agrarian University of the Moscow Agricultural Academy
Moscow, Russia
Professor of the Department of Urban Economics and Service Sector
Witte Moscow University
Moscow, Russia
vvsilakova@mail.ru
ORCID 0000-0000-0000-0000

Received 08.08.2024

Accepted 28.09.2024

Published 15.10.2024

UDC 339.564(470)

EDN YXNQHX

VAK 5.2.3. Regional and sectoral economics (economic sciences)

OECD 05.02.PE. OPERATIONS RESEARCH & MANAGEMENT SCIENCE

Abstract

This article analyzes the terms «strategy», «strategizing» and «export». Special attention is paid to the importance of strategic planning in the public sector and its impact on the export process. It also examines the classification of key categories of goods in the export structure and explains the differences between them. The concept of «re-export» is being analyzed in detail. The article examines the need for the formation of exports of domestic products and the role of government support in this process. Special attention is paid to the issues of product transportation and the description of the subsidy system, as well as the conclusion about the importance of national support for export activities. In addition, a detailed analysis of the activities of the Ministry of Industry and Trade of the Russian Federation, as well as statistics on non-primary foreign economic activity for 2022-2023, with a focus on stimulating non-primary exports and ways to develop them, is presented.

Keywords

strategy, goods, export, strategizing, re-export, non-primary exports, stimulation of non-primary exports.

References

1. Vesnin V.R. Strategic management: textbook. M.: Avenue, 2018. 327 p.
2. Gavrilova E.N. The new economy of Russia: from adaptation to growth // Mat. of the All-Russ. (national) scien. and prac. conf. with inter. particip. M., 2023.
3. Silakova V.V. Compliance in the risk management system of continuous production // Economics and management: problems, solutions. 2015. Vol. 1. № 9. pp. 96-104.
4. Fomichev V.I. International trade. M.: Infra-M, 2016. 496 p.
5. Feldman E.R. Strategy: past, present and future. Philadelphia: The Wharton School, University of Pennsylvania, 2020. 35 p.
6. Shiryayeva V.V., Mamontov V.A., Elokhin A.N. Hazards in a two-stage natural gas o conversion plant // Chemical and petroleum engineering. 2003. Vol. 39. № 1-2. C. 123-126.

ПРИКЛАДНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Моделирование распространения эпизоотий в сельскохозяйственных экосистемах и его влияние на продовольственную безопасность

Светлана Махиновна Лукина

Независимый исследователь

Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России

Москва, Россия

ya.lukina-s@yandex.ru

ORCID 0000-0000-0000-0000

Поступила в редакцию 04.02.2024

Принята 23.03.2024

Опубликована 15.04.2024

УДК 636.084:519.876.5:631.95:338.439.5

EDN UGBOJP

BAK 4.3.5. Биотехнология продуктов питания и биологически активных веществ (технические науки)

OECD 04.01.AN AGRICULTURE, MULTIDISCIPLINARY

Аннотация

Распространение эпизоотий в сельскохозяйственных экосистемах представляет серьезную угрозу продовольственной безопасности. Цель исследования – разработать комплексную модель распространения эпизоотий и оценить ее влияние на хлебопекарную отрасль России. Задачи включают анализ факторов риска, построение прогностических сценариев, определение критических точек контроля. Применялся междисциплинарный подход, объединяющий методы эпидемиологического анализа, математического моделирования и экспертных оценок. Эмпирическую базу составили данные официальной статистики, ведомственных отчетов, полевых исследований в 12 регионах РФ (выборка – 58 хозяйств). Для обработки использовались методы многомерной статистики, ГИС-картографирования, качественного контент-анализа. Выявлены ключевые детерминанты эпизоотического процесса: плотность поголовья, уровень биобезопасности, циркуляция возбудителя, восприимчивость животных (Горчаков, 2014; Петрова, 2018). Установлено, что риски максимальны для регионов интенсивного животноводства ($СКО > 0,8$). Прогнозируется, что эпизоотии могут привести к 25-40% дефициту зерновых ресурсов для хлебопечения (Гулюкин, 2014). Полученные результаты развивают теорию эпизоотологического мониторинга в условиях интенсификации сельхозпроизводства. Практическая значимость связана с возможностью превентивных мер по снижению рисков и обеспечению стабильности зернового баланса. Дальнейшие исследования целесообразно направить на расширение предиктивного потенциала модели.

Ключевые слова

эпизоотия, математическое моделирование, продовольственная безопасность, хлебопекарная отрасль, факторы риска, биобезопасность.

Введение

Распространение эпизоотий в сельскохозяйственных экосистемах является одним из ключевых вызовов современности, создающих серьезные риски для продовольственной безопасности (Макаров, 2009). По оценкам экспертов FAO, ежегодные потери мирового животноводства от заразных болезней достигают 20%, а в отдельных регионах превышают 50% (Горчаков, 2014; Косолапов, 2016). При этом

последствия эпизоотий носят комплексный характер, затрагивая не только отрасль животноводства, но и смежные отрасли АПК, включая растениеводческий сегмент.

Особую актуальность данная проблематика имеет для хлебопекарной отрасли России, выступающей системообразующим элементом продовольственного рынка и гарантом социальной стабильности (Петрова, 2018). Объем производства хлеба и хлебобулочных изделий в РФ составляет около 11 млн тонн в год, при этом свыше 90% продукции вырабатывается из отечественного зерна (Рахманов, 2013). В этой связи любые масштабные эпизоотии, приводящие к сокращению поголовья и, как следствие, уменьшению объемов органических удобрений, могут спровоцировать дефицит зерновых ресурсов и ценовые шоки на рынке хлеба (Гулюкин, 2014).

Несмотря на очевидную важность и практическую востребованность, проблема влияния эпизоотий на продовольственную безопасность остается недостаточно изученной. В научной литературе представлен ряд работ, посвященных моделированию эпизоотического процесса (Ma, 2020; Smietanka, 2016; Tripathi, 2016). Однако большинство из них носит узкоспециальный характер, не учитывает межотраслевые взаимосвязи и слабо ориентировано на прикладное использование (Макаров, 2019).

Цель данного исследования – разработать комплексную модель распространения эпизоотий в сельскохозяйственных экосистемах и оценить ее влияние на устойчивость хлебопекарной отрасли России.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

1. анализ основных факторов риска и механизмов распространения эпизоотий;
2. построение динамических моделей развития эпизоотического процесса для различных нозоформ;
3. сценарное прогнозирование эпизоотической ситуации и оценка потенциального ущерба;
4. определение критических точек контроля и разработка комплекса превентивных мер.

Материалы и методы исследования

Методология исследования основывалась на принципах системного анализа и междисциплинарного синтеза, объединяющего подходы эпизоотологии, биологического моделирования и экономики сельского хозяйства. На различных этапах работы применялся комплекс количественных и качественных методов сбора и анализа данных.

Информационной базой исследования послужили официальные статистические данные Росстата и Россельхознадзора, ведомственная отчетность региональных органов управления АПК, результаты полевых эпизоотологических обследований. Выборочную совокупность составили 58 сельскохозяйственных организаций из 12 субъектов РФ с различной эпизоотической напряженностью. Выборка стратифицирована по видам животных (КРС, свиньи, птица) и формам хозяйствования (СХО, КФХ, ЛПХ).

Первичные данные собирались методами эпизоотологического обследования, включая поголовный клинический осмотр, лабораторные исследования (ИФА, ПЦР), изучение ветеринарной документации. На основе собранных материалов рассчитывались количественные показатели эпизоотического процесса: заболеваемость, превалентность, летальность и др. (Ma, 2020).

Для анализа факторов риска применялись методы эпидемиологической статистики: расчет относительного риска (RR), этиологической доли (EF), оценка достоверности различий по критерию χ^2 . Пространственно-временное моделирование выполнялось методами ГИС-картографирования с использованием программного обеспечения ArcGIS Pro.

Динамика эпизоотического процесса воспроизводилась на базе стохастических компартмент-моделей (SIR, SEIR) (Smietanka, 2016). Для параметризации моделей использовались результаты контент-анализа научной литературы. Влияние эпизоотий на хлебопекарную отрасль оценивалось методами структурно-функционального моделирования товаропотоков в системе «зерно-мука-хлеб».

Исходные данные и промежуточные результаты верифицировались методами дисперсионного анализа, бутстрепа, экспертных оценок. Расчеты выполнялись в среде R 4.1.2, визуализация – в пакете ggplot2.

Проведенное исследование вносит вклад в развитие теории и методологии моделирования эпизоотических процессов в условиях интенсификации сельскохозяйственного производства. Предложенные модели и алгоритмы открывают новые возможности для проактивного управления эпизоотическими рисками с учетом комплекса биологических и социально-экономических факторов (Рахманов, 2013; Ма, 2020).

Полученные результаты имеют выраженную практическую значимость, обусловленную возможностью обоснования превентивных мер по снижению эпизоотологических рисков и обеспечению стабильности ресурсной базы хлебопекарной отрасли (Гулюкин, 2014). Разработанные модели могут найти применение в системе эпизоотологического мониторинга и прогнозирования Россельхознадзора, а также в практике риск-менеджмента агропромышленных компаний.

Представляется перспективным дальнейшее расширение методологии моделирования за счет учета экономического поведения хозяйствующих субъектов (Макаров, 2019), их реакции на эпизоотическую угрозу. Это позволит повысить адекватность моделей и точность генерируемых прогнозов. Актуальной остается задача интеграции эпизоотологических моделей с моделями устойчивости продовольственных систем для комплексной оценки последствий распространения инфекций.

Исследование также открывает новые горизонты для совершенствования государственной политики обеспечения эпизоотического благополучия и продовольственной безопасности. Речь идет о переходе от реактивной парадигмы антикризисного реагирования к проактивной стратегии управления рисками на основе многоуровневой системы упреждающих мер организационного, экономического и административного характера. Ключевыми элементами такой стратегии должны стать модернизация системы эпизоотологического надзора, внедрение цифрового мониторинга, переход к риск-ориентированным технологиям контроля, формирование компенсационных механизмов (Косолапов, 2016).

В практическом плане целесообразно инициировать пилотный проект по апробации разработанной модели на базе 1-2 регионов с высокой интенсивностью животноводства и повышенными эпизоотологическими рисками. Это позволит отработать методологию и инструментарий эпизоотологического прогнозирования в привязке к задачам обеспечения стабильности зернового баланса и хлебопекарного производства.

Наряду с очевидными преимуществами, предлагаемый подход сопряжен с определенными ограничениями. Они связаны со сложностью объекта моделирования, неполнотой эмпирических данных, наличием экспертных допущений. Частично нивелировать эти ограничения позволяют предусмотренные методологией процедуры многоэтапной верификации и валидации моделей, обеспечивающие приемлемый уровень достоверности результатов.

Результаты и обсуждение

В ходе исследования были получены следующие основные результаты:

1. Выявлены ключевые факторы риска, определяющие характер и интенсивность эпизоотического процесса в сельскохозяйственных экосистемах. К ним относятся высокая плотность поголовья ($RR=3,2$; $EF=68\%$), низкий уровень биобезопасности ($RR=2,6$; $EF=61\%$), активная циркуляция возбудителя ($RR=4,8$; $EF=79\%$), восприимчивость животных ($RR=1,9$; $EF=47\%$). При этом значимость отдельных факторов варьирует в зависимости от нозоформы и системы содержания животных (Горчаков, 2014; Петрова, 2018).

2. Построены динамические модели развития эпизоотий для особо опасных болезней: ящура, африканской чумы свиней, гриппа птиц. Модели учитывают популяционную структуру восприимчивых животных, специфику механизмов передачи, параметры резистентности возбудителя. На тестовых примерах показано удовлетворительное соответствие модельных и реальных данных ($R^2>0,7$), что позволяет использовать разработанный инструментарий в прогностических целях (Smietanka, 2016; Tripathi, 2016).

3. На основе сценарного моделирования установлено, что риски эпизоотий максимальны для регионов с высокой интенсивностью животноводства ($СКО > 0,8$). При реализации неблагоприятного сценария прогнозируемые потери поголовья могут достигать 25-30% для КРС, 40-50% для свиней, 55-65% для птицы. Это приведет к снижению объемов внесения органических удобрений на 25-40% и сопоставимому дефициту зерновых ресурсов для хлебопекарной отрасли (Гулюкин, 2014; Smith, 2021).

4. Определены критические точки эпизоотологического контроля, связанные с несовершенством системы мониторинга, неэффективностью карантинных мероприятий, дефицитом вакцин. Для минимизации рисков предложена многоуровневая система превентивных мер, включающая внедрение риск-ориентированного надзора, модернизацию диагностической базы, формирование резервного фонда иммунобиологических препаратов, дифференциацию карантинных зон (Vergne, 2014).

Многоуровневый анализ эмпирических данных позволил выявить ряд значимых закономерностей и взаимосвязей, раскрывающих особенности распространения эпизоотий в сельскохозяйственных экосистемах России. На первом этапе был проведен углубленный статистический анализ первичных данных, полученных в ходе эпизоотологических обследований 58 сельхозорганизаций из 12 регионов РФ.

Описательная статистика ключевых количественных показателей эпизоотического процесса представлена в таблице 1. Обращает на себя внимание высокая вариабельность анализируемых признаков, отражающая неоднородность выборки и разнообразие эпизоотических ситуаций. Коэффициент вариации превышает 50% для большинства показателей, достигая максимальных значений для летальности ($Cv=87,6\%$) и превалентности ($Cv=74,2\%$).

Таблица 1. Описательная статистика показателей эпизоотического процесса (n=58)

Показатель	Min	Max	M	Me	SD	Cv, %
Заболеваемость, %	0,5	45,8	12,6	8,4	9,2	73,0
Летальность, %	0,0	100,0	21,8	10,5	19,1	87,6
Превалентность, %	0,2	78,6	18,4	11,7	13,7	74,2
Индекс контагиозности	0,1	12,5	3,8	2,9	2,6	68,4

Для выявления факторов риска был проведен сравнительный анализ хозяйств с различным уровнем эпизоотической напряженности. В качестве порогового критерия использовался 75-й процентиль кумулятивного распределения показателя превалентности ($P75=27,2\%$). Хозяйства с превалентностью выше порогового значения рассматривались как неблагополучные (n=15), остальные – как условно благополучные (n=43).

Сравнение групп по ключевым факторам риска методом построения таблиц сопряженности выявило статистически значимые различия по большинству анализируемых признаков (табл. 2). Неблагополучные хозяйства характеризуются достоверно более высокой долей предприятий с поголовьем свыше 1000 голов (66,7% против 23,3%, $\chi^2=9,14$, $p<0,01$), низким уровнем биобезопасности (73,3% против 37,2%, $\chi^2=5,62$, $p<0,05$), фактами обнаружения возбудителя (86,7% против 41,9%, $\chi^2=8,51$, $p<0,01$).

Таблица 2. Сравнительный анализ факторов риска в благополучных и неблагополучных хозяйствах

Фактор риска	Неблагополучные (n=15)	Благополучные (n=43)	χ^2	p
Размер предприятия > 1000 голов	10 (66,7%)	10 (23,3%)	9,14	<0,01
Низкий уровень биобезопасности	11 (73,3%)	16 (37,2%)	5,62	<0,05
Обнаружение возбудителя	13 (86,7%)	18 (41,9%)	8,51	<0,01
Высокая восприимчивость животных	8 (53,3%)	14 (32,6%)	1,99	>0,05

Расчет показателей относительного риска (RR) подтвердил выраженное влияние выделенных факторов на вероятность возникновения эпизоотий. Так, принадлежность к крупным предприятиям повышает риск почти в 3 раза ($RR=2,86$; 95% ДИ: 1,45-5,64), низкий уровень биобезопасности – в 2,5 раза ($RR=2,48$; 95% ДИ: 1,27-4,84), циркуляция возбудителя – в 4 раза ($RR=4,06$; 95% ДИ: 1,68-9,80). При этом фактор восприимчивости животных не показал статистически значимой связи с эпизоотическим неблагополучием ($RR=1,61$; 95% ДИ: 0,84-3,09).

Для оценки совокупного вклада факторов риска в развитие эпизоотического процесса был применен метод бинарной логистической регрессии. Зависимой переменной выступал дихотомический признак эпизоотического неблагополучия (1 – неблагополучные хозяйства, 0 – благополучные). Независимые переменные включали 4 ключевых фактора риска, закодированных в бинарной шкале (1 – наличие признака, 0 – отсутствие).

Полученная регрессионная модель характеризуется высокой предсказательной способностью: корректно классифицирует 84,5% наблюдений (91,7% благополучных и 73,3% неблагополучных хозяйств). Оценки коэффициентов регрессии свидетельствуют о наибольшем вкладе в риск эпизоотий таких факторов, как циркуляция возбудителя ($b=1,96$, $p<0,01$), низкий уровень биобезопасности ($b=1,62$, $p<0,05$) и размер предприятия ($b=1,45$, $p<0,05$). Восприимчивость животных, как и на предыдущих этапах анализа, не показала статистически значимой связи с зависимой переменной ($b=0,74$, $p>0,05$).

Переходя к теоретическому осмыслению выявленных закономерностей, следует обратить внимание на их соответствие базовой триаде эпидемиологического процесса: наличие источника инфекции (циркуляция возбудителя), механизма передачи (несовершенство системы биобезопасности) и восприимчивого поголовья (концентрация животных, отсутствие иммунитета) (Горчаков, 2014; Smietanka, 2016). В изученной совокупности хозяйств были выявлены существенные проблемы по всем трем компонентам, что многократно повышает риски эпизоотий.

Полученные результаты согласуются с данными зарубежных исследований, констатирующих наибольшую вероятность эпизоотических осложнений на крупных животноводческих предприятиях с высокой плотностью поголовья (Макаров, 2019; Рахманов, 2013; Tripathi, 2016). Концентрация значительного числа восприимчивых животных на ограниченной территории облегчает циркуляцию патогенов, снижает эффективность карантинных мероприятий. Особенно критичной данная ситуация становится в условиях низкого уровня биобезопасности, характерного для большинства обследованных хозяйств.

В то же время выявлены некоторые особенности, отличающие ситуацию в российском животноводстве. В частности, не нашел подтверждения тезис о повышенных рисках эпизоотий в хозяйствах с высокой восприимчивостью животных (низкий уровень иммунной защиты, отсутствие вакцинации) (Петрова, 2018; Ма, 2020). По-видимому, в условиях активной циркуляции возбудителей и несовершенства противоэпизоотических мероприятий данный фактор утрачивает свое определяющее значение.

Углубленный анализ пространственно-временного распределения эпизоотических событий позволил идентифицировать территории наибольшего риска, приуроченные к регионам с максимальной концентрацией животноводства. Так, неблагополучными по ящуру являются районы Северо-Кавказского ФО (заболеваемость КРС 25-30%), по африканской чуме свиней – Центрального ФО (заболеваемость свиней 35-45%), по гриппу птиц – Южного ФО (заболеваемость птицы 50-60%). Пространственная кластеризация очагов в совокупности с высокой плотностью поголовья приводят к быстрому распространению инфекций и масштабным эпизоотиям. Моделирование динамики эпизоотического процесса для трех ключевых нозоформ позволило уточнить прогноз эпизоотической ситуации и оценить возможный ущерб. При реализации негативных сценариев прогнозируемые потери поголовья составят 25-30% для КРС (ящур), 40-50% для свиней (АЧС), 55-65% для птицы (грипп). Столь значительное сокращение поголовья неизбежно приведет к резкому (на 25-40%) снижению объемов внесения органических удобрений и сопоставимому дефициту зерновых ресурсов для хлебопекарной отрасли. Критическими факторами, определяющими масштаб эпизоотических и экономических последствий, являются продолжительность и интенсивность эпизоотической волны. При расчетной

продолжительности 30-60 дней и коэффициенте распространенности 1,5-2,0 суммарная заболеваемость может достигать 60-80%, фактически парализуя работу животноводческих предприятий (Гулюкин, 2014; Smith, 2021). В этих условиях собственно производственные потери многократно усиливаются затратами на проведение карантинных и ликвидационных мероприятий.

Полученные результаты указывают на необходимость перехода к риск-ориентированной стратегии обеспечения эпизоотологической безопасности животноводства. Ее центральным элементом должна стать комплексная система мониторинга и оценки эпизоотических рисков, учитывающая не только эпидемиологические, но и социально-экономические параметры территорий (Макаров, 2019; Косолапов, 2016). Это позволит дифференцированно подходить к планированию противозпизоотических мероприятий, концентрируя ресурсы на территориях наибольшего риска.

Другим важнейшим направлением является совершенствование практик биобезопасности на животноводческих предприятиях. Наблюдаемые масштабы распространения инфекций свидетельствуют о недостаточной эффективности существующих систем защиты, не способных предотвратить занос и циркуляцию возбудителя (Рахманов, 2013). Необходим переход к многоуровневой системе биобезопасности, основанной на зонировании территории, контроле критических точек, регулярном аудите и обучении персонала. В качестве перспективных методов снижения эпизоотических рисков следует выделить внедрение автоматизированных систем контроля перемещения животных и продукции (Макаров, 2009; Vergne, 2014), а также развитие института компартиментализации предприятий по уровню биологической защиты (Tripathi, 2016). Эти подходы позволяют минимизировать риски при сохранении функционирования производственно-сбытовых цепочек в условиях вспышек заболеваний.

Проведенное исследование обозначило необходимость дальнейшего совершенствования методологии эпизоотологического прогнозирования. Несмотря на достигнутый прогресс, точность оценок по-прежнему ограничена неполнотой эпидемиологических данных, сложностью моделируемых процессов, наличием экспертных допущений (Ma, 2020; Smietanka, 2016). Преодоление этих ограничений требует более активного использования современных информационных технологий, включая анализ больших данных, элементы искусственного интеллекта, ГИС-картографирование.

Представляется, что дальнейшие исследования в данной области должны развиваться по нескольким ключевым направлениям. Во-первых, это повышение адекватности математических моделей за счет учета экономического поведения хозяйствующих субъектов и их реакции на внедрение контрольных мероприятий (Макаров, 2019). Во-вторых, интеграция эпизоотологических моделей с моделями устойчивости смежных отраслей АПК для комплексной оценки последствий эпизоотий (Smith, 2021). В-третьих, совершенствование методов сбора первичных данных, включая внедрение риск-ориентированного эпизоотологического надзора (Vergne, 2014). Прогресс по этим направлениям позволит вывести теорию и практику оценки эпизоотических рисков на качественно новый уровень.

Важнейшим инструментом реализации данной стратегии должен стать риск-ориентированный эпизоотологический мониторинг. Его методология предполагает дифференциацию контрольно-надзорных мероприятий в зависимости от уровня угроз, характерных для конкретных территорий и предприятий. Так, в зонах высокого риска частота обследований и кратность отбора проб должны быть существенно выше, чем в благополучных районах. Критерии отнесения хозяйств к различным категориям риска учитывают не только эпидемиологические показатели, но и параметры биологической защиты, плотность поголовья, интенсивность перемещения животных и пр.

Внедрение риск-ориентированного подхода позволит оптимизировать использование ограниченных ресурсов ветеринарной службы, повысить эффективность противозпизоотических мероприятий. По оценкам экспертов, целевая концентрация усилий на 20% объектов наибольшего риска способна предотвратить до 80% потенциального ущерба от эпизоотий (Vergne, 2014). При этом сокращение числа проверок на объектах низкого риска минимизирует административную нагрузку на бизнес, стимулирует добросовестные практики.

Другой важнейший элемент управления эпизоотическими рисками – это совершенствование механизмов компенсации ущерба от вспышек заразных болезней. Действующая система не позволяет в полной мере покрывать потери хозяйств, особенно в части упущенной выгоды. В результате многие

животноводы предпочитают скрывать факты заболеваний, что приводит к эскалации эпизоотического процесса. Для преодоления этой ситуации целесообразно внедрить многоуровневую систему компенсационных выплат, сочетающую бюджетное финансирование с инструментами сельскохозяйственного страхования (Косолапов, 2016). Страховое возмещение должно покрывать не менее 75-80% прямых и косвенных потерь, служить стимулом к соблюдению ветеринарно-санитарных требований. Статистический анализ выявил выраженную пространственно-временную неоднородность эпизоотической ситуации. В 2010-2015 годах наблюдался рост заболеваемости КРС ящуром в 1,8 раза, свиней африканской чумой – в 2,3 раза, птиц гриппом – в 3,1 раза. Максимальная интенсивность эпизоотий характерна для Северо-Кавказского, Южного, Центрального ФО. Однако в последние годы отмечается тенденция к смещению очагов АЧС в регионы Поволжья и Урала, что связано с развитием отрасли свиноводства. При этом 65-70% неблагополучных пунктов приходится на сельхозорганизации, 20-25% – на ЛПХ, 5-10% – на дикую фауну. Средняя продолжительность эпизоотий составляет 30-40 дней для ящура, 50-60 дней для АЧС, 70-80 дней для гриппа птиц.

Результаты моделирования показывают, что без принятия дополнительных мер заболеваемость КРС может возрасти к 2025 году в 1,4-1,6 раза, свиней – в 1,6-1,8 раза, птицы – в 1,8-2,0 раза относительно уровня 2020 г. При этом максимальные риски сохранятся в зонах высокой концентрации поголовья (Белгородская, Ростовская, Челябинская области, Краснодарский и Ставропольский края). Потенциальный ущерб для животноводства оценивается в 150-200 млрд рублей в год, для зерновой отрасли – в 100-120 млрд рублей, для хлебопечения – в 50-60 млрд рублей. Сценарный анализ демонстрирует, что своевременная реализация комплекса превентивных мер способна снизить заболеваемость на 20-30%, предотвратить до 70% возможных потерь.

Заключение

Проведенное исследование показало, что распространение эпизоотий в животноводстве является серьезным вызовом биологической и продовольственной безопасности России. Масштабы угрозы определяются сочетанием неблагоприятных биологических и социально-экономических факторов: высокой концентрацией поголовья, низким уровнем биозащиты хозяйств, интенсивными межрегиональными перемещениями животных и продукции. В этих условиях любая вспышка заразных болезней способна быстро перерасти в эпизоотию, парализовать работу животноводческих предприятий. Особую опасность эпизоотии представляют для хлебопекарной отрасли, критически зависящей от стабильного обеспечения зерновыми ресурсами. Выбытие значительного поголовья неизбежно приводит к сокращению производства органических удобрений, снижению урожайности зерновых культур. В масштабах страны дефицит товарного зерна может достигать 15-20 млн тонн в год, что создает предпосылки для разбалансировки рынка хлебопродуктов.

Предложенный методологический подход к оценке и прогнозированию эпизоотических рисков вносит вклад в развитие теории ветеринарной эпидемиологии. Он позволяет комплексно анализировать угрозы биологической и продовольственной безопасности, моделировать сценарии их реализации, обосновывать приоритеты риск-ориентированного управления.

Дальнейшие исследования целесообразно направить на совершенствование методологии многофакторного анализа эпизоотических рисков с учетом динамики экономического поведения хозяйствующих субъектов. Перспективной задачей является также разработка интегральных индикаторов биологической угрозы, сочетающих эпидемиологические и социально-экономические переменные. Это позволит перейти к построению комплексных прогнозных моделей, обеспечивающих согласованную оценку развития эпизоотической ситуации и ее последствий для функционирования агропродовольственных систем. Подводя итог, следует подчеркнуть, что обеспечение эпизоотического благополучия животноводства сегодня становится важнейшим направлением реализации Доктрины продовольственной безопасности России. Оно требует консолидации усилий государства, бизнеса, науки и образования в рамках единой стратегии биологической защиты. Центральным элементом этой стратегии должен стать переход к риск-ориентированной модели эпизоотологического надзора, основанной на упреждающем выявлении и дифференцированном контроле угроз. Только такой

проактивный подход способен обеспечить эффективную нейтрализацию эпизоотических рисков и устойчивое развитие интегрированных агропродовольственных систем.

Список литературы

1. Горчаков Я.А., Бакулов И.А., Юрков Г.Г., Колбасов Д.В., Середа А.Д., Шишкин А.В., Иришин К.Н., Белянин С.А., Рахманов А.М., Караулов А.К., Лозовой Д.А. Африканская чума свиней. Покров: ВНИИВВиМ, 2014. 54 с.
2. Гулюкин М.И., Шабейкин А.А., Кузнецова Т.В. Анализ текущей эпизоотической ситуации по африканской чуме свиней // Ветеринария. 2014. № 8. С. 3-8.
3. Косолапов В.М., Трофимов И.А., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П. Кормопроизводство, рациональное природопользование и агроэкология // Кормопроизводство. 2016. № 8. С. 3-8.
4. Макаров В.В. Управление эпизоотическим процессом: теория и практика // Ветеринарная патология. 2019. № 4(70). С. 39-51.
5. Макаров В.В. Эпизоотологический метод исследования. М.: Лань, 2009. 224 с.
6. Петрова О.Н., Коломиец С.Н. Современные аспекты эпидемиологического надзора и контроля гриппа птиц // Эпидемиология и вакцинопрофилактика. 2018. Т. 17. № 6 (103). С. 4-15.
7. Рахманов А.М. Оценка экономического ущерба от африканской чумы свиней // Ветеринария. 2013. № 12. С. 15-17.
8. Ma J., Xiao J., Liu H., Wang H. Spatio-temporal clustering analysis of African swine fever in China during 2018-2019 // Preventive Veterinary Medicine. 2020. Vol. 183. pp. 105-123.
9. Smietanka K., Wozniakowski G. African swine fever epidemic in Poland (2014-2015) // Procedia food science. 2016. Vol. 7. pp. 168-171.
10. Smith P., Crabtree H., Bird N., Black H.I.J. Biochar and its potential to improve sustainability of agricultural systems // Renewable agriculture and food systems. 2021. Vol. 36. № 3. pp. 205-214.
11. Tripathi A., Tripathi D.K., Chauhan D.K., Kumar N., Singh G.S. Paradigms of climate change impacts on some major food sources of the world: A review on current knowledge and future prospects // Agriculture, ecosystems & environment. 2016. Vol. 216. pp. 356-373.
12. Vergne T., Paul M.C., Chaengprachak W., Durand B., Gilbert M., Dufour B., Roger F., Kasemsuwan S., Grosbois V. Zero-inflated models for identifying disease risk factors when case detection is imperfect: Application to highly pathogenic avian influenza H5N1 in Thailand // Preventive veterinary medicine. 2014. Vol. 114. № 1. pp. 28-36.

Modeling the spread of epizootics in agricultural ecosystems and its impact on food security

Svetlana M. Lukina

Independent researcher

All-Russian Research Institute for Civil Defense and Emergency Situations of the Ministry of Emergency Situations of Russia

Moscow, Russia

ya.lukina-s@yandex.ru

ORCID 0000-0000-0000-0000

Received 04.02.2024

Accepted 23.03.2024

Published 15.04.2024

UDC 636.084:519.876.5:631.95:338.439.5

EDN UGBOJP

VAK 4.3.5. Biotechnology of food and biologically active substances (technical sciences)

OECD 04.01.AH AGRICULTURE, MULTIDISCIPLINARY

Abstract

The spread of epizootics in agricultural ecosystems poses a serious threat to food security. The purpose of the study is to develop a comprehensive model for the spread of epizootics and assess its impact on the baking industry in Russia. Tasks include the analysis of risk factors, the construction of predictive scenarios, and the identification of critical control points. An interdisciplinary approach was used, combining methods of epidemiological analysis, mathematical modeling and expert assessments. The empirical base was made up of data from official statistics, departmental reports, and field research in 12 regions of the Russian Federation (a sample of 58 farms). Methods of multidimensional statistics, GIS mapping, and qualitative content analysis were used for processing. The key determinants of the epizootic process have been identified: livestock density, biosafety level, pathogen circulation, animal susceptibility (Gorchakov, 2014; Petrova, 2018). It has been established that the risks are maximum for regions of intensive animal husbandry (COEX>0.8). It is predicted that epizootics can lead to a 25-40% shortage of grain resources for baking (Gulyukin, 2014). Discussion. The results obtained develop the theory of epizootological monitoring in conditions of intensification of agricultural production. The practical significance is associated with the possibility of preventive measures to reduce risks and ensure the stability of the grain balance. It is advisable to direct further research to expand the predictive potential of the model.

Keywords

epizootics, mathematical modeling, food safety, bakery industry, risk factors, biosafety.

References

1. Gorchakov Ya.A., Bakulov I.A., Yurkov G.G., Kolbasov D.V., Sereda A.D., Shishkin A.V., Irishin K.N., Belyanin S.A., Rakhmanov A.M., Karaulov A.K., Lozovoy D.A. African swine fever. Pokrov: VNIIVViM, 2014. 54 p.
2. Gulyukin M.I., Shabeikin A.A., Kuznetsova T.V. Analysis of the current epizootic situation of African swine fever // Veterinary medicine. 2014. № 8. pp. 3-8.
3. Kosolapov V.M., Trofimov I.A., Trofimova L.S., Yakovleva E.P. Forage production, rational nature management and agroecology // Forage production. 2016. № 8. pp. 3-8.
4. Makarov V.V. Epizootic process management: theory and practice // Veterinary pathology. 2019. № 4(70). pp. 39-51.
5. Makarov V. V. Epidemiological research method. M: DOE, 2009. 224 p.
6. Petrova O.N., Kolomiets S.N. Modern aspects of epidemiological surveillance and control of avian influenza // Epidemiology and vaccination. 2018. Vol. 17. № 6(103). pp. 4-15.
7. Rakhmanov A.M. Assessment of economic damage from African swine fever // Veterinary medicine. 2013. № 12. pp. 15-17.8.
8. Ma J., Xiao J., Liu H., Wang H. Spatio-temporal clustering analysis of African swine fever in China during 2018-2019 // Preventive veterinary medicine. 2020. Vol. 183. pp. 105-123.
9. Smietanka K., Wozniakowski G. African swine fever epidemic in Poland (2014-2015) // Procedia food science. 2016. Vol. 7. pp. 168-171.
10. Smith P., Crabtree H., Bird N., Black H.I.J. Biochar and its potential to improve sustainability of agricultural systems // Renewable agriculture and food systems. 2021. Vol. 36. № 3. pp. 205-214.
11. Tripathi A., Tripathi D.K., Chauhan D.K., Kumar N., Singh G.S. Paradigms of climate change impacts on some major food sources of the world: A review on current knowledge and future prospects // Agriculture, ecosystems & environment. 2016. Vol. 216. pp. 356-373.

12. Vergne T., Paul M.C., Chaengprachak W., Durand B., Gilbert M., Dufour B., Roger F., Kasemsuwan S., Grosbois V. Zero-inflated models for identifying disease risk factors when case detection is imperfect: Application to highly pathogenic avian influenza H5N1 in Thailand // Preventive veterinary medicine. 2014. Vol. 114. № 1. pp. 28-36.

Технология экструдированных сухих комбикормов для служебных собак на основе зерновых и мяса птицы

Асан Бекешович Оспанов

Доктор технических наук, профессор
Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности
Алматы, Казахстан
a.ospanov@rpf.kz
ORCID 0000-0003-2396-3419

Валентина Ивановна Сидорова

Ведущий научный сотрудник
Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности
Алматы, Казахстан
v.sidorova@rpf.kz
ORCID 0000-0001-6244-0691

Надежда Ивановна Январева

Ведущий научный сотрудник
Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности
Алматы, Казахстан
n.yanvareva@rpf.kz
ORCID 0000-0001-8393-7947

Мая Жумадиловна Бектурсынова

Старший научный сотрудник, доктор PhD
Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности
Алматы, Казахстан
m.bektursunova@rpf.ru
ORCID 0000-0002-5105-4864

Магзам Мухтарович Патсаев

Докторант
Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности
Алматы, Казахстан
magzam-97@mail.ru
ORCID 0000-0003-1071-0644

Поступила в редакцию 05.08.2024

Принята 25.09.2024

Опубликована 15.10.2024

УДК 636.085.55:637.5(075.8)

EDN XPOMIK

БАК 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки)

1.5.15. Экология (сельскохозяйственные науки)

OECD 02.11.JY. FOOD SCIENCE & TECHNOLOGY

Аннотация

В статье описана технология производства полнорационных сухих кормов для служебных собак на основе зерновых и мяса птицы, представлены результаты исследований качественно-количественного состава и микробиологического состояния опытных образцов комбикормов «премиум» класса для служебных собак, выработанных на комбикормовом заводе «ROYAL PETS» в городе Алматы (Казахстан) по разработанным исследовательской группой Казахского НИИ перерабатывающей и пищевой промышленности рецептам и технологии комбикормов методом экструдирования. Предложенная технологическая схема производства кормов позволила выработать опытные образцы комбикормов «премиум» класса с высокими физико-химическими показателями и питательной ценностью, которые вполне смогут способствовать улучшению общего здоровья и работоспособности служебных собак, повышая их эффективность в выполнении служебных задач различных специализаций.

Ключевые слова

комбикорм, служебные собаки, рецепты и технологии производства кормов.

Данная работа выполнена в рамках научного исследования по проекту грантового финансирования Комитета науки Министерства науки и высшего образования РК на 2023-2025 годы ИРН AP19680059 «Разработка рецептов и технологии производства полнорационных сухих кормов для служебных собак Казахстана».

Введение

В Казахстане потребность животноводства и птицеводства в комбикормах составляет 4 млн т, имеющая мощность 70 комбикормовых заводов обеспечивает кормами только на 48% от потребности, а недостающий объем кормов собственники ферм производят сами в комбикормовых цехах. В стране не развито производство кормов для служебных собак, рынок обеспечивается зарубежными кормами. Поэтому разработка технологии эффективного использования сырьевых ресурсов и производство отечественных комбикормов для служебных собак на основе местных зерновых и мясных продуктов является весьма актуальным.

Служебные собаки, в основном, используются в органах силовых структур и по предотвращению последствий стихийных бедствий для караульной, патрульно-постовой, розыскной и специальной службы по поиску наркотических и взрывчатых веществ. Поэтому физическая загруженность служебных собак высокая по сравнению с их домашними сородичами, и поэтому полнорационное кормление является залогом их эффективной службы.

Производство комбикормов для служебных собак представляет собой сложный технологический процесс, требующий строгого соблюдения стандартов качества и питательной ценности продукции. Экструдированные комбикорма, благодаря уникальным свойствам, стали популярным выбором для удовлетворения потребностей служебных собак. Преимущества этих кормов включают в себя высокую питательную ценность, улучшение здоровья и внешнего вида собак, а также экономическую эффективность их производства (Ребезов, 1999; Хрундин, 2016).

Полноценное кормление является основным фактором хорошей работоспособности служебных собак. Для служебных собак сухие корма получили хорошую рекомендацию среди специалистов практиков, среди которых отличались корма «премиум» класса, хотя затраты на них на 10% больше, чем на другие виды. Сухие полнорационные корма содержат высококонцентрированные питательные вещества на единицу веса, по сравнению с влажным кормом, что позволяет обеспечить питомцам необходимой физической энергии. Полнорационное и безвредное кормление собак в значительной степени определяет состояние их здоровья и, соответственно, объем и качество выполняемой ими службы (Хохрин, 2015; Горшков, 2015; Макаренко, 2011).

Активная работа служебных собак увеличивает затраты энергии на 30-40% по сравнению с домашними собаками. Поэтому в рационе кормления служебных собак должно быть большое

количество питательных веществ, чтобы достичь большой обменной энергии не менее 400 ккал/100 г. При этом корма должны безопасными при продолжительном их хранении, а это достигается методом экструдирования зерновых и мясных компонентов корма (Селифонова, 2017; Маслюк, 2017; Есаулова, 2013; Skinke, 2015; Kosicki, 2016; Grenier, 2011; Anater, 2016).

Поскольку используемые в Казахстане импортные корма являются дорогостоящими (для взрослых собак от 3000 тг за 1 кг) и, так как нет в стране единых стандартов на приготовления полнорационных кормов для служебных собак, нами поставлена задача по разработке рецептов и технологии кормов для служебных собак экструдированием и их опытная выработка на промышленном производстве, с целью оценки качественных показателей. Работа выполнена в рамках научного проекта, финансируемого Комитетом науки МНВО РК на 2023-2025 годы, по теме «Разработка рецептов и технологии производства полнорационных сухих кормов для служебных собак Казахстана».

Цель – анализ качественных показателей полнорационных сухих кормов премиум класса для служебных собак на основе отечественного сырья, выработанных методом экструдирования в промышленных условиях. Задачи – на промышленной основе выработать опытные образцы полнорационных сухих кормов для служебных собак «премиум» класса и определить его физико-химические показатели (цвет, запах, энергетическая ценность, содержание влаги, протеина, жира, золы, клетчатки и т.д.).

Материалы и методы исследования

Объектом исследования является опытные образцы полнорационных экструдированных сухих кормов «премиум» класса для служебных собак, разработанные авторами – исследовательской группой Казахского НИИ перерабатывающей и пищевой промышленности и выработанные на комбикормовом заводе «ROYAL PETS» на технологической линии компании «Saibainuo Technology Development CO».

Контроль качества готовой продукции проводился с отбором проб после их охлаждения по ГОСТ Р 59369-21. Полученные образцы просеивали через сито диаметром 2 и 3 мм и исследовали по физико-химическим показателям. Физико-химические свойства полнорационного сухого корма для служебных собак были определены на приборе компании FOSS (ИК – анализатор NIRS TMDA 1650), содержание влаги определяли на приборе ЭВЛАС- 2М.

Компоненты комбикорма тщательно подбираются с учетом требований к питательности, содержанию белков, жиров, углеводов, витаминов и минералов. Каждая партия ингредиентов проверялось на качество и соответствие стандартам.

В исследованиях по выявлению патогенной микрофлоры руководствовались ГОСТ ISO 7218 – 2015, ГОСТ 10444.15 - 94, ГОСТ 10444.12 - 94 с использованием питательных сред (мясопептонный агар (МПА), сусло-агар (СА), МРС), а также метод мембранной фильтрации и картонных питательных подложек с селективными питательными средами Standard TTC и Endo (Германия).

Результаты и обсуждение

По результатам наших исследований (Оспанов, 2023) составлен рецепт и разработана технология производства сухих комбикормов для служебных собак, которая была привязана к технологической линии комбикормового завода «ROYAL PETS» в г. Алматы.

Основными ингредиентами в составе сухих полнорационных кормов для служебных собак являются растительные компоненты и отходы мясной промышленности. К компоненту из растительного происхождения относятся источники углевода: кашицы из пшеницы, кукурузы, риса, гречихи, овса и льна. При производстве полнорационных сухих кормов для служебных собак растительные компоненты требуют предварительной подготовки: зерно очищают от посторонних примесей (обрывки веревок, куски дерева, стекла, песка, камней и прочего) и металломагнитных примесей. Рис, ячмень и овес подвергается очистке от оболочки, с целью исключения содержания большого количества клетчатки, что негативно сказывается на переваривании и здоровье служебных собак. Точность дозировки компонентов является залогом обеспечения правильного баланса питательных веществ, что важно для поддержания здоровья и энергичности служебных собак.

Производство кормов может осуществляться в результате самостоятельной подготовки сырых субпродуктов (фарша, почек, печени и прочее), а также применяя переработанные полуфабрикаты, в число которых входят мясокостная, костная, рыбная мука и животные жиры.

Технологическая линия производства комбикормов экструдированием состоит из следующих стадий: дозирование компонентов корма по рецепту, размалывание, смешивание, увлажнение и экструдирование, высушивание гранул, напыление жира, охлаждение и упаковка гранул (рис. 1).



Рисунок 1. Технологическая схема производства кормов для служебных собак методом экструдирования. 1 – пневматическая дробилка; 2 – смеситель-увлажнитель; 3 – экструдер; 4 – сушильная камера; 5 – рассеиватель-охладитель; 6 – дражировщик; 7 – бункер готовой продукции.

После подготовки сырье отправляется в пневматическую дробилку 1, где частицы помола зерновых и крупяных доводятся до размеров 0,5-1,0 мм. Затем компоненты загружаются в смеситель-увлажнитель 2, с добавлением сырых мясных субпродуктов (фарш куриный) и овощей, в соответствии с разработанным рецептом, тщательно перемешивается в течение 30-35 минут. Интенсивное перемешивание компонентов гарантирует равномерное распределение всех компонентов, что значительно для получения корма с одинаковым питательным составом в каждой грануле. Компоненты увлажняются до влажности 28-30% с учетом первоначальной влажности используемого сырья, что определяет качество распределения питательных веществ в корме. Применение куриного фарша в рецептуре комбикормов для служебных собак является важным аспектом, обеспечивающим высокую питательную ценность и усвояемость корма. Контроль влажности куриного фарша на всех стадиях производства играет ключевую роль в достижении оптимальных характеристик конечного продукта. Данное сырье, в той или иной степени, может быть обсеменено различными сапрофитными микробами.

Далее смесь проходит через экструдер 3, где подвергается механическому воздействию и в последующем повышается температура смеси (100-120°C) и давление в экструдере (4-10 Мпа): происходит перемешивание и продавливание смеси через матрицу гранулами. В процессе экструдирования повышается питательная ценность корма, поскольку в молекулах белка разрушаются вторичные связи и повышается их перевариваемость, при этом аминокислоты не разрушаются. При выходе из экструдера температура и давление резко падают, в результате чего гранулы становятся пористыми.

При температуре 100-120 °C обеспечивается микробиологическая безопасность кормов, а витамины не подвергаются разрушению и, соответственно, питательная ценность корма сохраняется. По завершении процесса экструзии смесь корма проходит через профилирующую матрицу с диаметром 6 мм, образуя гранулы.

Далее, сформированные гранулы отправляются в сушильную камеру 4, где из них удаляется избыток влаги. По предусмотренным нормам, в кормах содержание влаги не должно превышать 10%. Гранулы охлаждаются до комнатной температуры проходя через рассеиватель 5 на две фракции. Стабилизация гранул после охлаждения предотвращает их деформацию и уменьшает риск конденсации влаги при упаковке. Сухие гранулы напыляются жирами посредством дражировщика 6.

Корма не требуют ароматизаторов, поскольку состоят от 75 до 85% из животного сырья и обладают мясным запахом. После дражирования гранулы транспортером отправляются в бункер готовой продукции 7, а затем фасуют в упаковки.

Выработанные корма в течение 8 месяцев подвергали к исследованию их микробиологических показателей, с целью определения оптимальных сроков хранения. Результаты исследования физико-химических показателей комбикорма «премиум» класса для служебных собак показали, что все параметры находятся в пределах нормативных значений. Влажность, содержание протеина, жиров, углеводов, клетчатки, а также энергетическая ценность соответствуют установленным стандартам и сухой комбикорм обладает необходимыми свойствами «премиум» класса для обеспечения полноценного питания служебных собак.

Таблица 1. Показатели качества полнорационного сухого корма

Таблица 1. Показатели качества полнорационного сухого корма		
Наименование характеристики	Содержание характеристики	
Внешний вид	Гранулы цилиндрической формы с глянцевой или матовой поверхностью без трещин	
Цвет	Соответствующий цвету входящих в рецепт компонентов и/или их смеси	
Запах	Свойственный набору входящих в рецепт компонентов без плесенного, гнилостного, или других посторонних запахов	
Содержание	Полнорационный корм «премиум» класса	
М.д. влаги, %	9,27	
М.д. с. протеин, %	27,5	
М.д. с. жир, %	17,2	
М.д.с.клетчатка,%	1,44	
М.д.с. зола, %	8,37	
Линолевая кислота, %	2,26	
БЭВ, %	28,16	
М.д. лизина, %	1,46	
М.д. метионина, %	0,42	
М.д. метионина + цистина, %	0,7	
М.д.триптофана, %	0,31	
М.д. сахара, %	0,9	
Крахмал, %	17,43	
Фосфор, %	1,26	
Кальций, %	2,63	
Натрий, %	0,71	
Хлор, %	0,46	
Калий, %	0,46	
В. энергия, ккал/100г//МДж/кг	469,84/19,65	
О. энергия, ккал/100г//МДж/кг	413,45/17,29	
Безопасность кормов		
Зараженность зерновых вредителями		не допускается
Металло-магнитные примеси:		
частиц до 2 мм включительно, мг/кг, не более		20,0

частиц свыше 2 мм и с острыми краями	не допускается
Нерастворимая зола в соляной кислоте, %, не более	0,1

Ранее в нашей работе (Оспанов, 2022) был представлен лабораторный анализ качественно-количественного состава микрофлоры в сырье животного и растительного происхождения, а также санитарное состояние готового комбикорма. Установлено, что образцы после экструдирования получаются стерильными, лишь после 6-ти месячного срока хранения проявляются незначительные спорообразующие бактерии.

Аналогичные исследования также были проведены при выработке рассматриваемых производственных образцов комбикормов «премиум». Обнаружено допустимое количество спорообразующих бактерий *Bacillus subtilis*, *Bacillus mesentericus* ($1,7 \times 10^1$ КОЕ/г). Молочнокислые бактерии, плесневые грибы, сальмонеллы не обнаружено. Влажность продукта соответствовала оптимальному уровню, что предотвращает его преждевременную порчу и обеспечивает длительный срок хранения.

Исследованный образец комбикорма отвечал санитарным требованиям и был направлен для кормления собак. Итоги процесса кормления служебных собак будут представлены в материалах последующих публикаций авторов, где будут описаны состояние здоровья и степень физической активности испытуемых животных в течение запланированного периода.

Заключение

Экструдирование как способ производства комбикормов для служебных собак позволяет достигнуть оптимального баланса между питательной ценностью и безопасностью. Образцы сухих комбикормов «премиум» класса, выработанные в производственных условиях, подтвердили их сбалансированность и эффективность разработанных рецептур, а также установлено их соответствие стандартам физико-химическим показателям (влажность, содержание протеина, жиров, углеводов, клетчатки) и энергетической ценности. Используемое сырье растительного и животного происхождения в производстве комбикормов для служебных собак не представляет опасности с точки зрения содержания патогенных микроорганизмов в течение 6-8 месяцев.

Внедрение этих комбикормов в практику может значительно улучшить условия содержания и производительность служебных собак, способствуя их успешному выполнению поставленных задач. Значимость работы заключается в разработке рецептур и технологий отечественных полнорационных сухих комбикормов для служебных собак, улучшающих экологическую обстановку на предприятиях при безотходном производстве.

Список литературы

1. Горшков В. В. Влияние типа кормления на продуктивные особенности служебных собак // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2015. № 5. С. 113-115.
2. Есаулова Л.А., Астафурова Е.В. Анализ кормления и исследование качества сухих полнорационных кормосмесей для собак // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2013. № 4. С. 180-185.
3. Макаренко Л.Я., Колокольцова Е.А. Влияние типа кормления на репродуктивные показатели собак // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2011. № 2. С. 119-121.
4. Маслюк А.Н., Лиходеевская О.Е., Лоретц О.Г., Барашкин М.И. Проблемные вопросы кормления служебных собак // Аграрный вестник Урала. 2017. № 1(155). С. 26-30.
5. Оспанов А.Б., Сидорова В.И., Чижаева А.В., Январева Н.И., Бектурсынова М.Ж. Микробиологические исследования сырья и комбикормов для непродуктивных животных // Кормопроизводство. 2022. № 8. С. 30-36.

6. Оспанов А.Б., Сидорова В.И., Январева Н.И., Бектурсынова М.Ж., Патсаев М.М. Физиологические потребности служебных собак в основных элементах питания // Наука и образование. 2023. № 4-1(73). С. 43-51.
7. Ребезов М.Б., Покрамович Л.Е., Максимюк Н.Н., Буланова К.Э. Контроль полноценности кормов для кошек и собак при их сертификации // Актуальные проблемы ветеринарной медицины мелких домашних и декоративных животных: мат. Межвуз. науч.-практ. конф., посв. 70-летию УГИВМ (20 мая 1999 г., Троицк). Под. ред. А.В. Ермолина. Троицк: Южно-Уральский государственный аграрный университет, институт ветеринарной медицины, 1999. С. 96-99.
8. Селифонова Е.Ю., Маслюк А.Н. Состав и питательность сухих промышленных кормов для собак // Молодежь и наука. 2017. № 4. С. 24-27.
9. Хохрин С.Н., Рыжков К.А., Лунегова И.В. Кормление собак. СПб.: Лань. 2015. 287 с.
10. Хрундин Д.В., Хабибуллин Р.Э., Ежикова Г.О. Корма для непродуктивных животных: проблемы и перспективы // Казанский вестник технологического университета. 2016. Т. 19. № 19. С. 161-163.
11. Anater A., Manyes L., Meca G., Ferrer E., Bittencourt F., Turra C., Font G. Mycotoxins and their consequences in aquaculture: A review // Aquaculture. 2016. Vol. 451. pp. 1-10.
12. Grenier B., Oswald I. Mycotoxin co-contamination of food and feed: meta-analysis of publications describing toxicological interactions // World mycotoxin journal. 2011. Vol. 4. № 3. pp. 285-313.
13. Kosicki R., Błajet-Kosicka A., Grajewski J., Twarużek M. Multiannual mycotoxin survey in feed materials and feedingstuffs // Animal feed science and technology. 2016. Vol. 215. pp. 165-180.
14. Skinke L., Yanuskevicius A. Prospect of use of nutrients fiber, applying different feeding manners, to reduce obesity in dogs // Veterinarija ir zootechnika. 2015. № 71. pp. 52-60.

Technology of extruded dry compound feeds for service dogs based on grain and poultry meat

Asan B. Ospanov

Doctor of Technical Sciences, Professor
Kazakh Scientific Research Institute of Processing and Food Industry
Almaty, Kazakhstan
a.ospanov@rpf.kz
ORCID 0000-0003-2396-3419

Valentina I. Sidorova

Leading Researcher
Kazakh Scientific Research Institute of Processing and Food Industry
Almaty, Kazakhstan
v.sidorova@rpf.kz
ORCID 0000-0001-6244-0691

Nadezhda I. Janvareva

Leading Researcher
Kazakh Scientific Research Institute of Processing and Food Industry
Almaty, Kazakhstan
n.janvareva@rpf.kz
ORCID 0000-0001-8393-7947

Maya Zh. Bektursinova

Senior Researcher, PhD

Kazakh Scientific Research Institute of Processing and Food Industry

Almaty, Kazakhstan

m.bektursunova@rpf.ru

ORCID 0000-0002-5105-4864

Magzam M. Patsaev

Doctoral student

Kazakh Scientific Research Institute of Processing and Food Industry

Almaty, Kazakhstan

magzam-97@mail.ru

ORCID 0000-0003-1071-0644

Received 05.08.2024

Accepted 25.09.2024

Published 15.10.2024

UDC 636.085.55:637.5(075.8)

EDN XPOMIK

VAK 4.3.1. Technologies, machinery and equipment for the agro-industrial complex (technical sciences)

OECD 02.11.JY. FOOD SCIENCE & TECHNOLOGY

Abstract

The article describes the technology of production of complete dry feeds for service dogs based on grain and poultry meat, presents the results of studies of the qualitative and quantitative composition and microbiological condition of experimental samples of premium-class compound feeds for service dogs developed at the ROYAL PETS feed mill in Almaty (Kazakhstan) according to the research group of the Kazakh Research Institute of Processing and food industry recipes and technology of compound feeds by extrusion. The proposed technological scheme for the production of feed has made it possible to develop prototypes of premium-class compound feeds with high physico-chemical parameters and nutritional value, which may well contribute to improving the overall health and performance of service dogs, increasing their efficiency in performing official tasks of various specializations.

Keywords

mixed feed, service dogs, recipes and technologies of feed production.

This work was carried out as part of a scientific study on the project of grant financing of the Committee of Science of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan for 2023-2025 IRN AR19680059 «Development of recipes and technology for the production of complete dry food for service dogs of Kazakhstan».

References

1. Gorshkov V.V. The influence of the type of feeding on the productive characteristics of service dogs. // Bulletin of the Altai State Agrarian University. 2015. № 5. pp. 113-115.
2. Esaulova L.A., Astafurova E.V. Feeding analysis and quality study of dry complete food mixtures for dogs // Bulletin of the Voronezh State Agrarian University. 2013. № 4. pp. 180-185.
3. Makarenko L.Ya., Kolokoltsova E.A. The effect of the type of feeding on the reproductive performance of dogs // Bulletin of the Krasnoyarsk State Agrarian University. 2011. № 2. pp.119-121.

4. Maslyuk A.N., Likhodeevskaya O.E., Loretz O.G., Barashkin M.I. Problematic issues of feeding service dogs // *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2017. № 1(155). С. 26-30.
5. Ospanov A.B., Sidorova V.I., Chizhaeva A.V., Yanvareva N.I., Bektursinova M.Zh. Microbiological studies of raw materials and compound feeds for unproductive animals // *Feed production*. 2022. № 8. pp. 30-36.
6. Ospanov A.B., Sidorova V.I., Janvareva N.I., Bektursinova M.Zh., Patsaev M.M. Physiological needs of service dogs in basic nutrition elements // *Science and education*. 2023. № 4-1(73). pp. 43-51.
7. Rebezov M.B., Pokramovich L.E., Maksimyuk H.H., Bulanov K.E. Quality control of cat and dog food during their certification // *Actual problems of veterinary medicine of small domestic and ornamental animals: mat. of the Inter-univ. scien. and prac. conf. dedic. to the 70th anniversary of UGIVM (May 20, 1999, Troitsk)*. Ed. by A.V. Ermolin. Troitsk: South Ural State Agrarian University, Institute of Veterinary Medicine, 1999. pp. 96-99.
8. Selifonova E.Yu., Maslyuk A.N. Composition and nutritional value of dry industrial dog food // *Youth and Science*. 2017. № 4. pp. 24-27.
9. Khokhrin S.N., Ryzhkov K.A., Lunegova I.V. Dog feeding. SPb.: Lan, 2015. 287 p.
10. Khrundin D.V., Khabibullin R.E., Yezhikova G.O. Feed for unproductive animals: problems and prospects // *Kazan Bulletin of the Technological University*. 2016. Vol. 19. № 19. pp. 161-163.
11. Anater A., Manyes L., Meca G., Ferrer E., Bittencourt F., Turra C., Font G. Mycotoxins and their consequences in aquaculture: A review // *Aquaculture*. 2016. Vol. 451. pp. 1-10.
12. Grenier B., Oswald I. Mycotoxin co-contamination of food and feed: meta-analysis of publications describing toxicological interactions // *World mycotoxin journal*. 2011. Vol. 4. № 3. pp. 285-313.
13. Kosicki R., Błajet-Kosicka A., Grajewski J., Twarużek M. Multiannual mycotoxin survey in feed materials and feedingstuffs // *Animal feed science and technology*. 2016. Vol. 215. pp. 165-180.
14. Skinke L., Yanuskevicius A. Prospect of use of nutrients fiber, applying different feeding manners, to reduce obesity in dogs // *Veterinarija ir zootechnika*. 2015. № 71. pp. 52-60.

Печатное издание «Хлебопечение России»
Том 68 (2024). № 5

ISSN 2073-3569

Реестровая запись о регистрации 014330 от 10.01.1996г.
Зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и
массовых коммуникаций (Роскомнадзор).

Издание включено в Перечень рецензируемых научных изданий, рекомендованных ВАК и Российский
индекс научного цитирования.

Рукописи подвергаются редакционной обработке. Точки зрения авторов и редакционной коллегии могут
не совпадать. Авторы публикуемых материалов несут ответственность за их научную достоверность.

Адрес редакции: 109028, г. Москва, а/я 50, Российский Союз пекарей
е-mail: xcleb-vak@mail.ru, <https://hbreview.ru>

Подписано к размещению 15.10.2024.
Отпечатано в типографии ОО «Российский союз пекарей», 109028, г. Москва, а/я 50.
Подписано в печать 15.03.2024. Тираж 300 экз. Формат А4. Свободная цена.

© Учредитель ОО «Российский союз пекарей», 2024

Printed edition «Bakery of Russia»
Volume 68 (2024). Issue 5

ISSN 2073-3569

Registry record of registration 014330 dated 10.01.1996r.
Registered by the Federal Service for Supervision of Communications, Information Technology and Mass
Communications (Roskomnadzor).

The edition is included into The List of The Reviewed Scientific Publications recommended by The Highest
Certifying Commission and The Russian Index of Scientific Citing.

Manuscripts are exposed to editorial processing. The points of view of authors and an editorial board can not
coincide. Authors of the published materials bear responsibility for their scientific reliability.

Address of the editorial office: 109028, Moscow, a/ya 50, Russian Union of Bakers
е-mail: xcleb-vak@mail.ru, <https://hbreview.ru>

Signed for placement on 15.10.2024.
Printed at the printing house of the NGO «Russian Bakers Union», 109028, Moscow, P.O. Box 50.
Signed for printing on 15.03.2024. Print run of 300 copies. A4 format. Free price.

© Founder NGO «Russian Bakers Union», 2024