

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный аграрный университет
имени императора Петра I»

На правах рукописи



ПИЛЯКИНА ВЕРОНИКА ДМИТРИЕВНА

**ПРИМЕНЕНИЕ ЭКСТРУДАТОВ ВЫСОКОБЕЛКОВОГО
РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ В ТЕХНОЛОГИИ ОБОГАЩЕННОГО ХЛЕБА**

Специальность: 4.3.3 Пищевые системы

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук

Научный руководитель:
доктор технических наук, профессор
Дерканосова Наталья Митрофановна

Воронеж 2025

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
Глава 1. Обогащенные хлебобулочные изделия: рынок, тенденции, обогащающие ингредиенты.....	9
1.1. Региональный рынок муки и продукции на ее основе	9
1.2. Основные направления обогащения продуктов питания	18
1.3. Способы обогащения хлебобулочных изделий.....	22
Глава 2. Объекты и методы исследований.....	32
2.1. Схема исследований.....	32
2.2. Сырье, используемое для проведения исследований.....	34
2.3. Методы оценки состава и свойств муки из экструдата.....	37
2.4. Методы приготовления хлебобулочных изделий и оценки их свойств	38
2.5. Методы маркетинговых исследований.....	45
2.6. Методы математической обработки.....	45
Глава 3. Оценка потенциала высокобелковых экструдатов в технологии обогащенного хлеба.....	46
3.1. Изучение лояльности потребителей к обогащенным хлебобулочным изделиям.....	46
3.2. Характеристика экструдатов из высокобелковых культур.....	53
3.3. Анализ биологической ценности белка муки из экструдатов	56
3.4. Исследование хлебопекарных свойств мучных смесей.....	64
3.5. Моделирование структуры обогащающей мучной смеси.....	72
3.6. Изучение влияния обогащающей добавки из экструдатов высокобелковых культур на биотехнологические процессы созревания теста.....	82
3.7. Изучение потребительских свойств, пищевой ценности хлеба с обогащающей смесью из экструдатов высокобелковых культур.....	85
3.8. Оценка пищевой и биологической ценности хлеба с обогащающей добавкой из экструдатов высокобелковых культур.....	93

3.9.	Влияние условий хранения на качество обогащенного хлеба.....	102
3.10.	Расчет экономической эффективности способа получения хлеба белого обогащенного.....	107
	Выводы.....	110
	Список использованных источников	113
	Приложение 1. Анкета определения потребительских предпочтений к обогащенным хлебобулочным изделиям.....	151
	Приложение 2. Нормативная документация на исследуемые виды муки	156
	Приложение 3. Акты испытаний способов получения муки из экструдатов высокобелковых культур.....	160
	Приложение 4. Нормативная документация на хлеб белый обогащенный.....	168
	Приложение 5. Акт испытаний способа приготовления хлеба белого обогащенного.....	169
	Приложение 6. Апробация результатов исследований.....	173

ВВЕДЕНИЕ

В современных условиях приоритетным направлением государственной политики Российской Федерации является обеспечение системы здорового питания населения страны. В России ощущается дефицит пищевого белка, недостаток которого, вероятно, сохранится в ближайшие годы. Одним из путей восполнения дефицита белка и физиологически ценных ингредиентов в пище является повышение эффективности использования сырьевых ресурсов за счет привлечения для выработки пищевых продуктов новых компонентов, отличающихся нутриентным составом. Для решения проблем сбалансированности питания необходима и разработка инновационных технологий продуктов питания, обогащенных ингредиентами, максимально удовлетворяющими потребности организма человека. При этом целесообразно обогащать продукты, входящие в повседневные рационы питания. Одной из групп таких продуктов являются хлебобулочные изделия - традиционные, наиболее доступные и хорошо усвояемые продукты питания. Значительный вклад в решение проблемы обогащения хлебобулочных изделий внесли Л.П.Пащенко, В.Я.Черных, Ю.Ф.Росляков, С.Я.Корячкина, Е.А.Кузнецова, Н.В. Лабутина, Г.О.Магомедов, И.М.Жаркова, И.Г.Белявская, И.А.Никитин, Н.А.Березина и многие другие ученые. Однако в настоящее время потребительский рынок, по-прежнему, не обеспечивает запросы населения в продуктах питания, в полной мере поддерживающих здоровье населения. Что обуславливает целесообразность продолжения исследований в этом направлении. Кроме того, важным аспектом решения этой проблемы является возможность ее практической реализации. В связи с чем, существует запрос на обогащающие ингредиенты отечественного происхождения, доступные, идентифицируемые и обладающие как технологическими, так и нутриетными достоинствами.

Работа проводилась в рамках госбюджетной научно-исследовательской темы кафедры товароведения и экспертизы товаров ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ «Использование потенциала сельскохозяйственного сырья для разработки

технологий пищевых продуктов с улучшенными характеристиками, специализированного и функционального назначения».

Диссертация соответствует пунктам 4, 11, 13, 19 паспорта научной специальности 4.3.3. Пищевые системы.

Цель и задачи исследования. Комплексная оценка обогащающего потенциала высокобелкового сырья растительного происхождения в технологии хлеба с повышенной биологической ценностью посредством изучения свойств сырья и моделирования структуры обогащающей смеси

Задачи, решаемые в рамках поставленной цели:

- изучение перспективных направлений обогащения хлебобулочных изделий на основе исследований предпочтений потребителей относительно хлебобулочных изделий с направленно измененным составом;
- определение и сравнительный анализ нутриентного состава муки, полученной из экструдатов высокобелковых культур: сои сорта Опус, нута сорта Приво 1, амаранта сорта Универсал и люпина сорта Дега;
- изучение влияния муки из экструдатов высокобелковых культур на хлебопекарные свойства муки пшеничной хлебопекарной;
- математическое моделирование состава биологически ценного обогащающего ингредиента из смеси муки из экструдатов высокобелковых культур;
- исследование влияния обогащающего ингредиента из смеси муки из экструдатов высокобелковых культур на биотехнологические процессы созревания теста;
- исследование потребительских характеристик хлеба, обогащенного смесью экструдатов высокобелковых культур, определение параметров его хранения;
- разработка нормативной документации на продукты переработки высокобелковых культур и хлеба с высокобелковой обогащающей добавкой;
- апробация рецептурного состава и способа получения хлеба белого, обогащенного смесью экструдатов высокобелковых культур, в опытно-

промышленных условиях.

Научная новизна. Проведена комплексная экспериментальная и теоретическая оценка функционально - технологического и нутриентного потенциала муки и обогащающей смеси из экструдата сои сорта Опус, нута сорта Приво 1, амаранта сорта Универсал и люпина сорта Дега с позиций применения в технологии обогащенного хлеба из сортовой пшеничной муки:

- определены предпочтения потребителей в отношении обогащенного хлеба и обогащающих ингредиентов;

- изучен комплекс характеристик муки из экструдатов сои сорта Опус, нута сорта Приво 1, амаранта сорта Универсал и люпина сорта Дега, включая оценку качества белка;

- установлено влияние муки из экструдатов высокобелковых культур на хлебопекарные свойства сортовой пшеничной муки;

- предложен математический инструментарий для проектирования состава композитной смеси для производства обогащенного сбалансированным белком хлеба;

- установлены закономерности биотехнологических процессов формирования качества хлеба с обогащающим ингредиентом;

- установлено влияние высокобелковой обогащающей добавки на нутриентный состав хлеба из сортовой пшеничной муки.

Практическая значимость работы. В результате проведенных исследований:

- обоснована перспективность использования экструдатов сои сорта Опус, нута сорта Приво 1, амаранта сорта Универсал, а также люпина сорта Дега в качестве обогащающих ингредиентов хлебобулочных изделий;

- разработана и утверждена нормативная документация на муку из экструдата сои (ТУ 10.61.22-010-00492894-2024 от 04.03.2024 г.), муку из экструдата нута (ТУ 10.61.22-009-00492894-2024 от 04.03.2024 г.), муку из экструдата амаранта (СТО 00492894-004-2020 от 21.01.2020 г.), муку из экструдата люпина (ТУ 10.61.22-001-00492894-2025 от 01.03.2025 г.);

- проведена опытно-промышленная апробация способов получения высокобелковых ингредиентов в условиях учебно-научно-производственного комплекса «Агропереработка» ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, обогащенного хлеба – в условиях ОСП ООО «Европа» гипермаркет «Европа-53» г. Воронеж;
- апробирован состав обогащающей смеси повышенной биологической ценности из экструдатов сои, нута, люпина в технологии хлеба;
- разработан рецептурный состав белого обогащенного. На хлеб белый обогащенный разработана и утверждена нормативная документация (ТУ 10.71.11-007-00492894-2025 от 07.07.2025 г.).

Положения, выносимые на защиту. Теоретическое и экспериментальное обоснование применения смеси из экструдата сои сорта Опус, нута сорта Приво 1 и люпина сорта Дега, как высокобелкового обогащающего ингредиента.

Выбор математического инструментария для проектирования сбалансированного по качеству белка состава обогащающей смеси для производства хлеба.

Результаты проектирования рецептурного состава обогащенного хлеба, идентификация его состава, как обогащенного продукта.

Апробация работы. Основные положения диссертационной работы докладывались и обсуждались на научных и научно-практических конференциях различного уровня:

Студенческой научной конференции «Молодежный вектор развития аграрной науки», г. Воронеж, 2017 г., международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы пищевой промышленности и общественного питания», г. Екатеринбург, 2017 г., XI международной научно-практической конференции молодых ученых. «Инновационные тенденции развития российской науки», г. Красноярск, 2018 г., V международной конференции в области товароведения и экспертизы товаров «Проблемы идентификации, качества и конкурентоспособности потребительских товаров», г. Курск, 2017 г., II международной научно-практической интернет-конференции «Научные исследования - сельскохозяйственному производству. Материалы» г. Орел, 2023 г.,

международной научно-практической конференции, посвященной 300-летию Российской академии наук «Современные задачи и перспективные направления инновационного развития аграрной науки», г. Курган, 2024 г., XX международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы развития хозяйствующих субъектов, территорий и систем регионального и муниципального управления», г. Воронеж, 2025 г.

Публикации. По теме диссертационной работы опубликовано 16 работ, в том числе 4 в периодических изданиях, рекомендуемых ВАК.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, обзора литературных источников, экспериментальной части, выводов, списка использованной литературы и приложений. Работа изложена на 150 страницах основного текста, содержит 6 приложений, иллюстрирована 56 рисунками и 35 таблицами. Список литературы включает 310 наименований, в том числе 19 иностранных источника.

ГЛАВА 1. ОБОГАЩЕННЫЕ ХЛЕБОБУЛОЧНЫЕ ИЗДЕЛИЯ: РЫНОК, ТЕНДЕНЦИИ, ОБОГАЩАЮЩИЕ ИНГРЕДИЕНТЫ

1.1. Региональный рынок муки и продукции на ее основе

Большие объемы выращивания зерновых и зернобобовых культур в регионе обуславливают значительный масштаб производства муки из зерновых культур, по этому показателю Воронежская область традиционно входит в ТОП-5 среди областей Центрального федерального округа. Так, в 2021 году было произведено муки из зерновых культур 237,9 тыс. тонн. Более 90 процентов из нее составляет пшеничная и ржаная мука. Укрепление и расширение сырьевой базы служит основой для дальнейшего развития хлебопечения и производства мучных кондитерских изделий (табл. 1).

Таблица 1 - Производство муки и продуктов питания на ее основе

	2018г.	2019г.	2020г.	2021г.	2022 г.	2022 г. в % к 2021 г.
Мука из зерновых, овощных и других растительных культур, смеси из них, тонн из нее:	213389,6	218746,0	238819,3	237928,2	254521,2	107,0
мука пшеничная и пшенично-ржаная, тонн	195960,9	201406,5	213803,6	214478,0	230850,3	107,6
мука из прочих зерновых культур, тонн	17402,3	17317,3	24997,1	23387,8	23471,6	100,4
Изделия хлебобулочные недлительного хранения, тонн из них:	87455,5	88891,5	80633,8	79831,6	82449,6	103,3
хлеб недлительного хранения, тонн	57467,6	62815,1	57273,2	51910,6	55740,6	107,4
булочные изделия недлительного хранения, тонн	23004,4	18528,3	16384,8	21285,7	20854,5	98,0
изделия хлебобулочные сдобные, тонн	4648,1	4857,4	3853,3	3277,0	2984,0	91,1
Кондитерские изделия, тонн в том числе:	295447,0	343780,0	345214,4	363514,7	319639,6	87,9
изделия мучные кондитерские, торты и пирожные недлительного хранения, тонн из них:	8739,7	6403,3	5788,0	8081,7	8937,3	110,6
торты, тонн	6941,5	5084,7	3803,5	4991,4	5015,3	100,5
пирожные, тонн	1770,8	1192,0	1817,8	2860,5	3730,5	130,4
печенье и пряники имбирные и аналогичные изделия, печенье сладкое, вафли и вафельные облатки, торты и пирожные длительного хранения, тонн	134125,1	172583,4	183979,5	189551,5	179849,1	94,9

Мощности существующих в регионе предприятий по выпуску хлебобулочных и мучных кондитерских изделий задействованы далеко не полностью, что подтверждает возможности региона в расширении как

ассортиментной линейки продукции, в том числе обогащенной, так и ее объемов (табл. 2).

Таблица 2 - Использование среднегодовой мощности организаций по выпуску отдельных видов продукции, %

Наименование продукции	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Мука из зерновых культур, овощных и других растительных культур, смеси из них	48,2	64,2	63,9	61,8	63,3	52,3
Изделия хлебобулочные недлительного хранения	41,1	74,3	70,4	72,3	77,3	97,5

Изменения продажи хлеба и хлебобулочных изделий в организациях розничной торговли, не относящихся к субъектам малого предпринимательства, расположенных на территории Российской Федерации представлены в таблице 3.

Таблица 3 - Изменения продажи хлеба и хлебобулочных изделий к соответствующему периоду предыдущего года (в сопоставимых ценах), %

Год	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
2010	92,3	99,5	106,3	102,8	101,9	97,5	102,2	98,8	95,5	104,8	96,8	111,7
2011	95,9	102,5	108,3	102,0	100,5	95,9	98,9	105,9	100,0	104,3	95,9	106,6
2012	93,5	99,6	107,6	98,8	101,3	97,6	99,5	101,1	99,3	104,4	94,6	110,4
2013	92,6	94,6	108,0	100,1	108,3	92,7	102,0	100,7	99,0	102,6	98,2	108,2
2014	92,6	96,6	109,6	103,2	98,8	97,3	102,1	100,1	100,2	102,2	94,6	106,8
2015	90,7	93,8	117,3	102,5	97,6	96,3	103,6	99,9	98,8	102,9	96,7	104,5
2016	97,1	99,0	104,7	108,6	96,7	95,7	100,8	101,7	99,8	100,9	96,9	105,6
2017	87,9	96,5	110,2	104,5	96,5	99,3	102,4	100,0	101,9	103,0	96,2	108,8
2018	89,9	98,5	111,4	103,4	97,1	97,4	99,0	103,8	100,0	103,5	97,0	106,7
2019	91,2	95,7	110,4	102,7	97,8	96,5	104,0	98,9	98,8	101,6	97,7	106,5
2020	95,7	96,0	112,8	93,8	97,6	98,3	105,6	99,5	99,7	103,1	95,3	109,0
2021	93,5	96,5	110,5	105,5	98,1	95,8	103,2	103,2	99,8	103,5	94,2	108,2
2022	88,7	94,1	112,4	106,3	97,0	94,5	101,4	100,7	103,2	102,1	96,0	107,2
2023	86,0	93,9	113,5	106,4	97,1	97,7	101,4	101,9	101,8	102,6	95,7	107,8
2024	91,4	97,9	105,4	102,8	108,1	88,7	103,1	103,3	99,7	103,5	96,8	106,4

На основании данных из таблицы 3 можно сказать, что объёмы розничных продаж довольно стабильны как в течении года, так и на протяжении нескольких лет. Однако заметны закономерные повышения продаж в определенные периоды, например, в марте, апреле и декабре. Вероятно, данное увеличение объемов продаж связано с дополнительными выходными и массовым торжественными мероприятиями в России.

Динамика средних потребительских цен на хлеб и булочные изделия из пшеничной муки различных сортов по Российской Федерации в 1998-2024 гг. представлена на рисунке 1.

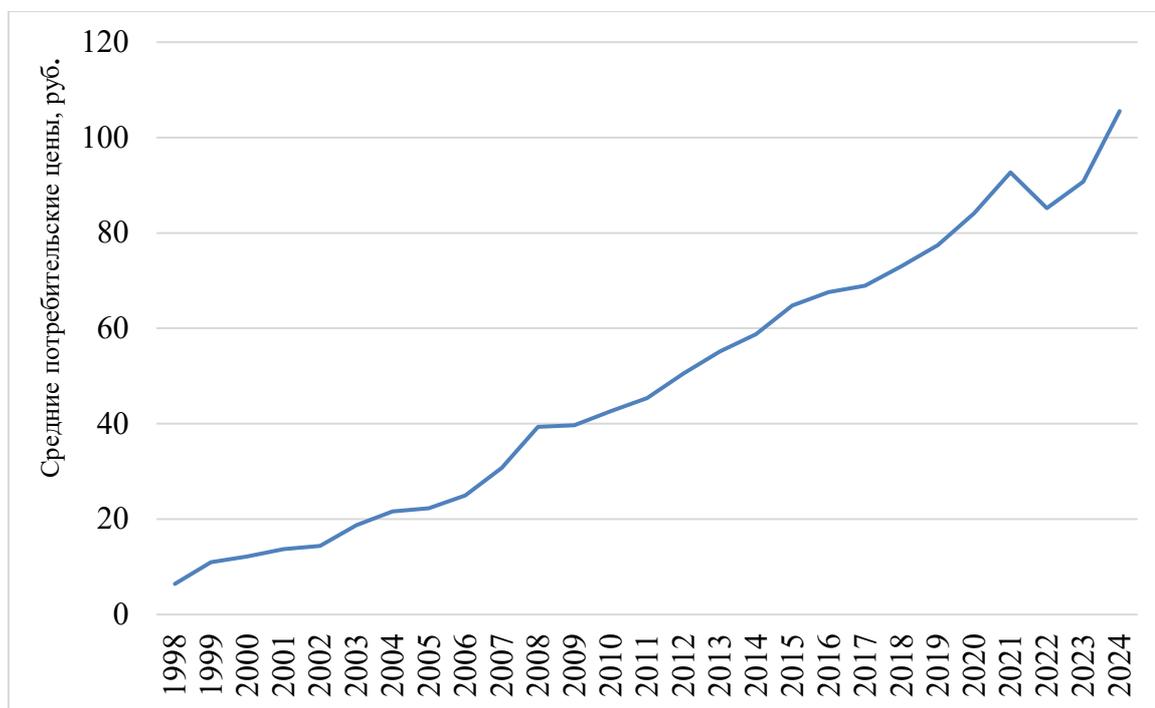


Рисунок 1 - Средние потребительские цены на хлеб и булочные изделия из пшеничной муки различных сортов (на конец года, рублей за кг, в масштабе цен соответствующих лет)

Рост стоимости хлеба закономерен и ожидаем, так как цены зависят от инфляции, и соответственно от повышения всех составляющих цены (таб.4): стоимости сырья, расходов на производство, налогов, транспортных расходов и оборота сферы обращения. Средняя цена за 1 кг хлеба и булочных изделий в России на конец 2024 года составила 105,6 руб.

Средние потребительские цены на хлебобулочные и макаронные изделия в Воронежской области с 2020 до 2025 гг. на январь каждого года представлены в рисунке 2.

Как и на территории РФ в целом, так и в Воронежской области отмечается ежегодный рост цен на мучные изделия в среднем на 12,1 %. Наиболее интенсивное подорожание наблюдается на макаронные изделия, которое составляет 13,2 %. Самые высокие цены на булочные изделия сдобные, средняя стоимость 1 кг которых в январе 2025 года составила 323,38 руб.

Таблица 4 - Структура розничных цен на хлебобулочные изделия в 2023 г.,
(на конец года, в процентах к розничной цене)

Наименование продукции	Стоимость сырья и основных материалов	Расходы на производство, включая коммерческие расходы	Полная себестоимость единицы продукции	Прибыль (+), убыток (-) промышленных предприятий	НДС, акцизы и другие налоги	Отпускная цена с НДС и другим и налогами	Плата за доставку продукции покупателям, осуществляемую перерабатывающим предприятием	Оборот сферы обращения
Хлеб и булочные изделия из пшеничной муки различных сортов	24,31	41,59	65,90	6,16	6,40	78,47	0,61	20,92
Хлеб из ржаной муки и из смеси муки ржаной и пшеничной	20,71	38,24	58,94	-0,60	5,10	63,45	0,64	35,92

Наибольшую долю в цене готовых изделий занимают расходы на производство и оборот сферы обращения.

Объем розничной торговли хлебом и хлебобулочными изделиями на территории ЦФО и Воронежской области в денежном выражении за 2020 - 2024 гг. представлен на рисунке 3.

В среднем доля розничной торговли хлебом и хлебобулочными изделиями Воронежской области занимает 4,5 % от продаж в ЦФО, что в денежном выражении составляет 30,4 млрд руб. Показатель розничной торговли в денежном выражении в 2024 г. относительно 2020 г. увеличился на 71,5 % и 76,2 % в ЦФО и Воронежской области соответственно. Однако данное увеличение обусловлено не увеличением объема продаж в натуральном выражении, а повышением стоимости хлебобулочных изделий.



Рисунок 2 - Средние потребительские цены на мучные изделия, руб./кг

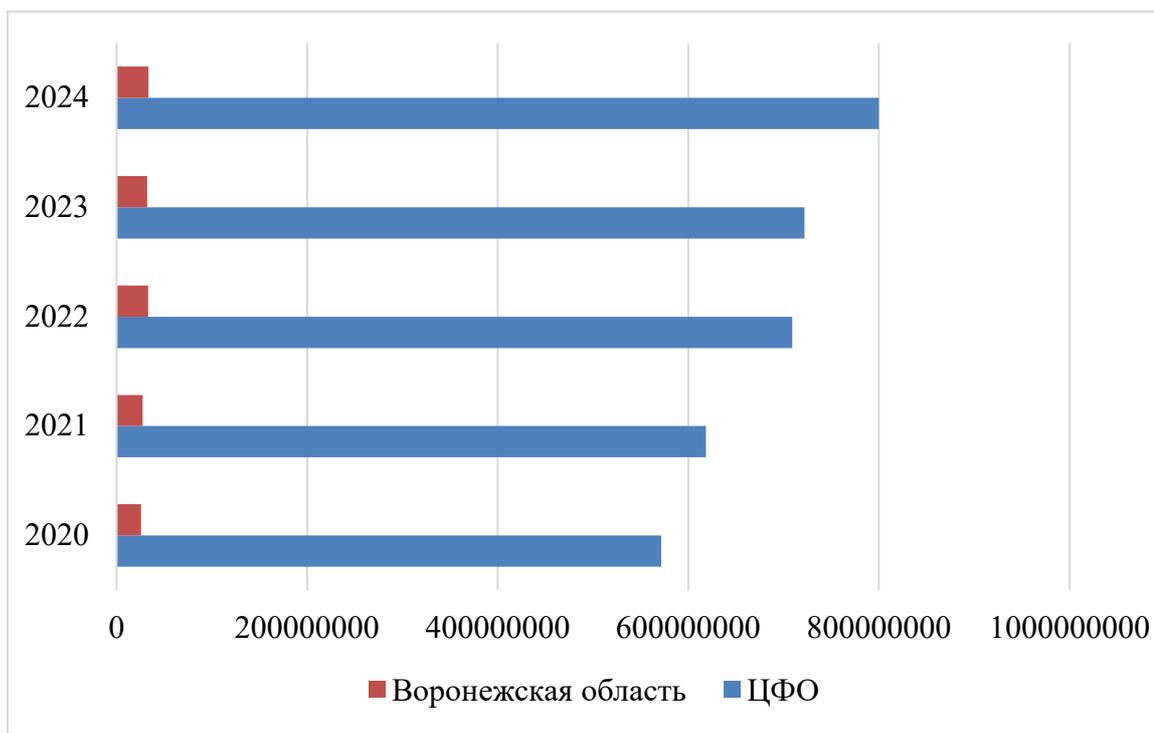


Рисунок 3 - Розничная торговля хлебом и хлебобулочными изделиями 2020 - 2024 гг. (тыс. руб.)

Потребление продуктов на зерновой основе (хлеб и макаронные изделия в пересчете на муку, мука, крупа и бобовые) на душу населения по Российской Федерации отражено на рисунке 4.

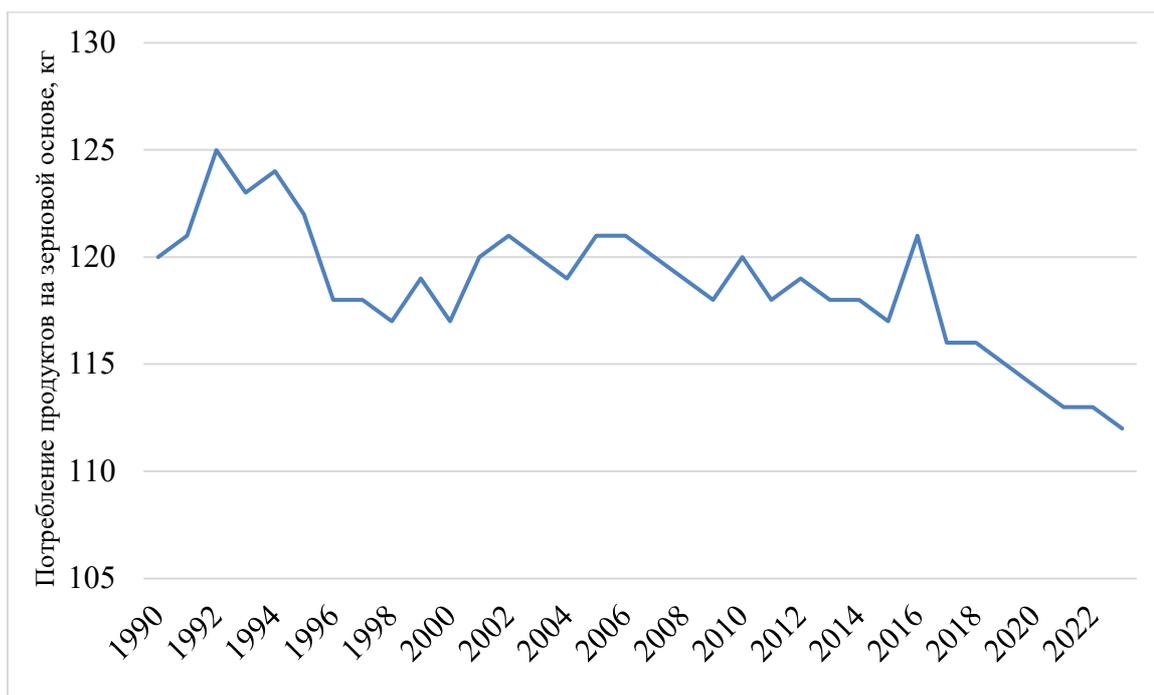


Рисунок 4 - Потребление продуктов на зерновой основе по Российской Федерации
(на душу населения в год, кг)

Снижение потребления продуктов на зерновой основе среди россиян вероятнее всего вызвано стремлением к ведению здорового образа жизни и переходом на диетическое, легкое, здоровое питание.

Потребление продуктов на зерновой основе в Воронежской области выше среднероссийского показателя и близко к рекомендованным нормам потребления, утвержденным приказом Минздрава России от 19.08.2016 года N 614 (ред. от 30.12.2022) «Об утверждении рекомендаций по рациональным нормам потребления пищевых продуктов, отвечающих современным требованиям здорового питания». Согласно этим нормам количество употребляемых продуктов на зерновой основе должно составлять 97 кг на человека в год. По данным выборочного обследования бюджетов домашних хозяйств, в Воронежской области потребление продуктов на зерновой основе в среднем на одного члена домохозяйства в 2022 году составило 96,2 кг и снизилось по сравнению с 2017 годом на 4,5%.

Среди продуктов на зерновой основе хлеб и хлебобулочные изделия из различных сортов муки занимают лидирующие позиции. В структуре потребления продуктов на зерновой основе в Воронежской области хлеб из ржаной муки, смеси

разных видов муки, обогащенный различными добавками, занимал первое место, как в городской, так и в сельской местности. По данным выборочного обследования бюджетов домашних хозяйств, в 2022 году потребление такого хлеба в среднем на одного респондента составило 32,9 кг. Члены домохозяйств, расположенных в сельской местности, потребляли ржаного хлеба и хлеба из смеси ржаной и пшеничной муки больше, чем городские жители. На одного сельского жителя в среднем приходилось 36,9 кг такого хлеба, городского – 30,9 кг. С 2017 до 2022 года потребление хлеба из ржаной муки, смеси разных видов муки, обогащенного различными добавками выросло на 6,2%. Хлеб из пшеничной муки пользовался меньшей популярностью среди жителей Воронежской области. В прошедшем году в среднем каждый житель нашего региона употребил 24 кг пшеничного хлеба: городские жители – 24,3 кг, сельские – 23,3. [202]

Структура расходов домашних хозяйств Воронежской области на покупку продуктов питания представлена на рисунке 5.

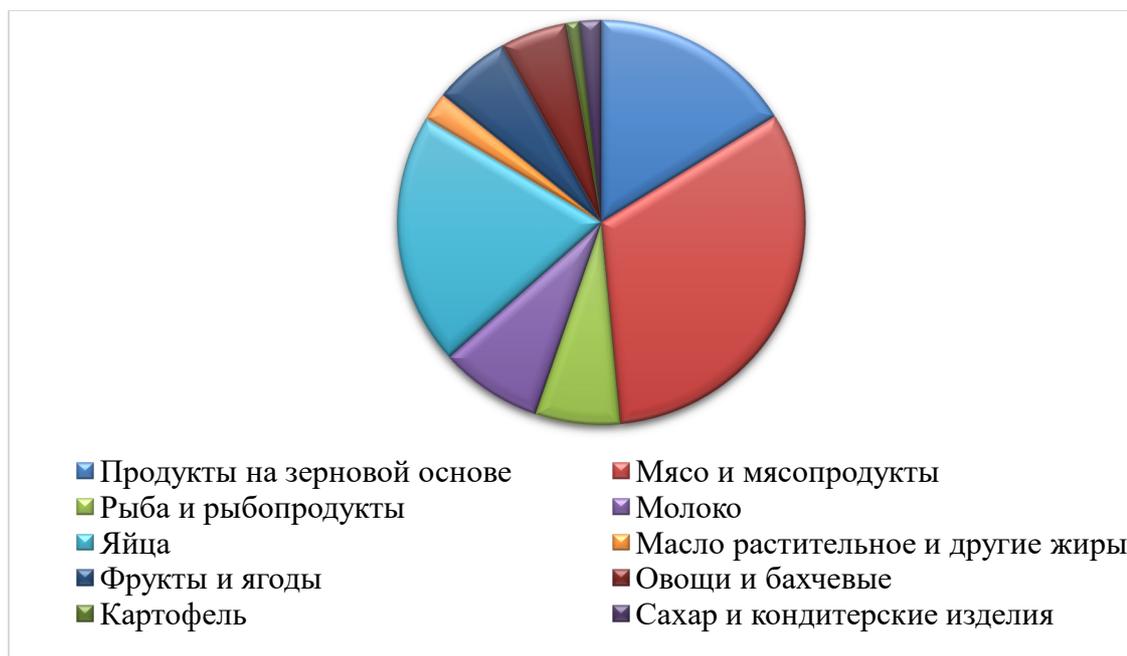


Рисунок 5 - Структура расходов домашних хозяйств Воронежской области на покупку продуктов питания

Продукты на зерновой основе занимают долю в размере 15,1 % от расходов жителей Воронежской области на покупку продуктов питания. Учитывая невысокую стоимость товаров данной категории, можно утверждать, что продукты на зерновой основе занимают довольно крупную долю в рационе Воронежцев и

жителей области.

В настоящее время проблеме здорового питания уделяется все большее внимание, поэтому функциональные пищевые продукты, поддерживающие здоровье, становятся более востребованными [295-297, 299, 300]. Детальных исследований по производству и потреблению хлебобулочных изделий функционального назначения в разрезе региона не проводилась. Учитывая в целом аналогичность региональных и общих трендов в части потребления хлебобулочных изделий, обратимся к информации в целом по стране.

Ассортимент функциональных пищевых продуктов, реализуемых на российском рынке, представлен на рисунке 6.

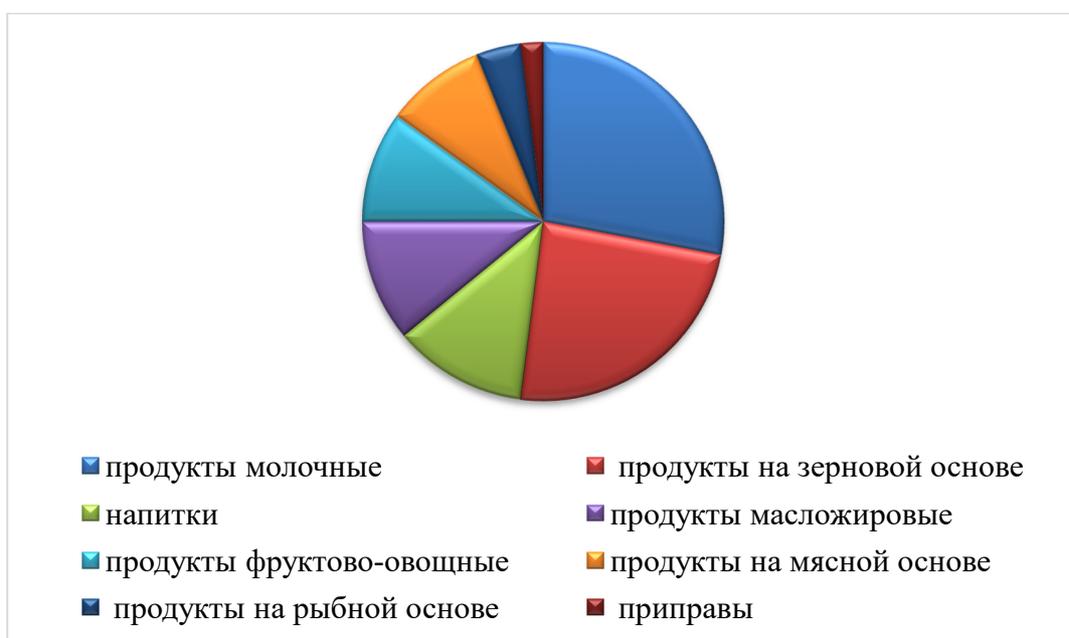


Рисунок 6 - Ассортимент функциональных пищевых продуктов

Анализ ассортимента функциональных пищевых продуктов, представленных на российском рынке, свидетельствует, что потребительский рынок формируется следующими группами: продукты молочные, продукты на зерновой основе, напитки, продукты масложировые, продукты фруктово-овощные, продукты на мясной основе, продукты на рыбной основе, приправы. При этом наиболее представленными в торговых сетях являются две группы - продукты молочные и продукты на зерновой основе. Молочные продукты и продукты на зерновой основе, в том числе хлебобулочные и мучные кондитерские изделия, доминируют на российском рынке функциональных пищевых продуктов, суммарно составляя

более 50% [285].

Данные по распределению объема производства функциональных (обогащенных) хлебобулочных изделий приведены на рисунке 7 [285].



Рисунок 7 – Структура производства обогащенных хлебобулочных изделий в РФ

Анализ данных, представленных на рис. 7 показал, что наибольшую долю на потребительском рынке функциональных хлебобулочных изделий в России занимают йодированные, с повышенным содержанием пищевых волокон, обогащенные витаминами и минеральными веществами.

Таким образом, региональный рынок продуктов на зерновой основе определяется существенным производством зерновых культур в Воронежской области и в целом соответствует общероссийским трендам. Хлебобулочные изделия, несмотря на снижение уровня их потребления, по-прежнему остаются в ежедневном рационе россиян. При этом входят в лидирующую группу пищевых продуктов, состав которых направленно корректируется. Обогащающие ингредиенты хлебобулочных изделий включают витамины и минеральные вещества, пищевые волокна и белок.

1.2. Основные направления обогащения продуктов питания

В соответствии с Доктриной продовольственной безопасности РФ население

необходимо обеспечить пищевыми продуктами согласно требованиям рационального питания [78]. Серьезную озабоченность вызывает современная структура питания, которая отличается избытком в рационе холестерина, транс-жиров, простых углеводов, поваренной соли [284]. Вместе с этим наблюдается дефицит таких принципиально важных составляющих, как биологически активные и минеральные вещества, полноценные белки, клетчатка, в связи с недостаточным потреблением плодоовощной, цельнозерновой продукции, что обуславливает неблагоприятную динамику здоровья детского и взрослого населения.

Одной из глобальных проблем является дефицит пищевого белка. По данным Института питания РАМН, начиная с 1992 г. в России потребление белковых продуктов снизилось на 25-35 % и соответственно увеличилось потребление углеводсодержащей пищи. Среднедушевое потребление белка уменьшилось на 17-22 %: с 47,5 до 38,8 г/сутки белка животного происхождения (49 % против 55 % рекомендуемых). В семьях с низким доходом потребление общего белка в сутки не превышает 29-40 г. По данным ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», ежегодный дефицит пищевого белка в России превышает 1 млн тонн [171].

Нутрициологи считают, что в этих условиях, помимо корректировки рационов питания, необходимо повышать степень информированности общества о правильных пищевых привычках, плюсах здорового питания, которое является самым недорогим и эффективным способом сохранить здоровье и продлить активный период жизни, за счет максимизации содержания питательных элементов обеспечить организму стабильность физического и психоэмоционального благополучия [298].

При этом одним из первоочередных путей решения этой задачи остается обогащение традиционных продуктов массового потребления нутриентами, имеющими специальные активные функциональные свойства и благоприятно влияющие на метаболизм в организме человека [301]. С этой точки зрения спрос на функциональные продукты питания на мировом и российском рынке быстро увеличивается.

В соответствии с ГОСТ Р 52349-2005 функциональным пищевым продуктом

является специальный пищевой продукт, предназначенный для систематического употребления в составе пищевых рационов всеми возрастными группами здорового населения, обладающий научно обоснованными и подтвержденными свойствами, снижающий риск развития заболеваний, связанных с питанием, предотвращающий дефицит или восполняющий имеющийся в организме человека дефицит питательных веществ, сохраняющий и улучшающий здоровье за счет наличия в его составе функциональных пищевых ингредиентов.

Группа функциональных пищевых продуктов включает три подгруппы:

- натуральный функциональный пищевой продукт - функциональный пищевой продукт, употребляемый в пищу в переработанном виде, содержащий в своем составе естественные функциональные пищевые ингредиенты исходного растительного и (или) животного сырья в количестве, составляющем в одной порции продукта не менее 15% от суточной потребности.

- пробиотический пищевой продукт - функциональный пищевой продукт, содержащий в качестве физиологически функционального пищевого ингредиента специально выделенные штаммы полезных для человека (непатогенных и нетоксикогенных) живых микроорганизмов, которые благоприятно воздействуют на организм человека через нормализацию микрофлоры пищеварительного тракта.

- обогащенный пищевой продукт - функциональный пищевой продукт, получаемый добавлением одного или нескольких функциональных пищевых ингредиентов к традиционным пищевым продуктам в количестве, обеспечивающем предотвращение или восполнение имеющегося в организме человека дефицита питательных веществ и (или) собственной микрофлоры. [55]

Функциональным пищевым ингредиентом являются живые микроорганизмы, вещество или комплекс веществ животного, растительного, микробиологического, минерального происхождения или идентичные натуральным, входящие в состав функционального пищевого продукта в количестве не менее 15% от суточной физиологической потребности, в расчете на одну порцию продукта, обладающие способностью оказывать научно обоснованный и подтвержденный эффект на одну или несколько физиологических

функций, процессы обмена веществ в организме человека при систематическом употреблении содержащего их функционального пищевого продукта [55].

Поиск и применение альтернативных источников сырья, позволяющих повысить пищевую ценность продуктов питания, является одной из актуальных задач, на решение которой направлены современные исследования во всем мире.

Развитие российского рынка обогащенных продуктов постепенно происходит за счет компаний, которые пытаются его адаптировать. При этом растительные обогащающие функциональные ингредиенты пользуются наибольшей популярностью.

Основными группами, для которых разрабатываются способы обогащения, являются мясные, рыбные, молочные, кондитерские, хлебобулочные изделия.

В группе продуктов переработки мяса, помимо комбинирования различных видов мяса, в состав вводят белковые растительные ингредиенты, такие как маш, соя, амарант, чечевица, горох. Это благоприятно сказывается на функционально-технологических характеристиках мясных изделий, на органолептических свойствах готового продукта, обогащает их биологически ценными веществами и делает более доступными населению [6, 7, 100, 119, 222, 231, 269, 271]. Также мясные продукты обогащают минеральными и витаминными ингредиентами, пищевыми волокнами, полинасыщенными жирными кислотами. В качестве добавок используют как привычные потребителям овощи, такие как репа, картофель, тыква, капуста брокколи и цветная, кольраби и другие, грибы, ягоды, фрукты, орехи, крупы, семена льна, кунжута, так и довольно редкие для пищевой отрасли ингредиенты: папоротник, арония черноплодная, дикорастущие растения различных регионов, водоросли (ламинария и спирулина) [38, 67, 134, 141, 142, 161, 169, 170, 208, 244, 246-248, 266, 272, 280-282]. Некоторые пищевые ингредиенты в мясной группе позволяют снизить себестоимости изделий без значительных потерь пищевой ценности. Помимо растительных компонентов в литературе встречаются примеры использования в технологии колбасных изделий мяса рыб, что позволяет расширить и сбалансировать его по белкам, жирам, аминокислотам, витаминам, макро- и микроэлементам [245].

Аналогично мясным продуктам, активно ведется разработка улучшенных продуктов из рыбы. Наиболее распространенными направлениями являются обогащение овощным и крупяным сырьем [5, 79, 133]. Но бобовые, масленичные культуры и крупы также внедряют в рецептуры изделий [106, 110, 133, 275], встречается информация о применении плодов и ягод [106].

Ученые ведут исследования, направленные на повышение биологической ценности молочной продукции. Кисломолочные напитки (кефир, ряженка, кисломолочный продукт «Снежок»), творожные продукты, различные сыры, йогурты из коровьего, козьего и иных видов молока обогащают, в основном, растительным сырьем. В рецептуры вносят семена льна, овсяные отруби и талкан, пшеничные, ржаные отруби, пюре чечевицы, орехи, продукты переработки амаранта, гороха, ягоды, фрукты, овощи и многое другое. Внесение растительных компонентов в молочные продукты позволяет повысить их пищевую ценность за счет обогащения пищевыми волокнами, минеральными веществами и витаминами [24, 36, 53, 82, 85, 90, 93, 94, 101, 204, 207, 213, 214, 221, 270, 273].

Формирование здорового типа питания предполагает увеличение выпуска функциональных, поликомпонентных, обогащенных, в том числе диетических, кондитерских изделий, со сниженным содержанием жира, насыщенных жирных кислот, сахара и поваренной соли. Сахаристые кондитерские изделия, отвечающих реалиям сегодняшнего дня, обогащают продуктами переработки фруктов и овощей, высокобелковых и масличных культур, круп, водорослей [15, 19, 26, 57, 65, 68, 87, 88, 99, 109, 120, 135, 180, 197, 201, 249, 250, 260, 267, 270].

Развитие мукомольной отрасли и связанных с ней отраслей пищевой индустрии, в первую очередь хлебопекарной и кондитерской, направлено на создание сбалансированных поликомпонентных пищевых систем, отвечающих современным требованиям нутрициологии. Пшеничная мука высшего сорта лишена многих ценных пищевых компонентов, которые удаляются в процессе ее получения на мукомольных предприятиях. Поскольку мучные изделия занимают значительную долю в рационе питания населения во всем мире, ее обогащение эссенциальными веществами, функциональными, биологически активными

соединениями - стратегически важное направление в создании продуктов категории «Здоровое питание» [45 - 47, 49].

Мучные кондитерские изделия обогащают продуктами переработки овощей [40, 130, 105], фруктов и ягод [70], белковыми культурами [118], продуктами переработки травянистых растений [132] и др.

Хлебобулочные изделия обогащают продуктами переработки различных круп, белковыми и масличными культурами [3, 4, 9, 16 - 18, 29, 30, 32, 33, 37, 72, 73, 77, 115, 288 - 291], фруктовыми и ягодными [42, 69, 107, 131], овощными добавками [64, 114], цветочными и травянистыми растениями [51, 63], водорослями [137] и др. Наиболее часто встречающиеся ингредиенты обогащенных макаронных изделий – гречневая мука, морковь, шелуха семян подорожника [92, 105]. Более подробно на способах обогащения хлебобулочных изделий остановимся в следующем разделе.

Спрос на обогащённую продукцию в России только набирает обороты, однако обогащенные продукты производятся в Российской Федерации, и многие компании уже реализуют эту продукцию на рынке. Так, компания ГК «ЭФКО», недавно запустившие новинки: хлебцы с увеличенным содержанием витаминов группы В и пищевыми волокнами, спред с витамином Е и фитостеринами, пасту с высоким содержанием белка и оптимальным сочетанием молочных и растительных белков, безмолочный напиток на основе овса и овсяных отрубей и др.

Помимо этого, внимание со стороны государства и массовость проводимых исследований доказывает актуальность проблемы обогащения пищевых продуктов и создает предпосылки научно-обоснованного подхода к их разработке.

1.3. Способы обогащения хлебобулочных изделий

Использование в рационе обогащенных пищевых продуктов становится нормой. Такие продукты появляются не только в специализированных магазинах, но и реализуются масс-маркетами. Один из таких высоко потребляемых продуктов – хлеб. Хлебобулочные изделия относятся к традиционным, наиболее доступным и хорошо усвояемым продуктам питания.

На сегодняшний день проведено множество исследований о пользе хлеба с добавлением пищевых ингредиентов различного генеза. На основании анализа научных публикаций можно сделать вывод, что наибольшую популярность в качестве обогащающих ингредиентов для хлеба и хлебобулочных изделий имеют добавки на основе сырья растительного происхождения. Перечень основных добавок, оказывающих многофакторное положительное влияние на потребительские характеристики готовых изделий, представлен на рисунке 8.

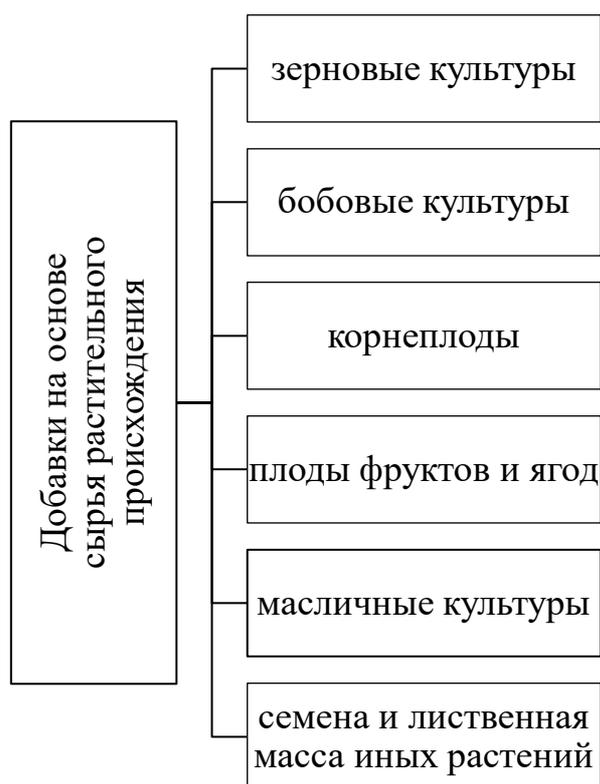


Рисунок 8 - Перечень основных обогащающих добавок хлебобулочных изделий

Так, например, в качестве обогащающего ингредиента выбирают различные продукты переработки следующих плодов фруктов и ягод. При внесении порошка голубики в рецептуру кекса повышается потребление населением биологически активных веществ. Росту содержания пищевых волокон в хлебцах способствует внесение в рецептуру высушенных выжимок яблок. Помимо этого, в литературе можно встретить позитивный опыт от обогащения хлебобулочных продуктов курагой, шиповником и др. [14, 15, 21, 50, 51, 62, 63]

В последнее время одной из тенденций хлебопечения является расширение

ассортимента называемых в ритейле десертных хлебов. Следуя этому направлению, можно не только улучшить вкусовые характеристики, но и обогатить состав готового продукта пищевыми волокнами. В качестве источника пищевых волокон целесообразно использовать сухофрукты (изюм, чернослив, курага) и орехи. В качестве примера рассмотрим экспериментальное апробирование производства хлеба из смеси «Совитал концентрат» (муки пшеничной хлебопекарной первого сорта, с добавлением чернослива, кураги, ореха миндального) в условиях производственно-технологической лаборатории Ставропольского ГАУ. Добавление такого десертного хлеба в ежедневный рацион способствует поступлению в организм растительной клетчатки, а также глюкозы и фруктозы вместе с минеральными компонентами. Употребление данного продукта улучшает настроение, подавляет депрессивное состояние, стимулирует омолаживающие процессы организма. [232]

Ученые Мичуринского ГАУ изучили возможность обогащения пшеничного хлеба глицериновым экстрактом плодов рябины обыкновенной. Однако, увеличение доли замены воды глицериновым экстрактом плодов рябины обыкновенной привело к значительному снижению пористости до 54,56 %. С увеличением замены воды глицериновым экстрактом наблюдали увеличение кислотности мякиша. Превышение порогового значения по кислотности мякиша наступало после внесения 40 % от объема воды экстракта. Внесение выше 80% от объема воды глицеринового экстракта приводило к превышению порогового значения содержания влаги в мякише. Высокую дегустационную оценку получили хлебобулочные изделия с заменой на 20 % и 40 % воды глицериновым экстрактом. Согласно полученным данным установлено, что 100 % замена воды на глицериновый экстракт рябины обыкновенной повлекла ухудшение внешнего вида хлебобулочного изделия и потемнение мякиша. Наибольшее содержание хлорогеновой и неохлорогеновой кислоты установлено при 100 % замене воды на глицериновой экстракт - 13,9 мг/100 г и 12,15 мг/100 г соответственно. Оптимальная доля замены воды глицериновым экстрактом составила 40 %, при которой физико-химические показатели хлебобулочного изделия соответствовали

нормативным актам, а сенсорные показатели имели высокие значения. Содержание хлорогеновой кислоты составило 6,15 мг/100 г, а неохлорогеновой - 5,45 мг/100 г. [37]

В Воронежском ГАУ проведена комплексная оценка влияния выжимок яблок, являющихся вторичным продуктом технологии сока прямого отжима и содержащих в % клетчатку – 14,3, гемицеллюлозу – 14,3, пектин – 13,9, в мг/100 г продукта кальций – 160, фосфор – 40, на качественные характеристики хлеба. По результатам исследований установлено, что только дозировка 5 % выжимок яблок может обеспечить близкие к контролю органолептические характеристики хлеба. При увеличении дозировки для достижения эффекта функциональности не стоит ожидать традиционной формы, структуры мякиша и других характеристик. [79]

В Уральском государственном экономическом университете также исследовали влияние натурального пектина яблочных выжимок, полученных после отжима сока из свежих яблок различных помологических сортов на формирование качества пшеничного хлеба. Добавление выжимок из яблок разных помологических сортов различными дозировками в рецептуру хлеба приводит к изменению органолептических показателей хлеба: усилению интенсивности цвета мякиша от светло-светло-желтого до желтого и появлению вкуса сдобности при увеличении дозировки с 2,5 до 7,5% к массе муки независимо от помологического сорта яблок. Увеличение дозировки яблочных выжимок снижает влажность мякиша на 1-2% и повышает кислотность хлеба - более высокие показатели (2,9-3,1 град.) установлены при добавлении яблочных выжимок из яблок помологического сорта Ренет Платона Симиренко. Показано, что обогащение пектиновыми веществами улучшает пористость хлеба, максимальные показатели (72-74%) выявлены при добавлении выжимок из яблок помологического сорта Ренет Платона Симиренко за счет повышенного содержания пектиновых веществ в яблочном сырье. Установлено, что по органолептическим и физико-химическим показателям обогащенные натуральным яблочным сырьем опытные образцы хлеба пшеничного высшего сорта соответствуют требованиям стандартов и имеют более высокие потребительские характеристики при увеличении дозировки яблочных

выжимок до 7,5% по сравнению с контрольными образцами хлеба, в рецептуре которых отсутствуют добавки яблочных выжимок. В целом не выявлено достоверной разности по результатам органолептической оценки в опытных образцах пшеничного хлеба в зависимости от помологического сорта яблок, в тоже время показано улучшение пористости в образцах хлеба, в рецептуру которых добавлены выжимки из яблок помологического сорта Ренет Платона Симиренко. [255]

Рекомендуют использовать в рецептурах хлеба и хлебобулочных изделий и продукты переработки овощей, таких как баклажан, тыква, морковь [2, 3, 48, 60].

Вторичное сырье от производства соков прямого отжима (выжимки) является хорошим источником природных биологически активных веществ, таких как витамины, антиоксиданты, минеральные вещества и пищевые волокна, которые содержатся в нем в легкоусвояемой форме, оптимальном количестве и соотношении для организма человека. Это доказывают исследования хлеба, рецептура которого разработана в рамках программы международной академической мобильности EU-programm Erasmus Mundus IAMONET RU Action 2 Partnerships на базе университета Хоэнхайм (г. Штутгарт, Германия), с использованием тыквенного порошка (5% в составе рецептуры). Данное изделие является функциональным по содержанию (более 15% от среднесуточной потребности) витамина Е, бета-каротина и характеризуется повышенным содержанием пищевых волокон. [182]

Группой ученых для производства булочной мелочи с улучшенными свойствами использовались сушеные овощи: морковь, сельдерей и свекла. Введение в рецептуру сушеных овощей не ухудшило основные показатели качества булочной мелочи. Разработанные рецептуры можно использовать на хлебопекарных предприятиях. По результатам исследований лучшим по органолептическим и физико-химическим свойствам оказался вариант с добавлением 5 % сушеной моркови. Введение в рецептуру булочной мелочи сушеной моркови благоприятно повлияло на пищевую ценность продукта. Увеличилось содержание пищевых волокон практически в 1,5 раза. Из

минеральных веществ добавка обогатила булочки железом, из витаминов - В-каротином и витамином А. Остальные показатели пищевой ценности остались на прежнем уровне либо незначительно повысились. [89]

Бобовые культуры нередко встречаются в научно-технической литературе в качестве обогащающего ингредиента изделий на основе муки [5, 7, 10, 11, 17, 24, 26, 27, 30, 32, 49]. Авторы разрабатывают рецептуры хлебобулочных изделий из нутовой мукой, так как она имеет самую высокую зольность среди всех нетрадиционных видов муки, следовательно, отличается повышенным минеральным составом, а также не содержит глютена. Для обогащения изделий маш, чечевицу, люпин, горох, фасоль, сою используют не только в качестве высокобелковых культур. Так, группа ученых в качестве обогащающего ингредиента пшенично-ржаных хлебобулочных изделий вносила муку соевой окары. Внесение 9% соевой окары взамен муки не снизило качество готовых изделий, при этом выход увеличился на 13,7%, а срок сохранности свежести – на 24 ч, содержание кальция и клетчатки повысилось на 20,3% и в 4 раза, соответственно. Кроме того, биологическая ценность хлеба возросла на 3%, а энергетическая ценность снизилась на 10%, по сравнению с контролем [25].

Учеными Российского биотехнологического университета разработана рецептура формового пшеничного хлеба с добавлением люпиновой муки. Установлено, что добавление люпиновой муки в количестве от 10 до 50 % к массе пшеничной муки высшего сорта ухудшало показатели качества хлеба. Выявлено, что наилучший показатель по качеству хлебобулочного изделия (удельному объему, пористости) имеют образцы хлеба при внесении люпиновой муки в количестве 2 % от массы пшеничной муки высшего сорта. При этом удельный объем хлеба с добавлением 2 % люпиновой муки составил 3,45 см³/г, а пористость - 81 %. Установлено, что биологическая ценность белковой составляющей пшеничного хлеба с добавлением 2 % люпиновой муки выше на 4 % по сравнению с контрольным образцом. [186]

Для исследования влияния наноструктурированных зерновых и бобовых культур на свойства теста из муки первого сорта в научно-исследовательской

лаборатории инженерного профиля «Наноинженерные методы исследований» была подобрана рецептура формового хлеба с внесением композитной смеси наноструктурированных зерновых и бобовых культур взамен пшеничной муки первого сорта в количестве 5, 10 и 15%. В качестве добавки использовались композитные смеси из зерновых и бобовых культур, составленные в соотношении: овес – 50 %, кукуруза – 30 %, горох – 20 %. Внесение 10% композитной смеси наноструктурированных зерновых и бобовых культур позволяет сохранить и повысить технологический потенциал и пищевую ценность готовых изделий без значительных ухудшений реологических свойств теста. [290]

Лен, кунжут и амарант являются довольно популярными среди функциональных пищевых ингредиентов. Хлебобулочные изделия с мукой из амаранта могут быть идентифицированы, как источник белка. Отличаются повышенным содержанием пищевых волокон и кальция. Изделия с продуктами переработки льна или кунжута – также могут являться источником белка и пищевых волокон. Помимо этого, лен богат α -линоленовой кислотой, а кунжут – уникальным витаминным и минеральным составом [11, 23, 41, 42, 45, 65].

В Кубанском государственном аграрном университет имени И. Т. Трубилина исследована возможность частичной замены муки пшеничной высшего сорта на льняную муку, богатую растительным белком, более сбалансированным по аминокислотам, омега-3, клетчаткой, витаминами, минеральными веществами, в рецептуре хлеба. Также изучены хлебопекарные свойства смеси пшеничной и льняной муки. Для оценки этих показателей использовали мучные смеси с частичной заменой пшеничной на льняную муку в количествах 5,0, 7,5%. Показатели сахаро- и газообразующей способности муки были на уровне контроля, которым служил образец муки пшеничной высшего сорта. Дальнейшее увеличение в смеси льняной муки приводило к снижению показателей, что нежелательно с точки зрения объемного выхода готового хлеба. Комплексный анализ полученных в ходе исследования данных, позволил сделать заключение, что льняная мука может быть использована в рецептуре хлеба в количестве 5,0% или 7,5% с целью его обогащения макро- и микронутриентами. Добавление в мучную смесь льняной

муки в обозначенных дозировках не влияет на технологический процесс брожения теста и объемный выход готовых изделий [203].

В РОСБИОТЕХ разработаны рецептура и технология бриоши из пшенично-льняно-рыжиковой муки, определены физико-химические и органолептические показатели пшенично-льняно-рыжиковой муки различного соотношения. Установлено, что наилучшими характеристиками обладает образец бриоши, приготовленный из композитной мучной смеси с содержанием льняно-рыжикового обогащающего компонента в количестве 15 %. Выявлено, что с увеличением количества льняно-рыжикового компонента в композитной мучной смеси для рецептуры бриоши происходит уменьшение пористости готового изделия на 4,6-18,3 %. При добавлении 5 и 20 % льняно-рыжиковой муки массовая доля влаги готового изделия снижается менее чем на 1 %, а при добавлении 10 и 15 % - повышается на 1-2 %. Определено, что с введением льняно-рыжиковой муки увеличивается содержание белков, жиров и незаменимых аминокислот в бриоши, при этом количество углеводов в изделии уменьшается. Установлено, что увеличение количества льняно-рыжикового компонента в композитной мучной пшенично-льняно-рыжиковой смеси приводит к повышению биологической и снижению энергетической ценности бриоши [95].

Специалистами Воронежского государственного университета инженерных технологий проведено исследование по определению влияния амарантовой муки на свойства теста, качество хлеба из биоактивированного зерна пшеницы и установлению её рациональной дозировки. Оценка качества хлеба показала, что наилучшей пористостью (57%, что на 3% больше, по сравнению с контрольным образцом) обладал образец, приготовленный с добавлением 6% амарантовой муки. При увеличении дозировки амарантовой муки до 7% наблюдалось незначительное уменьшение удельного объёма и пористости хлеба на 1,8 и 1% соответственно, по сравнению с опытным образцом с добавлением 6% амарантовой муки. Добавление 6% амарантовой муки к массе нативного зерна позволит получить хлеб улучшенного качества со слабо выраженным запахом и привкусом амаранта [8].

Семена тыквы, косточки винограда, орехи кедровые, тритикалевую и

полбяную муку, куркуму, ксантовую камедь авторы научных статей рассматривают как обогащающие ингредиенты различной направленности, входящие в рецептуры хлебобулочных изделий [9, 20, 21, 43, 44, 45, 59].

Ставшие уже более классическими виды муки, такие как кукурузная и рисовая, продолжают использовать в качестве функциональных ингредиентов [3, 18, 43, 44].

Применение порошка «Якон» в качестве сахарозаменителя в комплексе с использованием гречневоо́й муки в технологии производства хлебных палочек увеличивает энергетическую ценность продукта. Внесение от 10 до 30 % гречневой муки в рецептуру и замена от 50 до 100% сахара белого на порошок «Якон» приводит к значительному насыщению макроэлементами – железом, фосфором, магнием, кальцием, цинком, калием, а также улучшение микроэлементного состава продуктов за счет насыщения марганцем, селеном. При этом органолептические показатели изделий оцениваются довольно высоко [157].

Кроме того, в качестве обогащающего ингредиента хлебобулочных изделий в научно-технической литературе встречается использование продуктов переработки трав: экстракта корня одуванчика, шрота из плодов расторопши, измельчённых сушёных корнеплодов цикория, конопляного протеина, чумизной муки и др. [4, 6, 11, 23, 30]

Изучена возможность внесения в рецептуры хлебобулочных изделий водорослей: порошка сухой ламинарии, иных водорослей, а также сапропеля [23, 28, 32, 53].

Использование бурой водоросли в рецептурах хлебобулочных изделий придает им оригинальные вкусовые свойства, улучшает физико-химические свойства готового продукта, снижает интенсивность процессов черствения при хранении, а также обогащает хлебобулочные изделия минеральными веществами. Были проведены пробные лабораторные выпечки образцов хлеба пшеничного однофазным способом с добавлением порошка ламинарии в опытные образцы - 0,5, 1 и 1,5% от общей массы муки. Присутствие порошка ламинарии в концентрации более 1,5% изменяет органолептические свойства: хлебобулочные изделия

приобретают неприятный горько-соленый вкус. Оптимальная концентрации порошка ламинарии в рецептуре хлеба из пшеничной муки высшего сорта - 0,5% от общей массы муки высшего сорта, при этой концентрации получается продукт с высокими качественными характеристиками. При добавлении порошка ламинарии 0,5, 1% и 1,5% физико-химические свойства претерпевают незначительные изменения. При увеличении концентрации порошка ламинарии пористость готовых изделий увеличивается [216].

Известны исследования, в которых, благодаря новым нетрадиционным ингредиентам, получают специализированные продукты питания, предназначенные для питания детей, беременных и (или) кормящих женщин и в целом для потребителей, придерживающихся принципов здорового образа жизни [19, 40].

В настоящее время в России довольно активно проводятся исследования, поиск рациональных вариантов для обогащения хлебобулочных изделий. В ближайшем будущем можно ожидать рост рынка обогащенных продуктов питания, в том числе хлебобулочных изделий. Производство обогащенной продукции позволит современным компаниям держаться в топе среди конкурентов и быть востребованными у потребителей, соответствовать их предпочтениям.

ГЛАВА 2. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Схема исследований

Экспериментальные исследования проводились на базе кафедры товароведения и экспертизы товаров, Центре биотехнологических исследований ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I» (ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ), БУ ВО «Воронежская областная ветеринарная лаборатория», ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области».

Объектами исследования на различных этапах являлись:

- результаты исследования регионального рынка и лояльности потребителей к обогащенным хлебобулочным изделиям

- мука из экструдатов высокобелковых культур: соя сорта Опус, нут сорта Приво 1, люпин сорта Дега, амарант сорта Универсал. В работе использовали культуры, выращенные на полях УНТЦ «Агротехнология» Воронежского ГАУ;

- модельные мучные смеси из муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта с массовой долей обогащающего ингредиента (муки из экструдата сои, нута и люпина) от 5 до 20%;

- хлеб белый из муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта с массовой долей обогащающего ингредиента (смеси из муки экструдата сои, нута и люпина) от 5 до 20%.

Схема исследований представлена на рисунке 9.



Рисунок 9 – Схема исследования

2.2. Сырье, используемое для проведения исследований

Для проведения исследований были выбраны следующие высокобелковые культуры: соя сорта Опус, нут сорта Приво 1, амарант сорта Универсал и люпин сорта Дега, выращенные в 2022-2024 гг. на полях УНТЦ «Агротехнология» ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ.

Соя сорта Опус - растение детерминантного типа развития, средней высоты, полупрямостоячее. Высота растений составляет - 74 см. Прикрепление нижнего боба – на высоте 13,9 см. Окраска опушений главных стеблей – рыжеватокоричневая, боковые листочки сложного листа – треугольные, цветок фиолетовой окраски, размер семян – средний, с наличием жёлтого рубчика. Данный сорт имеет раннее начало цветения. Масса 1000 семян составляет 177,6 г. Средняя урожайность в ЦЧР - 19,8 ц/га, а наибольшая - 43,4 ц/га. Вегетационный период - 120 дней.

Высевали сорт сои Опус, в севообороте сою размещали после предшественника - озимая пшеница. После уборки предшественника почву обрабатывали по типу обычной зяби на глубину 20 см. Весной проводили боронование в 2 следа, перед посевом – культивацию почвы на глубину посева семян. Срок посева в 2022 году – 17 мая. По вегетации культуры были проведены гербицидные обработки против злаковых сорняков и против двудольных сорняков. Убирали сою прямым комбайнированием в фазу полной спелости во второй декаде сентября.

Посев сои проводили широкорядным способом (30 см) сеялкой СН-16 с нормой высева 600 тыс. всхожих семян на гектар.

Перед посевом семена протравливали и инокулировали. В качестве протравителя использовали препарат «Максим Голд» (флудиоксанил 25 г/л+мефеноксам 10 г/л) в дозе 1,5 л/т.

Нут – зернобобовая культура, которая дает хороший урожай, неприхотлив и отличается широким спектром полезных качеств. Нут сорта Приво 1 - растение выведено в Волгоградском филиале ВНИИ селекции и семеноводства сорговых

культур методом индивидуального отбора из популяции полученной от скрещивания сорта Юбилейный с отбором коллекции ВИР к 249 из Афганистана. Включен в Госреестр в 1995 году для всех регионов возделывания культуры в РФ.

Приво 1 относится к группе среднеранних сортов, созревает за 68-91 дней, отличается дружным цветением и созреванием. Куст у данного сорта прямостоячий, средней высоты (35-69 см). Листочки овально-удлиненные, среднего размера. Цветки белые. Семена светло-желтые, средней величины, округлой формы. Число бобов на растении 20-30, максимум - 80. Число семян в бобе 1-2, максимум - 3. Масса 1000 семян 246-295 г. Сорт устойчив к полеганию и осыпанию.

Люпин – травянистое растение, относящееся к семейству бобовых культур. Дега - сорт белого люпина универсального использования. Высота растений 80-90 см. Семена белые, крупные, округло-угловатые. Масса 1000 семян 270-350 г. Тип растения детерминатный. Бобы формируются на главном стебле и укороченных боковых ветвях первого-второго порядка. Сорт технологичен, устойчив к растрескиванию бобов и осыпанию семян на корню, высокоустойчив к полеганию, фузариозу, обладает полевой устойчивостью к антракнозу. Скороспелый, длина вегетационного периода 115-130 дней. Средняя урожайность зерна - 41,3 ц/га, зеленой массы - 763 ц/га. Люпин белый сорта

Амарант воронежской селекции сорта Универсал имеет стебель гофрированный, желтый, бетацианиновая окраска основания имеется. Листья с цельным краем, светло-зеленые, пятно отсутствует, бетацианиновая окраска черешка средняя. Соцветие амарантового типа, индетерминантное, средней густоты, вертикальное или слабонаклоненное, коричневое, средней длины. Семена белые, дисковидные, эндосперм стекловидный. Масса 1000 семян 0,73-0,75 г. Урожайность зеленой массы до 791 ц/га, сухого вещества - 130,3 ц/га, семян - до 27 ц/га. Среднее содержание жира в семенах 8,0%. Вегетационный период от всходов до первого укоса 43-60 дней, до созревания семян - 119-125 дней. Засухоустойчивый. Облиственность 36,4%. Высота растений до 200 см.

Экструдат из зерна приведенных культур был получен в условиях

лаборатории кафедры технологии жиров, процессов и аппаратов химических и пищевых производств ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий» на лабораторном универсальном малогабаритном экструдере (ЭУМ-1) при температуре в первой зоне (матрица) 140°C, во второй зоне (гомогенизация) - 120°C, в третьей зоне (уплотнение) - 70°C, в четвертой зоне (загрузка) - 36°C, продолжительности 30-40 с, частоте вращения шнеков 25 Гц, загрузки – 20 Гц, диаметре выходного отверстия матрицы (фильера) - 6 мм. Размол проводили на лабораторной мельнице. Крупность муки определяли по ГОСТ 27560-87, используя сита по ГОСТ 4403-91.

Перечень сырья, используемого для проведения исследований в области технологии хлеба, представлен в таблице 5.

Таблица 5 – Сырье, используемое для проведения исследований

Наименование сырья	Нормативный документ, регламентирующий качество используемого сырья
Мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта	ГОСТ 26574-2017
Дрожжи хлебопекарные прессованные	ГОСТ Р 54731-2011
Сахар белый	ГОСТ 33222-2015
Соль поваренная пищевая	ГОСТ Р 51574-2018
Вода питьевая	ГОСТ 32220-2013
Масло подсолнечное рафинированное дезодорированное	ГОСТ 1129-2013

Все виды сырья, применяемые в исследованиях, отвечали требованиям соответствующих национальных, межгосударственных стандартов и других нормативных документов.

По гигиеническим показателям безопасности используемое сырье соответствовало требованиям Технических регламентов Таможенного Союза: ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» и ТР ТС 015/2011 «О безопасности зерна».

2.3. Методы оценки состава и свойств муки из экструдата

Состав муки из экструдата сои сорта Опус, экструдата нута сорта Приво1, экструдата амаранта сорта Универсал и экструдата люпина сорта Дега определяли стандартизированными методами (таблица 6) в Центре биотехнологических исследований ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ и аккредитованной лаборатории ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии по Воронежской области».

Таблица 6 - Перечень методик исследований химического состава муки

Наименование показателя	Нормативный документ / наименование метода исследования
Массовая доля влаги	ГОСТ 9404-88
Массовая доля белка	ГОСТ 32044.1-2012
Массовая доля жира	ГОСТ 13979.-94
Массовая доля пищевых волокон	ГОСТ Р 54014-2010
Массовая доля глюкозы (фруктозы/лактозы/сахарозы)	Метод капиллярного электрофореза с использованием системы капиллярного электрофореза «Капель» (М 04-92-2020)
Содержание фосфора	Руководство по методам анализа качества и безопасности пищевых продуктов под редакцией И.М. Скурхина
Содержание кальция	Метод атомно-абсорбционной спектрометрии (МУК 4.1.3606-20)
Содержание магния	Метод атомно-абсорбционной спектрометрии МУК 4.1.3606-20
Содержание калия	Метод атомно-абсорбционной спектрометрии МУК 4.1.3606-20
Содержание железа	ГОСТ 32343-2013

Аминокислотный состав муки из экструдата сои определяли стандартизированными методами в соответствии с ГОСТ Р 55569-2013 и ГОСТ 31480-2012 в аккредитованных лабораториях БУ ВО «Воронежская областная ветеринарная лаборатория», муки из экструдата нута, муки из экструдата амаранта и муки из экструдата люпина - стандартизированными методами в соответствии с М 04-38-2009 в аналитической лаборатории Центра биотехнологических исследований ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ.

Изучение влияния муки из экструдата сои, нута и люпина на хлебопекарные свойства модельных смесей с мукой пшеничной хлебопекарной высшего сорта осуществляли методами, представленными в таблице 7.

Таблица 7 - Перечень показателей хлебопекарных свойств мучных смесей и методов их исследования

Наименование показателя	Нормативный документ
Массовая доля сырой клейковины	ГОСТ 27839-2013
Качество сырой клейковины	ГОСТ 27839-2013
Автолитическая активность	ГОСТ 27495-87
Белизна	ГОСТ 26361-2013
Зольность	ГОСТ 27494-2016
Кислотность	ГОСТ 27493-87

2.4. Методы приготовления хлебобулочных изделий и оценки их свойств

Контрольный и опытные образцы хлеба готовили безопасным способом. Структурная схема способа приготовления хлеба белого с внесением в рецептурный состав мучной смеси из экструдатов высокобелковых культур (соя сорта Опус, нута сорта Приво 1 и люпина сорта Дега) приведена на рисунке 10.



Рисунок 10 – Схема технологии хлеба белого обогащенного мучной смесью из экструдатов высокобелковых культур

Базовой рецептурой при проектировании обогащенной продукции служила рецептура хлеба белого из пшеничной муки высшего сорта (таблица 8).

Таблица 8 – Производственная рецептура хлеба белого из пшеничной муки высшего сорта (на 100 г муки) для контрольного образца*

Наименование сырья	Масса, г	СВ, %	Масса		Выход теста, г	Вода в тесте, г
			СВ	воды		
Мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта	100,0	87,0	87,0	13,0	161,7	57,4
Сахар белый	1,0	99,85	1,0	0		
Дрожжи хлебопекарные прессованные	2,0	25	0,5	1,5		
Соль поваренная	1,3	96,5	1,25	0,05		
Мучная смесь из экструдатов высокобелковых культур	0	94,2	0	0		
Сумма	104,3	-	89,75	14,55		

*приведена рецептура для партий сырья с содержанием сухих веществ, указанных в табл.8

Рецептура обогащенных изделий на основании рецептуры хлеба белого из пшеничной муки высшего сорта с различным количеством обогащающей мучной смеси представлена в таблице 9.

Таблица 9 – Производственная рецептура хлеба белого из пшеничной муки высшего сорта (на 100 г муки) обогащённого мукой из смеси экструдатов высокобелковых культур*

Наименование сырья	Рецептура хлеба белого обогащенного при соотношении муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта и высокобелковой добавки из экструдатов, в масс.долях:							
	95:5		90:10		85:15		80:20	
	Масса, г	Вода в тесто, г	Масса, г	Вода в тесто, г	Масса, г	Вода в тесто, г	Масса, г	Вода в тесто, г
Мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта	95,0	58,1	90,0	58,7	85,0	59,4	80,0	60,0
Сахар белый	1,0		1,0		1,0		1,0	
Дрожжи хлебопекарные прессованные	2,0		2,0		2,0		2,0	
Соль поваренная	1,3		1,3		1,3		1,3	
Смесь из экструдатов высокобелковых культур	5,0		10,0		15,0		20,0	

*приведена рецептура для партий сырья с содержанием сухих веществ, указанных в табл.9

Тесто для хлеба готовили безопарным способом. Часть сахара и воды использовали для активации дрожжей, которую проводили в течение 10 мин при температуре 32°C. Соль растворяли в холодной воде, концентрация солевого раствора 26 %. Сухие компоненты (муку и смесь из экструдатов высокобелковых культур) предварительно смешивали. В тестомесильную машину вносили вначале жидкие компоненты, затем мучную смесь. Температура воды для замеса теста 35°C. Продолжительность замеса 8 мин. Продолжительность брожения теста 150 мин при температуре 32 °C. После созревания теста формировали тестовые заготовки, укладывали в смазанные растительным маслом хлебопекарные формы. Расстойка заготовок проводилась при температуре 35-40°C и относительной влажности воздуха 75-80 % в течение 35 минут. Перед выпечкой заготовки сбрызгивали водой. Выпекали при температуре 225 °C в течении 35 минут.

Об эффективности биотехнологических процессов при созревании теста судили по принятым в технологии хлебопекарного производства показателям –

газообразующей, газодерживающей способности, расплываемости шарика теста, титруемой кислотности [202].

Готовые изделия исследовали по органолептическим и физико-химическим показателям в лаборатории биологических анализов ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ (таблица 10). Для объективной оценки органолептических показателей применяли предложенную 100-балловую шкалу. Единичные показатели оценивали по 5-балловой шкале с шагом в 1 балл (таблица 11).

Таблица 10 - Перечень показателей хлеба белого из пшеничной муки высшего сорта и методов их исследования

Наименование показателя	Нормативный документ
Органолептические показатели (внешний вид, состояние мякиша, вкус, запах)	ГОСТ 26987-86
Влажность мякиша	ГОСТ 21094-2022
Кислотность мякиша	ГОСТ 5670-96
Пористость мякиша	ГОСТ 5669-96

Таблица 11 – Балловая шкала комплексной оценки качества хлеба

Наименование показателя	Коэффициент значимости	Шкала оценивания показателя, балл	Максимальное значение показателя с учетом уровня значимости, балл
Внешний вид	4,5	0-5	22,5
Цвет мякиша	2,0	0-5	10,0
Цвет корки	2,5	0-5	12,5
Вкус	4,5	0-5	22,5
Запах	4,0	0-5	20,0
Пористость	2,5	0-5	12,5
Итого	20,0	-	100,0

Для каждого уровня качества определены дескрипторы (таблице 12).

Таблица 12 – Дескрипторы показателей хлеба белого из пшеничной муки

Показатель	Балл	Характеристика хлеба белого
1	2	3
Внешний вид	5	Симметричной ровной формы с заметно выпуклой верхней коркой. Без боковых выплывов. Поверхность гладкая без трещин и подрывов.
	4	Достаточно симметричная относительно верхней корки. Без боковых выплывов. Поверхность гладкая без трещин и подрывов.
	3	Немного несимметричная относительно верхней корки. Верхняя корка сильно/недостаточно выпуклая. Имеются боковые выплывы незначительные. Поверхность имеет небольшие трещины и подрывы.
	2	Плоская/ сильно подорванная верхняя корка. Имеются боковые выплывы. Поверхность имеет трещины.
	1	Искаженный, деформированный. Вогнулая верхняя корка.
Цвет мякиша	5	Белый с желтоватым или кремоватым оттенком, равномерный
	4	Светло-желтый или светло-кремовый, достаточно равномерный
	3	Желтоватый или кремовый, недостаточно равномерный, с темными или светлыми вкраплениями/слоями
	2	Кремовый, неравномерный, с темными серыми или коричневыми вкраплениями/слоями
	1	Кремовый, светло-коричневый, серый, с явными вкраплениями
Цвет корки	5	От золотистого до светло-коричневого, равномерный, гляцевый
	4	Кремовый или светло-коричневый, достаточно равномерный, гляцевый
	3	Светло-кремовый или коричневый, недостаточно равномерный
	2	Светло-желтый или темно-коричневого, неравномерный, матовый
	1	Бледный или подгорелый, матовый

1	2	3
Вкус	5	Интенсивно выраженный, свойственный белому хлебу из пшеничной муки, не имеющий постороннего привкуса, либо обладающий приятным и гармоничным привкусом, сформированным в процессе брожения и выпечки изделия нового рецептурного состава
	4	Свойственный белому хлебу из пшеничной муки, допускается нехарактерный для пшеничного хлеба гармоничный привкус, не обладающий неприятным посторонним привкусом
	3	Слабовыраженный, пресноватый или кисловатый, без неприятного выраженного постороннего привкуса.
	2	Невыраженный, пустой, спиртовый, кислый привкус, выраженный посторонний привкус
	1	Посторонний привкус и запах, связанные с дефектами муки (прогорклый, плесневелый), с нарушениями параметров технологии (кислый), избыточной дозировкой нового ингредиента
Запах	5	Интенсивно выраженный, свойственный белому хлебу из пшеничной муки, не имеющий постороннего запаха, либо обладающий приятным и гармоничным ароматом, сформированным в процессе брожения и выпечки изделия нового рецептурного состава
	4	Свойственный белому хлебу из пшеничной муки, допускается нехарактерный для пшеничного хлеба гармоничный аромат, не обладающий неприятным посторонним запахом
	3	Слабовыраженный, пресноватый, кисловатый, спиртовый без неприятного постороннего запаха
	2	Невыраженный, пустой, спиртовый, кислый запах, выраженный посторонний
	1	Посторонний запах, связанные с дефектами муки (прогорклый, плесневелый), с нарушениями параметров технологии (кислый), избыточной дозировкой нового ингредиента

1	2	3
Пористость	5	Хорошо развитая и равномерная, поры мелкие и тонкостенные
	4	Достаточно развитая и равномерная, поры мелкие и средние, тонкостенные
	3	Удовлетворительно развитая пористость, поры различной величины, средней толщины, распределены равномерно на срезе мякиша
	2	Поры мелкие, недоразвитые или крупные толстостенные, незначительное количество плотных беспористых участков мякиша, разрыв мякиша, отслоение мякиша от корки
	1	Оторванный от верхней корки и осевший мякиш, уплотненный нижний слой, плотный неразрыхленный мякиш, следы непромеса

Влияние муки из смеси экструдатов высокобелковых культур на состав готовых изделий оценивали методами, представленными в таблице 13.

Таблица 13 - Перечень показателей и методик оценки состава хлеба обогащенного

Наименование показателя	Нормативный документ / наименование метода исследования
Массовая доля белка	ГОСТ 10846-91
Массовая доля жира	ГОСТ 5668-2022
Массовая доля пищевых волокон	ГОСТ Р 54014-2010
Содержание фосфора	Руководство по методам анализа качества и безопасности пищевых продуктов под редакцией И.М. Скурхина
Содержание кальция	Метод атомно-абсорбционной спектрометрии (МУК 4.1.3606-20)
Содержание магния	Метод атомно-абсорбционной спектрометрии МУК 4.1.3606-20
Содержание калия	Метод атомно-абсорбционной спектрометрии МУК 4.1.3606-20
Содержание железа	ГОСТ Р 56372-2015
Содержание аминокислот	М-04-38 Корма, комбикорма и сырье для их производства. Методика измерений массовой доли аминокислот методом капиллярного электрофореза с использованием системы капиллярного электрофореза «Капель»

2.5. Методы маркетинговых исследований

Этапы проведения исследования включали:

- определение численности выборки;
- составление анкеты потребителей;
- сбор информации путем анкетирования потребителей;
- систематизация и обработка информации;
- анализ информации, формирование выводов исследования.

Анкета для определения мнения потребителей состояла из двух блоков вопросов: основных и классифицирующих респондентов на группы (Прил. 1).

$$n=1/(\Delta^2 +(1/N)), \quad (1)$$

Генеральная совокупность принята по населению г. Воронеж 1058261 чел. Принимаем допустимую ошибку $\Delta=5\%$, вероятность $P=0,954$, коэффициент соответствия доверительной вероятности $t=2$, имеем: $n=384$, т.е. объем выборки должен составлять не менее 384 человек. Опрос проводился в 2024 году, выборка составила 400 респондентов, по возрастным группам и полу, в основном, соответствовала генеральному распределению населения города [217].

2.6. Методы математической обработки

При анализе результатов экспериментальных исследований применяли математические методы обработки данных с использованием пакетов прикладных программ Statistica, Microsoft Excel и других.

Экспериментальные исследования проводили в 3-5 кратной повторности. Статистическая обработка осуществлялась с доверительной вероятностью 0,95. Ошибка опыта не превышала 5 %.

Табличные и графические данные представлены в виде средних арифметических величин.

Расчет рационального соотношения ингредиентов в рецептурной обогащающей смеси выполняли на основе математической модели условной оптимизации в форме постановки задачи стохастического программирования. В классическую модель оптимизации смеси вводили стохастические параметры, характеризующие нестабильность состава компонент, и нечеткие параметры, характеризующие степень уверенности в допустимости свойств смеси.

ГЛАВА 3. ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛА ВЫСОКОБЕЛКОВЫХ ЭКСТРУДАТОВ В ТЕХНОЛОГИИ ОБОГАЩЕННОГО ХЛЕБА

3.1. Изучение лояльности потребителей к обогащенным хлебобулочным изделиям

В процессе поиска решения проблем сбалансированности питания за счет совершенствования состава изделий, целесообразно изучить отношение потребителей к хлебобулочной продукции, в частности к обогащенным изделиям.

В регионе реализовано не отличающееся масштабностью производство обогащенных хлебобулочных изделий. С целью определения направлений проектирования новых видов продукции этой группы были проведены исследования лояльности потребителей к обогащенной продукции и обогащающим ингредиентам.

В задачи исследования входило определение:

- отношения потребителей к хлебобулочным изделиям в целом и к отдельным группам этой продукции;
- мотивов покупки хлебобулочных изделий;
- ориентации потребителей: на пользу или традиции;
- предпочтений к нутриентному обогащению;
- наличия знаний об экструзии, как о способе обработки продовольственного сырья.

Для сбора данных была разработана анкета, состоящая из основной части вопросов и блока вопросов с классификацией респондентов на группы (Приложение 1). Распределение респондентов представлено в таблице 14.

Таблица 14 - Распределение респондентов

Возрастные группы	Распределение по половому признаку, %	
	Мужчины	Женщины
Менее 25 лет	3,2	7,2
25-44 года	11,2	47,2
45-59 лет	4,8	23,2
60-74 года	-	3,2

По результатам опроса была выявлена частота потребления хлебобулочных изделий (рисунок 11). Большинство респондентов употребляют хлебобулочные изделия несколько раз в неделю, 46,4 % - ежедневно, 44,0 % - 1-3 раза неделю.

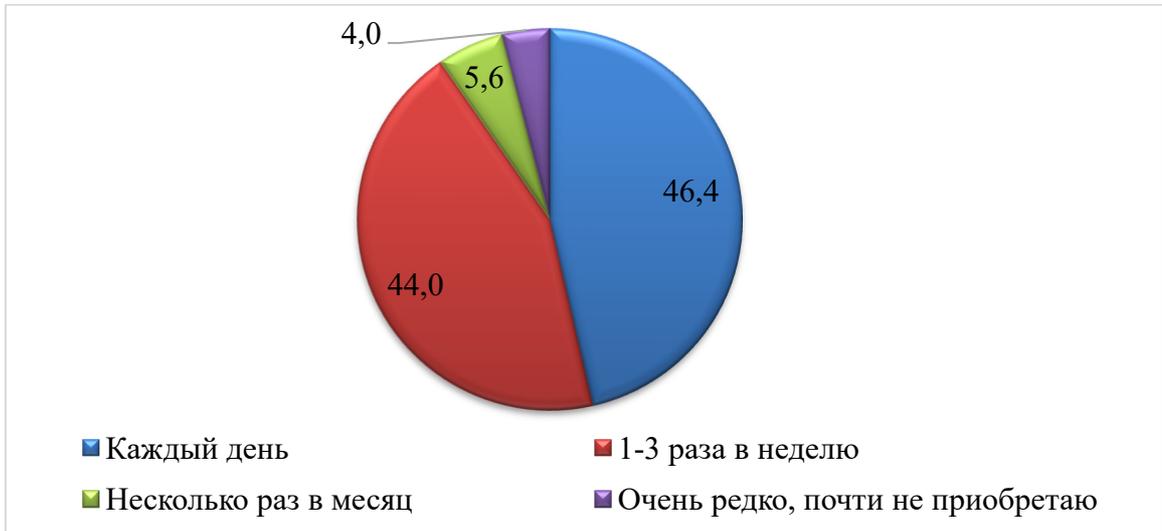


Рисунок 11 - Распределение респондентов по частоте потребления хлебобулочных изделий, % от числа опрошенных

На рисунке 12 отображены предпочтения респондентов по отношению к хлебобулочным изделиям из различных видов сырья в зависимости от пола потребителей.

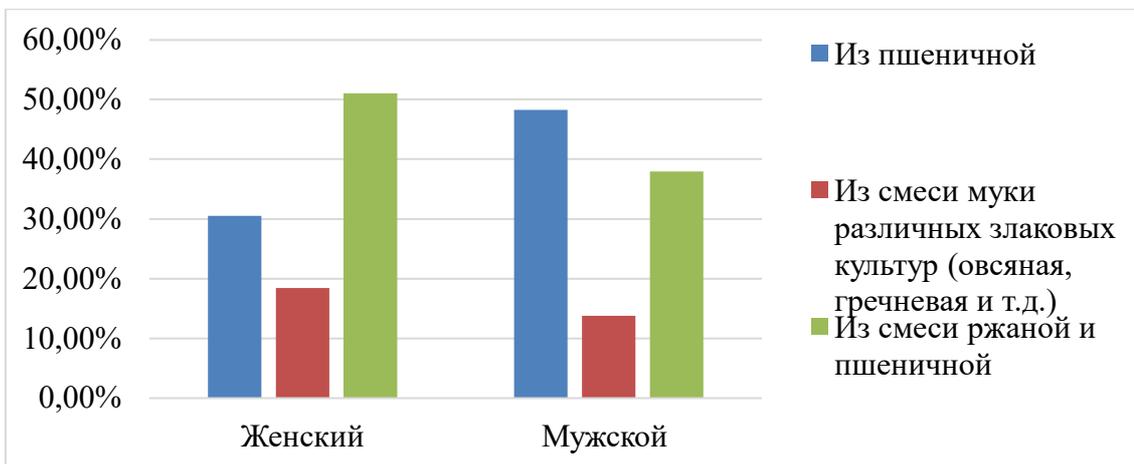


Рисунок 12 - Предпочтения респондентов к хлебобулочным изделиям из различных видов муки, % респондентов в зависимости от пола

Женщины чаще всего отдают предпочтение изделиям из смеси ржаной и пшеничной муки, а мужчины выбирают изделия из пшеничной муки. Респонденты предпочитают хлебобулочным изделиям из смеси муки различных злаковых культур реже всего.

На рисунке 13 показана частота выбора респондентами хлебобулочных изделий в зависимости от вида. Большинство опрошенных – 63,2% – чаще всего потребляют хлеб, второе место заняли булочные изделия (24,8% респондентов).



Рисунок 13 - Распределение респондентов по видам потребляемых хлебобулочных изделий, % от числа опрошенных



Рисунок 14 - Результаты ответов на вопрос «Как Вы относитесь к изделиям с различными добавками, улучшающими пищевую ценность продукта?», % респондентов

На вопрос «Как Вы относитесь к изделиям с различными добавками, улучшающими пищевую ценность продукта?» 61,6 % участников анкетирования ответили, что периодически покупают, 5,6 % - предпочитают только такие изделия, 4,8 % - хотели бы попробовать, а 28,0 % - предпочитают традиционные изделия (рисунок 14)

На сегодняшний день тема сбалансированного питания довольно актуальна. В России активно ведется пропаганда здорового образа жизни и правильного питания, о чем свидетельствуют результаты опроса: более половины респондентов (52,4 %) знают о более высокой усвояемости экструдированных продуктов. При этом 76,4 % из них знают и о полезных свойствах высокобелковых продуктов. Что подтверждает интерес респондентов к различным видам полезных продуктов. 47,7 % опрошенных неизвестны свойства продуктов, подверженных экструзии. Из них 30,9 % знают о полезных характеристиках высокобелковых продуктов. Эта зависимость показывает, что полезные функции белка более известны, чем свойства экструдированных продуктов. Но интерес к относительно неизвестным продуктам, обладающим повышенной нутриентной ценности достаточно высок - 55,6 %. Что в целом подтверждает целесообразность проведения исследований в области экструдированных продуктов с последующим их продвижением на рынке. Данные результаты приведены на рисунке 15.

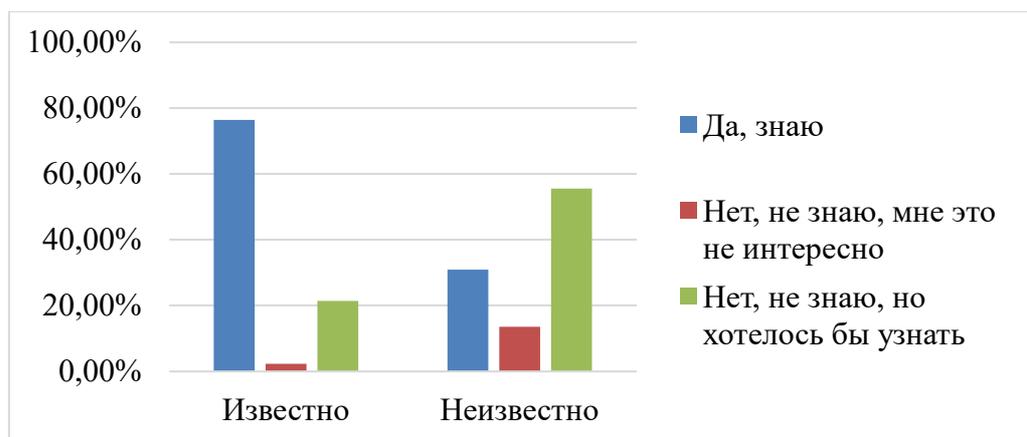


Рисунок 15 - Взаимосвязь информированности о полезных свойствах высокобелковых продуктов и усвояемости экструдированных продуктов, % респондентов

На рисунке 16 представлена диаграмма распределения ответов на вопрос «Каким диетическим и обогащенным изделиям Вы отдаете предпочтение?». Допускалось несколько вариантов ответа. Респонденты сделали свой выбор в зависимости от обогащающих ингредиентов или целевого назначения: наибольшей популярностью пользуются изделия, обогащенные витаминами и/или минеральными веществами, на втором месте – изделия, обогащенные пищевыми волокнами, на третьем – изделия с повышенным содержанием белка. При этом 21,6% опрошенных не употребляют диетические и обогащенные изделия.

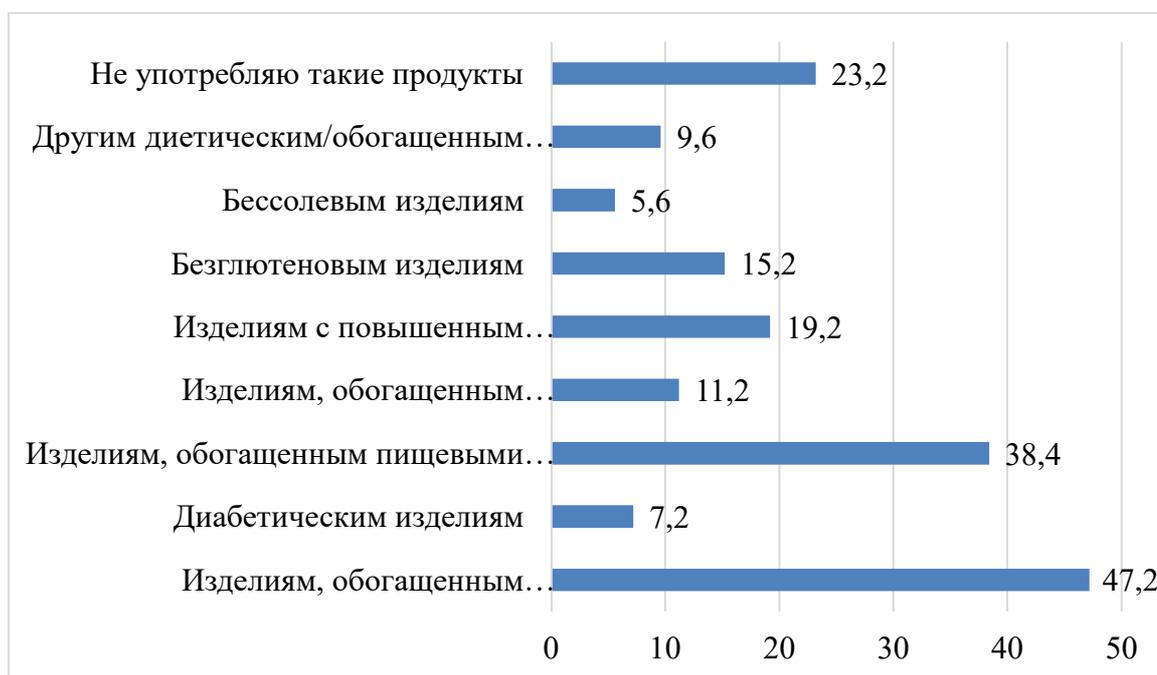


Рисунок 16 - Распределение по предпочтению обогащенных изделий или целевого назначения, % от числа опрошенных

Респонденты ответили на вопрос «Какое направление обогащения, по Вашему мнению, стоит развивать?» и выбрали перспективные направления расширения ассортимента обогащенных хлебобулочных изделий. На рисунке 17 показано распределение ответов по развитию направлений обогащения.

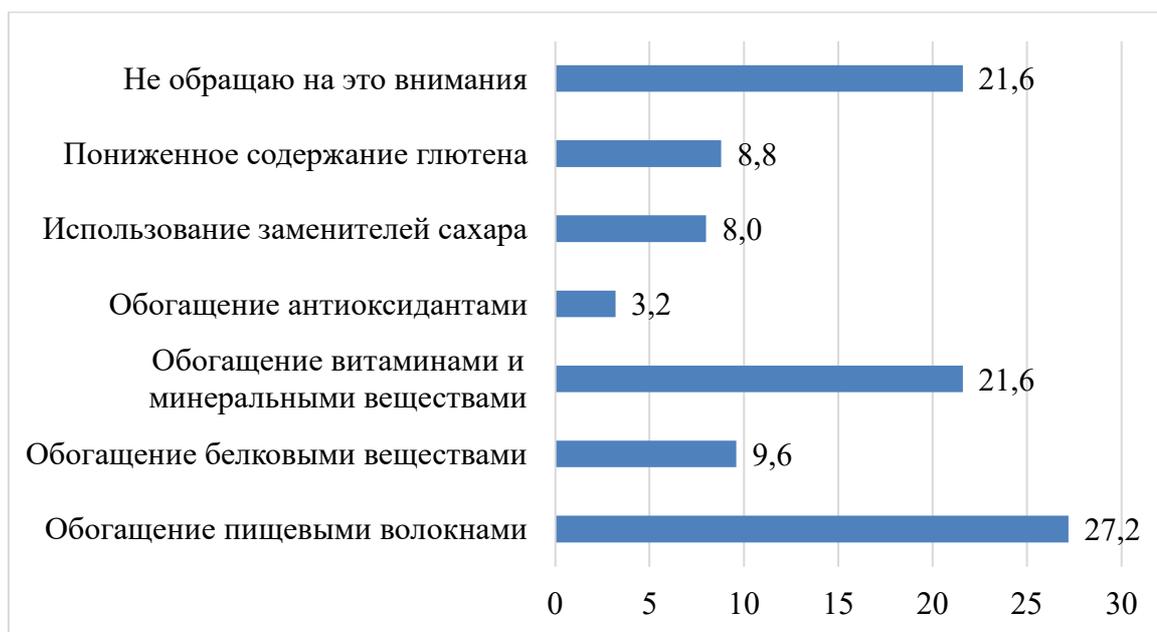


Рисунок 17 - Распределение ответов по развитию направлений обогащения, % от числа опрошенных

В приоритете у потребителей обогащение хлебобулочных изделий пищевыми волокнами, затем следуют витамины и минеральные вещества, на третьем месте белковые вещества.

Помимо этого, на основании полученных данных установлено, что примерно в равной степени на изменение выбора в пользу обогащенной продукции может повлиять рекомендация врача/тренера для профилактики/лечения (24,8 % респондентов) и советы друзей, знакомых или родственников (24,0 %). Интерес к новому продукту приведет 17,6 % опрошенных к покупке обогащенного изделия, а реклама в СМИ - 14,4 %. Приверженцами своих привычек и традиционных хлебобулочных изделий остаются 19,2 % участников анкетирования.

Результаты ответов на вопрос «Обращаете ли Вы внимание на информацию на этикетке?» в зависимости от пола респондента представлены на рисунке 18. Чаще всего на информацию на этикетке обращают внимание женщины. 56,0 % опрошенных женщин всегда обращают внимание на маркировку хлебобулочных изделий. Большинство мужчин (51,7 %) обращают внимание на этикетку иногда. Совсем не обращают внимание на маркировку небольшое количество респондентов: 4,3 % женщин и 17,2 % мужчин.

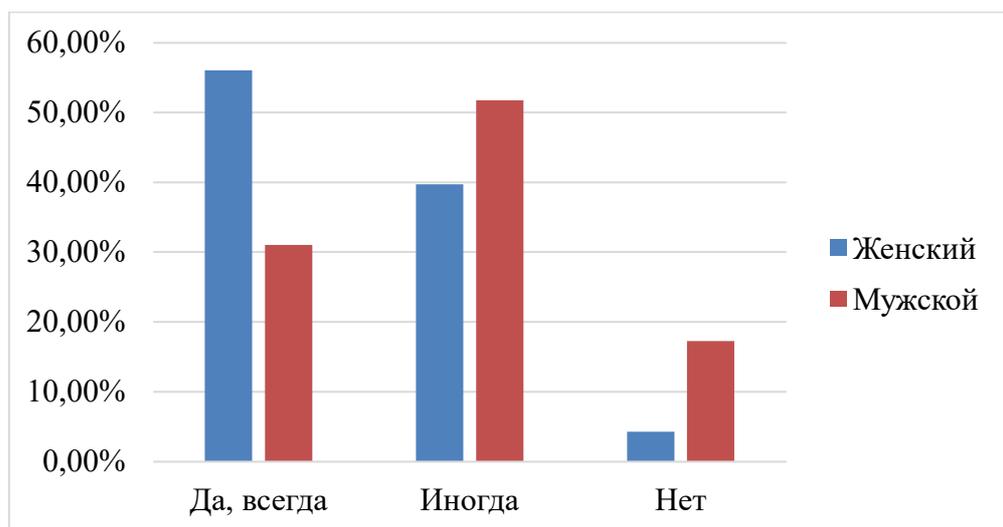


Рисунок 18 - Результаты ответов на вопрос «Обращаете ли Вы внимание на информацию на этикетке?», % респондентов в зависимости от пола

Стоит отметить, что при улучшении состава 49,6 % респондентов готовы к незначительному изменению традиционного вкуса, аромата и внешнего вида изделия, а 26,4 % - готовы и к значительным переменам. При этом изменение цены на обогащенные изделия в сторону повышения готовы принять 79,2 %, и большинство из них считают, что улучшение состава изделия не должно менять цену более, чем на 10 %.

Таким образом, на основании данного исследований можно сделать следующие выводы:

- хлебобулочные изделия - продукт массового регулярного потребления, что подтверждает целесообразность его обогащения для повышения сбалансированности питания населения, в том числе увеличения потребления белка;
- 67,2 % респондентов покупают обогащенные хлебобулочные изделия, что подтверждает довольно высокий спрос на данную группу продуктов;
- перспективными направлениями расширения ассортимента хлебобулочных изделий являются: обогащение витаминами и минеральными веществами, пищевыми волокнами и белковыми веществами;
- объектами обогащения могут служить изделия как из сортовой пшеничной муки (с преимущественным потреблением мужской группой

населения), так и из ржаной и смеси ржаной и пшеничной муки (с преимущественным потреблением женской группой населения);

- при разработке рецептур необходимо максимально сохранить традиционные свойства хлебобулочных изделий, так как к значительным изменениям готовы лишь 26,4 % опрошенных;

- обогащающим ингредиентов может быть экструдированный продукт из высокобелкового сырьевого источника. При этом получение экструдата целесообразно из цельного зерна, так как это будет определять его высокую минеральную ценность и содержание пищевых волокон.

3.2. Характеристика экструдатов из высокобелковых культур

Экструзионная обработка бобовых – это ресурсосберегающий, экологически безопасный процесс, позволяющий получать хорошо усвояемые, термостерилизованные, с улучшенными вкусовыми свойствами продукты. В основе экструдирования лежат три процесса: температурная обработка сырья под давлением, механохимическое деформирование продукта, частичное разрушение структуры продукта во фронте ударного разряжения. После тепловой обработки улучшаются вкусовые качества культуры, так как образуются различные ароматические вещества, а также происходит нейтрализация некоторых токсинов и инактивация их продуцентов.

Экструзионная обработка повышает переваримость белков, делает более доступным аминокислоты вследствие разрушения в молекулах белка вторичных связей. Благодаря относительно низким температурам и кратковременности тепловой обработки сами аминокислоты при этом не разрушаются. При выходе из экструдера температура и давление резко падают, что приводит к увеличению конечного продукта в объеме. После процесса экструзии высокопротеиновые продукты обладают высокой биологической ценностью, имеют хорошие вкусовые качества и повышенную переваримость питательных веществ в организме.

Характеристика органолептических показателей муки из экструдатов сои сорта Опус, нута сорта Приво 1, амаранта сорта Универсал и люпина сорта Дега представлена в таблице 15.

Таблица 15 – Органолептические свойства муки из экструдатов

Наименование показателя	Характеристика муки из экструдата			
	сои сорта Опус	нута сорта Приво 1	амаранта сорта Универсал	люпина сорта Дега
Вкус	Свойственный муке из сои, не кислый, со слабо выраженным ореховым привкусом	Свойственный муке из нута, не кислый, без посторонних привкусов	Свойственный муке из амаранта, с легкой горчинкой, не кислый, с умеренным ореховым привкусом	Свойственный муке из люпина, не кислый, без посторонних привкусов, в послевкусии ощущается легкая горчинка
Запах	Свойственный муке из сои, ореховый, умеренно выраженный, без посторонних запахов	Свойственный муке из нута, выраженный очень слабо, без посторонних запахов	Свойственный муке из амаранта, ореховый, умеренно выраженный, без посторонних запахов	Свойственный муке из люпина, умеренно выраженный, без посторонних запахов
Содержание минеральных примесей	Отсутствует При разжевывании не ощущается хруст			
Зараженность и загрязненность вредителями хлебных запасов	Не обнаружено			
Металломагнитная примесь (размер отдельных частиц в наибольшем линейном измерении 0,3 мм и/или масса не более 0,4 мг), мг на 1 кг муки	Не обнаружено			
Цвет	Свело-бежевый, с желтоватым оттенком	Светло-бежевый	Светло-кремовый	Желтый

В сравнении с мукой пшеничной хлебопекарной изучаемые виды муки имеют более темный цвет от светло-бежевого до желтого. Это связано как с большим содержанием золы из-за использования для экструдирования цельного зерна, так и с содержанием пигментов в зерне. Кроме того, в процессе температурного воздействия возможно образование меланоидинов, что также приводит к изменению цвета. Вкус и запах свойственный культурам, из которых выработана мука. Особенностью соевой и амарантовой муки является присутствие орехового аромата, вероятнее всего появившегося после экструзии. У муки из нута запах нейтральный, еле уловимый нутовый.

В таблице 16 представлен химический состав изучаемых видов муки в сравнении с пшеничной хлебопекарной мукой высшего сорта.

Таблица 16 - Сравнительная характеристика муки пшеничной и муки из экструдатов

Наименование нутриента	Содержание нутриентов в 100 г продукта				
	мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта [233]	мука из экструдата сои сорта Опус	мука из экструдата нута сорта Приво 1	мука из экструдата амаранта сорта Универсал	мука из экструдата люпина сорта Дега
Вода, г	14,0±0,4	6,0±0,2	6,7±0,2	9,5±0,3	4,7±0,2
Белки, г	10,3±0,3	42,8±1,5	17,9±0,5	26,5±0,7	28,9±0,7
Жиры, г	1,1±0,04	8,8±0,3	14,6±0,4	13,8±0,4	20,1±0,5
Моно- и дисахариды, г	0,2±0,008	7,5±0,2	10,8±0,3	4,1±0,1	12,3±0,4
Пищевые волокна, г	0,1±0,004	13,3±0,4	2,0±0,05	8,9±0,3	7,8±0,3
Калий, мг	122,0±4,88	1818,0±72,7	1360,0±54,5	504,1±20,6	1350,0±54,0
Кальций, мг	18,0±0,72	280,0±11,2	62,0±2,5	360,0±14,4	320,0±12,8
Магний, мг	16,0±0,08	220,0±8,8	99,0±3,96	86,5±3,46	439,0±17,56
Фосфор, мг	86,0±3,44	515,0±20,6	220,0±8,8	630,0±25,2	160,0±6,4
Железо, мг	1,2±3,39	15,0±0,6	6,0±0,2	10,0±0,4	19,2±0,77

Таким образом, соевая мука превосходит по количеству белка остальные изучаемые виды муки, однако довольно высокое содержание белка наблюдается также в муке из экструдата амаранта и муке из экструдата люпина. Самое высокое содержание жиров выявлено в муке из экструдата люпина сорта Дега, и составляет 20,1 г, немного меньше содержится в нутовой и амарантовой муке – 13,8 г и 14,6 г соответственно. Пищевых волокон в соевой муке 13,3 г, что больше на 99,2 %, чем в пшеничной муке. Также высокое содержание пищевых волокон отмечено в амарантовой и люпиновой муке. Содержание таких минеральных веществ, как калий, кальций, магний, фосфор и железо в муке из экструдатов сои, нута, люпина и амаранта гораздо выше, чем в муке пшеничной высшего сорта. Наибольшее содержание калия отмечено в соевой муке – 1818,0 мг, что больше на 25,2% чем в нутовой муке, на 72,3%, чем в амарантовой, на 25,8 %, чем в люпиновой, и на 93,3 %, чем в муке пшеничной хлебопекарной высшего сорта. Мука из экструдата амаранта сорта Универсал превосходит остальные изучаемые виды муки по содержанию кальция и фосфора. Кальция в амарантовой муке на 95,0 % больше, чем в пшеничной, а фосфора – на 76,1 %. Самое высокое значение таких нутриентов как магний и железо наблюдаем в муке из экструдата люпина сорта Дега. Магний в люпиновой муке содержится в количестве 439,0 мг, а железо в количестве 19,2 мг что выше показателей пшеничной муки на 96,4 % и 93,8 % соответственно. Исходя из сравнения состава исследуемых видов муки с мукой пшеничной хлебопекарной, можно утверждать, что использование муки из экструдата сои, нута, амаранта и люпина в производстве хлебобулочных изделий позволит значительно повысить пищевую ценность продукции.

3.3. Анализ биологической ценности белка муки из экструдатов

Содержание аминокислот в изучаемых видах муки приведено в таблице 17.

Таблица 17 - Аминокислотный состав муки

Наименование аминокислоты	Мука из экструдата				Мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта [233]
	сои сорта Опус	нута сорта Приво 1	амаранта сорта Универсал	люпина сорта Дега	
Белок, %	42,8	17,9	17,8	28,9	10,3
Незаменимые аминокислоты, мг/100 г муки					
Валин	1820	670	766	1150	390
Лейцин+ Изолейцин	3028	1770	1723	3740	1280
Лизин	2052	1140	1340	1470	250
Метионин	2610	170	626	220	100
Треонин	380	520	644	1150	270
Триптофан	1830	210	434	260	100
Фенилаланин	550	870	731	1060	500
Заменимые аминокислоты, мг/100 г муки					
Аланин	1990	610	748	990	330
Аргинин	2880	850	1409	2160	430
Аспарагиновая кислота	4080	1630	1844	4120	340
Гистидин	1140	620	539	480	200
Глицин	1840	680	1305	1230	350
Глутаминовая кислота	5360	2270	2645	7730	3080
Пролин	2130	550	853	1250	970
Серин	2560	740	1131	1380	500
Тирозин	1230	380	626	1000	250
Цистин	1110	260	35	500	200
Общее количество аминокислот	38590	13730	17399	29890	9540

В работе использован аминокислотный состав «идеального белка», предложенный объединенный экспертным комитетом продовольственной и сельскохозяйственной организации при ООН (ФАО) и Всемирной организации здравоохранения [160]. Содержание аминокислот в одном грамме «идеального» белка по шкале ФАО/ВОЗ, белка муки из экструдата высокобелковых культур представлено в таблице 18.

Таблица 18 - Сравнительная биологическая ценность белка муки пшеничной и муки из экструдатов

Незаменимые аминокислоты	Массовая доля, г/100 г белка					
	«Идеального»	Муки из экструдата				Муки пшеничной высшего сорта
		сои сорта Опус	нута сорта Приво 1	амаранта сорта Универсал	люпина сорта Дега	
Триптофан	1,00	4,28	1,17	1,62	0,9	0,97
Лейцин	7,00	3,29	5,2	3,93	4,33	8,25
Изолейцин	4,00	3,76	4,69	2,61	8,62	4,17
Лизин	5,50	4,79	6,37	5,06	5,09	2,43
Метионин + цистеин	3,50	8,69	2,4	2,49	2,49	2,91
Фенилаланин	2,80	1,17	4,86	2,76	3,67	4,85
Треонин	4,00	0,89	2,91	2,42	3,98	2,62
Валин	5,00	4,29	3,74	2,87	3,98	3,79

Для расчета аминокислотного сора (рисунок 19) сопоставляют содержание каждой незаменимой аминокислоты в продукте с ее содержанием в «идеальном» белке.

Аминокислота, скор которой меньше 100 %, называется лимитирующей. При наличии нескольких лимитирующих аминокислот выделяют аминокислоту с наименьшим скором, которая получила название «первая лимитирующая аминокислота». Она и определяет биологическую ценность и степень усвояемости данного вида белка. Первой лимитирующей кислотой в муке из экструдата сои сорта Опус является треонин и составляет 22,25 %, в муке пшеничной высшего сорта – лизин, который составляет 44,18 %, в муке из экструдата нута сорта Приво 1 - метионин + цистеин, скор которой 68,57 %, в муке из эктрудата амаранта сорта Универсал и в муке из экструдата люпина сорта Дега лимитирующей кислотой является лейцин, аминокислотный скор которой составляет 56,14 % и 61,86 % соответственно.

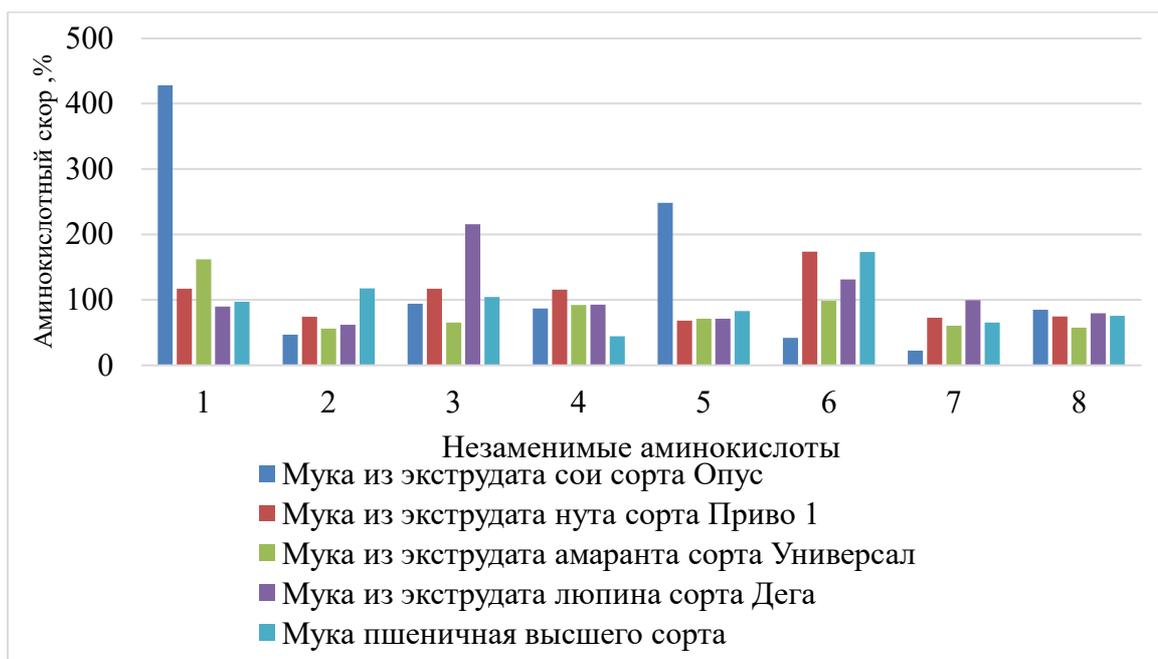


Рисунок 19 - Аминокислотный скор изучаемых видов муки (%)

1 - Триптофан; 2 – Лейцин; 3 – Изолейцин; 4 – Лизин; 5 – Метионин + цистеин;
6 – Фенилаланин; 7 – Треонин; 8 – Валин.

Для оценки важнейшей составляющей пищевой адекватности белковых компонентов продуктов – их биологической ценности – используются основополагающие показатели и критерии, предложенные академиками РАСХН И.А. Роговым и Н.Н. Липатовым, такие как: коэффициенты различий аминокислотного сора (КРАС), рациональности аминокислотного состава (R_p), сопоставимой избыточности (G) и биологической ценности (БЦ) [150].

При расчете показателей биологической ценности используется величина Δ РАС, которая показывает среднюю величину избытка аминокислотного сора конкретной незаменимой аминокислоты по сравнению с «первой лимитирующей аминокислотой».

КРАС - отражает избыточное количество незаменимых аминокислот, не используемых на пластические нужды, и биологическая ценность пищевого белка исследуемого вида муки (рисунок 21).

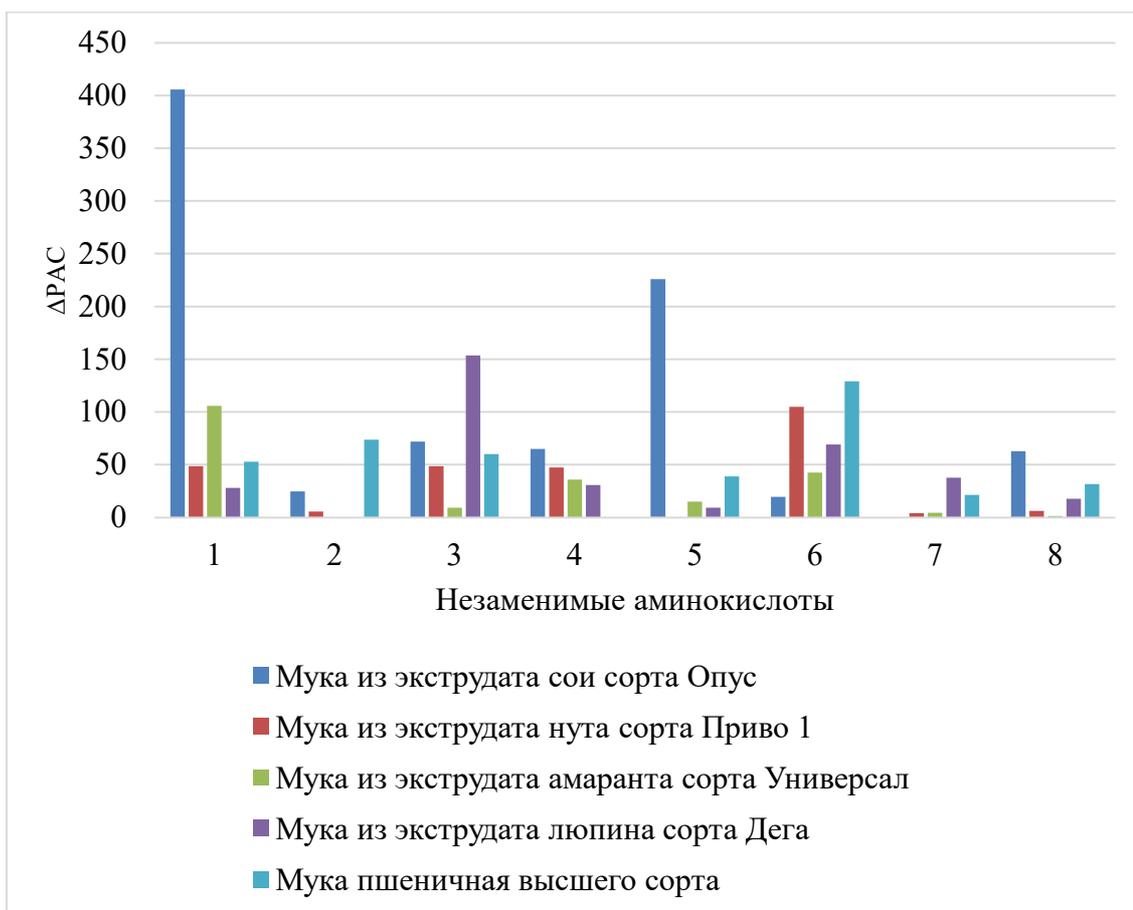


Рисунок 20 - ΔPAC изучаемых видов муки

1 - Триптофан; 2 – Лейцин; 3 – Изолейцин; 4 – Лизин; 5 – Метионин + цистеин; 6 – Фенилаланин; 7 – Треонин; 8 – Валин.

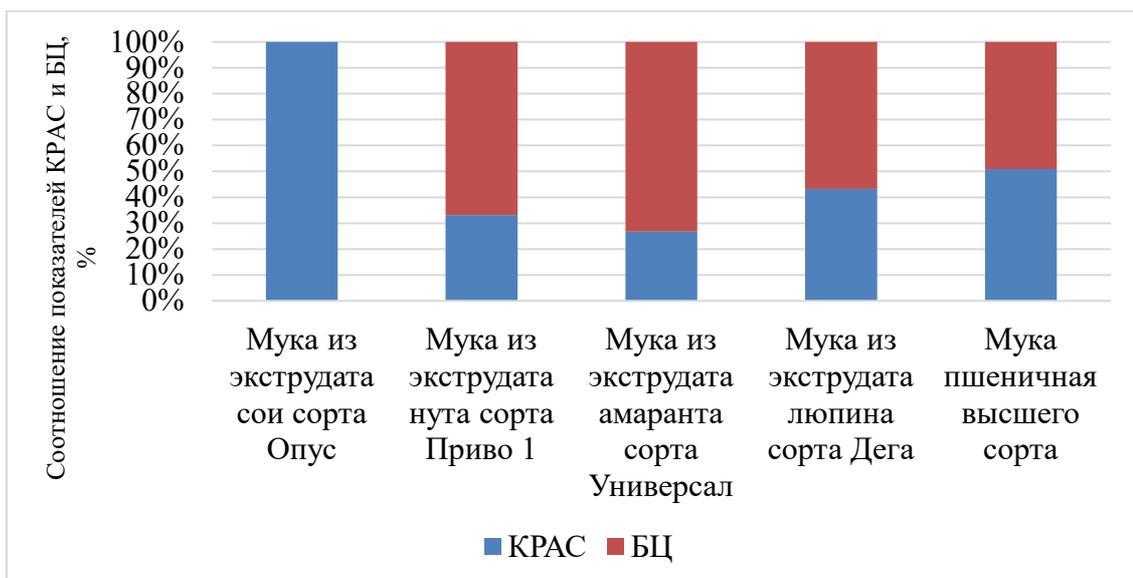


Рисунок 21 - Соотношение показателей КРАС и БЦ в муке пшеничной и муке из экструдатов, %

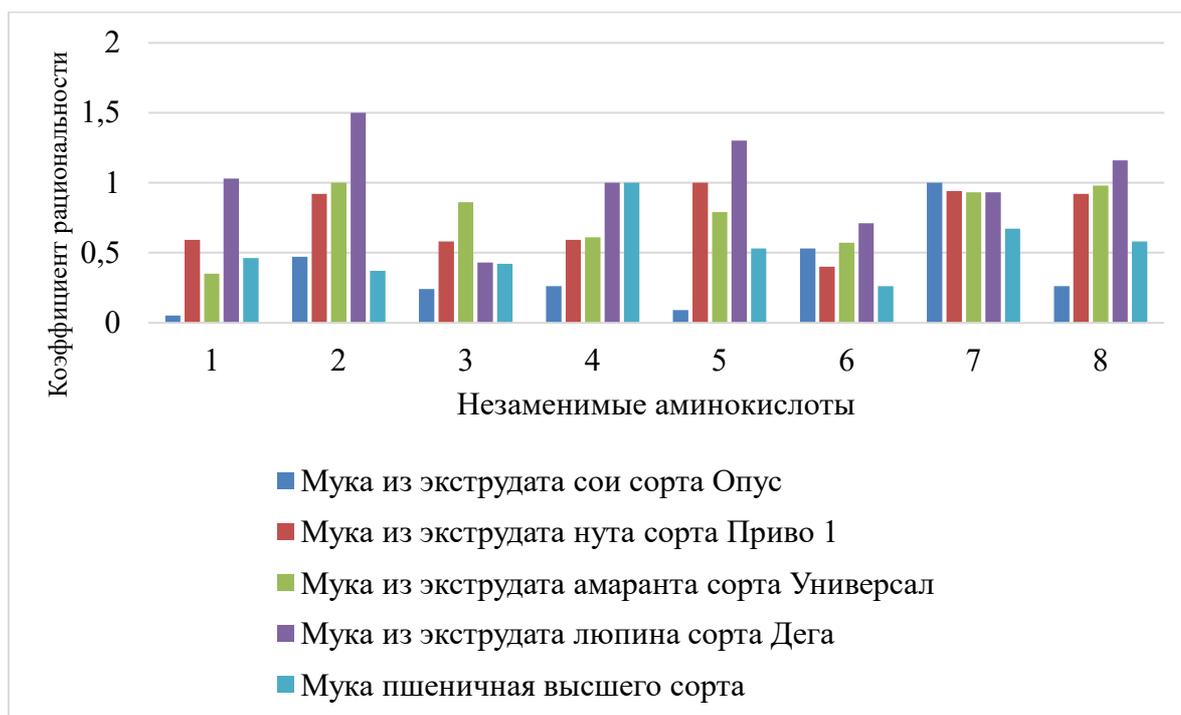


Рисунок 22 - Коэффициент рациональности муки пшеничной и муки из экструдатов

1 - Триптофан; 2 – Лейцин; 3 – Изолейцин; 4 – Лизин; 5 – Метионин + цистеин; 6 – Фенилаланин; 7 – Треонин; 8 – Валин.

Коэффициент различия аминокислотного сора муки из экструдата сои сорта Опус составляет 100%. Среди остальных рассматриваемых видов муки коэффициент различия аминокислотного сора максимален в пшеничной муке высшего сорта, следовательно, на построение собственного белка организмом взрослого человека он используется менее эффективно, чем белок муки из экструдата нута сорта Приво 1, амаранта сорта Универсал и люпина сорта Дега. Избыточное количество НАК в муке из экструдата амаранта сорта Универсал, не используемое на пластические нужды, составляет лишь 26,74 %, что является наименьшим значением среди рассматриваемых видов муки, в нутовой муке – 33,19 %, в люпиновой – 43,29 %.

Биологическая ценность белка муки из экструдата нута сорта Приво 1, амаранта сорта Универсал и люпина сорта Дега довольно высока и составляет 66,81 %, 73,26 % и 56,71 % соответственно против 49,06 % в белке пшеничной муки.

Коэффициент рациональности незаменимых аминокислот, характеризующий возможность утилизации аминокислот организмом, предопределяется минимальным скором одной из них (рисунок 22)

Коэффициент рациональности аминокислотного состава (рисунок 23) муки из экструдатов нута, амаранта и люпина составляют 0,72, 0,78 и 0,92 соответственно. Данные значения численно характеризуют довольно высокую сбалансированность незаменимых аминокислот по отношению к физиологически необходимой норме (эталону). Наибольший коэффициент рациональности аминокислотного состава отмечен у муки из экструдата люпина сорта Дега. У пшеничной муки коэффициент рациональности аминокислотного состава составляет 0,48. Наименьшее значение коэффициента рациональности аминокислотного состава у муки из экструдата сои – 0,23.

Показатель сопоставимой избыточности содержания незаменимых аминокислот (рисунок 24) характеризует суммарную массу незаменимых аминокислот (НАК), не используемых (из-за несбалансированности аминокислотного состава) на анаболические нужды, в таком количестве белка оцениваемого продукта, которое по содержанию потенциально утилизируемых НАК эквивалентно их количеству в 100 г эталонного белка.

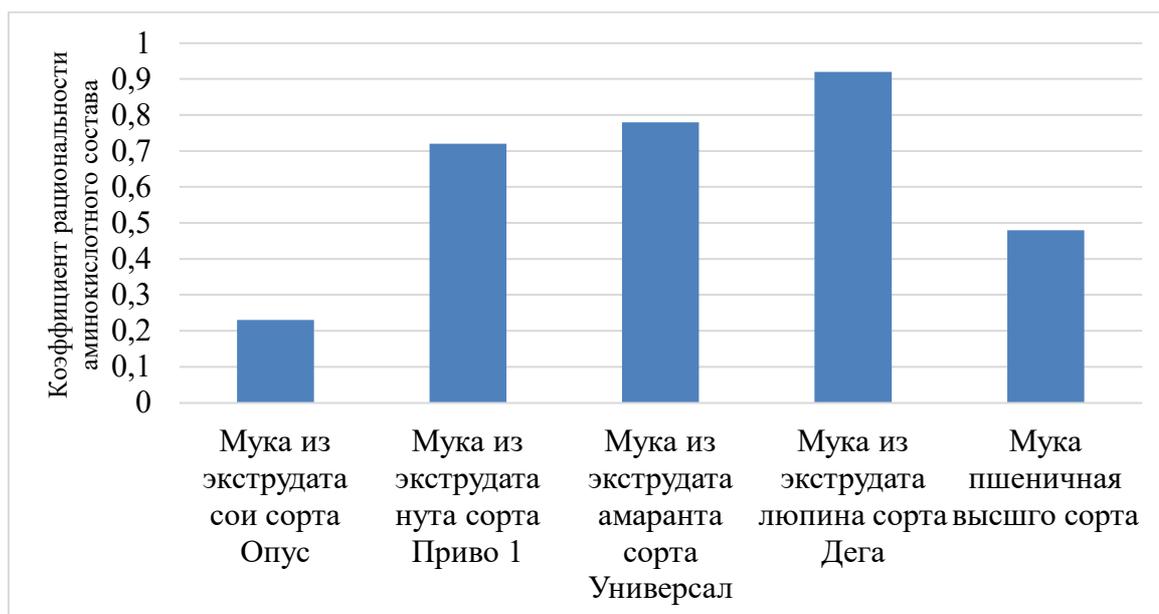


Рисунок 23 - Коэффициент рациональности аминокислотного состава муки пшеничной и муки из экструдатов

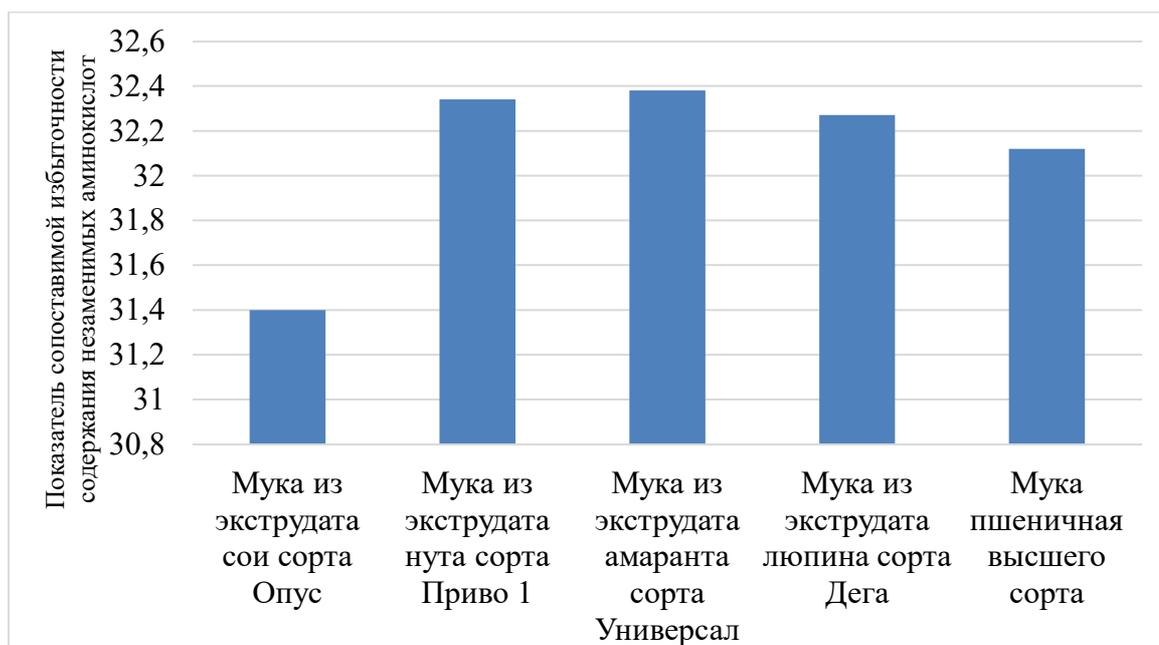


Рисунок 24 - Показатель сопоставимой избыточности содержания незаменимых аминокислот муки пшеничной и муки из экструдатов

Показатели сопоставимой избыточности содержания незаменимых аминокислот у изучаемых видов муки близки и варьируются от 31,40 до 32,38.

Таким образом, изучение показателей биологической ценности белка позволило сделать следующие выводы:

- показатели биологической ценности белка муки из экструдатов нута, амаранта и люпина превышают аналогичные характеристики муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта;

- лимитирующими аминокислотами муки из экструдата сои сорта Опус является треонин, муки из экструдата нута сорта Приво1 – метионин + цистеин, муки из экструдата амаранта сорта Универсал и в муке из экструдата люпина сорта Дега – лейцин, в отличие от муки пшеничной хлебопекарной, лимитирующей аминокислотой которой является лизин;

- лучшим соотношением показателей КРАС и БЦ обладает белок из экструдата амаранта сорта Универсал;

- белок муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта имеет низкую эффективность для синтеза белка в организме человека. Значительно лучше

используются НАК экструдата амаранта сорта Универсал, избыточное количество НАК, не используемое на пластические нужды, составляет лишь 26,74 %;

- лучшим коэффициентом рациональности аминокислотного состава обладает белок муки экструдата из люпина сорта Дега.

Аминокислотный состав экструдатов из высокобелковых культур отличается вариабельностью, что должно учитываться при выборе сырьевого ингредиента в конкретных условиях производства обогащенных изделий.

Мука из экструдата сои сорта Опус может быть рекомендована как ингредиент, обогащающий белком хлебобулочные изделия из сортовой пшеничной муки. Мука из экструдатов нута сорта Приво 1, амаранта сорта Универсал, люпина сорта Дега может быть рекомендована для введения в рецептурный состав хлебобулочных изделий из сортовой пшеничной муки не только как обогащающий белком ингредиент, но и как улучшающий биологическую ценность готового изделия.

3.4. Исследование хлебопекарных свойств мучных смесей

Проектирование новых видов хлебобулочных изделий должно включать оценку не только нутриентной ценности нового ингредиента, но и его влияния на функционально-технологические свойства основного сырья. Для рассматриваемых в работе объектов исследований эти свойства определяются совокупностью хлебопекарных свойств муки. В случае применения новых видов муки – хлебопекарными свойствами мучных смесей.

В работе представлены результаты исследования образцов модельных смесей муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта с мукой из экструдата сои сорта Опус, экструдата нута сорта Приво 1 и экструдата люпина сорта Дега. Результаты исследований влияния муки из экструдата амаранта сорта Универсал на хлебопекарные свойства муки пшеничной хлебопекарной, проведенные ранее, приведены в работе [57, 241] и в целом коррелируют с полученными зависимостями.

Модельные смеси составляли в следующих соотношениях муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта и муки из экструдатов, в масс.долях: 95:5 (образец

1), 92,5:7,5 (образец 2), 90:10 (образец 3), 87,5:12,5 (образец 4), 85:15 (образец 5), 82,5:17,5 (образец 6), 80:20 (образец 7). Исследования проводились с целью определения рациональной смеси для изготовления хлебобулочных изделий.

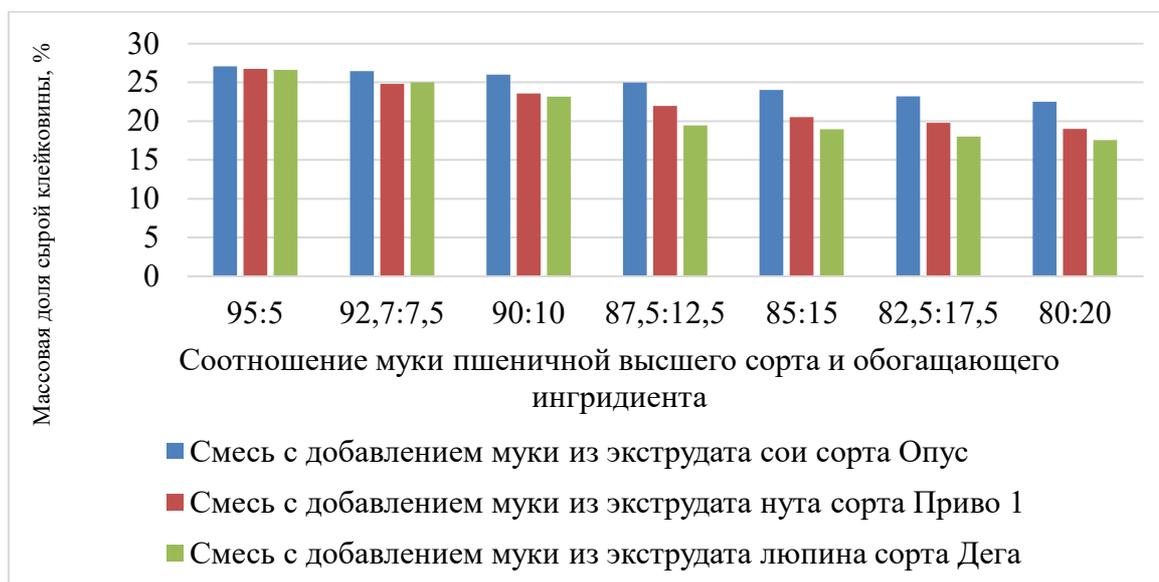


Рисунок 25 - Влияние дозировки обогащающего ингредиента на массовую долю сырой клейковины (%) мучной модельной смеси из муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта и муки из экструдата сои/нута/люпина

Результаты исследований показали, что увеличение доли обогащающей добавки закономерно приводит к снижению количества клейковины в смеси (рисунок 25). При этом во всех образцах, начиная от соотношения ингредиентов в масс.долях 95:5, показатель массовой доли сырой клейковины не превышает 27 %. Приведенное значение установлено в смеси из 95% муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта и 5% муки из экструдата сои сорта Опус. При таком же соотношении муки пшеничной с мукой из экструдата нута сорта Приво1 количество клейковины незначительно ниже и составляет 26,76%, с мукой из экструдата люпина сорта Дега – 26,64 %. Наименьшая доля клейковины наблюдается в смеси муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта и муки из экструдата сорта Дега и в соотношении 80:20 и составляет 17,58%. В аналогичной смеси с мукой из экструдата сои и экструдата нута соответственно – 22,52 и 19,00 %. Судя по полученным закономерностям, доля муки из экструдата люпина сорта Дега в смеси с мукой пшеничной хлебопекарной высшего сорта должна составлять

не более 10 %, для других видов муки – в пределах 15 % при возможном не критичном изменении традиционного сенсорного восприятия хлебобулочного изделия.

На хлебопекарные свойства оказывает большее значение качество клейковины. Технологически хорошая сырая клейковина - эластичная, в меру упругая и растяжимая, а также достаточно связанная, не распадающаяся на отдельные фрагменты. Слишком крепкая или слишком слабая клейковина не сможет образовать в тесте объемный высокопористый каркас [13]. Показатели качества сырой клейковины в исследуемых смесях представлены на рисунке 26.

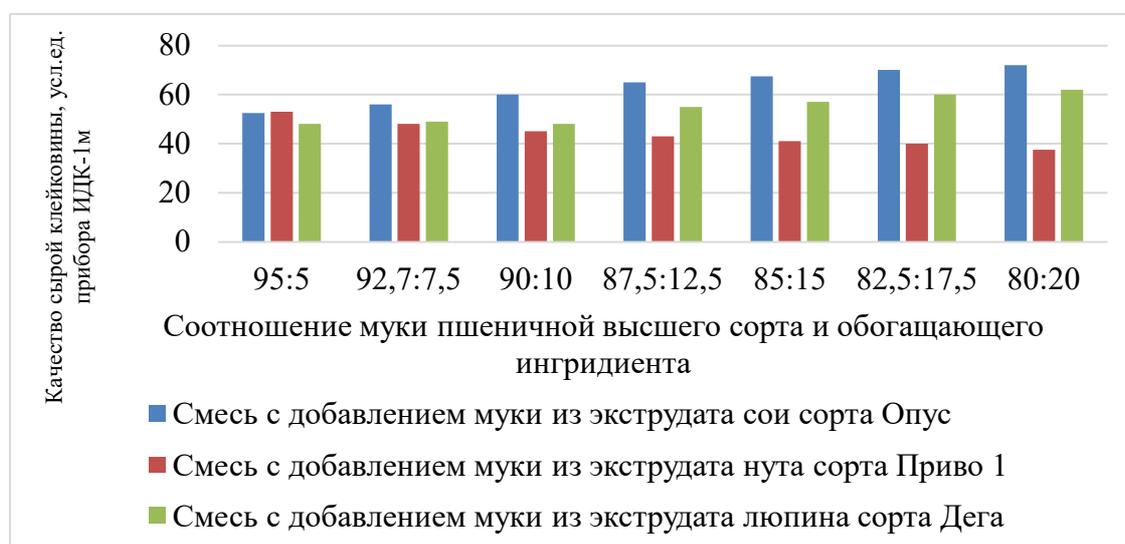


Рисунок 26 - Влияние дозировки обогащающего ингредиента на качество сырой клейковины (усл.ед. прибора ИДК-1м) мучной модельной смеси из муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта и муки из экструдата сои/нута/люпина

Результаты исследования показывают увеличение показателя качества клейковины мучной смеси при увеличении доли муки из экструдата сои сорта Опус в пределах от 52,5 до 72,0 ед. ИДК. Увеличение доли муки из экструдата нута сорта Приво1, наоборот, приводит к снижению данного показателя в пределах от 53,0 до 37,5 ед. ИДК. Внесение муки из экструдата люпина сорта Дега ведет к увеличению показателя с 48,0 до 62,0 ед. ИДК. При этом необходимо отметить, что установленное изменение в смесях с мукой из экструдата сои происходит в рамках средних характеристик клейковины, что является хорошим основанием для ее дальнейшего использования ее в производстве хлебобулочных изделий.

Показатели качества клейковины в смесях пшеничной хлебопекарной высшего сорта и муки из экструдата нута, характеризуют муку как удовлетворительно крепкую. Лишь смесь с соотношением 95:5 имеет значение 53 ед. ИДК, что является граничным значением, характеризующим ее как среднюю (хорошую). Смеси с содержанием от 12,5 до 20 % муки из экструдата люпина имеют среднюю (хорошую) характеристику клейковины, с содержанием от 5 до 10 % - удовлетворительно крепкую. При этом необходимо отметить, что в исследованиях применяли партии муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта с клейковиной, качество которой относилось к I группе. Внесение муки из экструдатов позволяло оставаться мучной смеси в этой же группе, за исключением смесей муки с экструдатом нута от 7,5 до 20 % и экструдатом люпина от 5 до 10 %. В случае применения муки пшеничной хлебопекарной с изначально большим значением показателя ИДК, что характерно для зернового рынка в настоящее время, мука из экструдата нута и мука из экструдата люпина в вышеуказанных дозировках не окажет отрицательного влияния на качество мучной смеси. Однако, эта закономерность влияния муки из экструдатов нута и люпина должна быть учтена при разработке способов ее применения в технологии хлебобулочных изделий.

Автолитическая активность является характеристикой углеводно-амилазного комплекса и определяет такие характеристики готовых изделий, как форма, состояние мякиша, его влажность или сухость на ощупь, а также цвет корки.

Результаты определения автолитической активности по содержанию водорастворимых веществ представлены на рисунке 27.

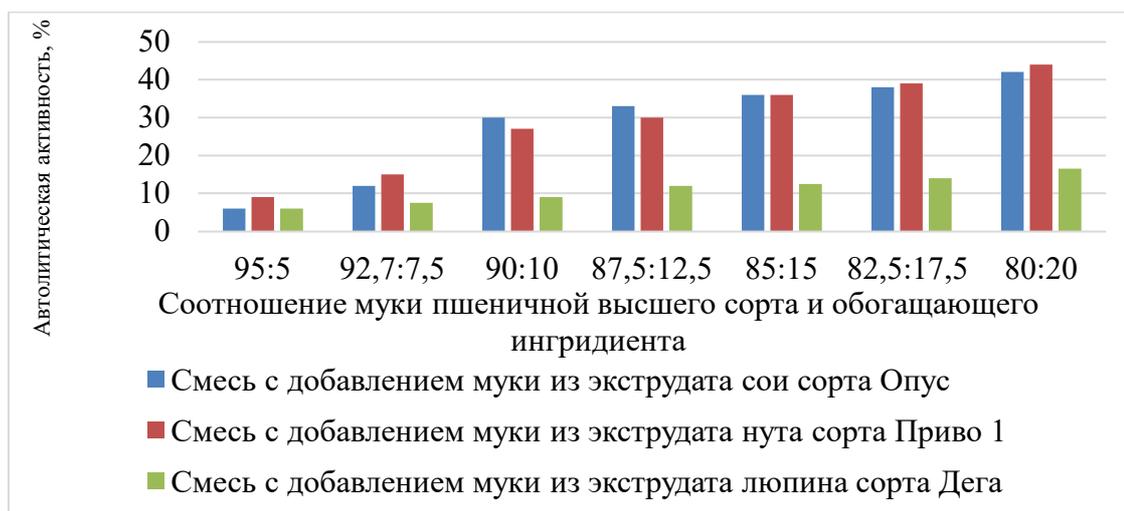


Рисунок 27 - Влияние дозировки обогащающего ингредиента на автолитическую активность (%) мучной модельной смеси из муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта и муки из экструдата сои/нута/люпина

Исследования показали повышение содержания водорастворимых веществ в зависимости от увеличения в составе смеси обогащающего ингредиента. Однако, сделать однозначный вывод о повышении активности амилолитических ферментов муки в присутствии экструдата достаточно сложно. Вероятно, повышение водорастворимых веществ в модельных смесях связано с их присутствием в экструдате. Известно, что процесс экструдирования сопровождается частичной деструкцией биополимеров зернового сырья с накоплением водорастворимых веществ. В большей мере это происходит в экструдатах нута сорта Приво 1 и сои сорта Опус.

Важным фактором, влияющим на внешний вид готового хлебобулочного изделия, а также на цвет мякиша, является белизна муки. Чем выше белизна муки, тем больше в ее составе крахмала, меньше клетчатки, макро- микроэлементов и витаминов, с одной стороны. С другой - известно предпочтение потребителей к изделиям с более светлым мякишем.

Определение белизны проводилось с помощью лабораторного белизномера «Блик-РЗ». На рисунке 28 представлены полученные значения белизны в смесях муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта с мукой из экструдата сои сорта Опус, экструдата нута сорта Приво1, а также с мукой из экструдата люпина сорта Дега.

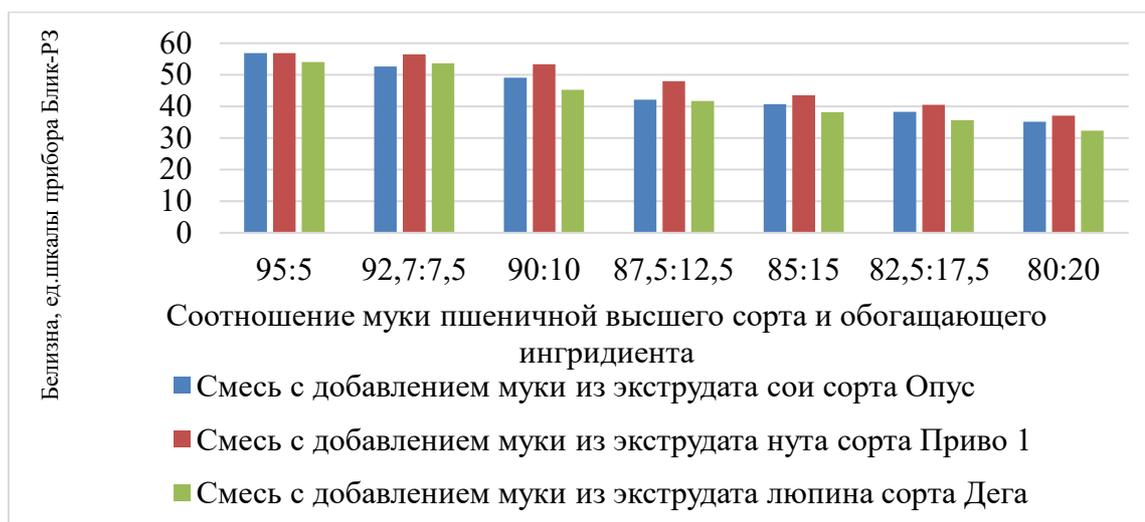


Рисунок 28 - Влияние дозировки обогащающего ингредиента на белизну (ед.шкалы прибора Блик-РЗ) мучной модельной смеси из муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта и муки из экструдата сои/нута/люпина

Смесь муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта с 5% муки из экструдата сои сорта Опус и смесь с 5% муки из экструдата нута сорта Приво 1 имеют одинаковые значения показателя белизны - 56,8 ед.шкалы прибора Блик-РЗ, что соответствует белизне пшеничной хлебопекарной муки высшего сорта. Смесь с содержанием 5% муки из экструдата люпина сорта Дега имеет белизну 54 ед.шкалы прибора Блик-РЗ. При увеличении дозировки обогащающего ингредиента установлено снижение показателя белизны. Белизна смеси пшеничной и муки из экструдата нута Приво 1 в соотношении в масс.долях 92,5:7,5 также соответствует белизне муки пшеничной высшего сорта, а белизна смесей с соевым и люпиновым экструдатами, содержащих обогащающего ингредиента до 17,5%, соответствует белизне муки пшеничной хлебопекарной первого сорта. Единственной смесью с 20% обогащающего ингредиента, белизна которой соответствует норме муки пшеничной первого сорта, является нутовая. Исходя из этого, можно предположить, что хлебобулочные изделия, изготавливаемые из рассматриваемых смесей, не будут кардинально отличаться по цвету от привычных продуктов, хотя и будут иметь несколько более темный цвет мякиша.

Помимо определения белизны, исследован косвенный показатель, коррелирующий с цветом мякиша готового изделия – зольность. Результаты

определения зольности модельных смесей представлены на рисунке 29.

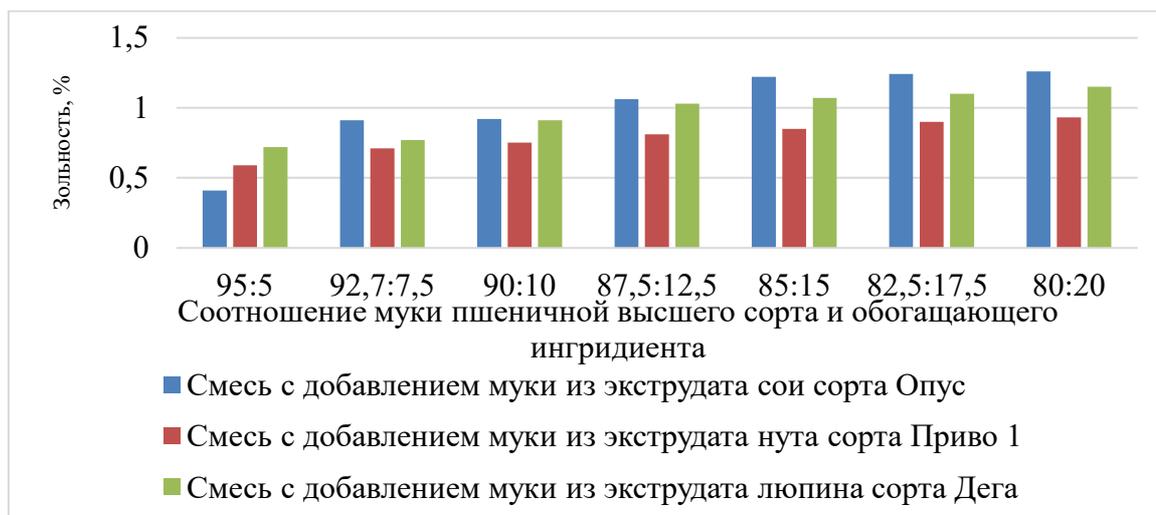


Рисунок 29 - Влияние дозировки обогащающего ингредиента на зольность (%) мучной модельной смеси из муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта и муки из экструдата сои/нута/люпина

Увеличение доли обогащающего ингредиента в модельной мучной смеси приводит к росту зольности. Для изготовления хлебобулочных изделий обычно используют пшеничную муку высшего и первого сорта, для которых характерно содержание массовой доли золы 0,55-0,75%. Показатель зольности в исследуемых смесях варьируется от 0,41 до 1,26%, что соответствует зольности муки пшеничной хлебопекарной от высшего до второго сорта. Внесение в мучную смесь муки из экструдата нута сорта Приво 1 меньше отражается на показателе зольности, чем внесение такой же доли муки из экструдата сои или люпина. Полученные результаты коррелируют с результатами исследований по цвету мучных смесей. При этом необходимо отметить, что зольность модельных смесей будет определять содержание макро- и микроэлементов в готовых изделиях. Чем выше зольность, тем выше ценность хлебобулочных изделий с позиций нутриентного состава.

Кислотность муки также оказывает серьезное влияние на параметры технологического процесса и качество хлебобулочных изделий. Уровень кислотности муки зависит от ее сорта и продолжительности хранения - чем ниже сорт и длительнее период хранения, тем выше кислотность. В хлебопекарном производстве рекомендуется использовать пшеничную муку высшего сорта с

кислотностью 2,5-3,0 град, первого сорта – 3,0-3,5 град, второго сорта – 4,0-4,5 град, обойную – 4,5-5,0 град [13]. Определена кислотность модельных смесей. Полученные значения представлены на рисунке 30.

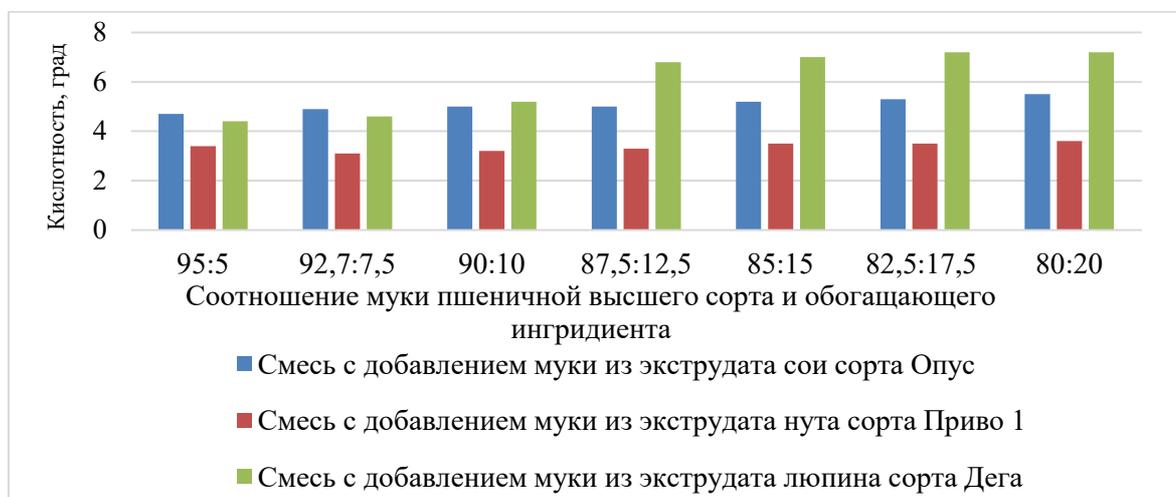


Рисунок 30 - Влияние дозировки обогащающего ингредиента на кислотность, (град) мучной модельной смеси из муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта и муки из экструдата сои/нута/люпина

Кислотность модельных смесей с увеличением дозировки обогащающего ингредиента повышалась. Кислотность смесей с содержанием муки из экструдата сои сорта Опус от 5 до 12,5 % и с содержанием муки из экструдата люпина сорта Дега от 5 до 10% соответствует кислотности пшеничной обойной муки. Повышение дозировки муки из экструдата сои более 12,5 % и муки из экструдата люпина более 10% требует разработки особых технологических приемов ввиду достижения в мучных смесях критических значений по кислотности, оказывающих влияние на качество хлебобулочных изделий. Или возможно продвижение на рынке изделий повышенной пищевой ценности с новыми сенсорными ощущениями. При этом количество внесенной муки из экструдата нута сорта Приво 1 незначительно отражается на кислотности смесей и варьируется в пределах от 3,1 до 3,6 град, что соответствует показателям муки пшеничной первого сорта.

В целом оценка влияния муки из экструдатов сои сорта Опус, нута сорта Приво 1 и люпина сорта Дега позволила сделать следующие выводы:

- экструдаты оказывают дифференцированное влияние на хлебопекарные

свойства мучных смесей, снижая их в сравнении с мукой пшеничной хлебопекарной высшего сорта;

- изменение показателей мучных смесей в пределах исследованных дозировок (до 20 %) не носит критического характера и может быть скомпенсировано параметрами технологии и их особенностями в отношении определенных групп хлебобулочных изделий;

- полученные закономерности должны быть учтены при конструировании обогащенных хлебобулочных изделий.

3.5. Моделирование структуры обогащающей мучной смеси

Как установлено исследованиями, приведенными в разделе 3.3, экструдаты высокобелковых культур имеют разную биологическую ценность. В рамках следующего этапа работы была поставлена задача получения обогащающей мучной смеси из экструдатов высокобелковых культур оптимального аминокислотного состава (по незаменимым аминокислотам (НАК)). Для решения задачи за основу взята модель расчета смеси в виде задачи линейного программирования на составление смеси [108, 125]. Как известно математическая модель задачи предусматривает определение

- 1) целевой функции;
- 2) ограничений;
- 3) граничных условий.

Стандартная задача линейного программирования с целевой функцией

$$F = \sum_{j=1}^n c_j x_j \rightarrow \max(\min, \text{Const}), \quad (2)$$

$$\text{ограничениями } \sum_{j=1}^n x_j = 1, \quad \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i,$$

$$\text{и граничными условиями } d_j \leq x_j \leq D_j, \quad i = \overline{1, m}; \quad j = \overline{1, n},$$

применительно к задаче оптимизации состава обогащенной мучной смеси интерпретируются следующим образом.

1) Целевая функция характеризует соответствие структуры белков смеси структуре идеального белка. Искомые значения переменных x_j – доли компонентов. Коэффициенты c_j в целевой функции – это показатели, характеризующие пищевую (биологическую) ценность компонентов смеси, в данном случае – доля незаменимой аминокислоты в общем белке обогащающей компоненты.

2) Рассматриваются ограничения двух видов. Первое ограничение логично для данной постановки задачи: сумма долей компонентов равна единице. Вторая группа ограничений связана с технологическими требованиями к хлебопекарным свойствам смеси и предпочтениями потребителей.

3) Граничные условия позволяют учесть предпочтения, связанные, например, с минимальной долей отдельной компоненты, т.е., например, доля не может быть ниже 10%. Ограничения этого типа обычно применяются, если рассматривается задача для многокомпонентной смеси, чтобы исключить незначимые величины.

В работе для оценки сбалансированности аминокислотного состава по НАК был выбран показатель химического сора [160], что позволило оценить соответствие структуры НАК структуре «идеального белка». При этом мы посчитали целесообразным предложить модификацию сора, что вызвано тем фактом, что суммарное количество НАК и доля комплекса НАК в общем белке в обогащающих компонентах существенно отличается, поэтому модификация сора заключается в том, что оценивается отношение доли отдельной НАК в обогащающей компоненте к доле соответствующей НАК в идеальном белке, причем весь комплекс НАК принят за единицу. В таблице 19 приведены исходные данные для задачи оптимизации структуры НАК.

Принимая комплекс НАК в каждой компоненте за единицу, рассчитаем структуру НАК для каждой компоненты (таблица 20).

Далее рассчитаем модифицированный скор j -той НАК в долях единицы по формуле

$$s_j = a_j/r_j, \quad (3)$$

где a_j – доля j -той незаменимой аминокислоты в сумме НАК в обогащающей

Таблица 21 – Модифицированный скор НАК в идеальном белке и компонентах смеси, доли единицы

Незаменимая аминокислота	Идеальный белок	Мука пшеничная высшего сорта	Мука из экструдата			
			Сои сорта Опус	Нута сорта Приво 1	Люпина сорта Дега	Амаранта сорта Универсал
Валин	1,0000	0,8290	0,8959	0,7828	0,7897	0,7924
Изолейцин	1,0000	1,1402	0,9907	1,2271	2,1381	0,9008
Лейцин	1,0000	1,2890	0,4954	0,7775	0,6137	0,7750
Лизин	1,0000	0,4832	0,9179	1,2121	0,9182	1,2700
Метионин+ цистин	1,0000	0,9093	2,6169	0,7177	0,7058	0,9821
Треонин	1,0000	0,7164	0,2345	0,7614	0,9872	0,8352
Триптофан	1,0000	1,0609	4,5111	1,2245	0,8929	2,2364
Фенилаланин	1,0000	1,8944	0,4404	1,8166	1,3004	1,3608
Минимальный (лимитирующий) скор	-	0,4832	0,2345	0,7177	0,6137	0,7750

На основе анализа таблиц 19-21 сформулирована задача расчета смеси, оптимальной по структуре НАК, в качестве критерия оптимальности максимизация лимитирующего сора, т.е.

$$F = \min_j S_j \rightarrow \max, \quad (4)$$

где S_j – модифицированный скор j -ой НАК смеси.

$$S_j = A_j/r_j, \quad (5)$$

где A_j – доля j -той незаменимой аминокислоты в сумме НАК в смеси, г/г НАК белка; r_j – доля j -той незаменимой аминокислоты в сумме НАК «идеального» белка, г/ г НАК белка.

$$A_j = \frac{\sum_{i=1}^n c_{ji}x_i}{\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n c_{ji}x_i}, \quad (6)$$

где c_{ji} – количество j -ой НАК в i -той обогащающей компоненте, грамм/грамм белка (см. табл. 1), x_i – доля общего белка компоненты в смеси, n – количество наименований обогащающих компонент, m – количество наименований НАК в оптимизационной задаче.

Таким образом, имеем задачу нелинейной оптимизации, заключающуюся в

определении долей общего белка компонент (x_i), обеспечивающих максимальный лимитирующий скор смеси.

В расчете структуры смеси необходимо учесть содержание белковой части в компонентах, т.е. доля обогащающей компоненты y_i рассчитывается по формуле

$$y_i = \left[\frac{x_i}{b_i} \right] / \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{b_i}, \quad (7)$$

где b_i – количество белка в обогащающей компоненте, грамм/грамм.

Для решения нелинейных оптимизационных задач воспользуемся надстройкой «Поиск решения» табличного процессора Excel. Решение задачи с ограничением на содержание клейковины не ниже 25 % приведено в таблице 22, расчетное значение клейковины в пшеничной муке составило 30%, наличие ограничения по клейковине определило предельную долю добавок не выше 17 %.

Таблица 22 – Скор НАК в компонентах и оптимальной смеси, доли единицы

Незаменимая аминокислота	Мука пшеничная высшего сорта	Мука из экструдата				Смесь мучная
		Сои сорта Опус	Нута сорта Приво 1	Люпина сорта Дега	Амаранта сорта Универсал	
Валин	0,8290	0,8959	0,7828	0,7897	0,7924	0,8170
Изолейцин	1,1402	0,9907	1,2271	2,1381	0,9008	1,1628
Лейцин	1,2890	0,4954	0,7775	0,6137	0,7750	1,1558
Лизин	0,4832	0,9179	1,2121	0,9182	1,2700	0,6730
Метионин+ цистин	0,9093	2,6169	0,7177	0,7058	0,9821	0,8594
Треонин	0,7164	0,2345	0,7614	0,9872	0,8352	0,7281
Триптофан	1,0609	4,5111	1,2245	0,8929	2,2364	1,1035
Фенилаланин	1,8944	0,4404	1,8166	1,3004	1,3608	1,8742
Доли белка компонент (x_i)	0,7480	0,0000	0,2520	0,0000	0,0000	1,0000
Минимальный (лимитирующий) скор	0,4832 лизин	0,2345	0,7177	0,6137	0,7750	0,6730 лизин
Содержание белка, г/ г	0,1030	0,4280	0,1790	0,2888	0,2647	0,1221
Доли компонент (y_i)	0,8336	0,0000	0,1664	0,0000	0,0000	1,0000

С учетом того, что основная доля мучной смеси – мука пшеничная, принято решение оптимизировать структуру только обогащающих компонент, причем включение амарантовой муки признано нецелесообразным вследствие специфичности вкуса и отсутствия комплекса обогащающих преимуществ по сравнению с нутом и соей. В таблице 23 показаны результаты оптимизации трехкомпонентной смеси в сравнении с мукой пшеничной высшего сорта.

Таблица 23 – Характеристики компонент и оптимальной обогащающей смеси, доли единицы

Показатель	Мука пшеничная высшего сорта (спаравочно)	Мука из экструдата			Обогащающая смесь
		Сои сорта Опус	Нута сорта Приво 1	Люпина сорта Дега	
Скор Лизин	0,4832	0,9179	1,2121	0,9182	1,1887
Доли белка компонент (x_i)	-	0,0238	0,9240	0,0533	1,0000
Минимальный (лимитирующий) скор	0,4832 Лизин	0,2345 Треонин	0,7177 Метионин + цистин	0,6137 Лейцин	0,7617 Лейцин, Метионин+ цистин
Доли компонент (y_i)	-	0,0103	0,9555	0,0342	1,0000

Таблица 24 – Скор НАК муке, обогащающей трехкомпонентной смеси и мучной смеси в соотношении 80% муки, 20% трехкомпонентной смеси, доли единицы

Незаменимая аминокислота	Мука пшеничная высшего сорта	Смесь обогащающая	Смесь мучная
Валин	0,8290	0,7859	0,8170
Изолейцин	1,1402	1,2726	1,1628
Лейцин	1,2890	0,7617	1,1558
Лизин	0,4832	1,1887	0,6730
Метионин+ цистин	0,9093	0,7617	0,8594
Треонин	0,7164	0,7618	0,7281
Триптофан	1,0609	1,2832	1,1035
Фенилаланин	1,8944	1,7553	1,8742
Доли белка компонент (x_i)	0,6834	0,3166	1,0000
Минимальный (лимитирующий) скор	0,4832 лизин	0,7617 Лейцин, Метионин+ цистин	0,6730 лизин
Содержание белка, г/ г	0,1030	0,1909	0,1206
Доли компонент (y_i)	0,8000	0,2000	1,0000

Из таблицы 23 видно, что скор лизина обогащающей смеси значительно улучшит структуру НАК мучной смеси, кроме того, возможно рассмотреть решение задачи оптимизации двухкомпонентной смеси (таблица 25). В таблице 24

приведены значения скоров муки высшего сорта, обогащающей трехкомпонентной смеси (оптимизированной, по табл. 23) и мучной обогащенной смеси в составе 80 % пшеничной муки, 20 % обогащающей оптимальной смеси.

Из таблицы 24 видно, что решения 1, 2 и 3 свелись к однокомпонентной обогащающей смеси, все решения показывают высокое значение сора лизина, что обеспечит хорошую коррекцию структуры мучной смеси по сравнению с пшеничной мукой.

Таблица 25 – Характеристики компонент и оптимальной обогащающей смеси, доли единицы

Показатель	Мука из экструдата			Смесь обогащающая
	Сои сорта Опус	Нута сорта Приво 1	Люпина сорта Дега	
Решение 1. Обогащающая смесь из муки сои и нута. Скор лизина 1,2068				
Доли белка компонент (x_i)	0,0182	0,9822	-	1,0000
Минимальный (лимитирующий) скор	0,2345 Треонин	0,7177 Метионин+ цистин	-	0,7519 Треонин
Доли компонент (y_i)	0,0077	0,9923	-	1,0000
Решение 2. Обогащающая смесь из муки сои и люпина. Скор лизина 0,9182				
Доли белка компонент (x_i)	0,0004	-	0,9996	1,0000
Минимальный (лимитирующий) скор	0,2345 Треонин	-	0,6137 Лейцин	0,6137 Лейцин
Доли компонент (y_i)	0,0003	-	0,9997	1,0000
Решение 3. Обогащающая смесь из муки нута и люпина. Скор лизина 1,2121				
Доли белка компонент (x_i)	-	1,0000	0,0000	1,0000
Минимальный (лимитирующий) скор	-	0,7177 Метионин+ цистин	0,6137 Лейцин	0,7177 Метионин+ цистин
Доли компонент (y_i)	-	1,0000	0,0000	1,0000

Дополнительно рассмотрено решение задачи, в которой в качестве критерия оптимизации рассматривался коэффициент биологической ценности (максимум) и коэффициент рациональности аминокислотного состава (максимум). Результаты решения практически идентичны описанным выше.

Таким образом, предложенный алгоритм определения оптимальной

структуры обогащающей смеси по составу НАК включает следующие этапы.

1. Определить количество каждой НАК в компонентах смеси, г/грамм белка.
2. Определить долю каждой НАК в компонентах и идеальном белке, приняв за единицу суммарное содержание НАК в компонентах и идеальном белке соответственно.
3. Определить модифицированные скоры НАК как отношение доли НАК в компоненте к доле НАК в идеальном белке.
4. Определить модифицированные скоры НАК обогащающей смеси как среднее арифметическое взвешенное соответствующих скоров компонент, весовые коэффициенты соответствуют долям общего белка обогащающих компонентов, определяемых в результате решения задачи оптимизации.
5. Определить структуру обогащающей смеси как доли или процентные содержания обогащающих компонент, т.е. доля компоненты зависит от количества общего белка в ней.

Рассматривалось решение задачи в двух постановках: первая - оптимизация структуры всей мучной смеси (мука пшеничная высшего сорта, мука из экструдатов сои, нута, люпина) с ограничением по клейковине, вторая - оптимизация структуры только обогащающей добавки в предположении, что доля добавки не может превышать 20% к массе муки. С учетом нестабильности содержания белка в муке, и, как следствие, значительной вариации структуры НАК в муке, целесообразно решение второй задачи.

В расчетах критериев предложено использовать модифицированный скор, т.к. суммарное количество НАК в ингредиентах смеси различно.

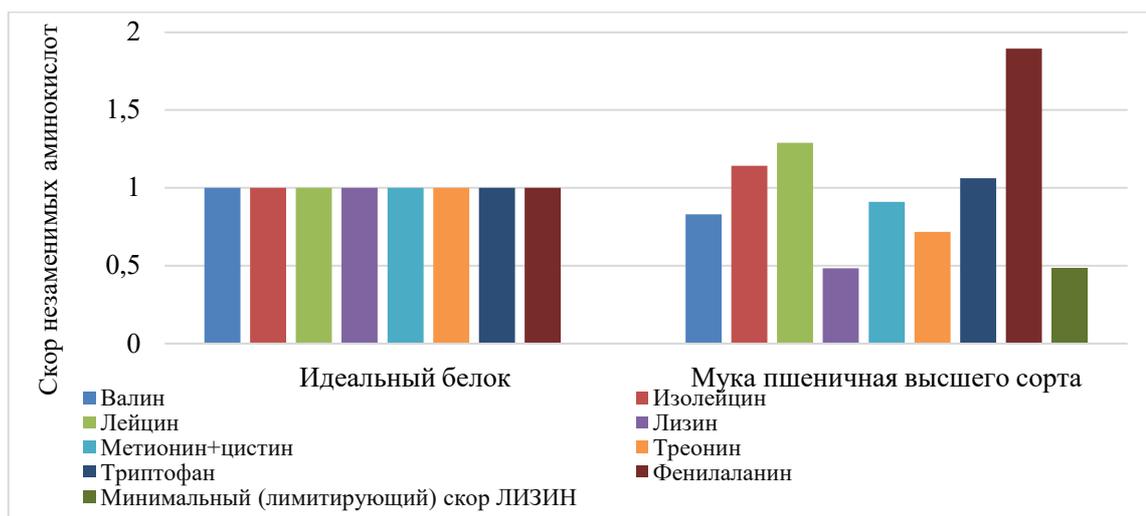


Рисунок 30 - Сравнение модифицированного скор не заменимых аминокислот белка пшеничной муки с идеальным белком (по таблице 21)

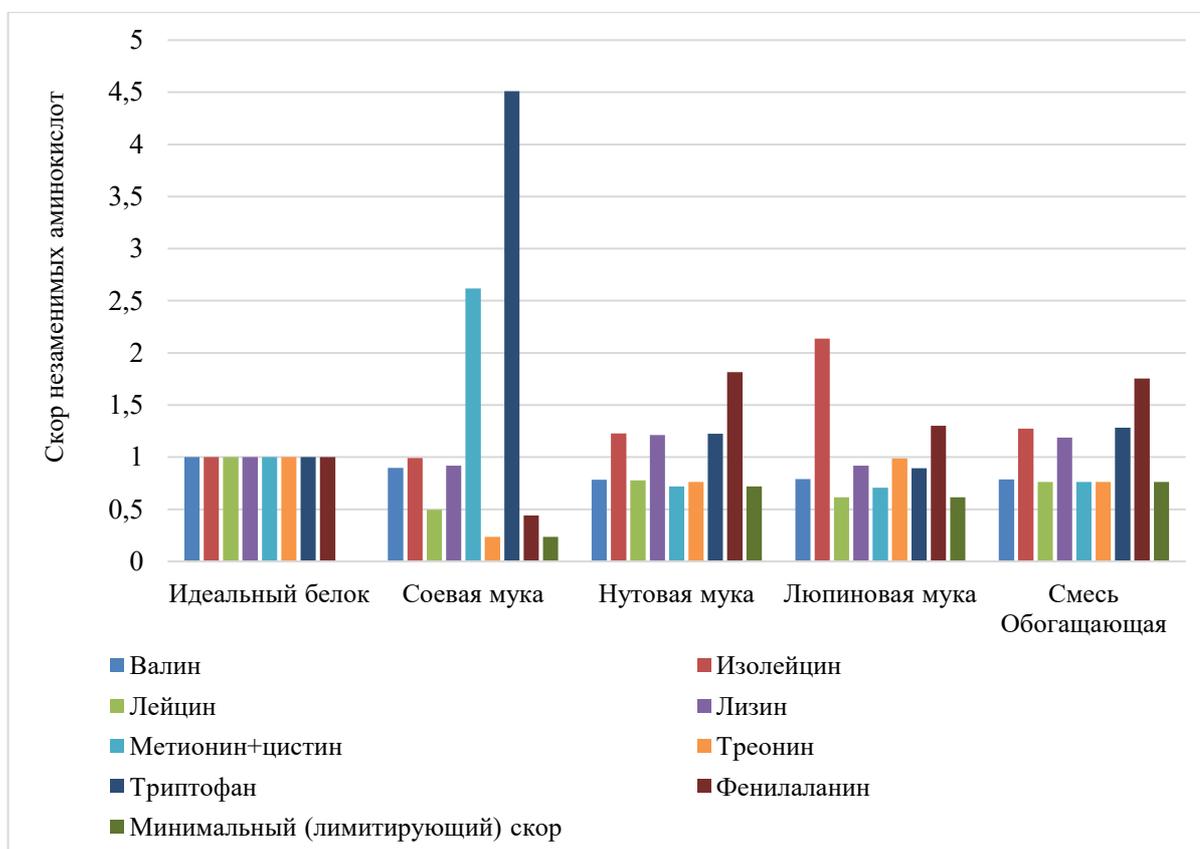


Рисунок 31 - Сравнение модифицированных скор не заменимых аминокислот белка муки из экструдатов высокобелковых культур, трехкомпонентная смесь (по табл. 23)

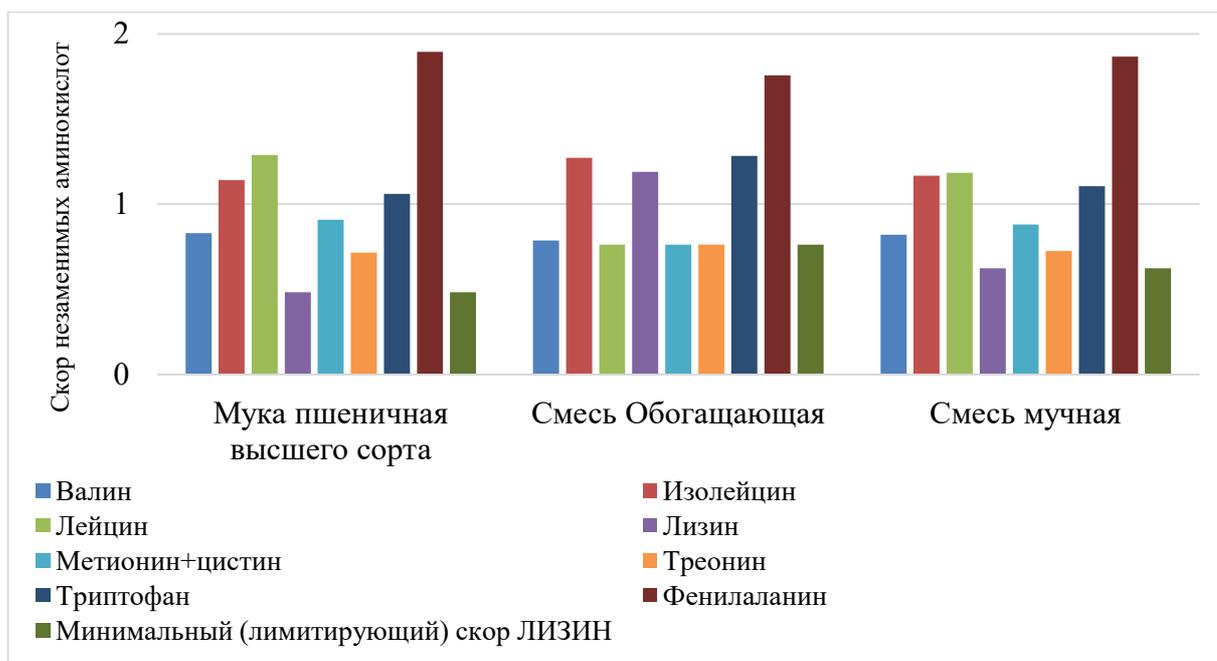


Рисунок 32 - Сравнение модифицированных скоров незаменимых аминокислот белка муки пшеничной, обогащающей смеси и мучной смеси (по табл. 21, 23 и 24)

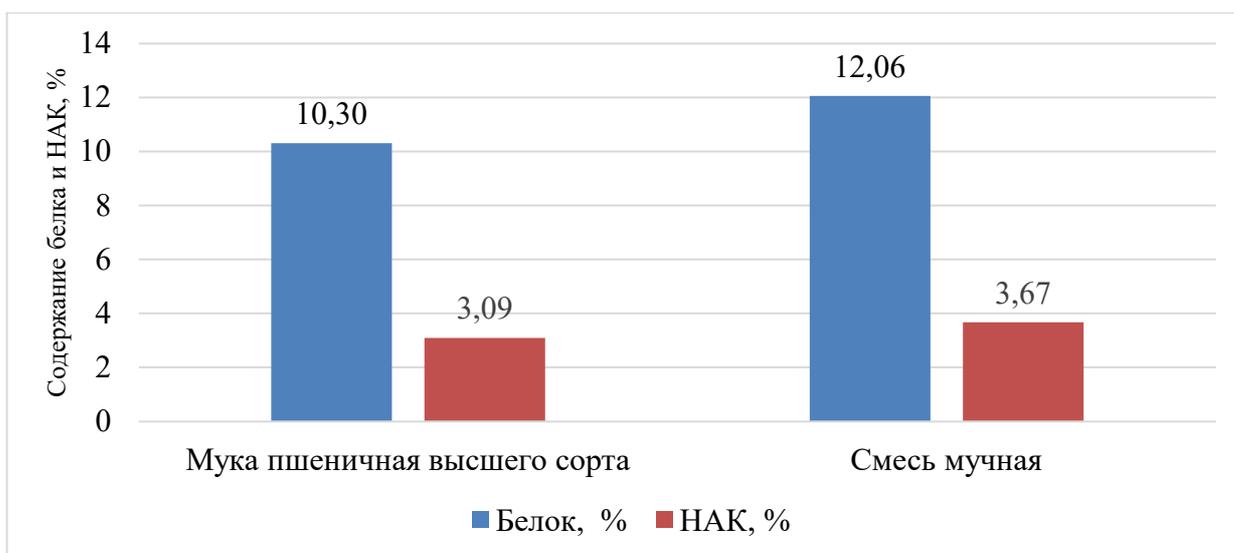


Рисунок 33 - Содержание белка и НАК в муке пшеничной и обогащенной мучной смеси (на основании табл. 19 и 24)

Таким образом, добавление 20 % трехкомпонентной оптимизированной обогащающей смеси обеспечило увеличение общего белка на 17,1%, увеличение НАК на 18,9%. Доля НАК в общем белке для муки пшеничной – 30,0%, в смеси 30,5%. Не смотря на практически неизменную долю НАК в смеси, имеем улучшение структуры НАК при абсолютном увеличении содержания белка.

3.6. Изучение влияния обогащающей добавки из экструдатов высокобелковых культур на биотехнологические процессы созревания теста

Формирование качества готовых изделий определяется интенсивностью и глубиной биотехнологических процессов, протекающих в период созревания теста. Для теста из сортовой пшеничной муки определяющим является процесс спиртового брожения, который формирует объем, во многом форму и пористость хлеба.

Оценку эффективности спиртового брожения проводили по результатам изучения газообразования теста контрольного и опытных образцов. Как отмечено в главе 2 за контроль была принята рецептура хлеба белого из пшеничной муки высшего сорта. В опытных образцах часть муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта заменяли на обогащающий ингредиент из экструдатов высокобелковых культур, полученный при соотношении, в масс.долях 95:5, 90:10, 85:15 и 80:20. Результаты исследования приведены на рисунке 34.

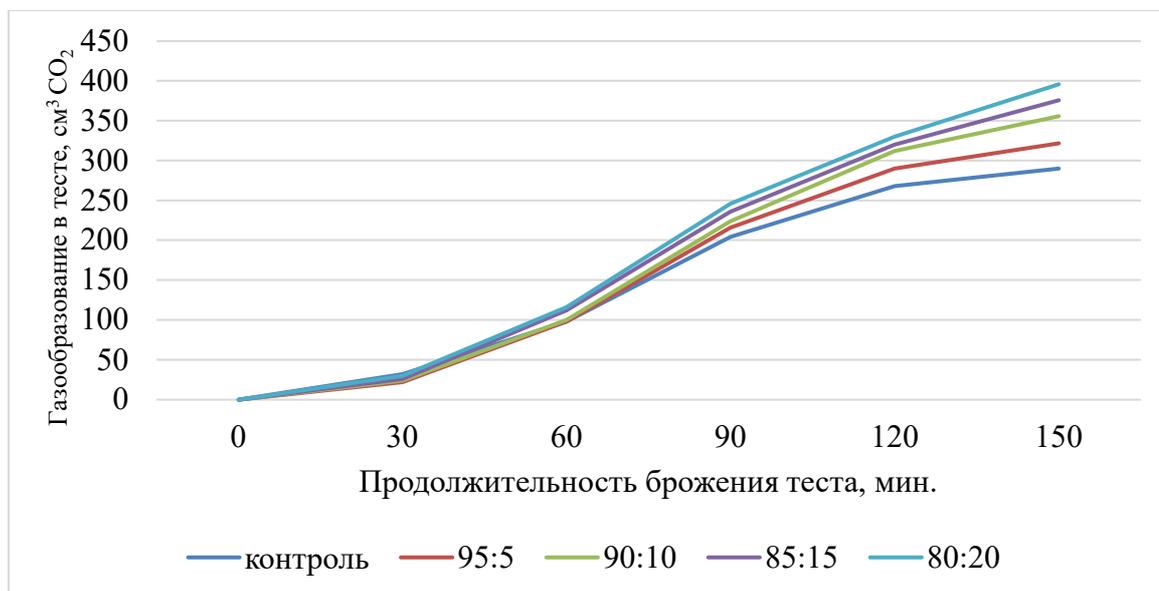


Рисунок 34 - Газообразование теста в процессе брожения

По результатам исследований установлено, что газообразование в тесте опытных образцов превышает контроль, что связано с внесением с экструдатами обогащающей смеси моно- и дисахаридов, образовавшихся в процессе экструзии. Кроме того, интенсификация газообразования может быть связана и с увеличением содержания отдельных аминокислот, в первую очередь аспарагиновой и

глутаминовой кислот, а также пептидов. Подтверждением доводов служат результаты исследований хлебопекарных свойств мучных смесей – повышение содержания водорастворимых веществ с увеличением дозировки экстрадатов. Кроме того, использованные в работе высокобелковые культуры также характеризуются более высоким содержанием моно- и дисахаридов по сравнению с мукой пшеничной хлебопекарной высшего сорта.

Однако интенсификация жизнедеятельности дрожжей вследствие более доступного субстрата не всегда приводит к улучшению формы изделий и их пористости. Важную роль играет газодерживающая способность, в первую очередь, зависящая от количества и свойств клейковины. Газодерживающая способность также зависит от вязкости теста и состояния углеводно-амилазного комплекса муки. В наших исследованиях более существенные изменения связаны с количеством клейковины. Как показали исследования (рис. 35), газодерживающая способность проб теста при повышении дозировки обогащающей смеси из экстрадатов высокобелковых культур закономерно снижается. Это связано со снижением массовой доли клейковины и, соответственно способностью удерживать выделившийся в процессе интенсивного спиртового брожения диоксид углерода.

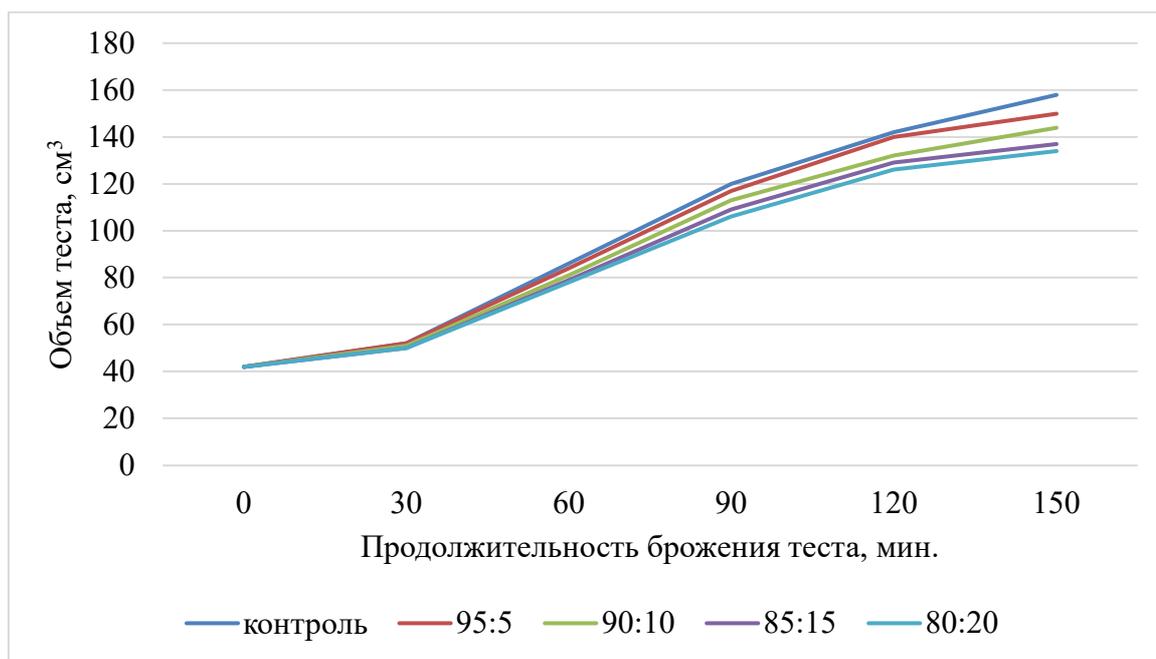


Рисунок 35 – Изменение объема теста в процессе брожения

С полученными результатами коррелируют закономерности изучения расплываемости шарика теста (рис. 36), по которым можно предположить внешний вид и форму готовых хлебобулочных изделий, а также сделать рекомендации по виду продукции – формовая и/или подовая.

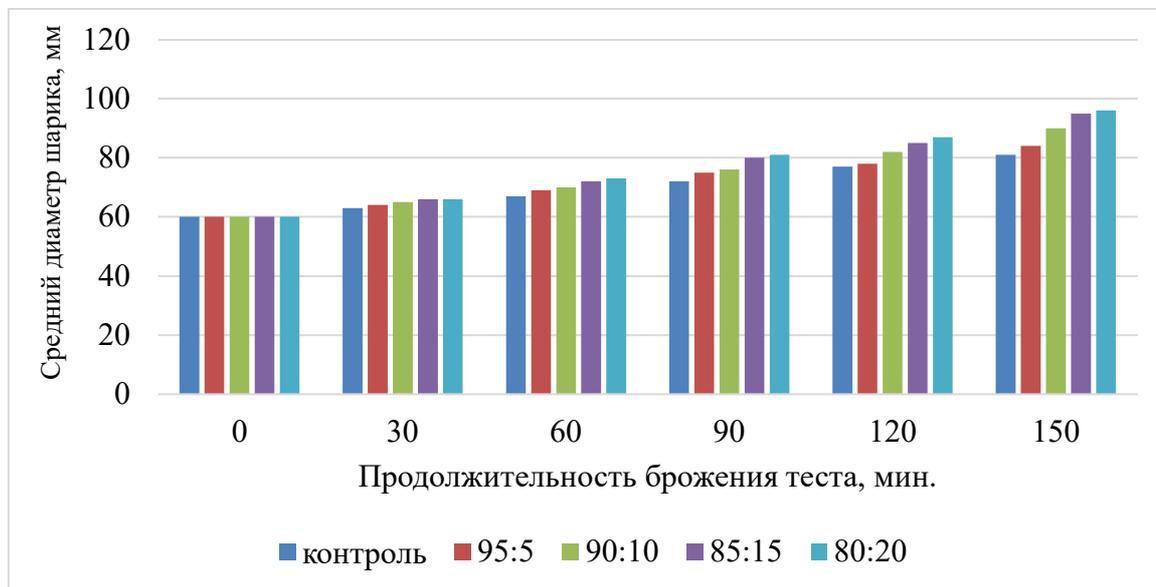


Рисунок 36 -Изменение диаметра шарика теста в процессе брожения

Увеличение дозировки обогащающего ингредиента приводит к снижению реологических характеристик. Подтверждает реперную точку – 20 % смеси из экструдатов высокобелковых культур. Условно, при значении среднего диаметра шарика 96 мм мучную смесь можно отнести к средней по силе и ожидать получения изделия по форме и структуре пористости удовлетворительного качества. В этом случае, как и при дозировке обогащающей смеси 15 % целесообразно рекомендовать производство формового хлеба.

Изучение характеристик экструдатов из высокобелковых культур и их влияния на хлебопекарные свойства показало целесообразность исследования динамики кислотности теста в процессе его брожения (рис. 37). Установлено, как увеличение начальной кислотности теста в сравнении с контрольной пробой, так и интенсификация этого процесса.

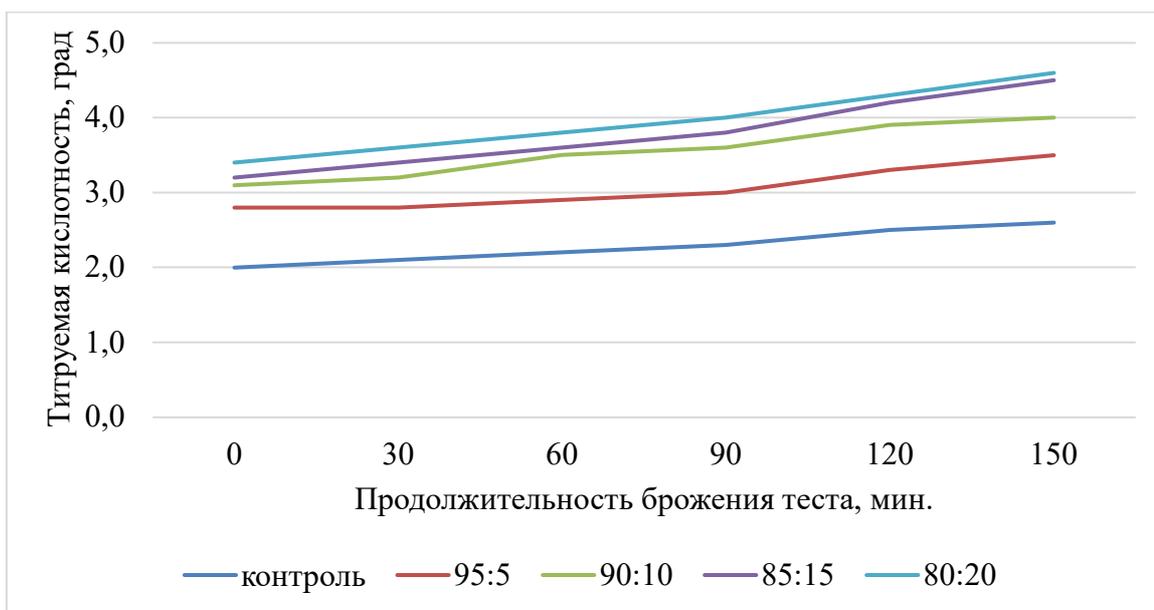


Рисунок 37 – Изменение титруемой кислотности теста в процессе брожения

Проведенные исследования показали, что внесение обогащающей смеси из экструдатов высокобелковых культур интенсифицирует биотехнологические процессы созревания теста, как спиртового, так и молочнокислого брожения. Это связано с внесением дополнительных питательных веществ для бродильной микрофлоры – моно- и дисахаридов, аминокислот. Кроме того, стимулирующее действие могут оказывать витамины и минеральные вещества экструдатов. При этом закономерно ухудшаются реологические свойства теста. Тесто разжижается и не в полном объеме удерживает продукты жизнедеятельности микрофлоры, формирующие пористость готового изделия. Для окончательного выбора дозировки обогащающей смеси из экструдатов высокобелковых культур целесообразно провести апробацию рецептурных составов и оценить потребительские свойства хлеба.

3.7. Изучение потребительских свойств, пищевой ценности хлеба с обогащающей смесью из экструдатов высокобелковых культур

Как отмечено выше полученный из экструдированных высокобелковых культур сбалансированный по аминокислотному составу ингредиент может быть использован для приготовления широкой линейки продуктов питания. В соответствии с задачами, поставленными в работе, апробировано его внесение в

рецептурный состав хлеба из сортовой пшеничной муки. Для определения рациональной дозировки с позиций сенсорного восприятия готового продукта в экспериментальной серии определяли влияние обогащающей добавки на органолептические и физико-химические показатели хлеба.

В качестве контроля и базовой рецептуры был принят хлеб белый из пшеничной муки высшего сорта. В опытных пробах муку пшеничную хлебопекарную высшего сорта заменяли на обогащающую добавку - мучную смесь из экструдированных высокобелковых культур при соотношении в масс.долях: 95:5, 90:10, 85:15, 80:20. Дальнейшее увеличение дозировки смеси нецелесообразно ввиду отрицательного влияния экструдированных культур на количество клейковины, установленное в разделе 3.3. Рецептуры и параметры приготовления контрольного и опытного образцов приведены в разделе 2.2

Визуализация полученных результатов представлена на рисунке 38, 41.

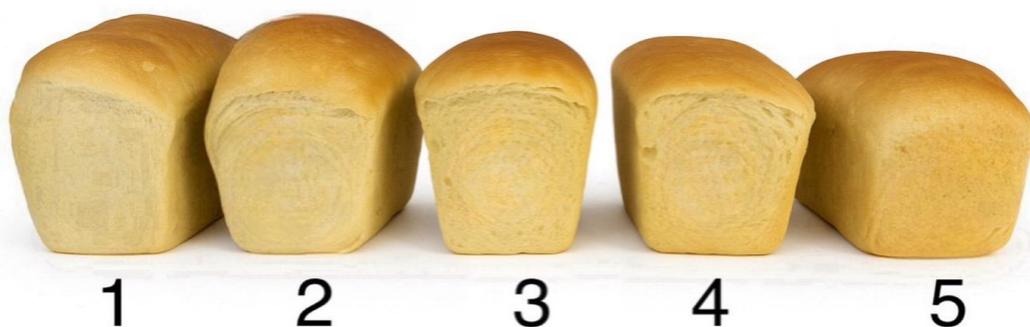


Рисунок 38 – Образцы хлеба: 1 – контрольный образец;

2,3,4,5 – соответственно при соотношении муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта и обогащающей добавки, в масс. долях 95:5, 90:10, 85:15, 80:20

Результаты оценки проб хлеба по органолептическим и физико-химическим показателям приведены в таблице 26, сравнительная характеристика на рис.39,40.

Таблица 26 – Характеристика контрольного и опытных проб хлеба по органолептическим и физико-химическим показателям

Наименование показателя	Характеристика образца				
	контрольного	при соотношении муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта и обогащающей добавки, в масс.долях			
		95:5	90:10	85:15	80:20
1	2	3	4	5	6
Внешний вид:					
форма	Соответствующая хлебной форме, в которой производилась выпечка –прямоугольная, без боковых выплывов.			Соответствующая хлебной форме, в которой производилась выпечка – прямоугольная, имеется незначительный боковой выплыв.	
поверхность	Гладкая, без трещин. Имеется небольшой подрыв с одной стороны.		Гладкая, без трещин и подрывов		
цвет	Светло-желтый	Светло-желтый	Светлый желто-бежевый	Светло-бежевый	Кремовый
Состояние мякиша:					
пропеченность	Пропеченный, не влажный на ощупь, эластичный. После легкого надавливания пальцем, мякиш принимает первоначальную форму.			Пропеченный, невлажный на ощупь, эластичный. Немного ощущается маслянистость. После легкого надавливания пальцем, мякиш принимает первоначальную форму.	
промес	Без комочков и следов непромеса.				
пористость	Развитая, без пустот и уплотнений. Корка от мякиша не отслоена.			Развитая, без пустот и уплотнений. Структура более плотная и мелкопористая. Корка от мякиша не отслоена.	
Вкус	Свойственный хлебу белому. Без постороннего привкуса.	Свойственный хлебу белому, с едва уловимым сладковатым привкусом.	Свойственный хлебу белому, с приятным сладковато-ореховым вкусом.	Свойственный хлебу белому, с приятным сладковато-ореховым вкусом. Ощущается маслянистость.	Свойственный хлебу белому, с насыщенным растительно-ореховым вкусом. Ощущается маслянистость и кисловатый вкус

1	2	3	4	5	6
Запах	Свойственный хлебу белому. Без посторонних запахов	Свойственный хлебу белому с едва уловимым сладковатым ароматом	Свойственный хлебу белому с приятным сладковато-ореховым ароматом	Свойственный хлебу белому с сладковато-растительным ароматом	Свойственный хлебу белому с более выраженным сладковатым орехово-растительным ароматом
Влажность мякиша, %	40,9±1,2	41,5±1,2	41,3±1,2	41,5±1,2	40,9±1,2
Кислотность мякиша, град	2,4±0,1	3,0±0,1	3,6±0,1	4,0±0,1	4,4±0,1
Пористость мякиша, %	79,0±2,0	78,0 ±2,0	77,0±2,0	75,0±2,0	67,0±2,00

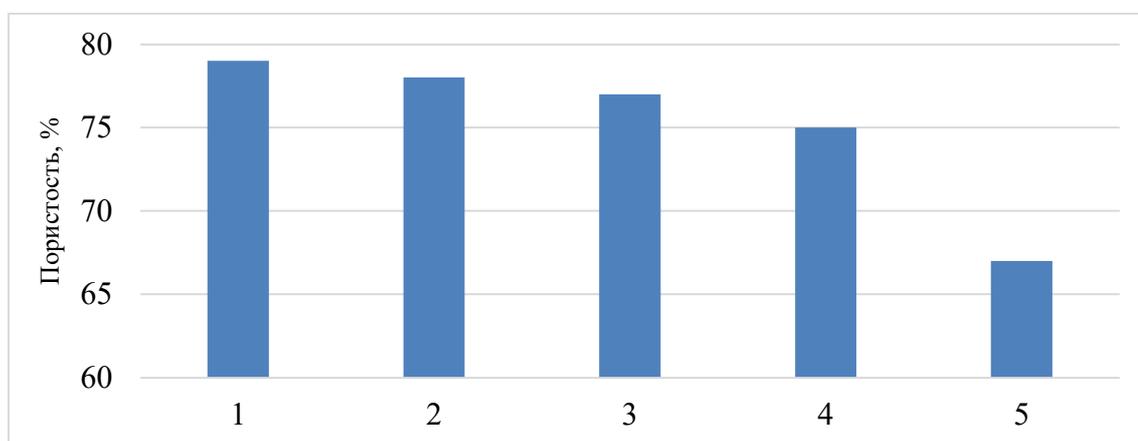


Рисунок 39 – Сравнительная характеристика образцов хлеба по показателю пористости: 1 – контрольный образец; 2,3,4,5 – соответственно при соотношении муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта и обогащающей добавки, в масс.

долях 95:5, 90:10, 85:15, 80:20

Исследования показали, что увеличение массовой доли обогащающей добавки в рецептуре хлеба ведет к изменениям, как органолептических, так и физико-химических показателей. Цвет мякиша приобретает желтый оттенок, корки становятся более выраженным светло-коричневым, во вкусе и запахе появляются сладковатые орехово-травянистые ноты, мякиш становится более плотным и мелкопористым, появляется маслянистость.

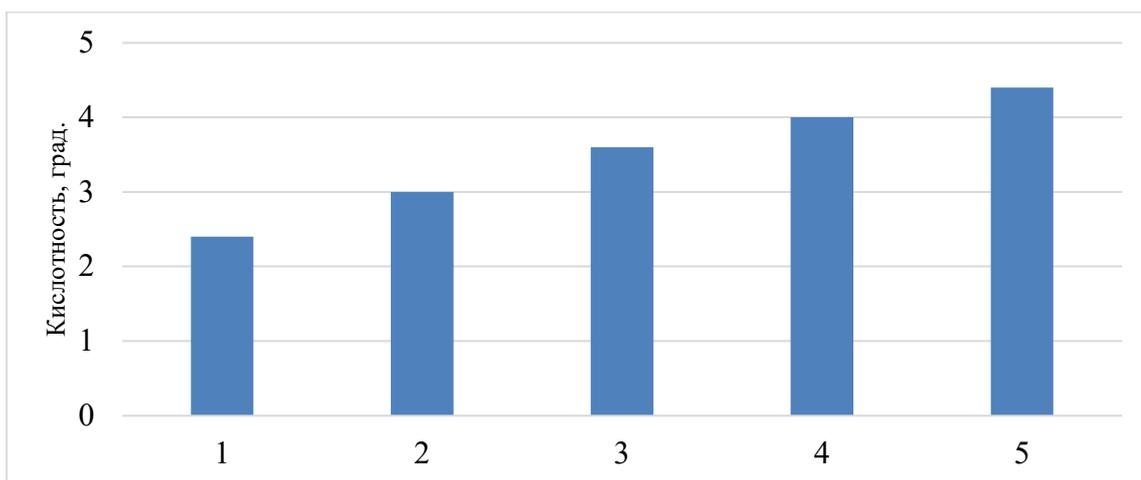


Рисунок 40 - Сравнительная характеристика образцов хлеба по показателю кислотности: 1 – контрольный образец; 2,3,4,5 – соответственно при соотношении муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта и обогащающей добавки, в масс. долях 95:5, 90:10, 85:15, 80:20

Увеличение доли обогащающего компонента не оказывает влияние на влажность изделий, что вполне закономерно объясняется идентичным расчетным значением влажности теста. Влажность в образцах хлеба варьируется от 40,9 до 41,5%, что не превышает норму для формового хлеба из пшеничной муки высшего сорта по ГОСТ 26987-86 «Хлеб белый из пшеничной муки высшего, первого и второго сортов. Технические условия». Кислотность увеличивается в зависимости от увеличения массовой доли обогащающей добавки из экструдатов высокобелковых культур. Кислотность мякиша контрольного образца и хлеба с содержанием 5% обогащающей смеси соответствует норме нормативного документа и не превышает 3,0 град. В образцах с массовой долей обогащающего ингредиента от 10 до 20% в мучной смеси кислотность растет от 3,6 до 4,4 град. Соответственно, во вкусе изделия появляется кисловатый привкус. Показатель пористости мякиша снижается в зависимости от увеличения массовой доли обогащающего ингредиента. В соответствии с ГОСТ 26987-86 данный показатель не должен быть ниже 72%, чему соответствуют все образцы, кроме хлеба с добавлением 20% обогащающей добавки из экструдатов высокобелковых культур в рецептуре. Это снижение пористости ожидаемо и коррелирует с результатами изучения влияния экструдатов высокобелковых культур на хлебопекарные

свойства мучных смесей. Органолептические и физико-химические показатели, проанализированные в работе в той же степени соотносятся с ГОСТ 26987-2025 «Хлеб белый из муки пшеничной хлебопекарной. Технические условия», вводимым в действие с 01.04.2026 года.

Полученные результаты сравнительной оценки контрольного и опытного образцов хлеба подтверждаются видом хлебобулочных изделий в разрезе, представленном на рисунке 41.

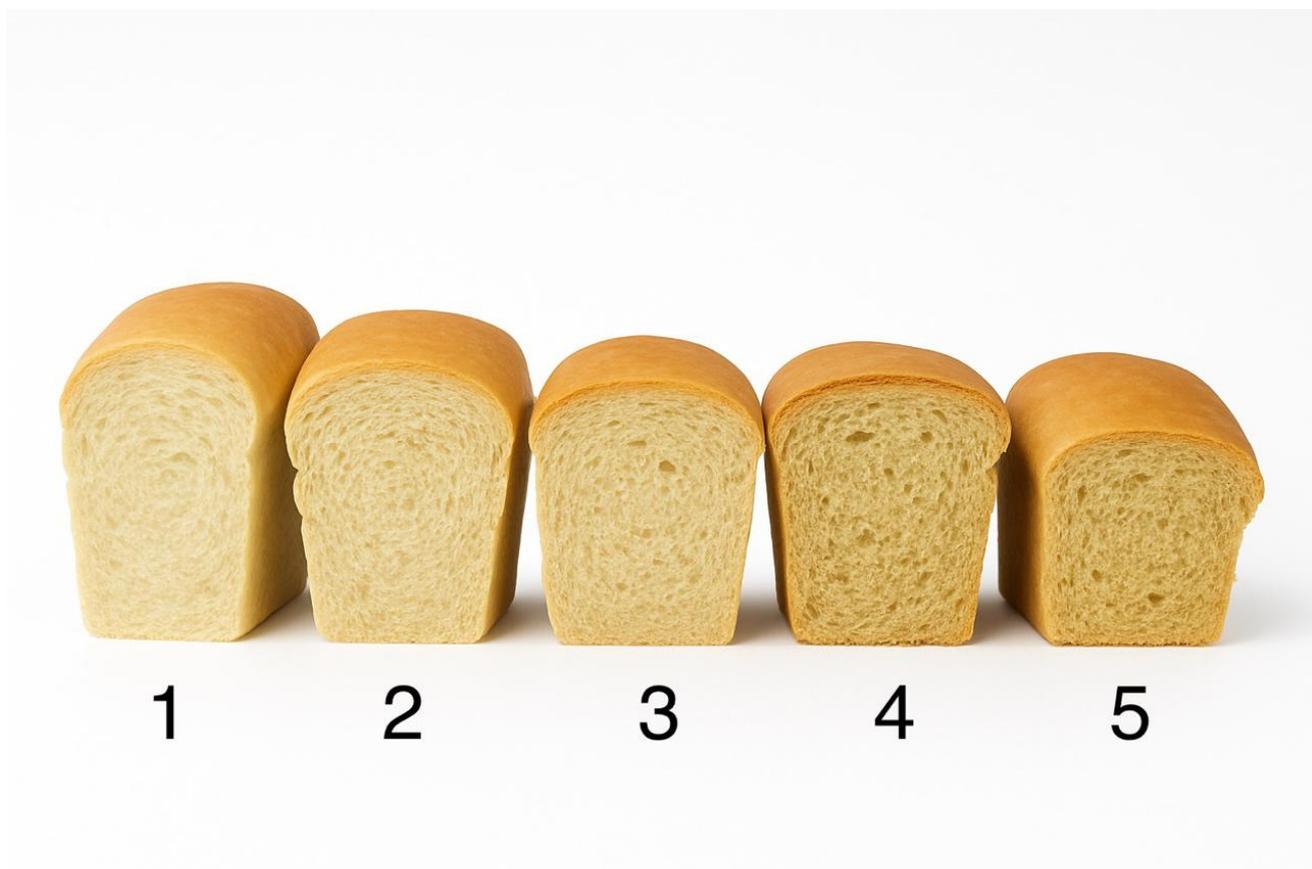


Рисунок 41 – Образцы хлеба: 1 – контрольный образец;
2,3,4,5 – соответственно при соотношении муки пшеничной
хлебопекарной высшего сорта и обогащающей добавки, в масс. долях 95:5,
90:10, 85:15, 80:20

Результаты сравнительной характеристики органолептических показателей контроля и опытных образцов подтверждает их соответствие требованиям к хлебу

белому из пшеничной муки высшего сорта (для образцов 2,3), первого сорта (для образцов 4,5).

С органолептической и физико-химической оценкой коррелируют и результаты балловой потребительской оценки, представленные в таблице 27. Оценку проводили 13 экспертов.

Таблица 27 – Результаты балловой потребительской оценки хлеба

Наименование показателя	Коэффициент весомости	Среднеарифметическое значение потребительской оценки хлеба				
		хлеб белый из пшеничной муки высшего сорта (контроль)	при соотношении муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта и обогащающей добавки, в масс. долях			
			95:5	90:10	85:15	80:20
Внешний вид	4,5	4,23	4,00	5,00	4,54	4,46
Цвет мякиша	2,0	5,00	3,92	4,85	4,62	4,39
Цвет корки	2,5	4,15	3,92	4,54	4,85	4,77
Вкус	4,5	4,46	4,23	4,39	4,46	4,23
Запах	4,0	4,39	4,46	4,54	4,46	4,46
Пористость	2,5	4,69	4,31	4,62	4,39	4,31
Комплексная оценка качества		88,77	83,31	92,96	88,38	88,42

По результатам потребительского опроса наибольшее количество баллов (92,96) набрал образец хлеба белого с 10% обогащающей добавки в мучной смеси по рецептуре.

Визуализация результатов потребительской оценки хлеба представлена на рисунке 42.

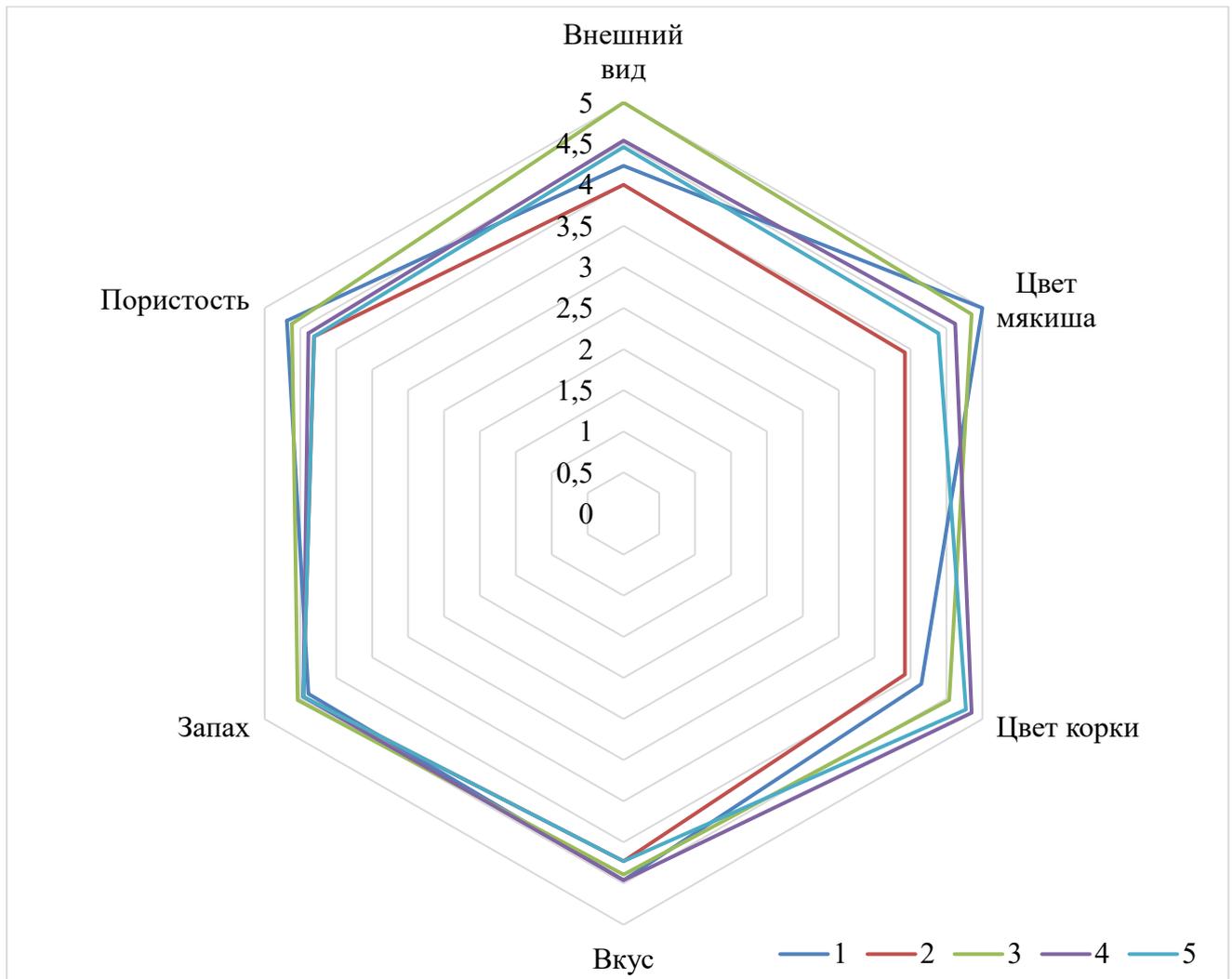


Рисунок 42 – Результаты балловой потребительской оценки хлеба: 1 – контрольный образец; 2,3,4,5 – соответственно при соотношении муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта и обогащающей добавки, в масс. долях 95:5, 90:10, 85:15, 80:20

Таким образом, изучение влияния обогащающей добавки из экструдатов высокобелковых культур на показатели качества хлеба показало, что изменение рецептуры путем замены части муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта на обогащающую добавку при соотношении в масс.долях 90:10 не оказывает влияния на положительное сенсорное восприятие изделия. При увеличении соотношения в пользу обогащающей добавки до соотношения в масс.долях 80:20 происходит изменение цвета, вкуса и аромата изделия. Они отклоняются от аналогичных характеристик хлеба белого из пшеничной муки высшего сорта. При этом полученное изделие может быть идентифицировано, как хлеб из сортовой

пшеничной муки. Соответственно, изменение органолептических и физико-химических показателей должно быть зафиксировано в нормативной документации на продукцию. Что касается ее назначения, то выводы будут сделаны после анализа нутриентного состава образцов.

3.8. Оценка пищевой и биологической ценности хлеба с обогащающей добавкой из экструдатов высокобелковых культур

Для оценки степени полезности хлеба с обогащающей добавкой из экструдатов высокобелковых культур на первом этапе определим пищевую и энергетическую ценность контрольного и опытных образцов (табл. 28).

Таблица 28 – Пищевая и энергетическая ценность хлеба, в 100 г

Нутриент	Содержание в образце				
	контрольном	при соотношении муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта и обогащающей добавки, в масс. долях			
		95:5	90:10	85:15	80:20
Белки, г	7,44±0,30	7,65±0,32	7,81±0,30	8,04±0,34	8,26±0,38
Жиры, г	0,78±0,03	1,25±0,05	1,70±0,07	2,15±0,08	2,60±0,10
Углеводы, г	50,63±2,03	49,63±1,97	48,71±1,91	47,50±1,86	46,67±1,82
Энергетическая ценность, кДж/ ккал	1002±40,08/ 239,30±9,57	1005±40,25/ 240,41±9,61	1007,55±40,16/ 240,81±9,59	1010±40,42/ 241,52±9,65	1016±40,76/ 243,10±9,72

Установлено, что содержание белка в 100 г хлеба повышается при увеличении массовой доли обогащающей добавки. Внесение в мучную смесь 5% смеси обогащающей добавки из экструдатов высокобелковых культур в рецептуру поднимает количество содержащегося белка в хлебе на 2,82 % по сравнению с хлебом традиционной рецептуры. Максимальное повышение содержания е белка наблюдается при приготовлении хлеба из мучной смеси при соотношении муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта и обогащающей добавки, в масс. долях 80:20 на 11,02 %. Аналогично повышается и содержание жира. В образцах с 10 и 20 % обогащающего ингредиента содержится в 2,18 и 3,33 раза больше жира. Жиры сои, нута и люпина обладают высокой биологической активностью и хорошо

усваивается организмом. Содержат в физиологически сбалансированном соотношении полиненасыщенные жирные кислоты: линолевую и линоленовую, мононенасыщенные. Насыщенные жирные кислоты содержатся в меньшем количестве. Содержание углеводов в 100 г изделий снижается. В изделии, содержащем 20 % разработанной смеси, углеводов меньше на 7,82 %. Энергетическая ценность изделий при внесении добавки меняется незначительно. Калорийность образцов хлеба с 5, 10, 15 и 20 % обогащающего ингредиента выше, чем у контрольного образца на 0,46, 0,63, 0,93 и 1,59% соответственно.

Определим выполнение нормы физиологической потребности в энергии и пищевых веществах в соответствии с требованиями МР 2.3.1.0253-21.

Физиологическая суточная потребность женщин 30 – 44 лет 2-й группы физической активности (КФА – 1,6) в следующих макронутриентах составляет: энергия – 2100 ккал, белок – 68 г, жиры – 70 г, углеводы – 299 г. Степень удовлетворения суточной нормы данных макронутриентов при потреблении 100 г изделий представлена на рисунке 43.

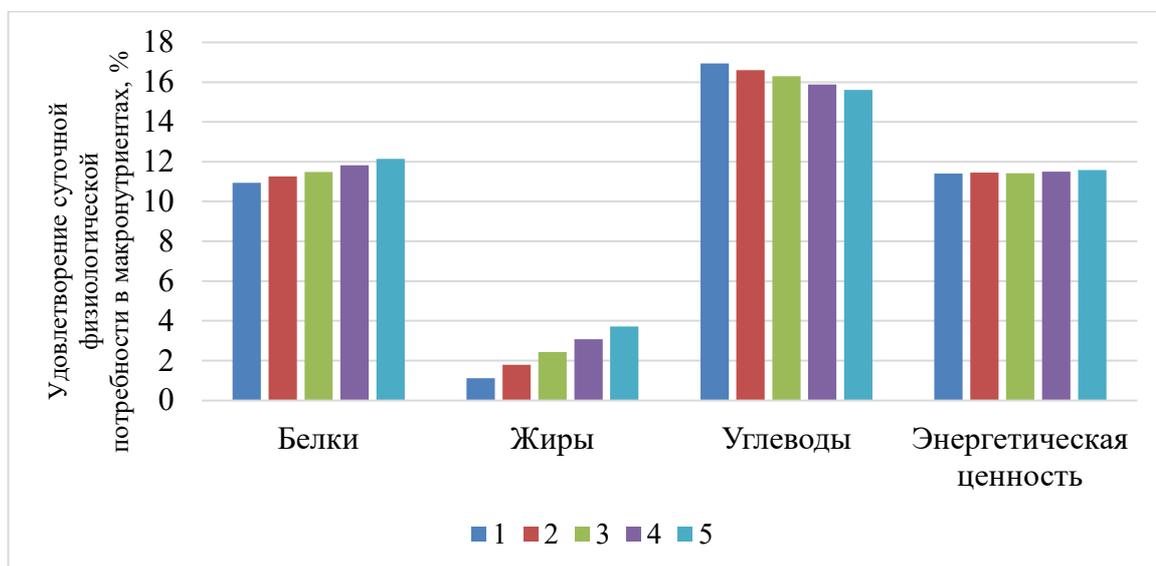


Рисунок 43 – Удовлетворение суточной физиологической потребности в макронутриентах (%) при потреблении 100 г изделия в сутки: 1 – контрольный образец; 2,3,4,5 – соответственно при соотношении муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта и обогащающей добавки, в масс. долях 95:5, 90:10, 85:15, 80:20

Таблица 29 – Содержание пищевых волокон и минеральных веществ в образцах хлеба, в 100 г

Наименование показателя	Содержание в образце				
	контрольном	при соотношении муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта и обогащающей добавки, в масс.долях			
		95:5	90:10	85:15	80:20
Массовая доля пищевых волокон, г	0,10±0,004	0,18±0,01	0,26±0,02	0,34±0,03	0,41±0,04
Содержание фосфора, мг	69,08±2,79	73,33±3,04	76,99±3,28	81,23±3,55	85,42±3,82
Содержание кальция, мг	17,14±0,69	18,98±0,94	20,65±1,17	22,46±1,42	29,64±1,87
Содержание магния, мг	12,72±0,51	16,08±0,81	19,26±1,09	22,53±1,38	26,08±1,68
Содержание калия, мг	98,41±3,94	142,68±5,90	184,88±7,77	227,72±9,66	270,08±11,53
Содержание железа, мг	0,96±0,04	1,14±0,05	1,31±0,07	1,50±0,08	1,72±0,10

Содержание пищевых волокон и минеральных веществ в образцах хлеба с увеличением доли обогащающего ингредиента повышается. Так пищевых волокон в образце хлеба с 10 % обогащающей смеси содержится в 2,6 раз больше, чем в контрольном, а в образце хлеба с 20 % обогащающей смеси – в 4,1 раз больше. Содержание фосфора в хлебе, обогащенном 10 % муки из экструдатов высокобелковых культур, превышает количество в контрольном образце на 11,45 %, а в хлебе, обогащенном 20 % муки из экструдатов высокобелковых культур – на 23,65 %. При внесении в рецептуру 5 % разработанной мучной смеси содержание кальция увеличивается на 10,74 %. Содержание магния при внесении 5, 10, 15 и 20 % обогащающего ингредиента увеличивается на 26,42, 51,42, 77,12 и 105,03 % соответственно. Увеличение в рецептуре доли муки их экструдатов высокобелковых культур на каждые 5% ведет к увеличению калия в составе в среднем на 29 %. Железа в образце хлеба с 10 % обогащающей смеси содержится на 36,46 % больше, чем в контрольном, а в образце хлеба с 20 % обогащающей смеси на 79,17 % больше.

Согласно данным Росстата, среднее потребление хлебных продуктов

населением РФ в сутки составляет 307 г. [74] Степень удовлетворения физиологической потребности в пищевых волокнах при потреблении суточной порции хлебобулочных изделий представлена в таблице 30.

Таблица 30 - Удовлетворение суточной физиологической потребности в пищевых волокнах

Наименование показателя	Норма потребления, г	Степень удовлетворения при потреблении изделия, %				
		контрольного	при соотношении муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта и обогащающей добавки, в масс. долях			
			95:5	90:10	85:15	80:20
Массовая доля пищевых волокон	20 - 25	на 100 г				
		0,4 - 0,5	0,72 - 0,90	1,04 - 1,30	1,36 - 1,70	1,64 - 2,05
		на суточную порцию				
		1,23-1,54	2,21-2,76	3,19-3,99	4,18-5,22	5,05-6,29

Физиологическая потребность для взрослых женщин в минеральных веществах составляет (мг/сутки): фосфор – 700; кальций – 1000; магний – 420; калий – 3500; железо – 18. Степень удовлетворения суточной нормы данных микро- и макроэлементов при потреблении 100 г изделий представлена на рисунке 44.

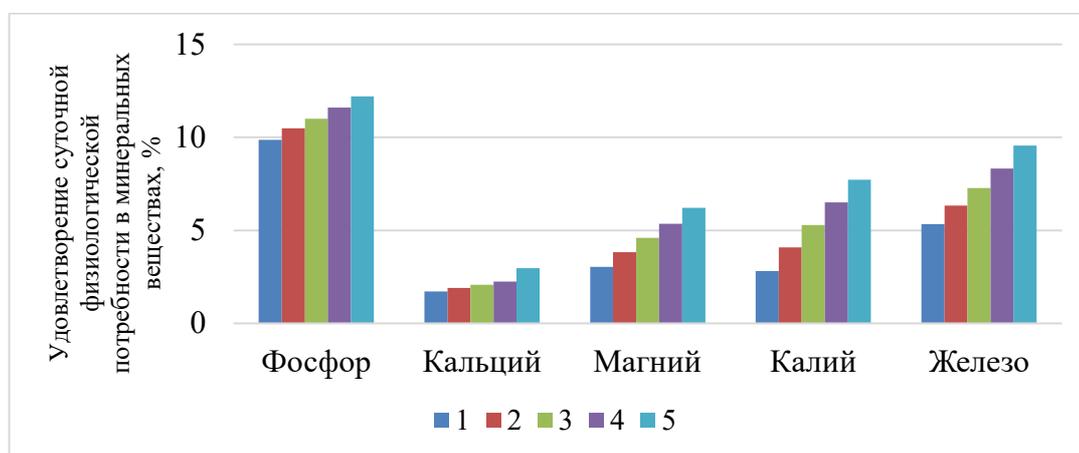


Рисунок 44 – Удовлетворение суточной физиологической потребности в минеральных веществах (%) при потреблении 100 г изделия в сутки: 1 – контрольный образец; 2,3,4,5 – соответственно при соотношении муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта и обогащающей добавки, в масс. долях 95:5, 90:10, 85:15, 80:20

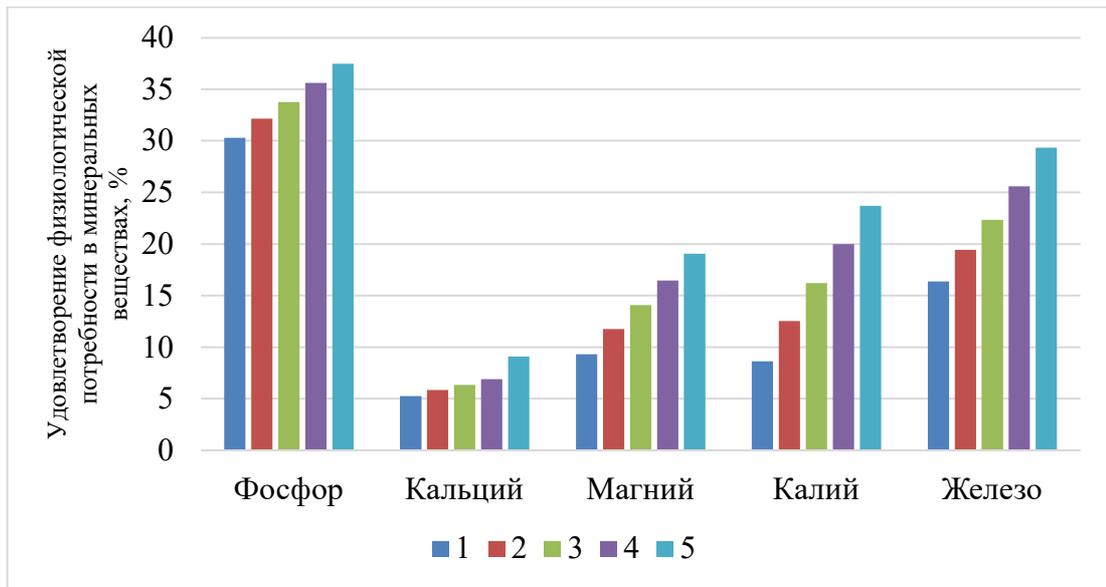


Рисунок 45 – Удовлетворение физиологической потребности в минеральных веществах (%) при потреблении суточной порции изделия: 1 – контрольный образец; 2,3,4,5 – соответственно при соотношении муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта и обогащающей добавки, в масс. долях 95:5, 90:10, 85:15, 80:20

В соответствии с ГОСТ 55577-2013 хлеб, содержащий обогащающую добавку, в масс. долях 95:5, 90:10, 85:15, 80:20 является источником белка, так как 12,73; 13,06; 13,31; 13,59 % энергетической ценности пищевого продукта обеспечивается белком, что составляет 11,25; 11,54; 11,82; 12,15 % соответственно от суточной потребности в белке женщин 30 – 44 лет 2-й группы физической активности (КФА – 1,6).

Степень удовлетворения физиологической потребности в фосфоре при потреблении среднесуточной порции изделия с 5, 10, 15, 20 % обогащающего ингредиента составляет 32,16, 33,77, 35,63 и 37,46 % соответственно. Содержание кальция в образце с соотношением муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта и обогащающей добавки, в масс. долях 80:20 – 9,10 % от суточной физиологической нормы. По содержанию магния отметку в 15 % по удовлетворению нормы перешли образцы, содержащие 15 % добавки и более, а по содержанию калия – образцы, содержащие 10 % добавки и более. Удовлетворение физиологической потребности в железе при потреблении суточной порции изделий с 5 % смеси из

высокобелковых культур составляет 19,44 % и повышается по мере увеличения дозировки

Помимо количества белка, немаловажным критерием полезности продукта является качество белка. В таблице 31 приведен аминокислотный состав хлеба белого обогащенного мучной смесью их экструдатов высокобелковых культур в сравнении с контрольным образцом.

Таблица 31 – Аминокислотный состав хлеба белого обогащенного

Наименование показателя	Аминокислотный состав		
	контрольного образца	хлеба обогащенного при соотношении муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта и обогащающей добавки, в масс.долях	
		90:10	80:20
Незаменимые аминокислоты, мг/100 г изделия			
Валин	285	299	316
Лейцин+ Изолейцин	926	942	967
Лизин	189	247	305
Метионин	74	79	84
Треонин	200	213	228
Триптофан	73	80	88
Фенилаланин	360	376	396
Заменимые аминокислоты, мг/100 г изделия			
Аланин	238	253	270
Аргинин	311	336	364
Аспарагиновая кислота	250	339	430
Гистидин	145	171	197
Глицин	253	272	292
Глутаминовая кислота	2195	2099	2028
Пролин	691	648	613
Серин	361	371	385
Тирозин	186	192	200
Цистин	143	144	148
Общее количество аминокислот	6880	7061	7311

При увеличении доли обогащающего компонента наблюдается повышение количества всех незаменимых аминокислот: валина в образце хлеба с 10 % обогащающей муки содержится на 4,91 % больше, чем в контрольном, а в образце с 20% - на 10,88 %. Значительно увеличивается и количество лизина. Внесение 10%

добавки дает увеличение данной аминокислоты на 30,69 %, а 20 % - на 61,38 %. Содержание триптофана при внесении 10 и 20 % добавки по сравнению с контрольным образцом увеличивается на 9,59 и 20,55 %, а фенилаланина – на 4,44 и 10,00 % соответственно.

Биологическая ценность белка образцов хлеба белого обогащенного с 10 и 20 % мучной смеси из экструдатов сои, нута и люпина в сравнении с аминокислотным составом контрольного образца и «идеального» белка представлена в таблице 32.

Таблица 32 - Сравнительная биологическая ценность белка контрольного образца хлеба белого и хлеба белого обогащенного

Незаменимые аминокислоты	Массовая доля, г/100 г белка			
	«Идеального»	контрольного образца	хлеба обогащенного при соотношении муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта и обогащающей добавки, в масс.долях	
			90:10	90:20
Триптофан	1	0,56	0,67	0,76
Лейцин	7	4,65	4,73	4,81
Изолейцин	4	2,41	2,81	3,15
Лизин	5,5	1,49	2,29	2,98
Метионин + цистеин	3,5	1,65	1,79	1,9
Фенилаланин	2,8	2,73	3,07	3,36
Треонин	4	1,55	1,78	1,99
Валин	5	2,18	2,45	2,68

На основании вышеприведенных данных рассчитаны показатели биологической ценности и коэффициенты различий аминокислотного скора обогащенных и контрольного образцов хлеба, сравнительная оценка которых представлена на рисунке 46.

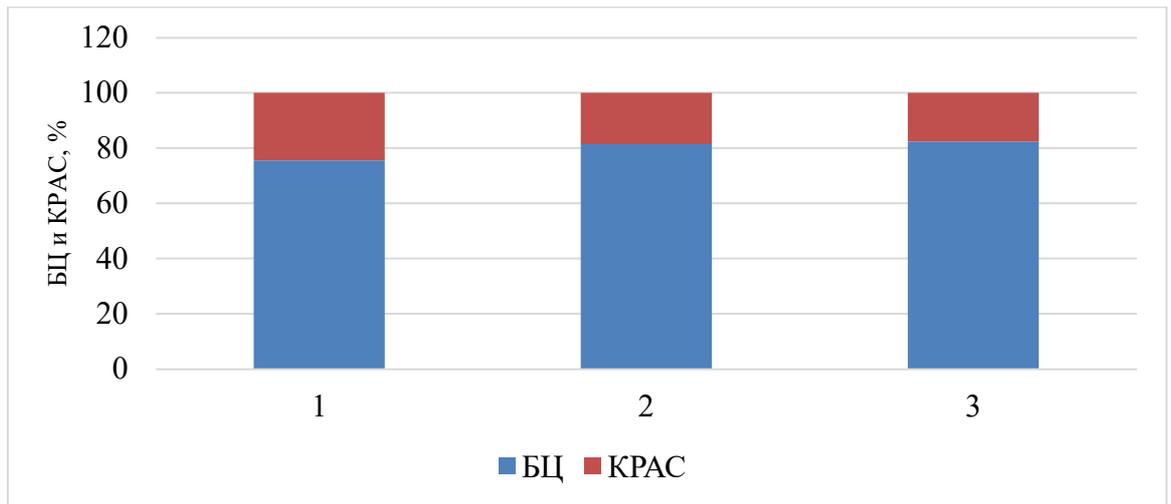


Рисунок 46 – Сравнение показателей биологической ценности и коэффициентов различий аминокислотного скора образцов хлеба белого: 1 – контрольный образец; 2,3 – соответственно при соотношении в рецептуре муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта и обогащающей добавки, в масс. долях 90:10, 80:20

Исследования показали зависимость повышения биологической ценности изделий при увеличении дозировки обогащающего ингредиента из экструдатов высокобелковых культур в составе изделия. В контрольном образце хлеба белого из муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта показатель биологической ценности составляет 75,55%, в образцах с 10 и 20 % обогащающего ингредиента – 81,38 и 82,33 % соответственно. Коэффициенты различий аминокислотного скора уменьшаются пропорционально увеличению биологической ценности.

На рисунке 47 отображены коэффициенты рациональности аминокислотного состава контрольного образца хлеба белого и образцов хлеба белого обогащенного, содержащих 10 и 20 % обогащающего ингредиента из экструдатов сои сорта Опус, нута сорта Приво 1 и люпина сорта Дега.

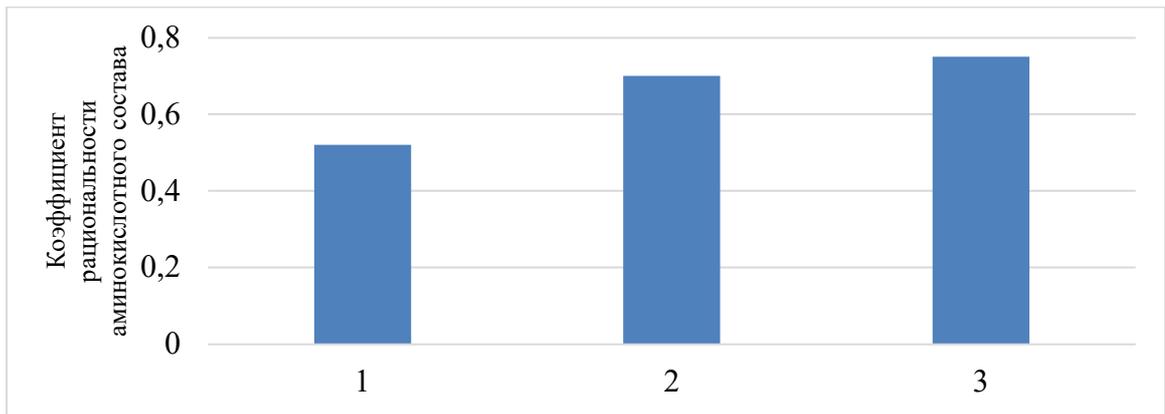


Рисунок 47 – Сравнение коэффициентов рациональности аминокислотного состава образцов хлеба белого: 1 – контрольный образец; 2,3 – соответственно при соотношении в рецептуре муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта и обогащающей добавки, в масс. долях 90:10, 80:20

По результатам исследования можно сделать вывод о том, что сбалансированность незаменимых аминокислот в обогащенных образцах хлеба довольно высока по отношению к физиологически необходимой норме (эталону) и составляет 0,70 и 0,75 в изделиях с 10 и 20 % обогащающего ингредиента соответственно. Коэффициент рациональности увеличивается при внесении большего количества разработанной смеси в рецептуру.

Таким образом, на основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

- в образцах хлеба обогащенного разработанной мучной смесью из экструдатов сои, нута и люпина повышается содержание пищевых волокон и минеральных веществ в зависимости от увеличения доли обогащающего ингредиента в рецептуре;

- при увеличении дозировки обогащающего ингредиента в хлебе белом из пшеничной муки высшего сорта повышается содержание белка и жира в изделиях, содержание углеводов снижается, энергетическая ценность при этом повышается незначительно;

- в соответствии с ГОСТ 55577-2013 опытные образцы хлеба являются источником белка, так как 12,73; 13,06; 13,31; 13,59 % энергетической ценности пищевого продукта обеспечивается белком, что составляет 11,25; 11,54; 11,82;

12,15 % соответственно от суточной потребности в белке женщин 30 – 44 лет 2-й группы физической активности (КФА – 1,6).

- биологическая ценности изделий повышается при увеличении дозировки муки из смеси экструдатов высокобелковых культур в составе изделия. Сбалансированность незаменимых аминокислот в обогащенных образцах хлеба довольно высока по отношению к физиологически необходимой норме. В изделиях с 10 и 20 % обогащающего ингредиента коэффициент рациональности аминокислотного состава на 34,62 и 44,23 % выше значения контрольного образца.

3.9. Влияние условий хранения на качество обогащенного хлеба

Для установления влияния продолжительности хранения и упаковочного материала на качество хлеба проводили хранение контрольного (хлеба белого из муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта) и опытных (хлеба белого обогащенного, содержащего 10 и 20 % муки из смеси экструдатов высокобелковых культур в рецептурном составе) образцов в течение трех суток при температуре (+20±2) °С.

Рассматривали динамику хранения без упаковки, в полиэтиленовом открытом пакете (по ГОСТ 12302-2013), в термоусадочной пленке (по ГОСТ 25951-83) и в полипропиленовом пакете с клипсой (по ГОСТ 12302-2013). Параметры качества оценивались через 12, 24, 36, 48, 60 и 72 часов после изготовления.

Изменение влажности образцов в процессе хранения (усушка) отражено на рисунках 48 - 50.

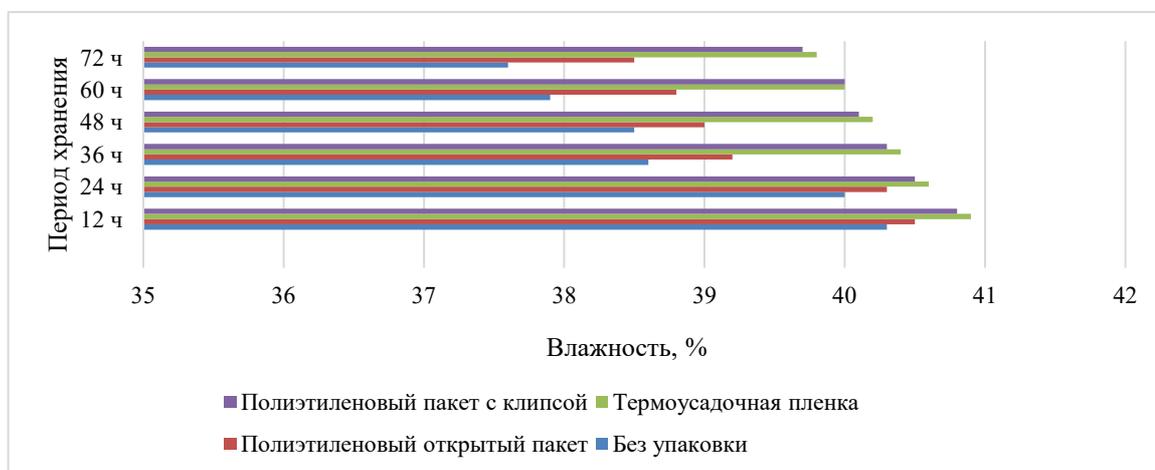


Рисунок 48 – Изменение влажности пробы контрольного хлеба при

хранении, %

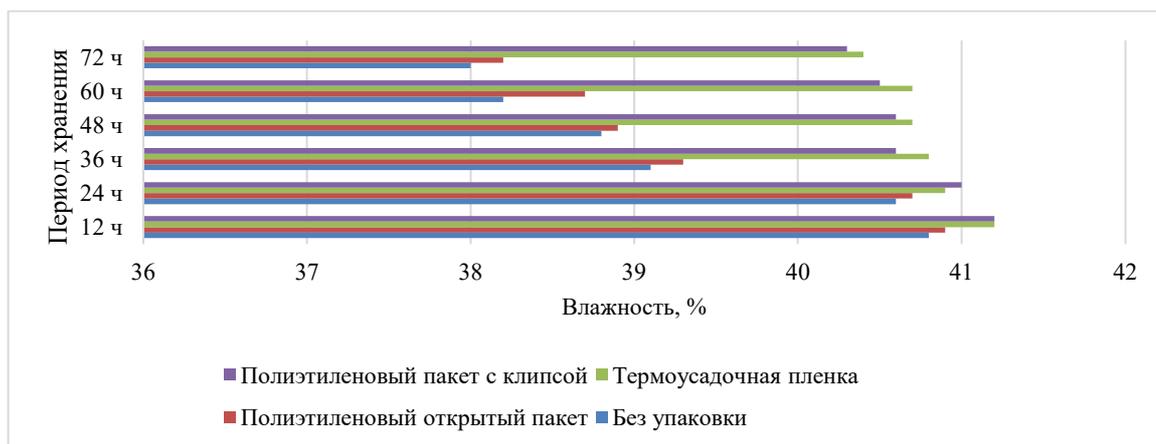


Рисунок 49 – Изменение влажности пробы опытного хлеба, содержащего 10% обогащающей смеси, при хранении, %

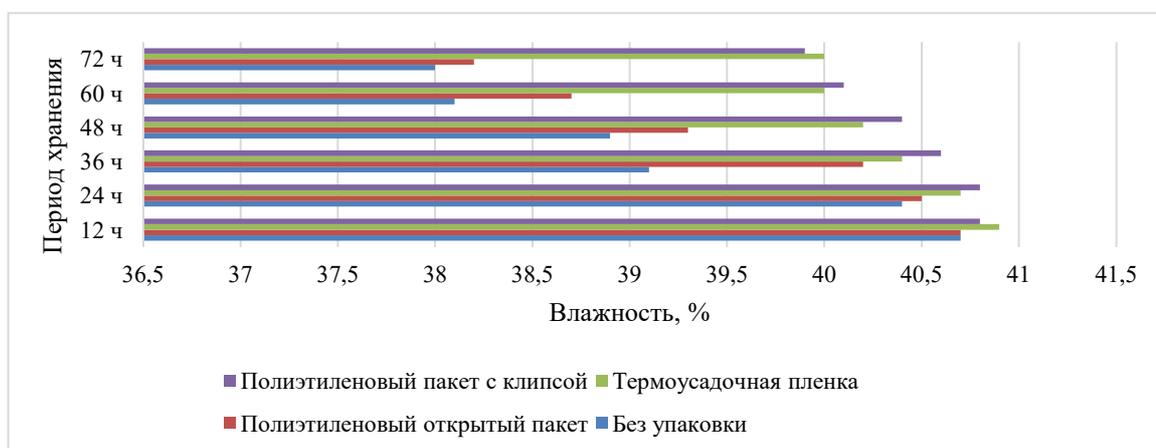


Рисунок 50 – Изменение влажности пробы опытного хлеба, содержащего 20% обогащающей смеси, при хранении, %

Закономерно установлено, что максимальная потеря массы изделия происходит при хранении без упаковки. Массовая доля влаги неупакованного контрольного и опытных образцов, содержащих 10% и 20% обогащающей смеси, снизилась на 8,07, 7,99 и 7,09 соответственно после 72 ч с начала хранения. Влажность образцов, хранимых в открытых полиэтиленовых пакетах, снижалась чуть менее интенсивно (на 5,86, 7,51, 6,60%), чем у неупакованных образцов, и составила. Герметичная упаковка дольше сохранила влагу. Так при использовании полипропиленового пакета с клипсой снижение влажности у исследуемых проб контрольного и хлеба, содержащего 10% и 20% обогащающей смеси, составило 2,93, 2,42 и 2,44% соответственно. При хранении хлеба в термоусадочной пленке

разница массовой доли влаги за время опыта для контрольного образца составила 2,69 %, для опытного, содержащего 10% обогащающей смеси, - 2,18%, а для образца, содержащего 20% обогащающей смеси – 2,20%.

В целом, исследование изменения влажности показало меньшую усушку хлеба белого обогащенного независимо от вида упаковки, что, вероятно, связано с внесением экструдатов, содержащих большее количество пищевых волокон и продуктов неполного гидролиза крахмала, способных удерживать влагу.

Черствение образцов оценили по показателю крошковатости, динамика которого приведена на рисунке 51 для контрольной пробы и на рисунках 52-53 для обогащённых.

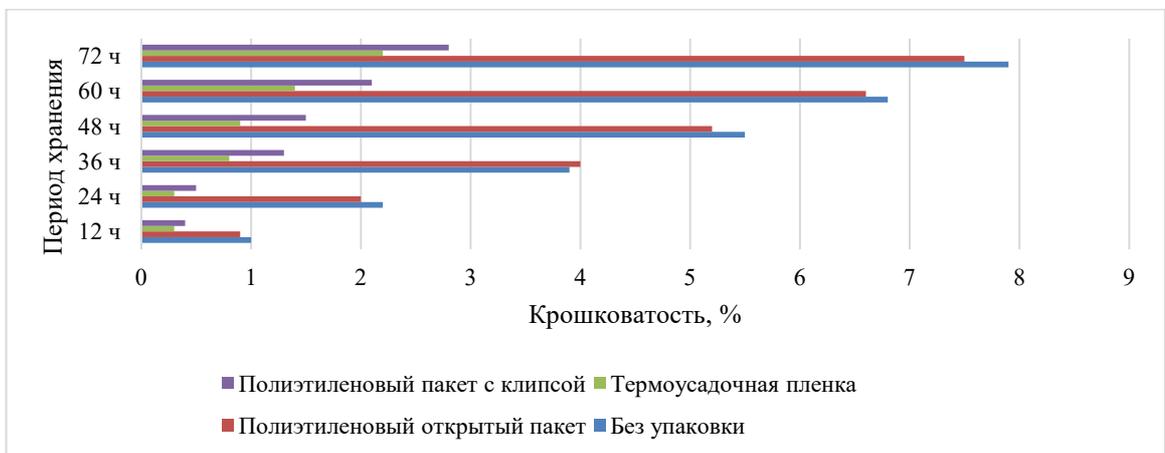


Рисунок 51 – Изменение крошковатости пробы контрольного хлеба при хранении, %



Рисунок 52 – Изменение крошковатости пробы опытного хлеба, содержащего 10% обогащающей смеси, при хранении, %

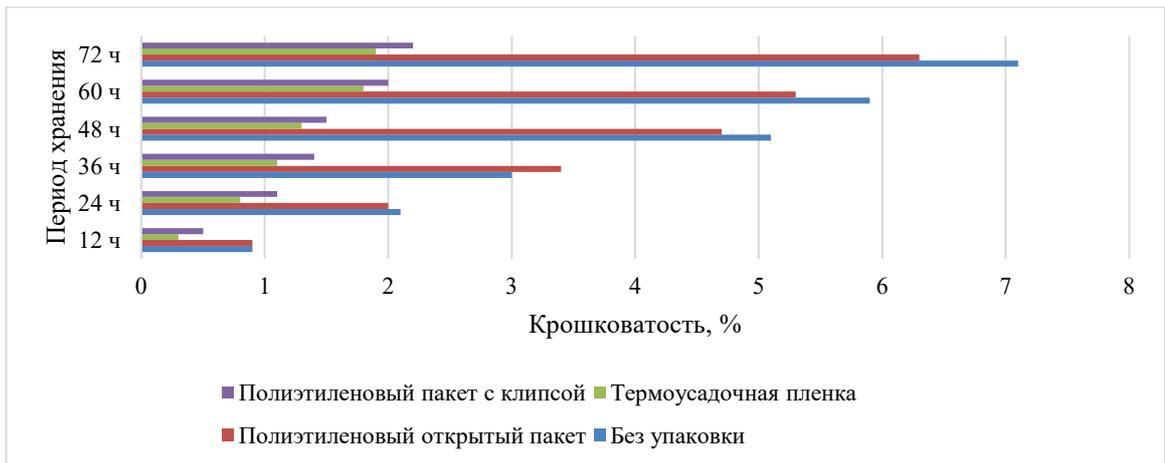


Рисунок 53 – Изменение крошковатости пробы опытного хлеба, содержащего 20% обогащающей смеси, при хранении, %

Подтверждено повышение крошковатости в процессе хранения и ее зависимость от влажности хлеба. У проб с большей влажностью наблюдалась меньшая крошковатость и наоборот. К концу эксперимента показатели хлеба белого обогащенного были лучше показателя контрольного образца. У образца, содержащего 10% обогащающей смеси, хранившегося без упаковки показатель крошковатости на 5,06% меньше контрольного образца, а у образца, содержащего 20% обогащающей смеси – на 10,13%. У образцов, содержащих 10 и 20% обогащающей смеси, в полиэтиленовом открытом пакете на 2,67% и 16,00%, у образцов в термоусадочной пленке, на 9,09% и 13,64%, у образцов в полипропиленовом пакете с клипсой на 14,28% и 21,43% показатель лучше относительно контрольного образца.

Пористость проб хлеба ожидаемо снижалась во всех вариантах эксперимента (рис. 54-56).



Рисунок 54 - Изменение пористости контрольного образца хлеба при хранении, %

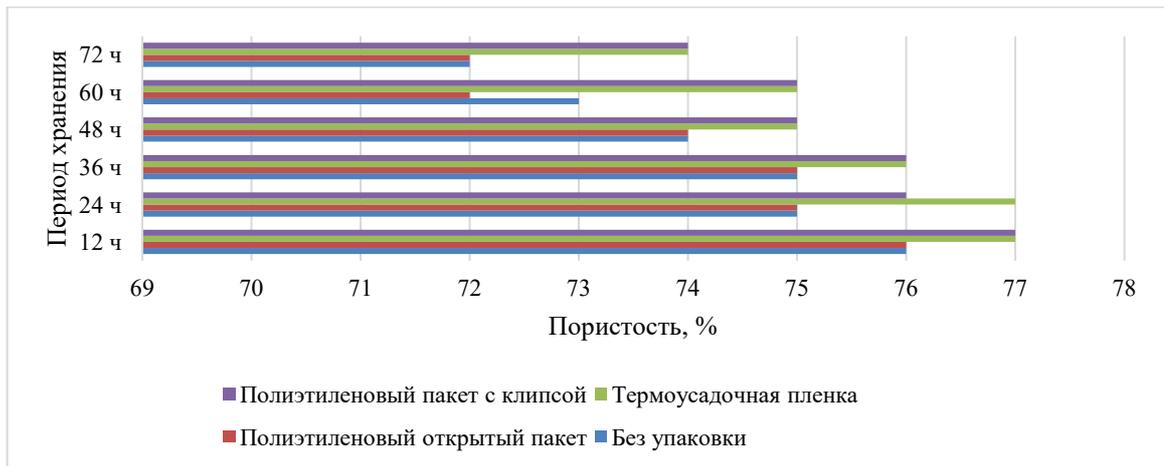


Рисунок 55 - Изменение пористости образца хлеба, содержащего 10% обогащающей смеси, при хранении, %

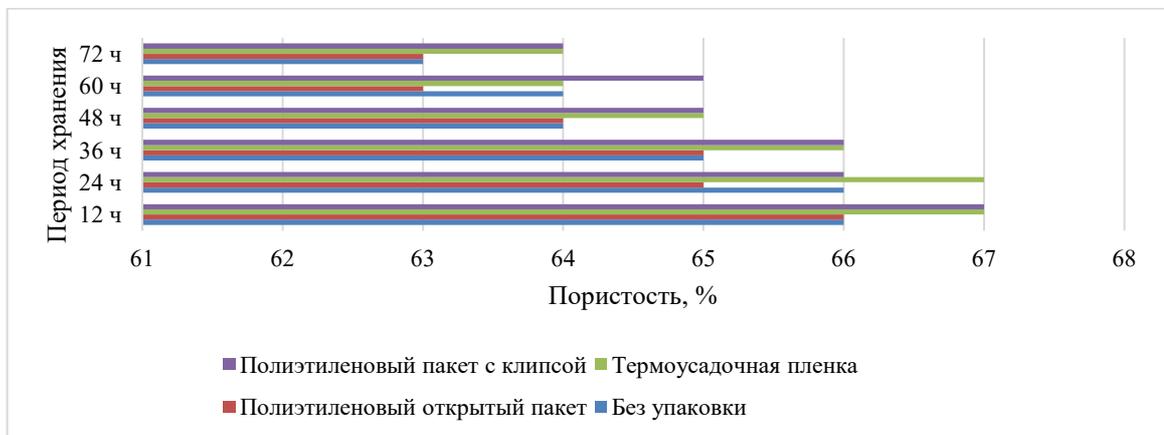


Рисунок 56 - Изменение пористости образца хлеба, содержащего 20% обогащающей смеси, при хранении, %

Отмечено, что различные вариации упаковки влияют на пористость хлеба по-разному. В среднем в рамках эксперимента она снизилась на 3,8-4,5 %. Минимальное снижение наблюдалось при использовании полипропиленового пакета с клипсой, максимальное – без использования упаковочного материала.

Анализ данных изменения кислотности показал незначительное увеличение показателя (не выше 0,3 град в пробах после 72 часов хранения) во всех случаях. Отмечено, что использование полипропиленового пакета с клипсой и термоусадочной пленки способствует немного большему кислотонакоплению, чем использование других видов упаковки.

По результатам исследования показателей качества хлеба в процессе хранения можно сделать следующие выводы:

- исследуемые показатели качества меняются в процессе хранения хлеба. При этом не выходят за рамки стандартизированных требований, что подтверждает целесообразность установлении срока годности для хлеба белого обогащенного - 72 часа;

- все рассматриваемые варианты упаковки оказывают влияние на исследуемые показатели качества (влажность, крошковатость, пористость и кислотность) хлеба при хранении. Для упаковывания хлеба белого обогащенного целесообразно применять термоусадочную пленку или полипропиленовую упаковку с клипсой или другим герметичным упаковыванием.

3.10. Расчет экономической эффективности способа получения хлеба белого обогащенного

Применение продукта переработки высокобелковых культур – муки из экструдата сои, нута и люпина в технологии хлеба белого из муки высшего сорта, как показано выше, может обеспечить улучшение сенсорного восприятия продукта, а также функциональный эффект. При этом запуск нового продукта в производство и вывод его на потребительский рынок невозможны без расчета экономической эффективности.

Для определения эффективности внедрения в производство хлеба белого обогащенного проведен расчет затрат в соответствии с общепринятыми методиками (табл. 33, 34).

Так затраты на сырье по хлебу обогащенному при соотношении муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта и обогащающей добавки в массовой доле 10% больше контрольного варианта на 5481,59 руб., в массовой доле 20% на 10996,02 руб. или 27,67 % и 55,50 % соответственно, что связано с введением обогащающей добавки из экструдата сои, нута, люпина в экспериментальную рецептуру.

Таблица 33 – Расчет затрат на сырье для производства 1 тонны хлеба белого обогащенного

Сырье и полуфабрикаты	Цена 1 кг, руб.	Хлеб белый (контрольный образец)		Общий расход сырья на 1 т неупакованной продукции, кг			
				Хлеб обогащенный при соотношении муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта и обогащающей добавки, в масс. долях			
		кг	руб.	90:10		80:20	
				кг	руб.	кг	руб.
Мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта	24,5	735,29	18014,6	645,16	15806,4	564,97	13841,8
Обогащающая добавка, в т.ч.							
мука из экструдата сои	98	-		0,74	72,5	1,45	142,1
мука из экструдата нута	110	-		68,34	7527,3	134,95	14844,5
мука из экструдата люпина	49	-		2,45	120,1	4,83	236,7
Сахар белый	55	7,35	404,3	7,16	393,8	7,06	388,3
Соль поваренная пищевая	18	8,65	155,7	9,31	167,6	9,18	165,2
Дрожжи хлебопекарные прессованные	83	14,70	1220,1	14,32	1188,6	14,12	1172,0
Итого		765,99	19811,5	747,57	25293,1	736,56	30807,5

Таблица 34 – Расчет затрат на производство хлеба

Показатели	Хлеб белый (контрольный образец)	Хлеб обогащенный при соотношении муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта и обогащающей добавки, в масс. долях	
		90:10	80:20
Сырье	19811,46	25293,05	30807,48
Оплата труда	14040,79	14040,79	14040,79
Страховые взносы	3805,05	3805,05	3805,05
Электроэнергия	7416,59	7416,59	7416,59
Амортизация зданий и сооружений	806,49	806,49	806,49
Амортизация оборудования	7988,56	7988,56	7988,56
Ремонт основных производственных средств	1279,31	1279,31	1279,31
Транспортные расходы	22,98	22,98	22,98
Вода техническая	639,70	639,70	639,70
Упаковка	1000,00	1000,00	1000,00
Прочие прямые затраты	8521,64	8521,64	8521,64
Затраты на реализацию	1366,65	1476,28	1586,57
Всего затрат, тыс. руб.	66699,21	72290,44	77915,16

В полную себестоимость производства хлеба так же включены затраты на оплату труда, которые составляю порядка 19 %, электроэнергию – 10%, содержание основных средств – 13%, затраты на реализацию – 2%, прочие затраты – 13%.

Улучшение базовой рецептуры хлеба белого из муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта, то есть введение обогащающей добавки из экструдата сои, нута и люпина, повлияло на увеличение полной себестоимости производства 1 ед. хлеба, по первому варианту она составила 36,15 руб., по второму 38,96 руб., что больше контрольного образца на 2,80 руб. и 5,58 руб. соответственно. Однако обогащение хлеба сбалансированным белком позволит улучшить его качественные характеристики и, соответственно, реализовывать по более высокой цене, которая определяется особенностями товара и спросом на потребительском рынке.

Таблица 35 – Экономическая эффективность реализации хлеба

Показатели	Хлеб белый (контрольный образец)	Хлеб обогащенный при соотношении муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта и обогащающей добавки, в масс. долях	
		90:10	80:20
Объем реализуемой продукции, шт.	2000	2000	2000
Полная себестоимость 1 шт., руб.	33,35	36,15	38,96
Цена реализации 1 шт., руб.	46,00	55,00	55,00
Выручка, руб.	92000,00	110000,00	110000,00
Прибыль, руб.	25300,79	37709,56	32084,84
Налоги из прибыли, руб.	6325,20	9427,39	8021,21
Чистая прибыль, руб.	18975,59	28282,17	24063,63
Прибыль от продажи 1 шт., руб.	9,49	14,14	12,03
Уровень рентабельности, %	25,99	34,61	28,00

В целом прибыль от продажи 1 ед. хлеба при добавлении 10% экструдата высокобелковых культур увеличится на 4,65 руб., 20% - на 2,54 руб. Уровень рентабельности составит 34,61 % и 28,00 % соответственно.

Что подтверждает экономическую целесообразность вывода на потребительский рынок нового продукта – хлеба белого обогащенного.

ВЫВОДЫ

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. По результатам изучения потребительских предпочтений в отношении обогащенных хлебобулочных изделий установлено, что хлебобулочные изделия остаются продуктами массового регулярного потребления. Высокий спрос на обогащенные изделия подтверждают 67,2% респондентов. Перспективными направлениями обогащения хлебобулочных изделий являются: обогащение витаминами и минеральными веществами, пищевыми волокнами и белковыми веществами.

2. В качестве сырьевых источников обогащающих ингредиентов целесообразно рассматривать районированное растительное сырьё сельскохозяйственного назначения, отличающееся высоким содержанием белка: соя сорта Опус, нут сорта Приво 1, люпин сорта Дега и амарант сорта Универсал. В качестве способа получения обогащающих ингредиентов предложена экструзия. Содержание белка в экструдатах превышает показатель муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта в 1,7 – 4,1 раза, пищевых волокон – более чем в 20 раз, кальция, магния, железа соответственно в 3,4-20,0, 5,4-27,4, 5,0-16,0 раза. Биологическая ценность белка экструдата нута, люпина и амаранта составляет 66,81 %, 56,71 % и 73,26 % соответственно против 49,06 % в белке пшеничной муки. Биологическая ценность экструдатов существенно зависит от сорта, агротехнологических приемов и зоны выращивания.

3. Экструдаты высокобелковых культур оказывают практически идентичное влияние на хлебопекарные свойства муки. Увеличение доли экструдатов в интервале соотношения муки и экструдата, в масс. долях от 95:5 до 85:15 приводит к снижению количества клейковины, показателя белизны мучной смеси, увеличению кислотности, зольности, показателя автолитической активности (по количеству водорастворимых веществ). Приготовление хлеба на мучной смеси при соотношении муки пшеничной хлебопекарной и экструдата, в масс. долях 90:10, обеспечивает традиционное сенсорное восприятие. Дальнейшее

увеличение доли экструдатов должно сопровождаться продвижением продукта, как обогащенного.

4. Предложен алгоритм определения оптимальной структуры обогащающей смеси по составу незаменимых аминокислот из экструдатов высокобелкового сырья растительного происхождения по составу незаменимых аминокислот. Результаты расчета показали прогнозируемое повышение белка за счет 20 % обогащающей смеси, увеличение общего белка на 17,1 %, увеличение незаменимых аминокислот на 18,9 %.

5. Внесение в рецептурный состав хлеба обогащающего ингредиента из экструдатов высокобелковых культур интенсифицирует процесс созревания теста: на 150 мин созревания показатель газообразования у образца, содержащего 20% обогащающего ингредиента, на 37% выше, чем у контрольного, а показатель кислотности – на 72%. При этом газодерживающая способность теста снижается на 17,9 %. При реализации способа приготовления обогащенного хлеба целесообразно сокращение этапа брожения на 20-40 мин.

6. Изучение влияния обогащающей добавки из экструдатов высокобелковых культур на показатели качества хлеба показало, что изменение рецептуры путем замены части муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта на обогащающую добавку при соотношении в масс.долях 90:10 не оказывает влияния на сенсорное восприятие изделия. При увеличении соотношения в пользу обогащающей добавки до соотношения в масс.долях 80:20 происходит изменение цвета, вкуса и аромата изделия. При этом полученное изделие может быть идентифицировано, как хлеб из сортовой пшеничной муки.

В образцах хлеба с внесением обогащающей добавки повышается содержание белка, пищевых волокон и минеральных веществ в соответствии с увеличением доли обогащающего ингредиента в рецептуре. В соответствии с ГОСТ 55577-2013 по признаку энергетической ценности, которая обеспечивается белком, опытные образцы хлеба могут быть признаны как источник белка. По содержанию магния (начиная с соотношения муки пшеничной хлебопекарной и обогащающей добавки, в масс.долях 85:15), калия (начиная с соотношения 90:10)

и железа (начиная с соотношения 95:5) хлеб может быть признан функциональным. Показатель биологической ценности обогащенного хлеба возрастает на 7,7-8,9 %.

7. Прибыль от продажи 1 ед. хлеба при добавлении 10% экструдата из высокобелкового сырья растительного происхождения увеличится на 4,65 руб. (49,00 %), 20% - на 2,54 руб. (26,77 %). Уровень рентабельности составит 34,61 % и 28,00 % соответственно.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Абдушева А.Е. Совершенствование рецептуры баурсаков с применением порошка из плодов баклажан / А.Е. Абдушева, М.К. Садыгова, А.В. Кондрашова // Хлебопродукты. - № 11. – 2021. – С. 40-45.
2. Абушаева А.Р. Влияние муки из зерна светлозёрной ржи и продуктов переработки овощей на формирование аромата изделий / А.Р. Абушаева, И.Р. Гафурова, М.К. Садыгова, Т.И. Аникиенко // Хлебопродукты. - № 1. – 2022. – С. 36-43.
3. Айрумян В.Ю. Моделирование и оптимизация методом математического планирования состава композитных смесей для производства хлеба повышенной пищевой и биологической ценности / В.Ю. Айрумян., Н.В. Сокол, Е.А. Ольховатов // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2020. - № 5 (64). - С. 40-45.
4. Айрумян В.Ю. Технология и рецептуры хлебобулочных изделий повышенной пищевой ценности на основе разработанных композитных смесей / В.Ю. Айрумян, Н.В. Сокол, Е.А. Ольховатов // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2020. - № 4 (376). – С. 38-43.
5. Аксентьева В.В. Анализ технологий рыбной продукции функционального назначения // В.В. Аксентьева, И.В. Мозжерина, В.Г. Попов // Пищевая промышленность. – 2021. - №11. - С. 26-29.
6. Алексеев А.Л. Использование зернобобовой культуры маш в производстве фаршевых мясных изделий / А.Л. Алексеев, И.С. Трофименко // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2021. - № 5 (70). - С. 59-62.
7. Алексеев А.Л. Функционально-технологические свойства и микробиологическая безопасность мясорастительных колбас с мукой из семян маша / А.Л. Алексеев, И.С. Трофименко // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2024. - № 2 (85). - С. 83-86.
8. Алехина Н.Н. Влияние амарантовой муки на качество хлеба из биоактивированного зерна пшеницы / Н.Н. Алехина, И.М. Жаркова, Н.А. Головина,

А.А. Самохвалов // Хлебопродукты. – 2019. - №4. – С. 56-57

9. Алехина Н.Н. Исследование функциональных свойств зернового хлеба на основе хлебопекарных смесей с белковым обогатителем / Н.Н. Алехина, Е.И. Пономарева, И.М. Жаркова, А.С. Желтикова // Пищевая промышленность. – 2020. - №5. - С. 8-11.

10. Антипова Л.В. Белковый продукт функционального назначения из пророщенного зерна чечевицы // Антипова Л.В., А.О. Дарьин // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2022. - № 1 (385). – С. 16-20.

11. Арисов А.В. Использование полуфабриката из цельносмолотого пророщенного зерна в производстве сладких блюд / А.В. Арисов, О.В. Чугунова, В.М. Тиунов // Пищевая промышленность. – 2022. - № 1. - С. 12-15.

12. Асякина Л.К., Степанова А.А., Тамарзина Т.В., Лосева А.И. Российский рынок функциональных продуктов питания для здорового образа жизни человека // Социально-экономический и гуманитарный журнал Красноярского ГАУ. – 2022. – №3(25). – С. 29-41.

13. Ауэрман Л.Я. Технология хлебопекарного производства. СПб.: Профессия, 2009. 416 с.

14. Багаутдинов И.И. Технологические свойства мучных кондитерских изделий со шротом плодов расторопши пятнистой / И.И. Багаутдинов, И.Т. Гареева, И.Р. Фахретдинов, А.Н. Гусев // Хлебопродукты. - № 12. – 2023. – С. 65-69.

15. Баженова А.Е. Влияние свойств овощных и фруктовых порошков на микробиологические показатели кондитерских изделий / А.Е. Баженова // Пищевая промышленность. – 2022. - № 12. - С. 53-56.

16. Балакина А.В. Технологические аспекты применения полбяной муки в хлебопекарной промышленности / А.В. Балакина, Е.А. Кузнецова // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2024. - № 2 (85). - С. 60-64.

17. Бакин И.А. Рациональное использование пищевых отходов в технологии диетических хлебцев / И.А. Бакин, Е.А. Егушова, И.Ю. Резниченко // Пищевая промышленность. – 2023. - № 1. - С.45-49.
18. Бакуменко О.Е. Исследование влияния порошка из семян пажитника на показатели качества ржано-пшеничного хлеба // О.Е. Бакуменко, Е.В. Алексеенко, Э.И. Некрасова, О.Д. Гильмиярова // Пищевая промышленность. – 2022. - № 2. - С. 12-15.
19. Бакуменко О.Е. Научные и практические аспекты применения льняной муки в пищевых концентратах сладких блюд // О.Е. Бакуменко, Е.В. Алексеенко // Пищевая промышленность. – 2022. - № 5. - С. 29-32.
20. Балакина А.В. Химические свойства зерна полбы (*triticum dicossum*), как потенциального сырьевого источника при производстве хлебобулочных изделий / А.В. Балакина, Е.А. Кузнецова // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2023. - № 3 (80). - С. 18-22.
21. Бахмет М.П. Перспективы получения пищевых добавок из листьев и соцветий базилика эвгенольного и базилика обыкновенного / М.П. Бахмет, Г.И. Касьянов // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2021. - № 5-6 (383-384). – С. 67-72.
22. Бегеулов М.Ш. Использование люпиновой муки в хлебопечении / М.Ш. Бегеулов, П.М. Конорев // Хлебопродукты. - № 10. – 2022. – С. 30-34.
23. Бегеулов М.Ш. Использование продуктов переработки корнеплодов цикория в хлебопечении / М.Ш. Бегеулов, С.А. Масловский, А.В. Корнев, С.Д. Рыбина // Хлебопродукты. - № 1. – 2021. – С. 36-39.
24. Бегунова А.В. Мука льняная. состав, потенциал использования в специализированных пищевых продуктах / А.В. Бегунова, С.В. Симоненко, Е.С. Симоненко, Е.С. Семенова // Пищевая промышленность. – 2024. - № 6. - С. 95-99.
25. Бейгул А.Е. Ультразвуковая гомогенизация кисломолочных напитков с добавлением пасты из семян льна / А.Е. Бейгул, О.Ю. Калужина, С.А. Леонова, Е.Н. Черненко, М.К. Садыгова, А.Ю. Бодров, О.В. Илларионова // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2021. - № 1 (66). - С. 29-35.

26. Белецкий С.Л. Влияние химического состава разных видов и сортов тыквы на качественные показатели мармелада / С.Л. Белецкий, О.С. Руденко, М.А. Пестерев, Г.А. Химич, Ф.Б. Мусаев // Пищевая промышленность. – 2024. - № 7. - С. 49-52.
27. Белякова И.А. Использование медуз в технологии мучных кондитерских изделий / И.А. Белякова, О.Е. Битютская, Л.В. Донченко, Л.М. Есина // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2024. - № 2-3 (396). – С. 42-47.
28. Березина Н.А. Исследование влияния соевой окары на качество вафельных стаканчиков / Н.А. Березина, Т.О. Куницына, Л.А. Самофалова // Хлебопродукты. - № 2. – 2022. – С. 42-48.
29. Березина Н.А. Оптимизация состава поликомпонентных мучных смесей для хлебобулочных изделий функционального назначения / Н.А. Березина, А.В. Артемов, И.А. Никитин // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2020. - № 4 (63). - С. 48-53.
30. Берестова А.В. Исследование технологии производства бескоркового хлеба с добавкой амарантовой муки / А.В. Берестова, Г.А. Сидоренко, О.В. Баранова, А.В. Скальный, В.П. Попов // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2022. - № 5 (76). - С. 18-23.
31. Богатырёва Т.Г. Обогащение хлебобулочных изделий с использованием нетрадиционного растительного сырья / Т.Г. Богатырёва, И.Г. Белявская, А.А. Муратова // Хлебопродукты. - № 6. – 2021. – С. 48-49.
32. Болгова Д.Ю. Качество и безопасность обогащающей добавки из семян эспарцета / Д.Ю. Болгова, Н.А. Тарасенко, Е.А. Бутина, С.С. Крицкая // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2020. - № 1 (373). – С. 99-101.
33. Болотова О.И. Пищевая ценность зерна чины как перспективного сырья для получения высокобелковых продуктов / О.И. Болотова, О.Б. Каменева, С.А. Зайцев, И.А. Сазонова, В.В. Бычкова, А.В. Ерохина // Пищевая промышленность. – 2023. - № 6. - С.12-14.

34. Борисова А.В. Разработка рецептуры мороженого с плодами лоха узколистного (*elaegnus angustifolia*) / А.В. Борисова, А.Н. Гаврилова, Ю.В. Савинова, Ю.А. Радаева // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2021. - № 4 (382). – С. 41-45.

35. Борисова А.В. Технология мягкого сыра с повышенным содержанием пищевых волокон / А.В. Борисова, Ю.М. Елисеев, Н.М. Тузова, Н.В. Долибужко, Е.Н. Макеева // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2020. - № 2-3 (374-375). – С. 26-29.

36. Бредищева О.Ф. Теоретическая разработка ржано-пшеничного хлеба комбинированного типа / О.Ф. Бредищева, Э.С. Иванова, Ю.В. Родионов, Е.П. Иванова, К.В. Брыксина // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2024. - № 2 (85). - С. 22-27.

37. Брыксина К. В. Оценка показателей качества пшеничного хлеба, обогащенного глицериновым экстрактом плодов рябины обыкновенной / К.В. Брыксина, А.М. Миронов, С.И. Данилин, А.Г. Троянов, В.А. Кольцов // Агропромышленные технологии Центральной России. – 2023. - № 3 (29). – С. 33-39.

38. Буракова Е.В. Оптимизация технологии обогащения вареных колбас биологически активными микронутриентами / Е.В. Буракова // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2022. - № 1 (385). – С. 11-15.

39. Бундина О.И. Маш: перспективы использования и стандартизация / О.И. Бундина, А.Ю. Герасина // Пищевая промышленность. – 2024. - № 6. - С. 84-86.

40. Быкова С.М. Использование томатного порошка в технологии приготовления печенья / С.М. Быкова, В.Д. Очиров, И.В. Алтухов, В.А. Федотов // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2022. - № 5 (76). - С. 79-85.

41. Быкова С.Т. Инулин и олигофруктоза - перспективные ингредиенты для обогащения функциональных продуктов детского питания / С.Т. Быкова, Т.Г. Калинина // Пищевая промышленность. – 2022. - № 8. - С. 8-11.

42. Вебер А.Л. Разработка мероприятий по обеспечению качества и безопасности производства хлеба из пшеничной муки с использованием дисперсии из пророщенного зерна гороха и фасоли отечественной селекции / А.Л. Вебер, С.А. Леонова, Н.П. Жданеева, Т.А. Никифорова // Хлебопродукты. - № 1. – 2021. – С. 44-51.

43. Вербицкая Е.А. Оценка вторичного продукта переработки плодов облепихи как источника для получения пищевой добавки функционального действия / Е.А. Вербицкая, А.В. Кулакова, В.В. Илларионова, А.Н. Дроздов, М.В. Филенкова, В.И. Мартовщук, С.А. Калманович // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2020. - № 2-3 (374-375). – С. 101-104.

44. Викторова Е.П. Влияние фруктовых пищевых добавок на формы связи воды в тесте из пшеничной муки / Е.П. Викторова, О.В. Федосеева, Т.А. Шахрай, Н.Н. Корнен // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2020. - № 2-3 (374-375). – С. 20-22.

45. Витол И.С. Композитные виды муки. Часть 1. Обогащение пшеничной муки злаковыми, бобовыми и масличными культурами (обзор) / И.С. Витол, Е.П. Мелешкина // Пищевая промышленность. – 2024. - № 4. - С. 27-34.

46. Витол И.С. Композитные виды муки. Часть 2. Обогащение пшеничной муки нетрадиционными видами растительного сырья (обзор) / И.С. Витол, Е.П. Мелешкина // Пищевая промышленность. – 2024. - № 5. - С.39-43.

47. Витол И.С. Композитные виды муки. Часть 3. Мука, полученная при совместном размоле зерносмесей, и мучные (хлебопекарные) смеси из отдельных видов муки (обзор) / И.С. Витол, Е.П. Мелешкина // Пищевая промышленность. – 2024. - № 6. - С. 76-83.

48. Витол И.С. Лён и чечевица в продуктах переработки композитных зерносмесей / И.С. Витол, С.Н. Коломиец, Е.П. Мелешкина // Хлебопродукты. - № 9. – 2023. – С. 49-53.

49. Витол И.С. Углеводно-амилазный и липидный комплексы муки из двухкомпонентной зерновой смеси и семян льна / И.С. Витол, Г.Н. Панкратов, Е.П.

Мелешкина // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2020. - № 1 (60). - С. 57-61.

50. Влащик Л.Г. Инновационные решения в разработке функциональных десертов / Л.Г. Влащик, А.В. Тарасенко // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2021. - № 4 (69). - С. 35-38.

51. Волошин Ю.Н. Использование природного растительного адаптогена в технологии хлебобулочных изделий / Ю.Н. Волошин, М.М. Жемухова, Е.Ю. Доренская // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2020. - № 1 (373). – С. 18-21.

52. Воробьева В.М. Сладкие белки - перспективные природные подсластители для пищевых продуктов / В.М. Воробьева, И.С. Воробьева, В.А. Саркисян, Р.В. Соболев, В.А. Исаков, А.А. Кочеткова // Пищевая промышленность. – 2024. - № 2. - С. 20-26.

53. Ганиева Е.С. Овсяной талкан - перспективный компонент в технологии кисломолочных продуктов / Е.С. Ганиева, С.Г. Канарейкина, В.И. Канарейкин // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2022. - № 6 (77). - С. 64-70.

54. Вьюгина Т.П. Разработка технологии пирожных макаронс на основе конопляного протеина / Г.П. Вьюгина, К.В. Вьюгин, И.А. Никитин, Г.В. Поснова // Хлебопродукты. - № 6. – 2023. – С. 61-65.

55. ГОСТ Р 52349-2005 Продукты пищевые. Продукты пищевые функциональные. Термины и определения: офиц. текст. Введен 31.05.2005. – М.: Стандартиформ, 2006. – 8 с.

56. Гурьева А.В. Обзор сырьевых источников, применимых для разработки продуктов на растительной основе: критерии выбора для сбалансированного состава / А.В. Гурьева, М.Н. Рожкова // Пищевая промышленность. – 2022. - № 1. - С. 59-62.

57. Дементьева Н.В. Обоснование технологии производства фитоконфет из ламинарии японской / Н.В. Дементьева, Т.М. Бойцова // Пищевая промышленность. – 2022. - № 12. - С. 70-73.

58. Демина Е.Н. Обоснование использования растительных порошков в рецептуре творожных сырков с шоколадной глазурью / Е.Н. Демина, А.П. Симоненкова // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2023. - № 1 (78). - С. 28-33.

59. Дерканосова Н.М. Амарантовый экструдат как обогащающий ингредиент мучных изделий / Н.М. Дерканосова, А.А. Стахурлова, И.Н. Пономарева, О.А. Василенко, В.Д. Ломова, Копылов М.В. // Хлебопродукты. - 2018. - №2. – С. 32-33.

60. Дерканосова Н.М. Влияние концентрата пищевых волокон из яблок на реологические свойства теста / Н.М. Дерканосова, А.А. Стахурлова, Т.В. Пономарева, М. Вукич, Д. Вуядинович // Хлебопродукты. - № 5. – 2022. – С. 43-46.

61. Дерканосова Н.М. Влияние концентрата пищевых волокон из яблок на хлебопекарные свойства мучных смесей / Н.М. Дерканосова, Т.В. Пономарева, А.А. Стахурлова, И.И. Зайцева, М. Вукич, Д. Вуядинович // Хлебопродукты. - № 1. – 2022. – С. 44-47.

62. Дерканосова Н.М. Изучение автолитической активности мучных модельных смесей / Н.М. Дерканосова, В.Д. Пилякина, А.А. Стахурлова, О.А. Василенко // Научные исследования - сельскохозяйственному производству. Материалы II Международной научно-практической Интернет-конференции. - Орел, 3 марта 2023 г. – С. 123-127.

63. Дерканосова Н.М. Исследование функционально-технологических свойств полуфабриката якона / Н.М. Дерканосова, Е.С. Корнева, И.И. Зайцева // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2023. - № 3 (80). - С. 23-28.

64. Дерканосова Н.М. Проектирование обогащенных хлебобулочных изделий с прогнозируемым уровнем качества / Н.М. Дерканосова, С.А. Шеламова, О.А. Василенко, Н.А. Каширина, А.А. Стахурлова, Г.В. Шуршикова // Пищевая промышленность. – 2022. - № 7. - С. 53-58.

65. Долгополова С.В. Перспективные направления использования аквафабы при производстве кулинарной и кондитерской продукции

функционального назначения / С.В. Долгополова // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2021. - № 5 (70). - С. 54-58.

66. Доморощенкова М.Л. Исследование белкового и жирнокислотного состава семян люпина разной видовой принадлежности /М.Л. Доморощенкова, Т.Ф. Демьяненко, И.М. Камышева, И.В. Крылова // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2021. - № 5-6 (383-384). – С. 15-20.

67. Доржиева М.В. Изменение органолептических свойств мясного фарша при включении папоротника орляк / М.В. Доржиева, И.В. Хамаганова, Т.Ц. Дамдинова // Пищевая промышленность. – 2021. - № 12. - С. 31-34.

68. Дорошенко Т.А. Совершенствование технологии и рецептуры отделочного полуфабриката для мучных кондитерских изделий диетического профилактического назначения / Т.А. Дорошенко, К.А. Лаптинова, М.Ю. Тамова // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2021. - № 1 (379). – С. 47-51.

69. Дубцова Г.Н. Инновационные решения обогащения хлебобулочных изделий порошками из плодов калины и барбариса / Г.Н. Дубцова, И.Г. Белявская, И.С. Витол, А.А. Ломакин // Пищевая промышленность. – 2023. - № 6. - С.21-23.

70. Дымова Ю.И. Разработка рецептуры и оценка качества обогащенного мучного кондитерского изделия / Ю.И. Дымова, Е.О. Ермолаева, Н.Ю. Рубан // Пищевая промышленность. – 2024. - № 6. - С. 31-34.

71. Евдокимова О.В. Обогащение полуфабрикатов из мяса птицы овощными пюре / О.В. Евдокимова, Е.В. Юрикова, Н.Н. Голозубова, Е.А. Алфимова // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2020. - № 2 (61). - С. 81-84.

72. Егорова Е.Ю. Особенности комбинирования муки из семян масличных культур в технологии булочных изделий / Е.Ю. Егорова, А.С. Захарова, С.С. Кузьмина // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2020. - № 6 (65). - С. 20-26.

73. Елисеева Л.Г. Характеристика потребительских свойств хлеба из пшеничной муки, обогащенного функциональными ингредиентами муки киноа /

Л.Г. Елисеева, Д.С. Кокорина, Е.В. Невская, Е.В. Жиркова, Т.Н. Иванова // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2020. - № 3 (62). - С. 67-74.

74. ЕМИСС. Государственная статистика: [Электронный ресурс]. URL: <https://www.fedstat.ru/> (Дата обращения: 10.03.2025).

75. Есепенок К.В. Разработка рецептуры рубленых полуфабрикатов с добавлением растительного компонента / К.В. Есепенок, И.А. Зачесова, И.Б. Котряхов, С.В. Колобов // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2023. - № 5 (82). - С. 55-59.

76. Ефремов Д.П. Изучение потребительского спроса на обогащенные продукты питания в Алтайском крае и Воронежской области / Д.П. Ефремов, Ю.А. Сафонова, И.М. Жаркова, Д.М.Бородин, А.В. Коркина // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2022. - № 1 (72). - С. 108-112.

77. Жаркова И.М. Использование порошкообразных продуктов переработки растительного сырья в технологиях мучных изделий / И.М. Жаркова, С.Я. Корячкина, В.П. Корячкин, В.Г. Густинович, Ю.К. Казимилова // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2020. - № 1 (373). – С. 6-10.

78. Жукова В.Ф. Новые направления фортификации продуктов для профилактики дефицита нутриентов в рационе / В.Ф. Жукова, Л.В. Сергеева // Российские регионы: взгляд в будущее. – 2023. - № 3-4. - С. 23-32.

79. Зайцева И.И. Разработка технологии прослоенного печенья с ингредиентами из отечественного растительного сырья / Диссертация на соискание ученой степени кандидата наук / 05.18.01. – Воронеж, 2018. – 190 с.

80. Зверев С.В. Использование смесей на базе зерна бобовых культур в хлебопекарной отрасли / С.В. Зверев, Ю.В. Бондаренко, Е.В. Глухова // Хлебопродукты. - № 10. – 2021. – С. 36-40.

81. Зверев С.В. Льняной жмых в белковых пищевых добавках / С.В. Зверев, В.А. Зубцов, В.Г. Лобанов, Ю.Ф. Росляков, Е.В. Глухова // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2020. - № 5-6 (377-378). – С. 93-97.

82. Зобкова З.С. Изучение функциональных свойств обогащенного творожного продукта / З.С. Зобкова, Т.П. Фурсова, Д.В. Зенина, А.Д. Гаврилина, И.Р. Шелагинова // Пищевая промышленность. – 2020. - №3. - С. 22-28.

83. Зобо Ж.Р. Моделирование рецептуры мучного кондитерского изделия с добавлением растительного сырья / Ж.Р. Зобо, Т.И. Соловьёва, О.А. Суворов, Р.Х. Кандроков, А.В. Быков // Хлебопродукты. - № 1. – 2023. – С. 54-58.

84. Золотокопова С.В. Функционально-технологические свойства рыборастворимого фарша / С.В. Золотокопова, Г.И. Касьянов, А.В. Золотокопов, Е.Ю. Лебедева // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2020. - № 4 (376). – С. 44-47.

85. Ибатуллина Л.А. Молочный продукт с растительной добавкой из семейства бобовых / Л.А. Ибатуллина, С.Г. Канарейкина, Г.Г. Салихова, А.Р. Салихов // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2024. - № 1 (84). - С. 34-37.

86. Иванова Н.Г. Подходы к разработке специализированных мучных кондитерских изделий для питания беременных и кормящих женщин / Н.Г. Иванова, И.А. Никитин, А.А. Терехова // Хлебопродукты. - № 2. – 2022. – С. 36-41.

87. Иванова Н.Г. Проблемы разработки кондитерских изделий для питания женщин, планирующих беременность / Н.Г. Иванова, И.А. Никитин, М.Ю. Сидоренко, С.В. Штерман // Пищевая промышленность. – 2022. - № 6. - С. 61-65.

88. Иванова Н.Г. Технология пастилы с использованием овощного пюре / Н.Г. Иванова, И.А. Никитин, Н.А. Березина, О.А. Орловцева, Г.В. Поснова // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2021. - № 3 (68). - С. 51-56.

89. Иванова Н.Н. Применение сушеных овощей при производстве мелкоштучных хлебобулочных изделий / Н.Н. Иванова, В.И. Каргин, Д.И. Иванов, С.И. Данилин, А.С. Ильинский, К.Х. Хатков // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. – 2022. - № 3. – С. 58-65

90. Иванова Н.Н. Совершенствование технологии полутвердого сыра с плодами грецкого ореха / Н.Н. Иванова, В.И. Каргин // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2024. - № 3 (86). - С. 40-44.
91. Иманова А.И. Применение продуктов переработки винограда в рецептуре булочки к завтраку / А.И. Иманова, М.К. Садыгова, Л.В. Андреева // Хлебопродукты. - № 5. – 2021. – С. 56-59.
92. Кабылда А.И. Изучение аминокислотного состава безглютеновых макаронных изделий на основе гречневой муки / А.И. Кабылда // Пищевая промышленность. – 2023. - № 6. - С.18-20.
93. Канарейкина С.Г. Изучение влияния злаковой культуры и меда на свойства йогурта комбинированного состава / С.Г. Канарейкина, Г.Г. Салихова, Л.А. Ибатуллина, А.Р. Салихов, В.И. Канарейкин // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2023. - № 3 (80). - С. 73-78.
94. Канарейкина С.Г. Разработка йогурта комбинированного состава с мукой амаранта / С.Г. Канарейкина, Г.Г. Салихова, Л.А. Ибатуллина, В.И. Канарейкин // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2023. - № 1 (78). - С. 38-44.
95. Кандроков Р.Х. Технология хлебобулочных изделий в виде бриоши из пшенично-льняно-рыжиковой муки / Р.Х. Кандроков, А.Р. Фирсанова, О.А. Суворов // Индустрия питания. – 2025. - № 2. – С. 15-23.
96. Кечкин И.А. Формирование новых видов муки, обогащенных незаменимыми жирными кислотами / И.А. Кечкин, Г.Н. Панкратов, И.С. Витол // Пищевая промышленность. – 2021. - № 10. - С. 8-12.
97. Клипак М.Б. Получение ферментолизата из кожи минтая для повышения пищевой ценности мучных кондитерских изделий / М.Б. Клипак, Т.Н. Слуцкая // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2024. - № 4 (397). – С. 37-42.
98. Клочкова И.С. Использование нетрадиционного сырья при разработке рецептур хлебобулочных изделий / И.С. Клочкова, Е.В. Масленникова // Пищевая промышленность. – 2021. - №4. - С. 32-35.

99. Ключкова И.С. Использование семян льна при разработке рецептуры шоколада / И.С. Ключкова, Е.В. Масленникова // Пищевая промышленность. – 2023. - № 11. - С.15-17.

100. Колобов С.В. Исследование пищевой и биологической ценности полуфабрикатов из оленины с растительной добавкой на основе сои / С.В. Колобов, О.В. Евдокимов // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2020. - № 4 (63). - С. 73-78.

101. Колпакова В.В. Кисломолочный продукт функционального назначения с гороховым концентратом / В.В. Колпакова, Д.С. Куликов, В.А. Гулакова, Р.В. Уланова, В.В. Бессонов // Пищевая промышленность. – 2024. - № 6. - С. 126-132.

102. Корнева Е.С. Вещественный и функциональный состав полуфабрикатов из якона и дайкона / Е.С. Корнева, О.В. Перегончая, О.В. Дьяконова, Н.М. Дерканосова, П.Ю. Курганников // Пищевая промышленность. – 2022. - № 7. - С. 93-96.

103. Корнева О.А. Оценка пищевой и биологической ценности пресного теста из безглютеновой мучной смеси / О.А. Корнева, Е.Г. Дунец, Т.Д. Полозюк, А.В. Федосеева // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2020. - № 1 (373). – С. 96-99.

104. Корнева О.А. Производство мучных кулинарных полуфабрикатов из безглютеновой мучной смеси / О.А. Корнева, Е.Г. Дунец, Т.Д. Полозюк, В.М. Рябчикова // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2020. - № 1 (373). – С. 40-44.

105. Корячкин В.П. Влияние порошков из нативной и бланшированной моркови на реологические характеристики макаронного теста / В.П. Корячкин, Д.А. Гончаровский, С.Я. Корячкина // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2020. - № 2 (61). - С. 10-14.

106. Корнева О.А. Разработка рецептуры рыбных биточков с добавлением соевой муки и облепихи / О.А. Корнева, Р.А. Журавлёв, Т.А. Джум, М.Ю. Тамова // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2024. - № 1 (395). – С. 55-60.

107. Корнен Н.Н. Конкурентный потенциал функционального хлебобулочного изделия, обогащенного пищевой добавкой «яблочная» / Н.Н. Корнен, С.А. Калманович, Т.А. Шахрай, Е.П. Викторова // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2020. - № 1 (373). – С. 106-108.

108. Косоруков, О. А. Исследование операций / О. А. Косоруков, А. В. Мищенко. – Москва : Экзамен, 2003. – 446 с. – ISBN 5-94692-363-3.

109. Костина М.В. Разработка технологии и рецептур конфет ручной работы с добавлением кэроба / М.В. Костина, М.Ю. Тамова, А.А. Чумак // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2021. - № 1 (379). – С. 52-55.

110. Котлова Д.С. Разработка комбинированных рыбных масс на основе сома клариевого и муки фасоли для функционального питания / Д.С. Котлова, М.С. Марадудин, В.Н. Стрижевская, И.В. Симакова // Пищевая промышленность. – 2024. - № 4. - С. 47-52.

111. Кох Д.А. Использование полуфабриката из плодов мелкоплодных яблонь Красноярского края в технологии яблочно-зернового хлеба / Д.А. Кох, Ж.А. Кох // Хлебопродукты. - № 7. – 2023. – С. 62-64.

112. Красина И.Б. Разработка рецептуры безглютеновых вафельных хлебцев из смеси гречневой муки и пищевой добавки «Кофейная» / И.Б. Красина, Б.О. Хашпакянц, Е.В. Филиппова, Е.В. Красина // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2020. - № 2-3 (374-375). – С. 42-45.

113. Криницына А.А. Разработка рецептуры пшеничного хлеба с использованием кукурузной муки и куркумы / А.А. Криницына, А. А. Кукина, Ж.Р. Зобо, О.А. Суворов // Хлебопродукты. - № 7. – 2021. – С. 46-49.

114. Крохалев В.А. Разработка рецептур хлебобулочных изделий с использованием нетрадиционного растительного сырья / В.А. Крохалев // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2022. - № 2 (73). - С. 50-56.

115. Крохалев В.А. Сравнительный анализ показателей качества хлеба из пшеничной муки с добавлением нетрадиционного растительного сырья / В.А.

Крохалев // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2021. - № 5 (70). - С. 103-106.

116. Куликов Д.С. Биотехнологические процессы получения белковых продуктов из зерна нута с высокой биологической ценностью / Д.С. Куликов, В.А. Гулакова, В.В. Колпакова, Р.В. Уланова // Пищевая промышленность. – 2021. - № 9. - С. 38-40.

117. Куксова Е.В. Перспектива использования ферментализатов муки люпина в производстве функциональных пищевых ингредиентов / Е.В. Куксова, В.В. Ионов, А.А. Толокнова, Е.М. Серба // Пищевая промышленность. – 2023. - № 12. - С.6-11.

118. Купчак Д.В. Получение смесей для выпечки кекса с использованием отходных фракций от переработки сои / Д.В. Купчак, С.М. Доценко, О.И. Любимова // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2024. - № 1 (84). - С. 38-43.

119. Курако У.М. Амарантовая мука в производстве мясных продуктов / У.М. Курако, Т.Ю. Левина // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2021. - № 5 (70). - С. 43-48.

120. Курбанова М.Г. Разработка композитной смеси нового вида диабетической карамели / М.Г. Курбанова, Н.Н. Бережнов, А.Ю. Колбина // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2021. - № 1 (66). - С. 36-40.

121. Кузнецова Е.А. Плоды жимолости (*Lonicera caerulea*) как перспективный источник биологически активных веществ / Е.А. Кузнецова, Н.И. Бондарев, А.В. Тришкин, Е.А. Кузнецова, А.А. Фролова, А.А. Ульянова, Д.Д. Мельникова // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2023. - № 6 (83). - С. 68-72.

122. Кузнецова Л.И. Влияние чумизной муки на формирование аромата мучных изделий / Л.И. Кузнецова, М.К. Садыгова, Т.А. Кучменко, Р.У. Умарханов, А.В. Кондрашова // Хлебопродукты. - № 3. – 2021. – С. 58-62.

123. Кузнецова Л.И. Исследование возможности применения озёрного

сапропеля в технологии хлеба из пшеничной муки / Л.И. Кузнецова, Н.С. Лаврентьев, О.А. Савкина, А.И. Коняшина // Хлебопродукты. - № 11. – 2023. – С. 64-70.

124. Куницына Т.О. Пшенично-ржаные хлебобулочные изделия с добавлением соевой окары / Т.О. Куницына, Н.А. Березина, Е.В. Хмелёва, Л.А. Самофалова, О.В. Клименкова // Хлебопродукты. - № 3. – 2022. – С. 49-55.

125. Курицкий, Б. Я. Поиск оптимальных решений средствами Excel 7. 0 / Б.Я. Курицкий. - СПб. : ВHV-Санкт-Петербург, 1997. - 384 с. - ISBN 5-7791-037-3

126. Лаврова Л.Ю. Биологическая ценность нутового хлеба / Л.Ю. Лаврова, Е.Л. Борцова // Хлебопродукты. - № 7. – 2023. – С. 50-51.

127. Лаврова Л.Ю. Нутовый хлеб / Л.Ю. Лаврова, Е.Л. Борцова, С.А. Ермаков, И.Л. Музюкин // Хлебопродукты. - № 3. – 2023. – С. 64-66.

128. Лаврова Л.Ю. Мучные гарниры с повышенным содержанием йода / Л.Ю. Лаврова, Е.Л. Борцова // Хлебопродукты. - № 3. – 2022. – С. 46-48.

129. Ладнова О.Л. Обоснование применения муки гречневой цельносмолотой и шелухи семян подорожника в технологии безглютеновых макаронных изделий / О.Л. Ладнова, С.Я. Корячкина, В.П. Корячкин, Е.Г. Меркулова // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2024. - № 3 (86). - С. 34-39.

130. Ладнова О.Л. Обоснование применения растительных порошков в технологии мучных кондитерских изделий повышенной пищевой ценности / О.Л. Ладнова, А.В. Казаков, С.Я. Корячкина, Е.В. Извекова, С.Ю. Кобзева // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2021. - № 6 (71). - С. 39-45.

131. Лазарева Т.Н. Влияние продуктов переработки ягод красной смородины на технологические свойства хлебопекарного сырья / Т.Н. Лазарева, Н.В. Мурленков, Н.А. Березина, О.С. Киреева, М.В. Яркина, С.А. Жучков // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2024. - № 1 (395). – С. 61-66.

132. Лазарева Т.Н. Технология затыжного печенья функционального назначения с использованием лекарственно-технического сырья / Т.Н. Лазарева, С.Я. Корячкина, И.М. Жаркова, Ю.Ф. Росляков // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2020. - № 1 (373). – С. 44-48.

133. Лебедева Е.Ю. Технологические приемы изготовления рыбного гратена с добавлением овощей, круп и СО₂-экстрактов / Е.Ю. Лебедева, С.В. Золотокопова, С.П. Запорожская // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2021. - № 1 (66). - С. 13-16.

134. Левина Т.Ю. Производство снеков из рубленого замороженного куриного мяса с барбарисом / Т.Ю. Левина, У.М. Курако // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2022. - № 2 (73). - С. 30-35.

135. Лейберова Н.В. Инновационные подходы использования зерновых продуктов в кондитерском производстве / Н.В. Лейберова, Л.А. Донскова, И.Ю. Калугина // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2022. - № 6 (77). - С. 44-48.

136. Леонова С.А. Влияние морковного порошка на качественные показатели бисквита / С.А. Леонова, Т.А. Никифорова, Н.Ш. Никулина, Е.И. Кощина // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2023. - № 5 (82). - С. 80-86.

137. Летяго Ю.А. Использование микроводоросли спирулины в сочетании с зерновыми обогатителями в рецептуре хлеба из пшеничной муки / Ю.А. Летяго, О.А. Грязнова, А.А. Грязнов, Р.И. Белкина // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2020. - № 1 (373). – С. 24-27.

138. Лисовая Е.В. Исследование антиоксидантного потенциала добавок, полученных из вторичных ресурсов переработки томатов / Е.В. Лисовая, А.В. Свердличенко, О.В. Воробьева, Е.В. Великанова, Е.П. Викторова // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2022. - № 2-3 (386-387). – С. 83-86.

139. Ломова В.Д. Амарант Воронежской селекции как обогащающий ингредиент хлебобулочных изделий / В.Д. Ломова, Н.М. Дерканосова, А.А.

Стахурлова // Материалы 68-й студ. науч. конф. Молодежный вектор развития аграрной науки. – Воронеж, 01 марта-30 апреля 2017 г. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. – С. 420-425.

140. Лукина С.И. Разработка рецептурного состава обогащённых сдобных сухарей с нетрадиционными видами сырья / С.И. Лукина, Е.И. Пономарева, С.М. Павловская, Х.Ю. Боташева // Хлебопродукты. - № 4. – 2021. – С. 48-50.

141. Лукин А.А. Применение нетрадиционного растительного сырья в рецептуре изделий из мяса птицы / А.А. Лукин, Ю.А. Бец, Н.Л. Наумова // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2021. - № 1 (66). - С. 54-60.

142. Лунева О.Н. Моделирование рецептуры фрикаделек говяжьих с добавлением рисовых отрубей / О.Н. Лунева, Г.М. Зомитева, А.Г. Справцева, Е.В. Дроздов, Е.А. Бурлакова // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2024. - № 3 (86). - С. 28-33.

143. Лях В.А. О возможности применения экстракта корня одуванчика в качестве инновационного ингредиента в составе хлебобулочных изделий / В.А. Лях, А.Д. Хасиева, Л.Н. Федянина, Е.С. Смертина // Хлебопродукты. - № 12. – 2023. – С. 54-59.

144. Лях В.А. Пищевой ингредиент на основе морской зелёной водоросли в составе хлебобулочных изделий. Риски и потенциал / В.А. Лях, Л.Н. Федянина, Е.С. Смертина, А.А. Шаманская, А.Д. Хасиева, Т.В. Владыкина, О.Л. Калинина // Хлебопродукты. - № 6. – 2021. – С. 39-43.

145. Магомедов Г.О. Разработка технологии и оценка качества безглютеновых диетических кексов / Г.О. Магомедов, Л.А. Лобосова, Т.М. Феофанова // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2024. - № 2-3 (396). – С. 31-36.

146. Марадудин М.С. Влияние муки фасоли на реологические и хлебопекарные свойства теста из композитной смеси на основе муки пшеницы / М.С. Марадудин, И.В. Симакова, А.А. Смоленцева, Я.И. Шелкова // Пищевая промышленность. – 2020. - №4. - С. 17-21.

147. Мартиросян В.В. Исследование технологических свойств муки из топинамбура для применения в хлебопечении / В.В. Мартиросян, М.Н. Костюченко, А.С. Евдокимова, П.А. Щербаков, О.Е. Тюрина // Пищевая промышленность. – 2024. - № 7. – С.79-82.

148. Мелешкина Е.П. Комплексная оценка качества трёхкомпонентной муки для выработки крекера / Е.П. Мелешкина, С.Н. Коломиец, О.И. Бундина // Пищевая промышленность. – 2024. - № 7. – С.53-55.

149. Мелешкина Е.П. Получение трёхкомпонентной муки, обогащённой горохом и льном / Е.П. Мелешкина, С.Н. Коломиец, А.И. Коваль, Е.В. Кириллова, Н.С. Жильцова, О.И. Бундина, А.Ю. Герасина, О.В. Волкова // Пищевая промышленность. – 2024. - № 9. - С. 53-55.

150. Мижужева С.А. Разработка безглютеновых мучных кондитерских изделий и формирование их потребительских свойств с применением рыбного желатина / С.А. Мижужева, О.С. Якубова // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2020. - № 1 (60). - С. 62-67.

151. Мизинчикова И.И. Оптимизация микронутриентного состава печенья с использованием гречневой муки / И.И. Мизинчикова, Т.В. Савенкова, М.А. Талейсник, Н.А. Щербакова, С.Ю. Мистенева // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2020. - № 4 (376). – С. 47-51.

152. Миневич И.Э. Влияние добавки измельченных семян льна и льняной муки на технологические и потребительские свойства мучных изделий / И.Э. Миневич, Т.Б. Цыганова // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2020. - № 2-3 (374-375). – С. 88-91.

153. Миневич И.Э. Гидроколлоиды семян льна и перспективы их промышленного производства / И.Э. Миневич, В.И. Ущাপовский, А.А. Гончарова, Д.В. Абрамов // Пищевая промышленность. – 2023. - № 4. - С.22-27.

154. Мистенева С.Ю. Основные характеристики и технологические свойства композитных смесей муки с овсяным толокном / С.Ю. Мистенева, Л.В. Зайцева, Н.А. Щербакова // Пищевая промышленность. – 2023. - № 7. - С.24-29.

155. Мистенева С.Ю. Перспективные направления модификации мучных кондитерских изделий для питания детей старше трех лет / С.Ю. Мистенева, Н.А. Щербакова, М.В. Осипов, А.В. Баскаков // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2021. - № 4 (382). – С. 13-21.

156. Михайлова М.А. Применение дробленных ядер арахиса в производстве хлеба из зерна полбы / М.А. Михайлова, Е.А. Кузнецова, Л.В. Шаяпова, Д.С. Учасов, Е.А. Кузнецова, И.А. Беспалов // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2022. - № 3 (74). - С. 33-37.

157. Михайлова С.А. Использование растительного сырья в технологии изготовления хлебных палочек / С.А. Михайлова, Е.С. Михайлов // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. – 2025. - №2. – С. 45-49.

158. Музюкин И.Л. Моделирование органолептических показателей качества рецептуры нуттового хлеба с добавлением псиллиума / И.Л. Музюкин, Л.Ю. Лаврова, С.А. Ермаков, Е.Л. Борцова // Хлебопродукты. - № 8. – 2023. – С. 44-48.

159. Мхитарьянц Л.А. Влияние добавки соевой муки на потребительские свойства пшеничного хлеба / Л.А. Мхитарьянц, О.В. Таранец, Г.А. Мхитарьянц // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2020. - № 1 (373). – С. 21-24.

160. Надточий Л.А., Орлова О.Ю. Инновации в биотехнологии. Ч. 2. Пищевая комбинаторика: Учеб.-метод. пособие. – СПб.: Университет ИТМО, 2015. – 37 с.

161. Наймушина Л.В. Мясные рубленые изделия с добавками растительного сырья семейства крестоцветных - *Brasica Rapa L* / Л.В. Наймушина, И.Д. Зыкова, Д.А. Колпакова // Пищевая промышленность. – 2023. - № 4. - С.51-57.

162. Нигматуллина Д.И. Исследование влияния нуттовой муки и порошка шиповника на органолептические и физико-химические показатели хлебцев / Д.И. Нигматуллина, С.А. Леонова // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2020. - № 5 (64). - С. 72-76.

163. Никонорова Ю.Ю. Исследование функциональных безглютеновых кексов из сорговой муки разных сортов / Ю.Ю. Никонорова, Л.А. Косых, Л.Ф. Сыркина // Пищевая промышленность. – 2022. - № 1. - С. 55-58.

164. Никонорова Ю.Ю. Исследование свойств теста и хлебобулочных изделий из композитных смесей пшеничной муки высшего сорта и маша / Ю.Ю. Никонорова, Е.А. Вихрова, Е.А. Атакова // Пищевая промышленность. – 2022. - № 12. - С. 66-69.

165. Никулина Н.Ш. Совершенствование рецептуры хлебобулочного изделия с овощной добавкой / Н.Ш. Никулина, А.С. Нигматзянов, С.А. Леонова, Е.В. Бадамшина // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2024. - № 2 (85). - С. 42-45.

166. Новикова Ж.В. Проектирование рецептуры и технологии хлебобулочных изделий с применением *salvia hispanica* (семян чиа) / Ж.В. Новикова, С.М. Сергеева, Т.А. Бохолдина, Д.С. Лавринович // Пищевая промышленность. – 2021. - № 11. - С. 63-66.

167. Новожилова Е.С. Аспекты применения зернобобовой муки для обогащенных и диетических мучных изделий / Е.С. Новожилова, Л.В. Рукшан // Пищевая промышленность. – 2024. - № 5. - С. 17-19.

168. Норммахматов Р. К вопросу аминокислотного состава белков ядер косточек абрикосов узбекистана / Р. Норммахматов // Пищевая промышленность. – 2024. - № 8. - С. 29-31.

169. Нургалиева Б.М. Проектирование паштета из конины с характеристиками специализированного пищевого продукта / Б.М. Нургалиева, М.М. Саукенова, К.Е. Белоглазова, Г.Е. Рысмухамбетова, Л.В. Карпунина // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2022. - № 2-3 (386-387). – С. 73-77.

170. Одинцова А.А. Научное обоснование выбора растительных ингредиентов при производстве функциональных мясных продуктов для детского питания / А.А. Одинцова, Н.И. Дунченко, Е.В. Янченко // Пищевая промышленность. – 2023. - № 7. - С.71-74.

171. Орешкин М.В. Проблема дефицита белка, белкового питания и его решение (проект белок) / М.В. Орешкин // Материалы круглого стола (с международным участием). Часть II. Продовольственная безопасность: прошлое, настоящее, будущее. Луганск, 24 января 2023 г. - С. 93 – 115.

172. Остриков А.Н. Технология экструзионных продуктов / А.Н. Остриков, Г.О. Магомедов, Н.М. Дерканосова и др. – СПб: «Проспект науки», 2007. – 202 с.

173. Орлова Т.В. Влияние квиноа (*chenopodiumquinoawilld.*) на хлебопекарные свойства пшеничной муки / Т.В. Орлова // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2020. - № 4 (63). - С. 41-47.

174. Осипова Г.А. Инновационная технология производства макаронных изделий из полбяной муки / Г.А. Осипова, Е.В. Хмелева, Т.В. Мальченко // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2021. - № 6 (71). - С. 51-56.

175. Осипова Г.А. Использование конопляной муки в производстве макаронных изделий / Г.А. Осипова, Т.В. Мальченко // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2024. - № 1 (84). - С. 28-33.

176. Палагина М.В. Использование дикорастущих растений дальнего востока с адаптогенными и антиоксидантными свойствами в производстве продуктов питания / М.В. Палагина, Е.О. Рочин, М.В. Марченко, Е.И. Черевач // Пищевая промышленность. – 2023. - № 8. - С.87-90.

177. Панина Е.В. Концептуальные подходы к использованию продуктов переработки бобов сои при производстве функциональных продуктов питания / Е.В. Панина, Н.В. Королькова, А.А. Колобаева, И.А. Сорокина, Е.Е. Курчаева // Технологии и товароведение сельскохозяйственной продукции. - 2022. - № 1 (18). - С. 51-62.

178. Панкратов Г.Н. Получение пшенично-льняной муки из продуктов переработки зерна / Г.Н. Панкратов, И.А. Кечкин,

179. Панкратов Г.Н. Технологические показатели новых сортов трехкомпонентной муки / Г.Н. Панкратов, Е.П. Мелешкина, И.С. Витол, И.А. Кечкин, С.Н. Коломиец // Пищевая промышленность. – 2022. - № 2. - С. 16-19.

180. Перегончая О.В. Функциональный состав и кислотные свойства выжимок ягод дикоросов как обогащающих пищевых ингредиентов / О.В. Перегончая, А.П. Покусаев, А.Н. Лукин, Н.М. Дерканосова, В.В. Кубарь // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2024. - № 1 (395). – С. 17-21.

181. Перфилова О.В. Инновационная технология фруктовой пасты и ее применение в хлебопечении / О.В. Перфилова, К.В. Брыксина, Е.П. Иванова, Н.Ю. Толстова // Пищевая промышленность. – 2022. - № 10. - С. 55-58.

182. Перфилова О.В. Использование тыквенных выжимок производства сока прямого отжима в технологии хлеба / О.В. Перфилова // Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 25-летию факультета технологии и товароведения Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I «Производство и переработка сельскохозяйственной продукции: менеджмент качества и безопасности». - Воронеж, 07–09 ноября 2018 г. – С. 281-284.

183. Перфилова О.В. Рецептурная композиция для производства чипсов с применением яблочных выжимок / О.В. Перфилова, З.Ю. Родина, К.В. Брыксина // Пищевая промышленность. – 2024. - № 12. - С. 26-31.

184. Перфилова О.В. Технология производства овощной пасты - источника физиологически активных ингредиентов для хлеба / О.В. Перфилова, К.В. Брыксина // Пищевая промышленность. – 2022. - № 11. - С. 38-41.

185. Петренко А.В. Перспективы комплексной переработки плодов бесканнабиоидной конопли для производства пищевых продуктов широкого ассортимента / А.В. Петренко, В.В. Илларионовой, Г.П. Булубашев // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2022. - № 2-3 (386-387). – С. 11-15.

186. Печникова Ю.Ю. Влияние дозировки люпиновой муки на показатели качества хлеба из пшеничной муки высшего сорта / Ю.Ю. Печникова, Р.Х. Кандроков, Д.И. Быстров // Вестник КрасГАУ. – 2023. – № 12 (201). – С. 290-302.

187. Пилякина В.Д. Анализ аминокислотного состава муки из экструдата сои / В.Д. Пилякина, Н.М. Дерканосова, А.А. Стахурлова, Некрасова Т.П., Копылов М.В. // Хлебопродукты. - 2023. - №4. – С. 30-33.

188. Пилякина В.Д. Изучение хлебопекарных свойств модельных смесей соевого экструдата и пшеничной муки / В.Д. Пилякина, Н.М. Дерканосова, А.А. Стахурлова, Копылов М.В // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2023. - №4 (81). – С. 3-7.

189. Пилякина В.Д. Перспективы использования смесей соевой и пшеничной муки в производстве хлебобулочных изделий / В.Д. Пилякина, Н.М. Дерканосова, А.А. Стахурлова, Копылов М.В // Технологии и товароведение сельскохозяйственной продукции. – 2023. - №3 (22). – С. 36-44.

190. Пилякина В.Д. Перспективы использования экструдата сои для обогащения хлебобулочных изделий / В.Д. Пилякина, Н.М. Дерканосова, А.А. Стахурлова, Копылов М.В // Технологии и товароведение сельскохозяйственной продукции. – 2022. - №2 (19). – С. 20-25.

191. Плотникова И.В. Безглютеновые масляные бисквиты для питания детей школьного возраста / И.В. Плотникова, Г.О. Магомедов, Т.А. Шевякова, В.Ж. Тигранян, Н.Н. Мирзехалаева, В.Е. Плотников // Хлебопродукты. - № 2. – 2021. – С. 49-53.

192. Плотникова И.В. Разработка рецептур бисквитов как функциональных продуктов с содержанием пребиотиков и сахарозаменителей / И.В. Плотникова, Г.О. Магомедов, Н.Н. Мирзехалаева, В.Е. Плотников // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2022. - № 2-3 (386-387). – С. 63-67.

193. Подбиралина Г.В., Мигалева Т.Е., Рыжакова А.В., Савина Н.П. Продовольственная безопасность: актуальность для России. Вестник Российского экономического университета имени Г. В. Плеханова. – 2018. – №3. – С.12-23.

194. Половцева А.А. Использование кукурузной, рисовой и амарантовой муки в рецептуре безглютеновых кексов / А.А. Половцева, О.Н. Наумцев, А.В. Борисова // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2020. - № 1 (373). – С. 48-52.

195. Пономарева Е.И. Оптимизация дозировок нетрадиционных видов сырья в рецептуре хлеба профилактической направленности / Е.И. Пономарева, С.И. Лукина, А.А. Журавлев, С.М. Павловская // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2021. - № 4 (382). – С. 55-59.

196. Пономарева Е.И. Эффективность применения пророщенных семян льна в производстве хлебобулочных изделий / Е.И. Пономарева, Н.Н. Алёхина, С.И. Лукина, Ю.П. Губарева, Х.Ю. Боташева // Хлебопродукты. - № 6. – 2023. – С. 44-46.

197. Попов В.Н. Возможность использования сывороточного продукта взамен сахара при производстве зефира / В.Н. Попов, И.В. Плотникова, Г.О. Магомедов, Е.И. Мельникова, Л.Е. Полякова, К.К. Полянский // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2021. - № 5-6 (383-384). – С. 26-31.

198. Поснова Г.В. Технология коржиков со сбалансированным жирнокислотным составом / Г.В. Поснова, Н.Г. Иванова, И.А. Никитин, Г.А. Шинов // Хлебопродукты. - № 11. – 2021. – С. 34-39.

199. Поснова Г.В. Технология песочного печенья повышенной витаминно-минеральной ценности / Г.В. Поснова, Н.Г. Иванова // Хлебопродукты. - № 7. – 2022. – С. 33-37.

200. Приступко О.В. Обогащение функциональных напитков из овощного сырья белками зерновых культур / О.В. Приступко, Л.Я. Родионова // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2020. - № 1 (373). – С. 56-59.

201. Причко Т.Г. Разработка фруктово-овощного повидла с повышенным содержанием биологически активных веществ / Т.Г. Причко, Н.В. Дрофичева // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2022. - № 1 (385). – С. 25-28.

202. Пучкова Л.И. Лабораторный практикум по технологии хлебопекарного производства: учебное пособие для вузов / Л. И. Пучкова. – Изд. 4-е, перераб. И доп. – Санкт-Петербург: ГИОРД, 2004 с.

203. Ревякина Н.А. Льняная мука, как ингредиент в рецептуре обогащенного хлеба / Н.А. Ревякина, Н.В. Сокол // Ежегодная научно-практическая

конференция преподавателей по итогам НИР за 2024 год. - Краснодар, 05 февраля 2025 г. – С. 451 – 453.

204. Резниченко И.Ю. Моделирование состава молочных продуктов с растительными компонентами / И.Ю. Резниченко, Е.А. Егушова // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2023. - № 5 (82). - С. 48-54.

205. Резниченко И.Ю. Перспективы применения альтернативных композитов мучных смесей в технологиях макаронных изделий быстрого приготовления / И.Ю. Резниченко, Е.Г. Павельева // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2023. - № 3 (80). - С. 7-14.

206. Резниченко И.Ю. Разработка и оценка качества мучного кондитерского изделия повышенной пищевой ценности / И.Ю.Резниченко, А.В. Новикова, М.И. Гутова // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2020. - № 2 (61). - С. 96-102.

207. Решетник Е.И. Разработки инновационно новых продуктов функционального назначения / Е.И.Решетник, Л.М. Захарова, А.П. Пакустина, Л.Л. Пашина, П.Н. Школьников // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2024. - № 3 (86). - С. 45-53.

208. Ржохин А.А. Обоснование рецептуры мясных полуфабрикатов, обогащенных биологически-активными компонентами из дикорастущих растений дальнего востока / А.А. Ржохин // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2023. - № 3 (80). - С. 34-40.

209. Рукшан Л.В. Анализ качества и перспективы использования фасоли / Л.В. Рукшан, Е.С. Новожилова // Пищевая промышленность. – 2024. - № 5. - С. 63-66.

210. Рукшан Л.В. Исследование технологических свойств муки, полученной из обработанных разными способами семян люпина / Л.В. Рукшан, Е.С. Новожилова // Пищевая промышленность. – 2023. - № 6. - С.30-32.

211. Румянцева В.В. Исследование влияния полбяной муки на изменение технологических свойств пшеничной муки при производстве вафельного теста /

В.В. Румянцева, Т.И. Юрченко. // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. - №6 (77). – С. 12-16.

212. Румянцева В.В. Научно-практическое обоснование использования цельносмолотой муки зерна полбы в кондитерской отрасли / В.В. Румянцева, С.В. Медведева // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2024. - № 1 (84). - С. 17-20.

213. Рыбенко М.В. Рецептура творожного суфле для безглютенового питания / М.В. Рыбенко, Э.К. Нигметова, Ю.В. Ушакова, К.Е. Белоглазова, Г.Е. Рысмухамбетова, Л.В. Карпунина // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2021. - № 4 (382). – С. 45-48.

214. Рыльская Л.А. Проектирование рецептур творожных масс с использованием шрота расторопши и плодоовощного сырья / Л.А. Рыльская, Т.В. Бархатова, М.М. Борисова, А.А. Кушнерева // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2020. - № 1 (373). – С. 37-40.

215. Сагдеева Г.С. Исследование влияния ксантановой камеди на показатели качества мучных кондитерских изделий / Г.С. Сагдеева, Р.И. Айсина // Хлебопродукты. - № 5. – 2021. – С. 51-53.

216. Сагдеева Г.С. Исследование влияния пищевых волокон (порошка ламинарии) на качественные показатели хлеба из пшеничной муки / Г.С. Сагдеева, Р.И. Айсина // Международный научно-исследовательский журнал. – 2020. - № 12-1 (102). – С. 173-176.

217. Сайт Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Воронежской области [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://36.rosstat.gov.ru>, доступ свободный.

218. Самчук Т.В. Совершенствование технологии хлебобулочных изделий путём применения пшенично-ореховой муки на основе кедрового ореха / Т.В. Самчук, И.Р. Осипчук, И.А. Кечкин, И.Г. Белявская // Хлебопродукты. - № 8. – 2022. – С. 32-35.

219. Сандракова И.В. Исследование потребителей продуктов здорового питания / И.В. Сандракова, И.Ю. Резниченко // Практический маркетинг. – 2019. – №12 (274). – С. 22-27.

220. Санжаровская Н.С. Целесообразность использования муки из нута в технологии мучных кондитерских изделий / Н.С. Санжаровская, К.В. Алябьева // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2020. - № 5 (64). - С. 23-26.

221. Свидерская Д.С. Использование белоксодержащего компонента в производстве молочно-растительной творожной массы / Д.С. Свидерская, Е.Ф. Краснопёрова, А.М. Шуленова, С.С. Толеубекова // Пищевая промышленность. – 2023. - № 1. - С.41-44.

222. Свидерская Д.С. Использование растительного белка в производстве мясорастительного паштета / Д.С. Свидерская, А.А. Карабекова // Пищевая промышленность. – 2022. - № 1. - С. 8-11.

223. Селюков И.В. Способ производства безглютеновых хлебобулочных изделий на основе амарантовой муки / И.В. Селюков, М.В. Добыш, И.Г. Белявская, Т.Г. Богатырёва // Хлебопродукты. - № 3. – 2023. – С. 59-63.

224. Сергун В.П. Специализированный инновационный продукт на основе пантов марала: функциональные свойства, эффективность / В.П. Сергун, Д.Д. Агеенко, В.М. Позняковский // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2023. - № 6 (83). - С. 33-37.

225. Серикбаева А.Н. Разработка нового вида приправы улучшенного качества на основе пророщенной гречихи / А.Н. Серикбаева, Б.Т. Тнымбаева, Ш.Н. Сексенбай, Л.К. Сенгирбекова, Г.Ш. Джумабекова, Ж.К. Нургожина // Пищевая промышленность. – 2022. - № 6. - С. 39-42.

226. Сидоренко Г.А. Исследование технологии производства безглютеновых маффинов с применением электроконтактного способа выпечки / Г.А. Сидоренко, В.П. Попов, П.В. Медведев, О.Г. Киреева, Т.В. Ханина// Хлебопродукты. - № 12. – 2021. – С. 53-57.

227. Сидоренко Г.А. Исследование технологии производства бескоркового бисквита с добавкой нута / Г.А. Сидоренко, А.В. Берестова, С.Ю. Соловых, В.В. Ваншин, Г.Б. Зинюхин, В.П. Попов // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2020. - № 4 (63). - С. 35-40.

228. Сидоренко Г.А. Исследование технологии производства бескоркового кекса с добавкой кукурузной муки / Г.А. Сидоренко, А.В. Берестова, В.П. Попов, Т.А. Никифорова, С.Ю. Анохина // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2021. - № 6 (71). - С. 8-13.

229. Сидоренко Г.А. Оптимизация технологии бисквита с добавлением тыквы при применении ЭК-выпечки / Г.А. Сидоренко, В.П. Попов, Э.Ш. Манеева, Х.Б. Дусаева, В.В. Ваншин, А.В. Берестова // Хлебопродукты. - № 9. – 2022. – С. 48-51.

230. Сидоренко Г.А. Оптимизация технологии кекса с добавлением кураги при использовании ЭК-способа / Г.А. Сидоренко, В.П. Попов, Т.М. Крахмалева, Х.Б. Дусаева, Е.В. Волошин // Хлебопродукты. - № 10. – 2023. – С. 58-61.

231. Сидоренко Г.А. Оптимизация технологии хлеба с добавлением яблок при применении ЭК-способа выпечки / Г.А. Сидоренко, Э.Ш. Манеева // Хлебопродукты. - № 4. – 2023. – С. 34-38.

232. Скорбина Е.А. Обогащение хлебобулочных изделий пищевыми волокнами / Е.А. Скорбина, О.В. Сычева, И.А. Трубина, Е.О. Ежова // Пищевая индустрия - 2021. - № 1 (45). – С. 30-32.

233. Скурихин И.М. Химический состав пищевых продуктов [Текст]: / И.М. Скурихин, М.Ф. Нестерин. – Москва, 1978. – 276 с.

234. Слепокурова Ю.И. Особенности развития рынка функциональных хлебобулочных изделий / Ю.И. Слепокурова, И.М. Жаркова, Ю.К. Казимирова, А.А. Самохвалов, М.Ю. Тихонова // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2020. - № 1 (373). – С. 102-105.

235. Смертина Е.С. Перспективы разработки хлебобулочных изделий, обогащённых липидными фракциями морских водорослей / Е.С. Смертина, Л.Н. Федянина, В.А. Лях, К.Ф. Куранова // Хлебопродукты. - № 9. – 2022. – С. 52-56.

236. Солтан О.И.А. Влияние добавки овсяной муки и семян пажитника на реологические характеристики пшеничного теста / О.И.А. Солтан, Л.В. Анисимова // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2022. - № 1 (385). – С. 48-52.

237. Стахурлова А.А. Анализ функционально-технологических свойств муки с различной крупностью помола из экструдата амаранта / А.А. Стахурлова, Н.М. Дерканосова, В.Д. Ломова, И.Н. Пономарева // Материалы Международной научно-практической конференции. Актуальные проблемы пищевой промышленности и общественного питания. - Екатеринбург, 19 апреля 2017 г. – С. 243-246.

238. Стахурлова А.А. Исследование функционально-технологических свойств муки из экструдата амаранта / А.А. Стахурлова, Н.М. Дерканосова, И.Н. Пономарева, В.Д. Ломова // Технологии и товароведение сельскохозяйственной продукции. – 2017. - №2(9). – С.13-18.

239. Стахурлова А.А. Определение показателя белизны в смесях пшеничной и амарантовой муки / А.А. Стахурлова, Н.М. Дерканосова, В.Д. Ломова, И.Н. Пономарева // «Инновационные тенденции развития российской науки» Материалы XI международной научно-практической конференции молодых ученых. Том I. – Красноярск, 10–11 апреля 2018 г. – С. 285-287.

240. Стахурлова А.А. Отношение потребителей к хлебобулочным изделиям, реализуемым в г. Воронеже / А.А. Стахурлова, Н.М. Дерканосова, В.Д. Ломова, И.Н. Пономарева // Сборник статей V Международной конференции в области товароведения и экспертизы товаров. Проблемы идентификации, качества и конкурентоспособности потребительских товаров. - Курск, 10 ноября 2017 г. – С. 290-294.

241. Стахурлова А.А. Теоретическое обоснование и разработка способа применения амаранта в технологии хлебобулочных изделий: автореф...дис.кан.тех.наук. – Воронеж: 2021. – 21 с.

242. Стаценко Е.С. Разработка технологии производства продуктов функционального назначения на основе сои и тыквы / Е.С. Стаценко, О.В.

Литвиненко, Н.Ю. Корнева, О.В. Покотило, М.А. Штарберг, Е.А. Бородин // Пищевая промышленность. – 2021. - №7. - С. 41-45.

243. Стрелкова А.К. Исследование возможности приготовления безглютенового печенья с использованием гидроколлоидов / А.К. Стрелкова, И.Б. Красина, К.Н. Сторчеус, Е.В. Филиппова // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2021. - № 1 (379). – С. 82-85.

244. Стрельченко А.Д. Использование растительного сырья при производстве колбасного хлеба / А.Д. Стрельченко // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2022. - № 1 (72). - С. 75-79.

245. Стрельченко А.Д. Перспективные возможности использование мяса клариевого сома в технологии колбасных изделий / А.Д. Стрельченко // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2021. - № 6 (71). - С. 80-84.

246. Сухарева Т.Н. Теоретическое и экспериментальное обоснование влияния отрубей льняных и кольраби на физико-химические и органолептические свойства мясных полуфабрикатов / Т.Н. Сухарева, И.В. Сергиенко // Пищевая промышленность. – 2023. - № 7. - С.14-17.

247. Сучкова Т.Н. Использование муки из чечевицы в технологии мясных рубленых полуфабрикатов / Т.Н. Сучкова, Е.Ю. Сергеева, Н.Д. Родина, А.П. Симоненкова // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2022. - № 1 (72). - С. 28-32.

248. Сучкова Т.Н. Разработка рецептур и оценка качества мясного рубленого полуфабриката с добавлением аронии черноплодной / Т.Н. Сучкова, Н.Д. Родина, Е.Ю. Сергеева, О.Н. Лунова // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2021. - № 6 (71). - С. 85-89.

249. Табаторович А.Н. Анализ применения обогащающих добавок в сахаристых кондитерских изделиях / А.Н. Табаторович, Е.Н. Степанова, В.И. Бакайтис // Пищевая промышленность. – 2020. - №5. - С. 8-11.

250. Табаторович А.Н. Исследование сохранности аскорбиновой кислоты и β -каротина в обогащенном мармеладе / А.Н. Табаторович, Е. Степанова, З.Р.

Сайфулина // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2021. - № 1 (66). - С. 47-53.

251. Таранова Е.С. Разработка технологии мучных кондитерских изделий использованием нетрадиционного растительного сырья / Е.С. Таранова // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2024. - № 2-3 (396). – С. 21-25.

252. Терентьев С.Е. Использование биотрансформированной муки яровой тритикале в технологии хлебобулочных изделий / С.Е. Терентьев, Т.Г. Богатырёва, Н.В. Лабутина // Хлебопродукты. - № 11. – 2022. – С. 22-26.

253. Терентьев С.Е. Конструирование рецептуры и корректировка технологии пшенично-ячменного хлеба на основе биотрансформации ячменной муки / С.Е. Терентьев, Т.Г. Богатырева, Н.В. Лабутина // Пищевая промышленность. – 2022. - № 11. - С. 75-79.

254. Тертычная Т.Н. Перспективы использования морковного порошка в производстве хлеба из тритикалевой муки / Т.Н. Тертычная, А.В. Дранников, А.А. Шевцов, Н.В. Засыпкин // Хлебопродукты. - № 11. – 2021. – С. 46-49.

255. Тимакова Р.Т. Оценка качества пшеничного хлеба, обогащенного натуральным яблочным сырьем / Р.Т. Тимакова // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. – 2020. - № 2 (44). – С. 22-28.

256. Типсина, Н.Н. Использование сои в производстве продуктов питания и перспективы развития применения соевых полуфабрикатов в производстве хлебобулочных изделий / Н.Н. Типсина, Н.Г. Батура, Е.Л. Демидов, М.С. Белошапкин // Вестник КрасГАУ. – 2021. – № 1 (166). – С. 163-168.

257. Типсина Н.Н. Повышение пищевой ценности макаронных изделий при использовании гречневой, рисовой муки / Н.Н. Типсина, Г.В.Благодарнова, А.Е. Туманова // Пищевая промышленность. – 2021. - №3. - С. 23-26.

258. Титов А.Ю. Исследование влияния амарантовой муки на реологические свойства теста и качество готовых изделий / А.Ю. Титов, Н.А. Ланшин, А.Н. Захарчев // Пищевая промышленность. – 2024. - № 1. - С.24-27.

259. Туманова А.Е. Использование смеси растительных порошков в производстве булочных изделий / А.Е. Туманова, Н.В. Присухина, Н.Н. Типсина,

А.И. Машанов, Н.И. Селиванов // Пищевая промышленность. – 2022. - № 1. - С. 16-20.

260. Туманова А.Е. Получение ириса с использованием порошка из плодов голубики / А.Е. Туманова, Н.Н. Типсина, Г.А. Демиденко, Е.А. Струпан // Пищевая промышленность. – 2024. - № 2. - С. 6-9.

261. Туманова А.Е. Разработка кексов с использованием порошка из голубики / А.Е. Туманова, Н.Н. Типсина, Г.А. Демиденко, Е.А. Струпан // Хлебопродукты. - № 12. – 2023. – С. 50-53.

262. Тюрина И.А. Создание композитной хлебопекарной смеси для хлебобулочных изделий с высоким содержанием белка / И.А. Тюрина, А.Е. Борисова, О.Е. Тюрина, И.П. Пешкина, С.М. Пономарева // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2020. - № 1 (60). - С. 21-26.

263. Упчак Д.В. Обоснование технологии и рецептур пищевых концентратов с соево-овощными гранулятами / Д.В. Упчак, О.И. Любимова, П.А. Табалова // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2020. - № 1 (60). - С. 38-44.

264. Федянина Л.Н. Оценка влияния пищевых ингредиентов из плодов шиповника на основное сырьё для мучных кондитерских и хлебобулочных изделий / Л.Н. Федянина, Е.С. Смертина, А.Е. Елизарова // Хлебопродукты. - № 2. – 2023. – С. 36-40.

265. Фролова Ю.В. Исследование печенья с модифицированным жировым компонентом / Ю.В. Фролова, Р.В. Соболев, А.А. Кочеткова // Пищевая промышленность. – 2021. - №4. - С. 8-11.

266. Харитоновна П.С. Анализ химического состава и функционально-технологических свойств муки различных видов зерновых культур для моделирования рецептуры мясного продукта геродиетической направленности / П.С. Харитоновна, Н.И. Дунченко // Пищевая промышленность. – 2024. - № 8. - С. 144-148.

267. Хатко З.Н. Анализ физико-химических и органолептических показателей функциональных шоколадных конфет с семенами конопли / З.Н.

Хатко, А.И. Блягоз, А.А. Хачатрян // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2023. - № 4 (393). – С. 129-132.

268. Храпко О.П. Обоснование использования муки из кукурузы высоколизиновой в технологии мучных кондитерских изделий / О.П. Храпко, Н.С. Санжаровская // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2021. - № 5 (70). - С. 49-53.

269. Царева Н.И. Эмульгирующие свойства гороховой муки в технологии паштетов / Н.И. Царева, Н.В. Глебова, С.Г. Ушакова // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2020. - № 1 (60). - С. 17-20.

270. Цибизова М.Е. Творожные продукты повышенной биологической ценности / М.Е. Цибизова, Ю.Р. Магданова, Д.А. Панкратов // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2022. - № 2 (73). - С. 36-42.

271. Цикин С.С. Использование бобовой культуры в составе фарша для производства замороженных полуфабрикатов / С.С. Цикин, Е.Ю. Сергеева, Н.Д. Родина, Н.Н. Толкунова // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2020. - № 6 (65). - С. 3-7.

272. Цикин С.С. Разработка рецептур рубленых полуфабрикатов с использованием нетрадиционного мясного сырья и овощей / С.С. Цикин, Е.Ю. Сергеева, Н.Д. Родина, Н.Н. Толкунова // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2020. - № 2 (61). - С. 27-31.

273. Чебакова Г.В. Производство детского творожка на основе коровьего и козьего молока с наполнителями / Г.В. Чебакова, К.В. Есепенок // Пищевая промышленность. – 2021. - № 10. - С. 26-29.

274. Черненко Е.Н. Влияние безглютеновой муки и кукурузного крахмала на физико-химические показатели бисквитного полуфабриката / Е.Н. Черненко, А.А. Черненко, О.Ю. Калужина, А.С. Одинцова // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2021. - № 2 (67). - С. 9-14.

275. Черненко Е.Н. Оценка качества рыбных котлет с добавлением киноа / Е.Н. Черненко, А.А. Черненко, О.Ю. Калужина // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2023. - № 5 (82). - С. 87-93.

276. Черниязова Э.А. Рецептурные решения применения яблочного сока в технологии итальянского белого хлеба / Э.А. Черниязова, О.М. Бурмистрова, Н.Л. Наумова // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2020. - № 4 (63). - С. 14-19.

277. Шаболкина Е.Н. Изучение биохимических свойств муки зернобобовых культур (горох, соя), физических и хлебопекарных показателей теста смесей с пшеничной мукой / Е.Н. Шаболкина, Н.В. Анисимкина, О.А. Майстренко // Зерновое хозяйство России. – 2022. – № 1 (79). – С. 65-69.

278. Шаймерденова Д.А. Разработка рецептур обогащенных мучных смесей для хлебобулочных изделий. Часть 1 / Д.А. Шаймерденова, Ж.М. Чаканова, М.Б. Бекболатова, Д.М. Искакова, Г.Т. Сарбасова, А.М. Омаралиева // Пищевая промышленность. – 2024. - № 1. - С.28-32.

279. Шаймерденова Д.А. Разработка рецептур обогащенных мучных смесей для хлебобулочных изделий. Часть 2 / Д.А. Шаймерденова, Ж.М. Чаканова, М.Б. Бекболатова, Д.М. Искакова, Г.Т. Сарбасова, А.М. Омаралиева // Пищевая промышленность. – 2024. - № 2. - С. 58-63.

280. Шарипова А.Ф. Анализ качественных характеристик комбинированных рубленых мясных изделий с использованием овсяных хлопьев и ламинарии / А.Ф. Шарипова, Д.Д. Хазиев, М.А. Казанина, И.А. Разумова // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2020. - № 5 (64). - С. 77-83.

281. Шарипова А.Ф. Влияние растительных компонентов на реологические свойства рубленых полуфабрикатов из мяса мулардов / А.Ф. Шарипова, Р.Р. Нугуманов // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2022. - № 5 (76). - С. 24-29.

282. Шарипова А.Ф. Изучение функционально-технологических свойств полуфабрикатов из мяса мулардов с добавлением гороховой муки и спирулины / А.Ф. Шарипова, Д.Д. Хазиев, М.А. Казанина, Н.Н. Ахметгареева, Т.З. Мухамадияров // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2021. - № 2 (67). - С. 58-63.

283. Шарипова М.Б. Использование муки из проросшей пшеницы в технологии мучных кондитерских изделий / М.Б. Шарипова, М.Б. Икрами, О.С. Каримов, Г.Н. Тураева // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2021. - № 4 (69). - С. 30-34.

284. Шарафетдинов Х.Х., Плотникова О.А. Ожирение как глобальный вызов XXI века: лечебное питание, профилактика и терапия. Вопросы питания. – 2020. – № 89(4). – С. 161-171.

285. Шахрай Т.А. Основные тенденции развития рынка функциональных хлебобулочных изделий / Т.А. Шахрай, О.В. Воробьева, Е.П. Викторова // Новые технологии. – 2021. - №3. – С. 51-58.

286. Шмалько Н.А. Регрессионная зависимость числа падения аглютенной мучной смеси от состава компонентов / Н.А. Шмалько, И.А. Никитин // Хлебопродукты. - № 10. – 2022. – С. 34-39.

287. Юдина Д.Т. Разработка рецептуры и оценка качества сорбета с применением плодово-ягодного сырья и порошка топинамбура / Д.Т. Юдина, И.Т. Гареева, Е.И. Кощина, А.А. Черненко // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2021. - № 2 (67). - С. 75-81.

288. Шмалько Н.А. Рациональные технологии пшеничных хлебобулочных изделий с использованием амарантовой муки / Н.А. Шмалько // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2021. - № 4 (382). – С. 6-9.

289. Шмалько Н.А. Современные технологии ржано-пшеничного хлеба с использованием амарантовой / Н.А. Шмалько // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2021. - № 2-3 (380-381). – С. 6-9.

290. Шоя Е.Н. Влияние наноструктурированных зерновых и бобовых культур на показатели качества теста / Е.Н. Шоя, Н.А. Горбатовская, Ш.Д. Умирбаева, Е.И. Атенев // Механика и технологии. – 2014. - № 4 (46). – С. 106-117.

291. Янова М.А. Функционально-технологические характеристики текстурированных продуктов различного фракционного состава из экструдированного зерна злаковых культур / М.А. Янова, Ю.Ф. Росляков, Я.В.

Смольникова, О.В. Стутко, П.С. Гурских // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2020. - № 2-3 (374-375). – С. 81-85.

292. Vojňanská T., Šmítalová J. The influence of additional flours on the retention ability of dough and the technological quality of bakery products / Potravinarstvo. - 2015. - Vol. 9, No 1. - pp. 242-246.

293. Centeno Tablante E., Pachón H., Guetterman H.M., Finkelstein J.L. Fortification of wheat and maize flour with folic acid for population health outcomes // Cochrane Database of Systematic Reviews. – 2019. - Iss. 7. - Art. No CD012150.

294. Dai Z., Koh W.P. B-Vitamins and Bone Health – A Review of the Current Evidence // Nutrients. – 2015. – Vol. 7. – No 5. – pp. 3322–3346.

295. Diaz L., Fernandez-Ruiz V., Camara M. An international regulatory review of food healthrelated claims in functional food products labeling // Journal of Functional Foods. 2020. № 68.

296. Elfeky W., Mohamed E., Hussien H. Nutritional properties of high protein pancakes using sorghum and sweet lupine // Food Technology Research Journal. - 2024. - Vol. 3. – No/ 2. - С. 81-93.

297. Fu X., Li W., Zhang T., Li He., Zang M., Liu X. Effect of extrusion on the protein structure and digestibility of extruded soybean protein // Journal of the Science of Food and Agriculture. - 2024. - Vol. 104. - No. 4. - С. 2225-2232.

298. Gulati O.P., Ottaway P.B., Coppens P. Botanical Nutraceuticals (Food Supplements, Fortified and Functional Foods) in the European Union with Main Focus on Nutrition And Health Claims Regulation // Academic Press. Nutraceutical and Functional Food Regulations in the United States and Around the World. 2014. – №1. – P. 221-256.

299. Lenssen K.G.M., Bast A., De Boer A. Clarifying the health claim assessment procedure of EFSA will benefit functional food innovation // Journal of Functional Foods. 2018. № 47. P. 386-396.

300. Lindstrom J. Introducing Functional Products in production systems: problems and issues encountered // Procedia CIRP. 2016. № 41. P. 45-50.

301. Martirosyan D.M., Singh J. A new definition of functional food by FFC:

what makes a new definition unique? // *Functional foods in health and disease.* – 2015. – №5(6). – P. 209-223. DOI: 10.31989/ffhd.v5i6.183.

302. Michell K.A., Isweiri H., Newman S.E. and oth. Microgreens: Consumer sensory perception and acceptance of an emerging functional food crop. - *Journal of Food Science.* – 2020. – Vol. 84. - Iss.4. - pp. 926-935.

303. Patil S., Brennan M., Mason S., Brennan C. The Effects of Fortification of Legumes and Extrusion on the Protein Digestibility of Wheat Based Snack // *Foods.* – 2016. – Vol. 5(2). – pp. 26.

304. Pennells J., Trigona L., Patel H., Ying D. Ingredient functionality of soy, chickpea, and pea protein before and after dry heat pretreatment and low moisture extrusion // *Foods.* - 2024. - Vol. 130. – No. 14. - C. 2168.

305. 14. Rehm C.D., Drewnowski A. Trends in consumption of solid fats, added sugars, sodium, sugar-sweetened beverages, and fruit from fast food restaurants and by fast food restaurant type among US children, 2003–2010 // *Nutrients.* 2016. – №8(12). – P. 804.

306. Semenova E.I., Semenov A.V. Impact of bakery innovation on business resilience growth // *Baking Business Sustainability Through Life Cycle Management.* Collective monograph. Cham, Switzerland. - 2023. - C. 241-249.

307. Sloan E. The top ten functional food trends // *Food Technology (Chicago).* – 2014. – №68(4). – P. 22-45.

308. Sajdakowska M., Gebiski J., Jezewska-Zychowicz M., Krolak M. Consumer choices in the bread market: The importance of fiber in consumer decisions. *Nutrients.* - 2021. – Vol. 13(1), Iss. 132, pp. 1-14.

309. Todt O., Lujan J. The role of epistemic policies in regulatory science: Scientific substantiation of health claims in the European Union // *Journal of Risk Research.* 2017. № 20 (4). P. 551-565.

310. Zhang T., Yu Sh., Pan Y., Li He., Liu X., Cao J. Properties of texturized protein and performance of different protein sources in the extrusion process: a review // *Food Research International.* - 2023. - Vol. 174. - C. 113588.

**Анкета определения лояльности потребителей
к хлебобулочным изделиям с повышенным содержанием белка**

Уважаемый респондент!

В целях проведения маркетингового исследования рынка хлебобулочных изделий, в частности определения ассортимента, потребительских предпочтений и выделения наиболее значимых факторов, влияющих на принятие решения о покупке, просим ответить Вас на приведенные ниже вопросы. Отметьте, пожалуйста, выбранные варианты ответов:

1. Как часто Вы приобретаете хлебобулочные изделия?

- А) Каждый день
- Б) 1-3 раза в неделю
- В) Несколько раз в месяц
- Г) Очень редко, почти не приобретаю

2. Изделиям из какой муки Вы отдаете предпочтение?

- А) Из пшеничной
- Б) Из смеси ржаной и пшеничной
- В) Из смеси муки различных злаковых культур (овсяная, гречневая и т.д.)

3. Какие хлебобулочные изделия Вы приобретаете чаще остальных?

- А) Хлеб
- Б) Булочные изделия (батоны, плетеные изделия, булки, сайки и др.)
- В) Сдобные и слоеные изделия (булочки, круассаны, слойки и т.д.)
- Г) Бараночные и сухарные изделия (баранки, сушки, бублики, сухари и др.)
- Д) Национальные виды (лаваш, багет и др.)

4. Какая масса изделия, на Ваш взгляд, наиболее удобна?

- А) До 100 г
- Б) До 300 г
- В) До 700 г
- Г) Весовые изделия

5. Что Вас не устраивает в ассортименте хлебобулочных изделий?

- А) Широта ассортимента
- Б) Качество изделий
- В) Цена изделий
- Г) Упаковка изделий
- Д) Недостаточное присутствие лечебных, профилактических, обогащенных хлебобулочных изделий

6. Обращаете ли Вы внимание на информацию на этикетке?

- А) Да, всегда
- Б) Иногда
- В) Нет

7. Что для Вас наиболее значимо при выборе хлебобулочных изделий?

- А) Вкусовые характеристики
- Б) Полезность
- В) Привычка (традиционное присутствие на обеденном столе)
- Г) Удобство употребления (в составе бутербродов и т.п.)
- Д) Цена
- Е) Свежесть
- Ж) Масса

8. Как Вы относитесь к изделиям с различными добавками, улучшающими пищевую ценность продукта?

- А) Предпочитаю традиционные изделия
- Б) Ни разу не приобрел(а) такие изделия, но хотелось бы попробовать
- В) Периодически покупаю
- Г) Предпочитаю только такие изделия

9. В пределе какой цены Вы бы хотели приобрести обогащенное хлебобулочное изделие (изделие с корректировкой пищевой ценности)?

- А) Цена не должна повышаться
- Б) Не более чем на 10% дороже традиционного изделия
- В) Не более чем на 20% дороже традиционного изделия
- Г) Не более чем на 30% дороже традиционного изделия
- Д) Цена не имеет значения, важна полезность такого изделия (пищевая ценность, состав)

10. Каким диетическим и обогащенным изделиям Вы отдаете предпочтение? (возможно выбрать несколько вариантов)

- А) Изделиям, обогащенным витаминами и/или минеральными веществами
- Б) Диабетическим изделиям
- В) Изделиям, обогащенным пищевыми волокнами
- Г) Изделиям, обогащенным антиоксидантами
- Д) Изделиям с повышенным содержанием белка
- Е) Безглютеновым изделиям
- Ж) Бессолевым изделиям
- З) Другим диетическим/обогащенным изделиям
- И) Не употребляю такие продукты

11. Готовы ли Вы к изменению традиционного вкуса, аромата, внешнего вида изделия при условии улучшения его состава?

- А) Готов(а) к значительному изменению

- Б) Готов(а) к незначительному изменению
- В) Не готов(а), хлеб должен оставаться классическим

12. Какое направление обогащения, по Вашему мнению, стоит развивать?

- А) Обогащение пищевыми волокнами
- Б) Обогащение белковыми веществами
- В) Обогащение витаминами и минералами
- Г) Обогащение антиоксидантами
- Д) Использование заменителей сахара
- Е) Пониженное содержание глютена
- Ж) Не обращаю на это внимания

13. Какой фактор может повлиять на изменение Вашего выбора в сторону обогащенной продукции?

- А) Реклама в СМИ (на телевидении, радио, в сети Интернет, печатных изданиях), описывающая пользу обогащенного продукта
- Б) Совет друга, знакомого, родственника
- В) Рекомендация врача/тренера для профилактики/лечения
- Г) Нетрадиционность изделия, любопытство к новому продукту
- Д) Я приверженец своей привычки в питании

14. Знаете ли Вы, каковы полезные свойства высокобелковых продуктов?

- А) Да, знаю
- Б) Нет, не знаю, мне это не интересно
- В) Нет, не знаю, но хотелось бы узнать

15. Известно ли Вам, что продукция, подвергшаяся экструзии (кукурузные палочки, хлопья, «готовые» завтраки, снеки и др.), усваивается организмом лучше, чем обычная продукция?

- А) Известно
- Б) Неизвестно

16. Укажите, пожалуйста, Ваш пол:

- А) Мужской
- Б) Женский

17. Ваш возраст:

- А) менее 25 лет
- Б) 25-44 года
- В) 45-59 лет
- Г) 60-74 года
- Д) более 75 лет

18. Отметьте Ваш род занятий:

- А) учащийся (студент)
- Б) служащий
- В) рабочий
- Г) предприниматель
- Д) пенсионер
- Е) безработный
- Ж) другое

19. Уровень Вашего дохода:

- А) до 15 453 руб.
- В) от 15 453 до 51 718 руб.
- Б) более 51 718 руб.

Спасибо, что уделили нам время!

Нормативная документация на исследуемые виды муки

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
Воронежский государственный аграрный университет
имени императора Петра I

ОКПД 2 10.61.22.190

Группа Н 32
(ОКС 67.060)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе
ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ
В.А. Гулевский
« 21 » 01 2020 г.

МУКА ИЗ ЭКСТРУДАТА АМАРАНТА

Стандарт организации
СТО 00492894-004-2020

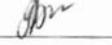
Дата введения в действие – 01.04.2020 г

РАЗРАБОТАНО

Заведующая кафедрой товароведения и
экспертизы товаров, д.т.н., проф.

 Н.М. Дерканосова
аспирант кафедры

 А.А. Стахурлова

 В.Д. Ломова

г. Воронеж
2020 г.

Рис.1. Стандарт организации «Мука из экструдата амаранта»
(СТО 00492894-004-2020)

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
Воронежский государственный аграрный университет
имени императора Петра I

ОКПД-2 10.61.22.170

Группа Н 31
(ОКС 67.060)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе
ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ
Л.А. Запорожцева
«04» мая 2024 г.

**МУКА ИЗ ЭКСТРУДАТА СОИ**

Технические условия
ТУ 10.61.22-010-00492894-2024

Дата введения в действие – 04.03.2024 г.

РАЗРАБОТАНОЗаведующая кафедрой товароведения и
экспертизы товаров, д.т.н., проф. Н.М. ДерканосоваСтарший преподаватель кафедры
товароведения и экспертизы товаров, к.т.н. А.А. Стахурлова

аспирант кафедры

 В.Д. Пилякинаг. Воронеж
2024 г.

Рис.2. Технические условия «Мука из экструдата сои»
(ТУ 10.61.22-010-00492894-2024)

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
Воронежский государственный аграрный университет
имени императора Петра I

ОКПД-2 10.61.22.190

Группа Н 31
(ОКС 67.060)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе
ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ
Л.А. Запорожцева
«04» марта 2024 г.

**МУКА ИЗ ЭКСТРУДАТА НУТА**

Технические условия
ТУ 10.61.22-009-00492894-2024

Дата введения в действие – 04.03.2024 г.

РАЗРАБОТАНОЗаведующая кафедрой товароведения и
экспертизы товаров, д.т.н., проф. Н.М. ДерканосоваСтарший преподаватель кафедры
товароведения и экспертизы товаров, к.т.н. А.А. Стахурлова

аспирант кафедры

 В.Д. Пилякинаг. Воронеж
2024 г.

Рис.3. Технические условия «Мука из экструдата нута»

(ТУ 10.61.22-009-00492894-2024)

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
Воронежский государственный аграрный университет
имени императора Петра I

ОКПД-2 10.61.22.190

Группа Н 31
(ОКС 67.060)

УТВЕРЖДАЮ
И.о. проректора по научной работе
ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ
С.Н. Семенов
«01» марта 2025 г.

**МУКА ИЗ ЭКСТРУДАТА ЛЮПИНА**

Технические условия
ТУ 10.61.22-001-00492894-2025

Дата введения в действие – 01.03.2025 г.

РАЗРАБОТАНОЗаведующая кафедрой товароведения и
экспертизы товаров, д.т.н., проф. Н.М. Дерканосова

К.т.н., доцент

 А.А. Стахурлова

Аспирант кафедры

 В.Д. Пилякинаг. Воронеж
2025 г.

Рис.4. Технические условия «Мука из экструдата люпина»
(ТУ 10.61.22-001-00492894-2025)

**Акты испытаний способов получения муки
из экструдатов высокобелковых культур**
Акт опытно-промышленных испытаний способа получения муки из экструдата
амаранта

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе
ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ
_____ для В.А. Гулевский
«_10_» _____ 02 документа 2020 г.



АКТ
опытно-промышленных испытаний способа получения
муки из экструдата амаранта

Мы, нижеподписавшиеся, заведующая кафедрой товароведения и экспертизы товаров Дерканосова Н.М., профессор кафедры товароведения и экспертизы товаров Шеламова С.А., аспирант кафедры товароведения и экспертизы товаров Стахурлова А.А., директор учебно-научно-производственного комплекса «Агропереработка» ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ Жуков А.М. подтверждаем, что в условиях учебно-научно-производственного комплекса ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ были проведены опытно-промышленные испытания способа получения муки из экструдата амаранта.

Муку выработывали из экструдата зерна амаранта сорта Универсал, полученного на экструдере ЭУМ-1 на базе кафедры технологии жиров, процессов и аппаратов химических и пищевых производств Воронежского государственного университета инженерных технологий при следующих параметрах: температура - 110-120 °С, продолжительность 30-40 с, частота вращения основного шнека $38,2 \pm 2,0 \text{ с}^{-1}$, шнека-дозатора – $11,4 \pm 1,0 \text{ с}^{-1}$, диаметр выходного отверстия матрицы - 3 мм.

Размол производили на мельнице Sicom до крупности частиц 0,125 мм и менее.

Мука, полученная при размоле экструдата, имела характеристики, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристики муки из экструдата амаранта

Показатель	Характеристика и значение
Цвет	Светло-кремовый
Запах	Свойственный муке из амаранта, ореховый, умеренно выраженный, без посторонних запахов
Вкус	Свойственный муке из амаранта, с легкой горчинкой, не кислый, без посторонних привкусов
Содержание минеральных примесей	Отсутствует
Зараженность и загрязненность вредителями хлебных запасов	Не обнаружено
Металломагнитная примесь (размер отдельных частиц в наибольшем линейном измерении 0,3 мм и/или масса не более 0,4 мг), мг на 1 кг муки	Не обнаружена
Влажность, %	7,0±0,2
Кислотность, град	3±0,1
Белки, г	27,5±0,8
Жир, г	4,5±0,2
Углеводы	60±2,0

Органолептические и физико-химические показатели качества муки из опытных проб соответствовали требованиям СТО 00492894-004-2020 Мука из экструдата амаранта.

Заключение

По результатам опытно-промышленных испытаний способ получения муки из экструдата может быть рекомендован к внедрению в производство.

Учебно-научно-производственный комплекс «Агропереработка»:

Директор



А.М. Жуков

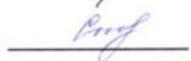
Кафедра товароведения и экспертизы товаров:



Н.М. Дерканосова



С.А. Шеламова



А.А. Стахурлова

Акт опытно-промышленных испытаний способа получения муки из экструдата сои

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе
ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ
Л.А. Запорожцева
« 12 » 03 2024 г.



АКТ опытно-промышленных испытаний способа получения муки из экструдата сои

Мы, нижеподписавшиеся, заведующая кафедрой товароведения и экспертизы товаров Дерканосова Н.М., профессор кафедры товароведения и экспертизы товаров Шеламова С.А., аспирант кафедры товароведения и экспертизы товаров Пилякина В.Д., директор учебно-научно-производственного комплекса «Агропереработка» ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ Жуков А.М. подтверждаем, что в условиях учебно-научно-производственного комплекса ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ были проведены опытно-промышленные испытания способа получения муки из экструдата сои.

Муку вырабатывали из экструдата зерна сои сорта Опус, полученного на универсальном малогабаритном экструдере ЭУМ-1 на базе кафедры технологии жиров, процессов и аппаратов химических и пищевых производств Воронежского государственного университета инженерных технологий при следующих параметрах: температура - 70-140 °С, продолжительность 30-40 с, частота вращения шнеков - 25 Гц, диаметр выходного отверстия матрицы - 6 мм.

Размол производили на мельнице Sicom до крупности частиц 0,5 мм и менее. Крупность муки определили по ГОСТ 27560-87, используя сита по ГОСТ 4403-91.

Мука, полученная при размоле экструдата, имела характеристики, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристики муки из экструдата сои

Показатель	Характеристика и значение
Цвет	Светло-кремовый
Запах	Свойственный муке из сои, умеренно выраженный, без посторонних запахов
Вкус	Свойственный муке из сои, не кислый, без посторонних привкусов
Содержание минеральных примесей	Отсутствует
Зараженность и загрязненность вредителями хлебных запасов	Не обнаружено
Металломагнитная примесь (размер отдельных частиц в наибольшем линейном измерении 0,3 мм и/или масса не более 0,4 мг), мг на 1 кг муки	Не обнаружена
Влажность, %	6,0±0,2
Кислотность, град	4,4±0,1
Белки, г	42,8±0,6
Жир, г	8,8±0,2
Углеводы, г	19,1±0,8

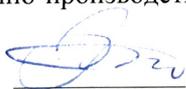
Органолептические и физико-химические показатели качества муки из опытных проб соответствовали требованиям ТУ 10.61.22-010-00492894-2024
Мука из экструдата сои.

Заключение

По результатам опытно-промышленных испытаний способ получения муки их экструдата сои может быть рекомендован к внедрению в производство.

Учебно-научно-производственный комплекс «Агропереработка»:

Директор



А.М. Жуков

Кафедра товароведения и экспертизы товаров:



Н.М. Дерканосова



С.А. Шеламова



В.Д. Пилякина

Акт опытно-промышленных испытаний способа получения муки из экструдата нута



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе
ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ
И.А. Запорожцева
« 12 » 03 2024 г.

АКТ опытно-промышленных испытаний способа получения муки из экструдата нута

Мы, нижеподписавшиеся, заведующая кафедрой товароведения и экспертизы товаров Дерканосова Н.М., профессор кафедры товароведения и экспертизы товаров Шеламова С.А., аспирант кафедры товароведения и экспертизы товаров Пилякина В.Д., директор учебно-научно-производственного комплекса «Агропереработка» ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ Жуков А.М. подтверждаем, что в условиях учебно-научно-производственного комплекса ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ были проведены опытно-промышленные испытания способа получения муки из экструдата нута.

Муку вырабатывали из экструдата зерна нута сорта Приво 1, полученного на универсальном малогабаритном экструдере ЭУМ-1 на базе кафедры технологии жиров, процессов и аппаратов химических и пищевых производств Воронежского государственного университета инженерных технологий при следующих параметрах: температура - 70-140 °С, продолжительность 30-40 с, частота вращения шнеков - 25 Гц, диаметр выходного отверстия матрицы - 6 мм.

Размол производили на мельнице Sicom до крупности частиц 0,5 мм и менее. Крупность муки определили по ГОСТ 27560-87, используя сита по ГОСТ 4403-91.

Мука, полученная при размоле экструдата, имела характеристики, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристики муки из экструдата нута

Показатель	Характеристика и значение
Цвет	Светло-кремовый
Запах	Свойственный муке из нута, умеренно выраженный, без посторонних запахов
Вкус	Свойственный муке из нута, не кислый, без посторонних привкусов
Содержание минеральных примесей	Отсутствует
Зараженность и загрязненность вредителями хлебных запасов	Не обнаружено
Металломагнитная примесь (размер отдельных частиц в наибольшем линейном измерении 0,3 мм и/или масса не более 0,4 мг), мг на 1 кг муки	Не обнаружена
Влажность, %	6,7±0,2
Кислотность, град	3,3±0,1
Белки, г	17,9±0,4
Жир, г	14,6±0,3
Углеводы, г	48,0±2,0

Органолептические и физико-химические показатели качества муки из опытных проб соответствовали требованиям ТУ 10.61.22-009-00492894-2024
Мука из экструдата нута.

Заключение

По результатам опытно-промышленных испытаний способ получения муки из экструдата нута может быть рекомендован к внедрению в производство.

Учебно-научно-производственный комплекс «Агропереработка»:

Директор



А.М. Жуков

Кафедра товароведения и экспертизы товаров:



Н.М. Дерканосова



С.А. Шеламова



В.Д. Пилякина

Акт опытно-промышленных испытаний способа получения муки из
экструдата люпина



АКТ

опытно-промышленных испытаний способа получения
муки из экструдата люпина

Мы, нижеподписавшиеся, заведующая кафедрой товароведения и экспертизы товаров Дерканосова Н.М., профессор кафедры товароведения и экспертизы товаров Шеламова С.А., аспирант кафедры товароведения и экспертизы товаров Пилякина В.Д., директор учебно-научно-производственного комплекса «Агропереработка» ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ Жуков А.М. подтверждаем, что в условиях учебно-научно-производственного комплекса ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ были проведены опытно-промышленные испытания способа получения муки из экструдата люпина.

Муку выработывали из экструдата зерна люпина сорта Дега, полученного на универсальном малогабаритном экструдере ЭУМ-1 на базе кафедры технологии жиров, процессов и аппаратов химических и пищевых производств Воронежского государственного университета инженерных технологий при следующих параметрах: температура - 70-140 °С, продолжительность 30-40 с, частота вращения шнеков - 25 Гц, диаметр выходного отверстия матрицы - 6 мм.

Размол производили на мельнице Sicom до крупности частиц 0,5 мм и менее. Крупность муки определили по ГОСТ 27560-87, используя сита по ГОСТ 4403-91.

Мука, полученная при размоле экструдата, имела характеристики, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристики муки из экструдата люпина

Показатель	Характеристика и значение
Цвет	Желтовато-кремовый
Запах	Свойственный муке из люпина, умеренно выраженный, без посторонних запахов
Вкус	Свойственный муке из люпина, не кислый, без посторонних привкусов
Содержание минеральных примесей	Отсутствует
Зараженность и загрязненность вредителями хлебных запасов	Не обнаружено
Металломагнитная примесь (размер отдельных частиц в наибольшем линейном измерении 0,3 мм и/или масса не более 0,4 мг), мг на 1 кг муки	Не обнаружена
Влажность, %	4,7±0,2
Кислотность, град	4,5±0,2
Белки, г	28,9±0,7
Жир, г	20,1±0,5
Углеводы, г	49,0±2,0

Органолептические и физико-химические показатели качества муки из опытных проб соответствовали требованиям ТУ 10.61.22-001-00492894-2025 Мука из экструдата люпина.

Заключение

По результатам опытно-промышленных испытаний способ получения муки из экструдата люпина может быть рекомендован к внедрению в производство.

Учебно-научно-производственный комплекс «Агропереработка»:

Директор



А.М. Жуков

Кафедра товароведения и экспертизы товаров:



Н.М. Дерканосова



С.А. Шеламова



В.Д. Пилякина

Нормативная документация на хлеб белый обогащенный

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
Воронежский государственный аграрный университет
имени императора Петра I

ОКПД 2 10.71.11.119

Группа Н 32
(ОКС 67.060)**ХЛЕБ БЕЛЫЙ ОБОГАЩЕННЫЙ**

Технические условия
ТУ 10.71.11-007-00492894-2025

Дата введения в действие – 07.07.2025 г

РАЗРАБОТАНО
Заведующая кафедрой товароведения и
экспертизы товаров, д.т.н., проф.
_____ Н.М. Дерканосова
аспирант кафедры
_____ В.Д. Пилякина

г. Воронеж
2025 г.

УТВЕРЖДАЮ
Управляющий
ОСП ООО «Европа»,
гипермаркет «Европа-53»
г. Воронеж



Н.А. Тральникова
«8» сентября 2025 г.

АКТ

опытно-промышленных испытаний способа получения
хлеба белого обогащенного

Мы, нижеподписавшиеся, заведующий собственным производством ОСП ООО «Европа», гипермаркет «Европа-53» г. Воронеж, к.т.н. Карлова Л.Л., заведующий кафедрой товароведения и экспертизы товаров ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ Дерканосова Н.М., профессор кафедры товароведения и экспертизы товаров ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ Шеламова С.А., аспирант кафедры товароведения и экспертизы товаров ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ Пилякина В.Д. подтверждаем, что в условиях ОСП ООО «Европа», гипермаркет «Европа-53 г. Воронеж были проведены опытно-промышленные испытания способа производства хлеба белого обогащенного смесью муки из экструдата нута сорта Приво 1, сои сорта Опус и люпина сорта Дега.

Тесто для хлеба белого обогащенного готовили безопасным способом. Часть сахара и воды использовали для активации дрожжей, которую проводили в течение 10 мин при температуре 32°C. Соль растворяли в холодной воде, концентрация солевого раствора 26 %. Сухие компоненты (муку и смесь из экструдатов высокобелковых культур) предварительно смешивали.

Соотношения компонентов выдерживали в соответствии с рецептурой, представленной в таблице 1.

Таблица 1 – Производственная рецептура хлеба белого из пшеничной муки высшего сорта (на 10 кг муки) обогащённого мукой из смеси экструдатов высокобелковых культур

Наименование сырья	Рецептура хлеба белого обогащенного при соотношении муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта и высокобелковой добавки из экструдатов, в масс.долях:							
	95:5		90:10		85:15		80:20	
	Масса, кг	Вода в тесто, кг	Масса, кг	Вода в тесто, кг	Масса, кг	Вода в тесто, кг	Масса, кг	Вода в тесто, кг
Мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта	9,5	5,81	9,0	5,87	8,50	5,94	8,00	6,00
Сахар белый	1,0		1,0		1,0			
Дрожжи хлебопекарные прессованные	2,0		2,0		2,0			
Соль поваренная	1,3		1,3		1,3			
Смесь из экструдатов высокобелковых культур	0,5		1,0		1,5			

В тестомесильную машину вносили вначале жидкие компоненты, затем мучную смесь. Температура воды для замеса теста 35°C. Продолжительность замеса 8 мин. Продолжительность брожения теста 150 мин при температуре 32°C. После созревания теста формировали тестовые заготовки, укладывали в смазанные растительным маслом хлебопекарные формы. Расстойка заготовок проводилась при температуре 35-40°C и относительной влажности воздуха 75-80 % в течение 35 минут. Перед выпечкой заготовки сбрызгивали водой.

Выпечку осуществляли при температуре 225 °С в течение 35 минут в ротационной печи. Остывание хлеба проходило при температуре цеха - 20±2°C. Определение показателей качества проводили через 24 часа после выпечки.

В результате проведенных испытаний получены пробы хлеба белого, обогащенного со следующими качественными характеристиками:

Таблица 2 – Характеристика показателей хлеба белого обогащенного

Наименование показателя	Характеристика образца			
	при соотношении муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта и обогащающей добавки, в масс. долях			
	95:5	90:10	85:15	80:20
Внешний вид:				
форма	Соответствующая хлебной форме, в которой производилась выпечка – прямоугольная, без боковых выплывов.		Соответствующая хлебной форме, в которой производилась выпечка – прямоугольная, имеется незначительный боковой выплыв.	
поверхность	Гладкая, без трещин. Имеется небольшой подрыв с одной стороны.	Гладкая, без трещин и подрывов.		
цвет	Светло-желтый	Светлый желто-бежевый	Светло-бежевый	Кремовый
Состояние мякиша:				
пропеченность	Пропеченный, не влажный на ощупь, эластичный. После легкого надавливания пальцем, мякиш принимает первоначальную форму.		Пропеченный, невлажный на ощупь, эластичный. Немного ощущается маслянистость. После легкого надавливания пальцем, мякиш принимает первоначальную форму.	
промес	Без комочков и следов непромеса			
пористость	Развитая, без пустот и уплотнений. Корка от мякиша не отслоена.		Развитая, без пустот и уплотнений. Структура более плотная и мелкопористая. Корка от мякиша не отслоена.	
Вкус	Свойственный хлебу белому, с едва уловимым сладковатым привкусом.	Свойственный хлебу белому, с приятным сладковато-ореховым вкусом.	Свойственный хлебу белому, с приятным сладковато-ореховым вкусом. Ощущается маслянистость.	Свойственный хлебу белому, с насыщенным растительно-ореховым вкусом. Ощущается маслянистость и кисловатый вкус
Запах	Свойственный хлебу белому с едва уловимым сладковатым ароматом	Свойственный хлебу белому с приятным сладковато-ореховым ароматом	Свойственный хлебу белому с сладковато-растительным ароматом	Свойственный хлебу белому с более выраженным сладковатым орехово-растительным ароматом
Влажность мякиша, %	42,0±1,2	42,2±1,2	41,8±1,2	42,0±1,2
Кислотность мякиша, град	2,6±0,1	3,3±0,1	3,9,0±0,1	4,1±0,1
Пористость мякиша, %	76,0 ±2,0	74,0±2,0	73,0±2,0	69,0±2,00

Заключение

Показатели качества опытных проб соответствовали требованиям ТУ 10.71.11-007-00492894 «Хлеб белый обогащенный».

По результатам опытно-промышленных испытаний способ производства хлеба белого обогащенного может быть рекомендован к внедрению в производство.

Кафедра товароведения и
экспертизы товаров
ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ

ОСП ООО «Европа»,
гипермаркет «Европа-53
г. Воронеж

Заведующий кафедрой,
профессор, д.т.н.
 Н.М. Дерканосова

Заведующий собственным
производством
 Л.Л. Карлова

Профессор, д.т.н.
 С.А. Шеламова

Аспирант
 В.Д. Пилякина

Апробация результатов исследований



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ГЕНЕТИКИ,
БИОТЕХНОЛОГИИ И ИНЖЕНЕРИИ ИМЕНИ Н. И. ВАВИЛОВА»

Диплом

победителя вручается

Пилякиной Веронике Дмитриевне

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Воронежский государственный аграрный
университет им. императора Петра I»

научный руководитель – Дерканосова Наталья Митрофановна, д.т.н,
профессор, заведующий кафедрой товароведения и экспертизы товаров

**III этап Всероссийского конкурса на лучшую научную
работу среди студентов, аспирантов и молодых ученых
аграрных образовательных и научных организаций**

России в 2024 году

Номинация «Хранение и переработка сельскохозяйственной продукции»

Ректор ФГБОУ ВО Вавиловский университет

Д.А. Соловьев

Саратов, 2024 г.



ЗОЛОТАЯ ОСЕНЬ 2024

XXXVI РОССИЙСКАЯ АГРОПРОМЫШЛЕННАЯ ВЫСТАВКА



Министерство
сельского хозяйства
Российской Федерации

ДИПЛОМ

НАГРАЖДАЕТСЯ
ЗОЛОТОЙ МЕДАЛЬЮ

ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ,

г. Воронеж

За инновационную технологию получения высокобелковых пищевых ингредиентов

ЗАМЕСТИТЕЛЬ МИНИСТРА СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

О.А. ГАТАГОВА