

Автономная некоммерческая образовательная организация высшего образования
Центросоюза Российской Федерации
«Сибирский университет потребительской кооперации»

На правах рукописи



Миллер Юлия Юрьевна

**НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПОДХОДОВ К ПРОИЗВОДСТВУ ФЕРМЕНТИРОВАННЫХ ЗЕРНОВЫХ
НАПИТКОВ С РЕГУЛИРУЕМЫМ НУТРИЕНТНЫМ СОСТАВОМ**

Специальность 4.3.5. Биотехнология продуктов питания
и биологически активных веществ

Диссертация на соискание ученой степени
доктора технических наук

Научный консультант:
доктор технических наук, профессор
Помозова Валентина Александровна

Новосибирск – 2024

Оглавление

Введение.....	5
1 Аналитический обзор литературы.....	14
1.1 Оценка состояния и перспективы развития пивобезалкогольной отрасли в направлении безалкогольных напитков	14
1.2 Характеристика сырья, возможного к применению в производстве ферментированных напитков	22
1.3 Характеристика зернового и бобового сырья, используемого в технологии ферментированных зерновых напитков.....	26
1.4 Солодоращение как один из способов биотрансформации сырьевого элемента, используемого в производстве ферментированных зерновых напитков. Анализ факторов, стимулирующих солодоращение	36
1.5 Анализ технологических факторов, формирующих нутриентный состав ферментированных зерновых напитков	52
Выводы по обзору литературы.....	59
2 Методология диссертационного исследования	62
2.1 Постановка диссертационного исследования, этапы проведения	62
2.2 Объекты и материалы исследования	66
2.3 Методы исследования.....	67
3 Методологические подходы к производству ферментированных зерновых напитков	76
4 Оценка потребительских предпочтений.....	100
5 Формирование сырьевого элемента системы, используемого в производстве ферментированных зерновых напитков	108
5.1 Оценка обеспеченности сырьевыми ресурсами	108
5.2 Обоснование выбора зернового и бобового сырья	112
5.3 Организация биостимуляции ресурсного элемента системы, используемого в производстве ферментированных зерновых напитков.....	124

5.3.1 Оценка эффективности применения комплекса органических кислот в производстве ячменного, пшеничного, ржаного, овсяного и соевого солодов	124
5.3.2 Оценка эффективности применения препарата «Энерген» в производстве ячменного, пшеничного, ржаного, овсяного и соевого солодов	171
5.3.3 Оценка биостимуляции зернового сырья посредством применения ферментных препаратов в производстве ржаного и овсяного солодов.....	191
Выводы по главе 5	201
6 Организация технологии ферментированных зерновых напитков с применением модульно-алгоритмического подхода.....	206
6.1 Анализ факторов, формирующих нутриентный состав ферментированных зерновых напитков	207
6.1.1 Анализ факторов стадии приготовления сусла для ферментированных зерновых напитков.....	207
6.1.2 Анализ факторов, формирующих нутриентный состав ферментированных зерновых напитков на стадии ферментации сусла	226
6.2 Рецептурное моделирование и разработка технологии ферментированных зерновых напитков	243
6.3 Разработка плана мероприятий в соответствии с системой ХАССП, обеспечивающего стабильность показателей качества и безопасности ресурсного элемента и ферментированных зерновых напитков	252
Выводы по главе 6	261
7 Расчет и аналитическая оценка эффективности применения модульно-алгоритмического подхода в производстве ферментированных зерновых напитков	263
Выводы по главе 7	276
Заключение	280

Список сокращений и условных обозначений.....	285
Список литературы	286
Приложение А Акты внедрения и проведения производственных испытаний по производству ферментированных зерновых напитков	331
Приложение Б Акты проведения производственных испытаний по производству солода	336
Приложение В Акт внедрения материалов диссертации в учебный процесс	339
Приложение Г Техническая документация на солод.....	340
Приложение Д Техническая документация на ферментированные зерновые напитки	343
Приложение Е Патенты на изобретение	344
Приложение Ж Расчеты себестоимости ферментированных зерновых напитков.....	350

Введение

Актуальность темы исследования. Приоритетным направлением государственной социально-экономической политики является обеспечение продовольственной безопасности, гарантирующей продовольственную независимость страны и доступ населения к качественной и безопасной пищевой продукции. В связи с этим, согласно действующим Стратегии развития пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации и Стратегии повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации, необходимо трансформировать пищевые технологии с учетом приоритетных направлений развития пищевой индустрии, возможных экономических и технологических рисков, влияющих на стабильность производства продуктов с функциональными свойствами, укрепляющих позиции продовольственной продукции российского производства на потребительском рынке.

Одной из групп пищевых продуктов, требующих прогрессивных технологических решений, ориентированных на производство качественной и безопасной продукции, являются безалкогольные напитки. В качестве перспективного направления в данной перерабатывающей отрасли можно выделить производство ферментированных напитков на основе растительного сырья, в том числе зернового. Расширение сырьевой базы для пивобезалкогольной промышленности за счет привлечения нетрадиционных сельскохозяйственных культур, в том числе с биогенным потенциалом, позволит получить продукцию с повышенной пищевой и биологической ценностью, при этом поддержит отечественный АПК.

Основным сырьем в производстве напитков брожения являются традиционные зерновые культуры (ячмень, пшеница, рожь), использование которых позволяет выпускать продукцию со стандартными качественными показателями. С целью придания продукции улучшенных характеристик, в том числе за счет обогащения напитков эссенциальными элементами, необходимо технологически обоснованно вводить в рецептуры нетрадиционные виды сырья, преимущественно

местного и близлежащих регионов, отличающиеся нутриентным составом, а также создавать целеориентированные технологии, в том числе с применением биотехнологических приемов переработки зернового сырья, позволяющие сформировать требуемый состав напитков.

Кроме этого, с учетом ориентации на государственные приоритеты, проектируемые технологии должны быть максимально адаптируемыми к внедрению на действующих пивобезалкогольных предприятиях, в связи с чем предлагаемый формат трансформации должен учитывать материально-технологические возможности предприятия и нетрудозатратность введения инноваций в производство новой продукции.

Вследствие этого исследования по разработке инновационных решений производства продукции пивобезалкогольной отрасли, отвечающих стратегическим проектам пищевой индустрии и своевременно поддерживающих перерабатывающую промышленность в условиях действующих санкций, в том числе по импортозамещению продовольственной продукции и реализации сельскохозяйственного сырья, являются актуальными и перспективными в направлении развития пищевых производств.

Степень разработанности темы исследования. Исследования в области разработки качественных и безопасных продуктов питания и напитков с целевым нутриентным составом проводятся рядом отечественных и зарубежных ученых. Особый научный вклад в разработку безопасной пищевой продукции с эссенциально элементарными свойствами, в том числе напитков пивобезалкогольной отрасли, совершенствования технологии ферментированных напитков на основе зернового и другого растительного сырья внесли М.В. Гернет, Л.М. Думбрава, Г.А. Ермолаева, Е.О. Ермолаева, Н.В. Заворохина, Т.В. Иванова, В.С. Исаева, Т.Ф. Киселева, К.В. Кобелев, И.В. Новикова, В.А. Помозова, В.М. Позняковский, Н.Т. Пехтерева, В.Г. Тихомиров, О.В. Чугунова, М.Н. Школьникова, R. Carle, B. Evans, A. Platzman и др.

Однако, учитывая ассортиментную неустойчивость потребительского рынка продовольственной продукции, в том числе по группе безалкогольных напитков,

нестабильность качества сырья, определяющего качественные характеристики готовой продукции, влияние социально-экономических факторов, ориентацию на стратегические направления развития пищевой индустрии, необходимо вести постоянный поиск новых технологических решений производства напитков, в связи с чем исследования, направленные на проектирование технологий ферментированных зерновых напитков с применением биотехнологических приемов на стадии подготовки сырья и его переработки в напитки, являются актуальными и своевременными.

Цели и задачи диссертационных исследований.

Целью диссертационной работы является научное обоснование и разработка технологии ферментированных зерновых напитков (ФЗН) с повышенной пищевой и биологической ценностью с применением биотехнологических подходов.

Для достижения поставленной цели определены следующие *задачи*:

1) научно обосновать модульно-алгоритмический подход к производству ФЗН с регулируемым нутриентным составом; определить модульные и алгоритмические элементы системы, формирующие показатели качества ФЗН;

2) обосновать формирование сырьевого элемента в производстве ФЗН: провести аналитическую оценку ресурсных возможностей АПК России с целью отбора зернового и бобового сырья для производства ФЗН по агротехническим, биотехнологическим и нутриентным свойствам;

3) научно обосновать технологический модуль системы и практически подтвердить его эффективность:

– провести биотрансформацию сырьевого элемента системы путем биокаталитического воздействия на сырье с применением стимуляторов роста химической и биохимической природы;

– определить оптимальные технологические режимы и параметры технологического модуля производства ФЗН, формирующие показатели качества;

– организовать технологический модуль с применением алгоритмических действий и опциональных аддитивных технологических решений;

– разработать технологию и рецептуры ФЗН на основе ячменного, пшеничного, ржаного, овсяного и соевого солодов с применением модульно-алгоритмического подхода;

4) разработать систему управления технологическими рисками с целью обеспечения качественных показателей ФЗН, включающую схему техноконтроля производства ФЗН и плана ХАССП, превентивные технологические действия;

5) оценить эффективность функционирования модульно-алгоритмического подхода к производству ФЗН и конкурентоспособность ФЗН путем проведения рыночных исследований, расчета себестоимости, оценки качества ФЗН с разработкой шкалы дегустационной оценки ФЗН;

б) провести производственную апробацию и внедрить разработанные рецептуры и технологию на предприятиях пивобезалкогольной промышленности; разработать техническую документацию; внедрить результаты исследований в учебный процесс образовательной организации.

Научная концепция. Обоснование и разработка модульно-алгоритмического подхода к производству качественных и безопасных ФЗН с регулируемым нутриентным составом.

Научная новизна. Элементы научной новизны:

1. Впервые научно обоснована и разработана функциональная модель ФЗН гибридного типа с сочетанием модульного и алгоритмического подходов: модульного – применительно к меняющейся функциональной структуре системы с использованием биотехнологических методов и приемов, алгоритмического – к неизменной составляющей технологического процесса. Сформирован состав элементов системы: модульного – сырье с биотехнологическим потенциалом и целевым нутриентным составом, биотехнологические подходы к формированию ресурсного элемента, аддитивные технологические приемы формирования нутриентного состава сусле ФЗН, биотехнологические решения в технологии ФЗН, рецептурное моделирование ФЗН с прогнозированием целевого нутриентного состава; алгоритмического – биотрансформация сырьевого элемента солодоращени-

ем, аппаратурно-технологическое сопровождение производства ФЗН с приобретением и сохранением качественных показателей (п. 5, 25, 26 паспорта научной специальности 4.3.5).

2. Обоснованы механизмы ферментативной модификации химического состава зернового и бобового сырья за счет стимуляции при проращивании с использованием комплекса органических кислот в концентрации 10^{-9} моль/дм³, препарата «Энерген» в концентрации 0,6 г/дм³, ферментных препаратов (ФП) «Бирзим БГ» в концентрации 0,4 % и «Целмолаза» в концентрации 0,6 % (техническая новизна подтверждена патентами № 2706540 «Способ производства ржаного неферментированного солода», № 2773493 «Способ производства соевого солода») (п. 8 паспорта научной специальности 4.3.5).

3. Доказана эффективность биокаталитической обработки ячменя, пшеницы, ржи, овса и сои с применением стимулирующих препаратов для улучшения качественных и биотехнологических свойств ресурсного элемента: в технологии ячменного солода комплекс органических кислот обеспечивает повышение амилитической активности (АС) на 28,6 %, протеолитической активности (ПС) на 35,2 %, количества аминокислот на 15,7 %; в технологии пшеничного солода комплексный препарат «Энерген» способствует повышению АС на 15,9 %, ПС на 57,3 %, содержания аминокислот на 12,1 %, снижению количества клейковины на 12,3 %; в технологии ржаного ферментированного и неферментированного солода применение ФП «Бирзим БГ» приводит к повышению цитолитической активности (ЦА) на 52,0–62,0 %, количества аминокислот на 17,3–15,8 %; в технологии овсяного солода использование цитолитического ФП «Целмолаза» повышает ЦА на 33,7 %, содержание аминокислот на 15,4 %; в технологии соевого солода применение комплекса органических кислот обеспечивает снижение количества антипитательных веществ в 2,5 раза, увеличение АС на 20,6 %, повышение биологической ценности сырья за счет увеличения содержания аминокислот на 32,4 % (п. 7, 16 паспорта научной специальности 4.3.5).

4. Обоснованы параметры основных стадий производства ФЗН, формирующие их пищевую и биологическую ценность: нутриентный состав сырья; техноло-

гические режимы биомодификации ресурсного элемента, биокаталитической переработки сырья в сусло, ферментации сусла; требования к сбраживающим микроорганизмам; применение аддитивных технологических приемов (п. 6, 25 паспорта научной специальности 4.3.5).

5. Установлено, что применение аддитивных технологий в виде механохимического воздействия на ржаной и овсяный солоды на стадии подработки сырья способствует повышению выхода сбраживаемых сахаров на 17,6–20,8 %, аминного азота на 21,9–31,6 % (п. 16 паспорта научной специальности 4.3.5).

6. Показано повышение пищевой и биологической ценности ФЗН при использовании высокоферментативных солодов (ячменного, пшеничного, ржаного, овсяного и соевого) за счет увеличения содержания аминокислот в 1,7–2,8 раза, органических кислот до 18,6 %, витаминов группы В в 1,6–2,3 раза (техническая новизна подтверждена патентом № 2705285 «Способ производства поликомпонентного солодового сброженного напитка») (п. 6 паспорта научной специальности 4.3.5).

Теоретическая значимость заключается в применении научно обоснованных методологических подходов к формированию пищевой системы ФЗН с определением основных системообразующих факторов и формализации ее отдельных функций модульно-алгоритмическими действиями по технологическому процессу. На основании аналитических исследований, определяющих принципы, факторы, методы создания ФЗН, предложена модель производства импортозамещающих безалкогольных напитков на основе взаимозаменяемого зернового и бобового сырья, производимого отечественным АПК.

Практическая значимость результатов диссертационного исследования заключается в следующем.

1. Усовершенствована технология ячменного, пшеничного, ржаного, овсяного и соевого солодов за счет использования стимуляторов роста, обеспечивающих наиболее полное белковое растворение, повышение ферментативной активности (ФА) и снижение содержания антипитательных веществ в соевом солоде.

2. Разработана технология ФЗН с целевым нутриентным составом на основе ячменного, пшеничного, ржаного, овсяного и соевого солодов, обогащенных продуктами гидролиза белка, органическими кислотами, витаминами группы В.

3. Разработана техническая документация на производство ячменного, пшеничного, ржаного, овсяного и соевого солодов: ТУ 11.06.10-065-01597951-2021 (производство овсяного солода), ТУ 11.06.10-066-01597951-2021 (производство соевого солода), ТИ 11.06.10-067-01597951-2021 (производство ячменного, пшеничного, ржаного, овсяного, соевого солодов).

4. Разработана техническая документация на производство ФЗН (ТИ 11.07.19-068-01597951-2022).

5. Разработанные рецептуры и технология ФЗН, способы стимулирования солодоращения прошли производственную апробацию на предприятиях пивобезалкогольной отрасли Новосибирской, Кемеровской области, Алтайского края, результаты подтверждены актами внедрения и производственных испытаний.

6. Результаты исследований используются в образовательном процессе при подготовке бакалавров и магистров по направлениям 38.03.07 «Товароведение», 19.03.04 «Технология продукции и организация общественного питания», 19.04.04 «Технология продукции и организация общественного питания» в АНОО ВО Центросоюза РФ «Сибирский университет потребительской кооперации».

Методология и методы исследования. Методология диссертационных исследований основана на современных принципах системного подхода к предмету исследования. Для реализации цели и задач исследования использованы общепринятые и специальные методы сбора информации, стандартные и специфические методы физико-химического анализа, сенсорного анализа, обобщения и систематизации информации, а также принципы системного подхода к производству пищевых продуктов. Расчет показателей и математическая обработка результатов исследования проводили с применением программ Microsoft Excel и Statistica 12.

Положения, выносимые на защиту.

Методологические подходы к формированию ФЗН с декомпозицией технологической системы на модульные элементы.

Функциональная концепция формирования нутриентного состава ФЗН.

Биотехнологические решения по модификации ресурсного элемента в производстве ФЗН.

Параметры активации конструктивного и клеточного обмена при проращивании зернового и бобового сырья, обеспечивающие высокий уровень биокаталитических и технологических характеристик сырья.

Технологические решения по формированию сусла для ФЗН, оптимизирующие нутриентный состав.

Механохимический способ обработки солодов с целью повышения выхода экстрактивных веществ.

Биотехнологические решения на стадии ферментации сусла, формирующие нутриентный состав и качество ФЗН.

Степень достоверности результатов. Экспериментальная часть диссертационных исследований проведена с применением современных и общепринятых в практике пивобезалкогольной промышленности методов, представленные в диссертационной работе результаты исследований обработаны статистическими методами, прошли практическую апробацию, рекомендованы к внедрению производство.

Апробация результатов исследования. Основные результаты диссертационной работы представлены и обсуждены на научных международных и всероссийских конференциях: международном конгрессе «Биотехнология: состояние и перспективы развития» (Москва, 2022); международной конференции «Пищевые здоровьесберегающие технологии» (Кемерово, 2022); международной научно-практической конференции «Пища. Экология. Качество» (Новосибирск, 2019–2022); всероссийской национальной научно-практической конференции «Интеграция науки, образования, бизнеса и органов государственной власти как фактор успешного развития регионов» (Чита, 2021); международном симпозиуме «Инновации в пищевой биотехнологии» (Кемерово, 2019); IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Красноярск, 2019); всероссийской (национальной) научно-практической конференции «Товароведно-технологические аспекты по-

вышения качества и конкурентоспособности продукции» (Новосибирск, 2019, 2021); международной научно-практической конференции «Потребительский рынок: качество и безопасность товаров и услуг» (Орел, 2019); межрегиональной научно-практической конференции «Взаимодействие науки, бизнеса и общества как фактор развития регионов» (Чита, 2019); инновационном конвенте «Кузбасс: образование, наука, инновации» (Кемерово, 2019); международной научной конференции «Пищевые инновации в биотехнологии» (Кемерово, 2013, 2015, 2017–2020); международной научно-практической конференции «Дни науки – 2018» (Новосибирск, 2018); всероссийской научно-практической конференции «Повышение качества и безопасности пищевых продуктов» (Махачкала, 2018); международной научной конференции «Инновации в технологии продуктов здорового питания» (Калининград, 2015); международной научно-практической конференции «Инновационные решения при производстве продуктов питания из растительного сырья» (Воронеж, 2017); международной научно-практической конференции «Новые технологии – нефтегазовому региону» (Тюмень, 2017); научно-практической конференции «Приоритетные направления развития пищевой индустрии» (Ставрополь, 2016).

Соответствие диссертации паспорту научной специальности. Диссертационные исследования соответствуют п. 5, 6, 7, 8, 16, 25, 26 паспорта специальности 4.3.5. Биотехнология продуктов питания и биологически активных веществ.

Публикации. По материалам диссертационного исследования опубликовано 67 работ, в том числе 3 монографии, 7 статей в изданиях, включенных в базы цитирования Scopus, 17 статей в журналах, рекомендованных ВАК РФ (7 – RSCI, K1, 10 – K2).

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения и семи глав, включающих обзор литературы, методологию проведения и результаты исследований, заключение и список литературы. Основная часть работы изложена на 330 страницах. Диссертация содержит 108 рисунков и 64 таблицы. Список литературы включает 396 публикаций отечественных и зарубежных авторов.

1 Аналитический обзор литературы

1.1 Оценка состояния и перспективы развития пивобезалкогольной отрасли в направлении безалкогольных напитков

Ассортимент безалкогольных напитков на потребительском рынке России, как и большинства групп продовольственных товаров, достаточно динамичен и реагирует на ряд формирующих его факторов. Определяющими среди них являются потребительский спрос, возможности предприятий пивобезалкогольной отрасли, ограничивающие внешние факторы (экономические и политические угрозы), санкционные действия в отношении готовой продовольственной продукции, а также сырья, используемого в ее производстве.

Современные тенденции приверженности принципам здорового образа жизни ориентированы, в частности, на создание продуктов, отвечающих требованиям здорового питания и обеспечивающих организм человека всеми жизненно важными элементами, в том числе незаменимыми компонентами, а также необходимой энергией. Стратегические направления развития пищевой и перерабатывающей промышленности способствуют трансформации технологий действующих перерабатывающих предприятий под введение нового функционального сырья, его подготовку к использованию, вторичную переработку отходов производства, что позволяет получить новую продукцию с улучшенными потребительскими свойствами: повышенной пищевой, биологической, энергетической ценностью, функциональной направленностью.

Безалкогольные напитки являются неотъемлемым элементом питания и пользуются популярностью, удовлетворяя определенные предпочтения потребителя в отношении оригинальных вкусовых характеристик, тонизирующего и (или) энергетического действия, натуральности, функциональности и других признаков.

В настоящее время строгая классификация безалкогольных напитков по отдельным видам сырья, насыщенности углекислым газом, применению или неприменению технологических способов обработки продукции предусмотрена только действующим стандартом на данную продовольственную группу. Однако потребитель понимает под безалкогольным любой напиток, за исключением молочных, не содержащий алкоголь, в том числе соки, морсы, минеральные и природные воды и др.

Ограниченная стандартом классификация не охватывает всю безалкогольную продукцию, представленную на потребительском рынке; более широкая систематизация данной продукции по определенным признакам представлена только в авторских классификациях [78; 79]. Кроме этого, действующие всероссийские классификаторы на продукцию ОКПД 2 и ТН ВЭД также выделяют ограниченные группировки [175].

Так, ОКПД 2 выделяет две основные группы:

– минеральные воды, в том числе подгруппы: минеральные природные воды, купажированные напитки; искусственно минерализованные воды; минеральные природные воды, не содержащие сахар, подсластители, ароматизаторы и другие вещества;

– напитки безалкогольные прочие, в том числе подгруппы: напитки брожения (квас и прочие напитки брожения без уточнения); напитки безалкогольные с соком, морсовые, на растительном сырье, на ароматизаторах, специального назначения и на минеральной воде, что соответствует классификации ГОСТа; а также сиропы и концентраты и прочие напитки.

ТН ВЭД предлагает другие две большие группировки без углубления по каждой:

– воды, включая природные или искусственные минеральные, газированные, без добавления сахара или других подслащивающих или вкусоароматических веществ; лед и снег;

– воды, включая минеральные и газированные, содержащие добавки сахара или других подслащивающих или вкусоароматических веществ, и прочие безалкогольные напитки, за исключением фруктовых или овощных соков.

Действующего самостоятельного технического регламента на безалкогольные напитки в настоящий момент не существует, нормируемые показатели безопасности предусмотрены только техническим регламентом «О безопасности пищевой продукции», в котором конкретные понятия в области безалкогольной продукции и ее классификация отсутствуют. В связи с этим основным документом, классифицирующим безалкогольные напитки, является стандарт [46], в соответствии с которым предусмотрена следующая классификация (рисунок 1).

Классификационные признаки			
по виду	по сырью	по насыщенности CO ₂	по способу обработки
Прозрачные Замутненные	Безалкогольные (Б/А) напитки	Сильногазированные	Пастеризованные
		Среднегазированные	Непастеризованные
	Б/А напитки с соком	Слабогазированные	С применением консервантов
	Б/А напитки морсовы	Негазированные	
	Б/А напитки на растительном сырье		
	Б/А напитки на ароматизаторах		Холодного розлива
	Б/А напитки специального назначения		Горячего розлива
			Асептического розлива

Рисунок 1 – Классификация безалкогольных напитков в соответствии с ГОСТ 28188

С точки зрения представленной классификации безалкогольные напитки брожения типа кваса не совсем соответствуют группе безалкогольных напитков, поскольку даже подгруппа безалкогольных напитков на растительном сырье предусматривает использование экстрактов, концентратов, настоев растительного сырья, преимущественно растений, плодов и семян и их различных композиций; скорее, в данную подгруппу подходят квасные напитки, однако действующая нормативная документация на квас определяет его как «безалкогольный напиток с объемной долей этилового спирта не более 1,2 %» [52]. В связи с этим напитки

брожения типа кваса следует рассматривать как безалкогольные напитки и, возможно, включать их в классификацию безалкогольных напитков как ферментированные зерновые напитки.

Производство безалкогольных напитков в нашей стране всегда оставалось динамично развивающейся отраслью пищевой промышленности. Даже сегодня ввиду санкционных ограничений на ввоз в страну импортных продуктов, безалкогольная продукция составляет ту же долю от всех потребительских товаров, что и в предыдущие годы, изменился только ассортимент и доля продукции отечественного производителя в сторону ее увеличения. Аналитические данные Федеральной службы государственной статистики (Росстата) демонстрируют позитивную динамику за последние годы [293]. На рисунке 2 представлены сведения о производстве безалкогольных напитков в разрезе группировок, определенных Росстатом по трем категориям: категория 1 – воды минеральные природные упакованные, воды питьевые упакованные, не содержащие сахара, подсластителей, ароматизаторов и других пищевых веществ; категория 2 – напитки безалкогольные прочие; категория 3 – напитки безалкогольные прочие, не включенные в другие группировки.

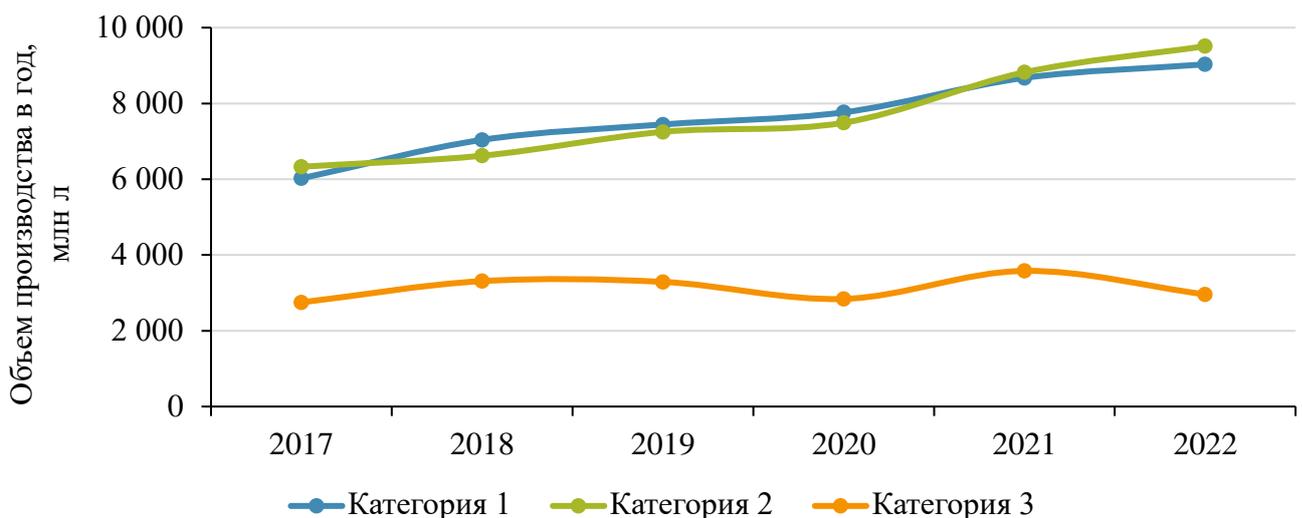


Рисунок 2 – Производство безалкогольных напитков в Российской Федерации за 2017–2021 гг.

Представленные результаты демонстрируют в целом положительную динамику по всем группам выпускаемой безалкогольной продукции, что говорит как о спросе на товары данной продовольственной группы, так и о возможности увеличения производительности предприятиями пивобезалкогольной отрасли.

В настоящее время потребительский рынок представлен следующими условно разделенными группами напитков:

- минеральные природные или искусственно минерализованные воды, не содержащие сахар, подсластители, ароматизаторы и другие вещества;
- безалкогольные напитки на основе питьевой, минеральной природной или искусственно минерализованной воды с содержанием натуральных ингредиентов;
- безалкогольные напитки на основе питьевой, минеральной природной или искусственно минерализованной воды с содержанием ароматизаторов, красителей, сахарозаменителей искусственной природы, с добавлением консервантов;
- напитки брожения;
- сухие напитки.

Поскольку потребители предпочитают приобретать продукты здорового питания, ассортимент безалкогольной продукции расширяется за счет появления новых видов данной продовольственной группы, обогащенных жизненно важными компонентами. Для удовлетворения потребителя производителям безалкогольной продукции приходится вводить в технологию функциональные ингредиенты – натуральное растительное сырье, обладающее функциональными свойствами, или искусственные добавки в виде отдельных витаминов, аминокислот, минеральных веществ или комплексных препаратов.

Интерес к производству напитков функциональной направленности фиксируется на протяжении нескольких десятков лет [237; 267; 283; 333]. В настоящее время отечественными и зарубежными учеными разрабатываются технологии функциональных безалкогольных напитков на основе натурального сырья [96; 149; 237; 242; 295; 328; 333], в том числе с добавлением плодового и овощного [1; 9; 31; 168; 243; 292; 387], фитосырья [9; 80; 273], зернового и бобового [31; 139; 148; 334; 296], позволяющего придать функциональные свойства напиткам, в том

числе повысить их пищевую и биологическую ценность [87; 149; 237; 242; 328] за счет присутствия белка, аминокислот, витаминов и других биологических активных веществ, экстрагируемых из используемого сырья. Кроме этого, известны случаи применения определенных подсластителей, повышающих биодоступность биологически активных веществ безалкогольных напитков [322].

Самым популярным безалкогольным напитком брожения в нашей стране является квас. Это национальный напиток, производимый как в промышленном масштабе, так и в домашних условиях на протяжении нескольких сотен лет. Принципиальным его отличием от всех безалкогольных напитков служит тот факт, что в его производстве предусмотрена стадия брожения. Кроме этого, в технологии традиционного кваса обязательно использование ржаного сырья в виде зерна, солода и продуктов его переработки [259; 157; 159; 160].

Квас сам по себе является уникальным напитком со свойственными только ему оригинальными вкусоароматическими характеристиками. Отечественные ученые, проявляющие научный интерес к технологии данного напитка, в том числе К.В. Кобелев, В.С. Исаева, Л.М. Думбрава и др., исследуют влияние исходного сырьевого состава и технологических подходов при сбраживании напитка на химический состав кваса, в частности, по органолептическим и функциональным составляющим [100; 122].

Рядом ученых отмечено влияние вида, расы или штамма сбраживающих микроорганизмов на органолептический профиль и функциональные свойства напитка брожения, при этом сам процесс сбраживания формирует определенный химический состав напитка (аутентичного квасу), не свойственный безалкогольным напиткам, приготовленным на том же сырье, но не подвергшихся сбраживанию [85; 297; 306]. Использование гетерофильных микроорганизмов, которые в процессе жизнедеятельности вырабатывают органические кислоты и углекислый газ, придает напитку приятный аромат и вкус, а молочнокислые бактерии при ферментации вырабатывают кисломолочные продукты брожения, обладающие лечебными свойствами и способствующие улучшению работы желудочно-кишечного тракта [6; 84]. Проведение брожения напитка с применением в технологии в

дополнение к основному традиционному сырью альтернативного (ягодного, лекарственного, меда) сухими хлебопекарными дрожжами способствует повышению пищевой ценности за счет присутствия различных витаминов и минеральных веществ [121].

За рубежом напитками, аналогичными российскому квасу, признают различные солодовые и зерновые напитки [323; 324; 327; 336; 357; 364; 367].

Кроме традиционного сырья, в производстве кваса используют различное растительное сырье. Опубликованные российскими учеными обзорные статьи свидетельствуют о положительном эффекте применения различного растительного сырья, а также продуктов его переработки в производстве кваса, что отражается и в оригинальности органолептических характеристик, и в наборе функциональных соединений [27; 254; 315]. Основными источниками нетрадиционного сырья являются плодово-ягодные составляющие [8], в том числе редко встречающиеся в технологии напитков брожения ягоды жимолости, которые не только изменяют вкусоароматические свойства напитка, повышают его пищевую ценность, но и интенсифицируют процесс ферментации квасного сусла [123], а также, например, облепиховый жмых, который рекомендуется использовать отдельно или в композиции с пряноароматическими травами, такими как мята, душица и др. [126].

Применение различного плодово-ягодного, лекарственного, травного, пряноароматического сырья, как было отмечено выше, не только формирует определенные органолептические характеристики [8; 26; 28; 88; 123; 126; 180; 316], но и повышает антиоксидантную направленность напитков [89; 90; 274], придает им лечебные свойства [179], а также повышает их биологическую стойкость за счет того, что используемые в производстве кваса экстракты, приготовленные на основе функционального сырья (например, шалфея, чабреца, душицы, ромашки и др.), обладающего антиоксидантными и антимикробными свойствами [274].

Кроме этого, достаточно популярным становится замена традиционного для кваса зернового сырья на другое зерновое, ранее не используемое в данной технологии, что также имеет положительные результаты применения, например, в случае использования в производстве кваса пшеничного солода [6; 7; 5; 10]. Извест-

ны случаи технологии кваса вообще без зерновой основы, в том числе исключительно на меде [15].

Такая заинтересованность и ученых, и производителей пивобезалкогольной отрасли в производстве кваса и улучшении его потребительских свойств обуславливает необходимость сохранения устойчивых позиций данного безалкогольного напитка на продовольственном рынке России. Квас на сегодняшний день выступает продуктом здорового питания, востребованным категориями населения, ассоциирующими свой образ жизни со здоровым.

В сегодняшних условиях у отечественных производителей имеются хорошие возможности максимально обеспечить потребительский рынок своей продукцией. При этом, на наш взгляд, возможно не только замещать импортную продукцию аналогичными товарами российского производства, что сейчас пытаются сделать отдельные производители на примере создания напитков – аналогов брендов Соса Cola и Pepsi Cola, но и прежде всего поддерживать и развивать технологии национальных напитков. Необходимо масштабировать отечественные сырьевые базы не только для наращивания объемов производства сельскохозяйственной продукции, но и для расширения ассортимента сырья.

Перспективным в производстве напитков становится использование нетрадиционного сырья, в частности зернового, бобового, ранее не применяемого плодового, овощного и лекарственного. Это позволит создавать напитки с новой палитрой вкусовых и функциональных характеристик.

Особую нишу в нынешних условиях могут занять новые безалкогольные напитки, альтернативные квасу, – ферментированные зерновые напитки. Расширение линии данной продовольственной группы за счет насыщения рынка продукцией с улучшенными свойствами позволит, во-первых, удовлетворить потребителей, целенаправленно приобретающих продукты здорового питания, а во-вторых, поддержать отечественных производителей пищевой и перерабатывающей промышленности.

Кроме этого, необходимо пересмотреть действующие технические и нормативные документы в области безалкогольных напитков в целом и кваса в частности. Возможно, появление в скором времени самостоятельного технического ре-

гламента на безалкогольные напитки, как это произошло недавно с группой алкогольной продукции, расширит и упорядочит существующие сегодня стандартные классификации (ГОСТ, ОКПД 2, ТН ВЭД), предусмотрит более четкие требования к качеству и безопасности напитков. Это позволит производителям в большей степени понимать и выполнять требования со стороны технического регулирования, правильно маркировать продукцию, не опасаясь ввести в заблуждение потребителя, что в итоге приведет к выполнению стратегических целей и задач в области обеспечения продовольственной безопасности страны.

1.2 Характеристика сырья, возможного к применению в производстве ферментированных напитков

В производстве безалкогольных напитков брожения используется различное растительное сырье в натуральном (зерновом или соложенном) виде или в виде полуфабрикатов на его основе, а также сахаросодержащие материалы (сахар, мед, патока и др.). Классификация сырья представлена на рисунке 3.

Условно все сырье можно разделить на три группы: 1) зерновое сырье; 2) сахар и сахаросодержащее сырье; 3) незерновое растительное сырье.

Зерновое сырье в технологии напитков брожения типа кваса является основным, остальные виды сырья используются с разной целью. Сахар в классической технологии квасоварения используется дважды: при приготовлении квасного сусла, а затем при купажировании кваса после брожения. Сахаросодержащие материалы (патоки и сиропы) приобрели в свое время популярность ввиду их меньшей стоимости в сравнении с сахаром и зерновым сырьем, что позволяет снизить себестоимость готового продукта. Остальное растительное сырье применяется с целью придания квасу оригинальных вкусовых характеристик и повышения его пищевой ценности, придания полифункциональности.

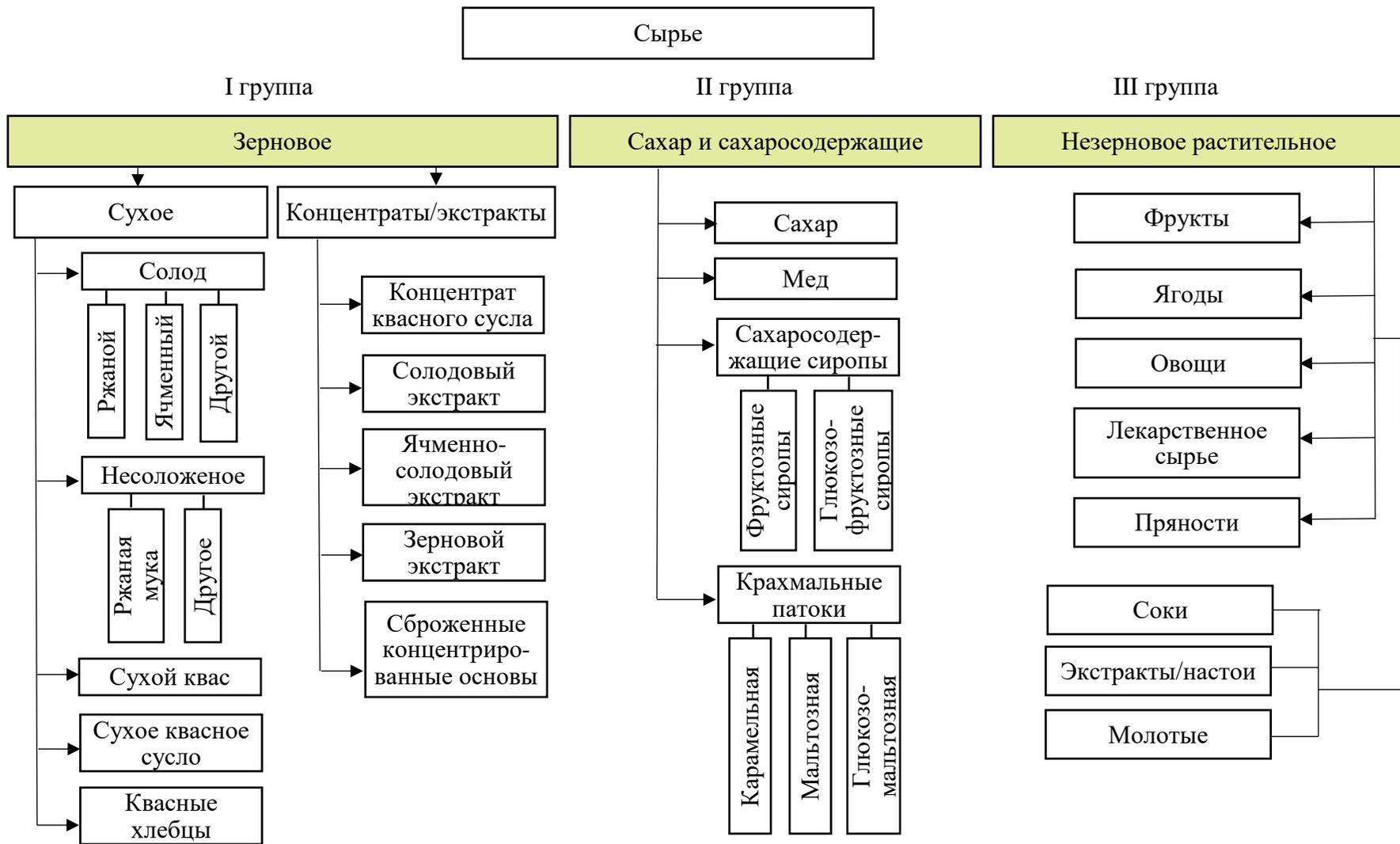


Рисунок 3 – Классификация сырья, используемого в производстве напитков брожения (типа кваса)

В качестве зернового сырья используется соложеное и несоложеное зерно, а также полуфабрикаты на их основе. По классической технологии в производстве кваса обязательны к применению ржаной солод (ферментированный и неферментированный), ячменный солод, ржаная мука [259; 157; 216; 239]. Кроме этого, нередко при производстве кваса (солодовых напитков за рубежом) добавляют пшеничный солод [6; 7; 5; 10; 112; 367], гречишное и кукурузное сырье [127; 128; 130; 132; 252; 319], другие зерновые и бобовые культуры [112; 161; 221; 356; 364; 367].

С целью упрощения технологии, сокращения продолжительности производства, повышения эффективности отдельных стадий используют зерновые/соложенные полуфабрикаты: концентрат квасного сусла, солодовый, ячменно-солодовый и зерновой экстракты, сухой квас, сухое квасное сусло, сухие хлебцы, а также пивное сусло. При этом внесение полисолодовых экстрактов, в том числе порошкообразных, позволяет повысить пищевую и биологическую ценность напитков, если в их рецептуре использованы нетрадиционные соложенные материалы с высоким содержанием функциональных соединений [103; 108; 132; 195].

Применяя в технологии кваса пивное сусло для частичной замены концентрата квасного сусла, можно добиться одновременно нескольких положительных результатов: ускорения стадий брожения и фильтрации кваса, улучшения микробиологических показателей дрожжей, повышения биологической ценности напитков за счет присутствия в пивном сусле большего количества аминокислот и обеспечения стабильного качества выпускаемой продукции. Данный способ оптимизации производства кваса особенно актуален для пивобезалкогольных предприятий малой мощности [30].

Производство самих полуфабрикатов тоже постоянно совершенствуется: в частности, оптимизируется рецептурный состав, что особенно актуально для концентратов, за счет использования разных солодов [304], а также вносятся плодово-ягодные составляющие [217]. Встречаются случаи замены сахарного сиропа перед брожением фруктозно-глюкозным, что, в свою очередь, интенсифицирует процесс ферментации сусла, увеличивает функциональность напитка.

Производство кваса на основе сухих полуфабрикатов упрощает не только производство, но и хранение сырья, что позволяет сохранить качество готового продукта [191].

Из сухих и концентрированных основ квасное сусло готовят разбавлением до требуемого содержания экстракта, которое затем отправляют на следующую стадию брожения.

Наиболее популярным полуфабрикатом является концентрат квасного сусла, преимущество которого заключается в удобстве транспортирования и продолжительном хранении на предприятии, приготовлении квасного сусла без его фильтрования, что необходимо при приготовлении сусла на основе сухих полуфабрикатов, а также получении готовой продукции с высокими органолептическими характеристиками. Солодовые и зерновые экстракты используются частично, например, в качестве небольшой замены концентрата квасного сусла. Это позволяет снизить расход более дорогого основного сырья, а в некоторых случаях интенсифицировать последующий процесс брожения. Однако замена значительной части концентрата квасного сусла экстрактами может привести к ухудшению органолептических показателей кваса.

Сахаросодержащие материалы, такие как мед, сиропы и патоки, применяются с разной целью [15; 259; 155; 294]; реже применяются сахарозаменители [98]. Мед ввиду его высокой функциональности используют с целью передачи этих же свойств готовому квасу. Однако излишнее содержание меда в квасном сусле может привести к проблемам при брожении ввиду нехватки азотистого питания, отсутствующего в меде. Сиропы и патоки чаще используют для замены дорогостоящего сахара. При их выборе необходимо учитывать особенности протекания следующего за приготовлением квасного сусла этапа производства кваса. В свое время популярными были три вида патоки: карамельная, мальтозная, глюкозо-мальтозная. Патоки, содержащие в своем составе мальтозу, целесообразнее использовать в том случае, если сусло планируется сбраживать пивными дрожжами, что распространено при производстве кваса на пивоваренных предприятиях; сиропы в большей степени подходят для использования в приготовлении сус-

ла, в последующем сбраживаемого хлебопекарными дрожжами. Однако независимо от вида используемого сахаросодержащего материала, не следует заменять им сахар более чем на 50 %. В противном случае можно ухудшить органолептический профиль традиционного напитка.

К растительному незерновому сырью, привлекаемому в технологии кваса, можно отнести фрукты, ягоды, овощи, лекарственные растения, пряности, которые используются в виде соков, в том числе концентрированных, настоев, экстрактов, сиропов, или в молотом виде [102; 119; 133; 134; 158; 174; 181; 185; 197; 234]. При этом к применению допускаются семена, плоды, листья, корни и другие части, имеющие функциональные признаки, способные переходить в готовую продукцию. Примеры применения некоторых нетрадиционных незерновых растительных основ рассмотрены ранее.

1.3 Характеристика зернового и бобового сырья, используемого в технологии ферментированных зерновых напитков

В производстве напитков бродильной отрасли существуют виды сырья, которые используются на постоянной основе, – их принято называть традиционным зерновым сырьем. Наряду с ними в технологии применяются в более или менее ограниченном виде и другие злаковые, зернобобовые и бобовые культуры – так называемое нетрадиционное сырье. Основная цель его применения – снижение себестоимости готовой продукции за счет использования более дешевого сырья. Однако некоторые виды нетрадиционных культур имеют уникальный химический состав, в связи с чем их использование в технологии напитков сможет повысить его пищевую и (или) биологическую ценность, вследствие чего следует рассмотреть возможность применения таких культур в технологии напитков брожения.

Основными видами сырья, предполагаемого к использованию в производстве ферментированных зерновых напитков в рамках диссертационного исследо-

вания, являлись: традиционные – ячмень и рожь; нетрадиционные – пшеница, овес и соя. Ниже рассмотрен химический состав названных культур, дана их сравнительная характеристика, оценены перспективы и обоснована целесообразность применения в технологии ферментированных зерновых напитков нетрадиционного злакового и бобового сырья.

Зерновое сырье – ячмень, пшеница, рожь, овес. Все перечисленные зерновые культуры имеют схожее строение и качественный химический состав, при этом различаются количественным содержанием макро- и микронутриентов, которые играют свою определенную роль либо с технологической точки зрения, либо с функциональной. К макросоединениям, присутствующим в зерновом сырье, относятся крахмал, некрахмальные полисахариды и азотистые вещества различной молекулярной массы, жир и жироподобные соединения, простые углеводы.

Наибольшую долю (для традиционных злаковых – от 55 % до 65 % [137; 257]) из всех присутствующих в зерновом сырье соединений занимает крахмал, находящийся в центральной части зерна – эндосперме. С технологической точки зрения это основной элемент сырья, отвечающий за процесс брожения напитков, обеспечивающий образование этилового спирта и других продуктов брожения, от содержания которого зависят технологический процесс и качественные показатели ферментированных напитков. Из названных выше зерновых культур в среднем больше крахмала содержится в пшенице и ржи, далее в ячмене, в меньшем количестве крахмал присутствует в овсе.

Азотистые соединения зернового сырья, находящиеся преимущественно в алейроновом слое, зародыше и щитке, представлены белковым и небелковым азотом, общее количество которых варьируется от 9 % до 20 % (для ячменя, пшеницы и ржи), в некоторых случаях в зависимости от сорта, размера зерен, почвенно-климатических факторов содержание белка в пшенице может превышать средние значения и достигать до 25,8 % [137]. Больше всего азотистых веществ из злаковых культур содержится в овсе [137; 257], в связи с чем его можно рассматривать как функциональное сырье в технологии ферментированных зерновых напитков, использование которого позволяет повысить их биологическую ценность.

Белковый азот зернового сырья, представленный в том числе простыми белками, включает водорастворимые, спирторастворимые белки, а также белки, растворимые в солях и щелочах. При этом в зависимости от вида зерна их процентное соотношение различается.

Простые белки ячменя представлены в следующем соотношении от общего содержания белка, %: альбумины – 2,8; глобулины – 18,1; проламины (для ячменя это белок гордеин) – 37,2; глютелины – 41,9. Опасными с точки зрения нестабильности коллоидной системы напитков брожения являются отдельные фракции белков: одна глобулиновая фракция – β -глобулин и две проламиновые фракции – σ - и ϵ -проламин. Глютелин, как правило, не вызывает тревогу, поскольку практически полностью переходит в дробину. Сложные белки в основном представлены нуклеопротеидами, составным небелковым компонентом которых являются нуклеиновые кислоты.

Важнейшими белками пшеницы являются проламин, представленный глиадином, и глютелин, представителем которого в данном зерне является глютеин. Суммарное содержание этих белков составляет около 70–74 %. Глиадин и глютеин в сочетании образуют клейковину – так называемый тревожный белок злаковых, поскольку продукты питания на основе зерна, богатого клейковиной, противопоказаны группе потребителей с аутоиммунными заболеваниями. Содержание альбуминов и глобулинов в среднем составляет 21 % и 5,5 % соответственно [137].

Белковые фракции ржи представлены практически в равных долях: на альбумины и глиадины приходится практически по 25 %, на глобулины и глютелины – 19 % и 16,5 % соответственно. Однако встречаются сорта с бóльшим содержанием глиадинов – до 47,8 %, глобулинов – до 29,3 % и альбуминов – до 39 %.

Основной белковой фракцией зернового овса выступают проламины (до 55 %), представителями которых в овсе являются авенины (α - и β -авенины), в небольших долях (до 14 %) присутствуют альбумины и глютелины, до 20 % приходится на глобулины.

Что касается небелкового азота, то в первую очередь в зерновом сырье интерес представляет аминокислотная фракция. Аминокислоты, особенно незаме-

нимые, переходящие из сырья в напитки, способствуют повышению биологической ценности напитков и в то же время технологически обеспечивают процесс ферментации зернового сула, являясь источником азотистого питания для сбраживающих микроорганизмов – дрожжей.

В состав аминокислотной фракции азотистых веществ ячменя входят все аминокислоты, в отдельных фракциях белка наблюдается преобладание определенных аминокислот. Так, альбуминовая и глобулиновая фракции содержат в большей степени аспарагиновую и глутаминовую кислоты, проламиновая и глютелиновая – глутаминовую кислоту и пролин. Аминокислоты в белках пшеницы распределены следующим образом: глиадин в большей степени представлен глутаминовой кислотой и пролином; глютеин, наоборот, обеднен этими аминокислотными фракциями, преимущественно содержит серин, треонин, глицин и триптофан; в состав альбуминов и глобулинов входят аргинин, цистин, метионин, валин; в сравнении с другими злаковыми культурами в очень небольшом количестве содержится дефицитная аминокислота лизин и другие аминокислоты.

Качественный состав аминокислотной фракции выгодно отличает рожь от пшеницы и ячменя, что подтверждается присутствием в больших количествах таких незаменимых аминокислот, как дефицитный лизин, треонин, фенилаланин. Расположение аминокислотных фракций по отдельным частям зерна неравнозначно, в большей степени с точки зрения биологической ценности интерес представляют белки алейронового слоя и зародыша.

Что касается содержания аминокислот в овсе, то следует отметить присутствие всех заменимых и более важных незаменимых аминокислот в данном зерне в достаточно большом количестве по сравнению с остальными злаковыми культурами [12; 147; 170; 257].

Среди некрахмальных углеводов, присутствующих в рассматриваемых зерновых культурах, можно выделить целлюлозу, гемицеллюлозу, гумми-вещества, находящиеся преимущественно в оболочках зерна, – их содержание в среднем составляет 9,5–20,7 %, при этом в большем количестве данные углеводные соединения присутствуют в пленчатых культурах, особенно в овсе [257]. Во ржи в допол-

нение к перечисленному встречаются слизи (до 7,4 %) – нежелательные соединения, повышающие вязкость растворов, а в производстве напитков брожения – зернового суслу, что будет усложнять процесс его приготовления, в связи с чем несоложеную рожь если и используют в производстве, то в ограниченных количествах. В овсе в большом количестве (от 11 % до 14 %) содержатся пентозаны, а также β -глюкан, количество которого может достигать до 3,4 %, усложняющие процесс приготовления зернового суслу, повышая его вязкость и мутность; особенно опасно с технологической точки зрения высокое содержание β -глюкана [147].

Кроме того, в зерновом сырье в больших или меньших количествах встречаются полифенольные вещества, пектиновые соединения и растворимые моно-, ди- и трисахариды. К последним относятся сахароза, глюкоза, фруктоза, ксилоза, галактоза, мальтоза, арабиноза, рафиноза, сорбит и маннит, которые используются при проращивании зерна в качестве питательных веществ. Полифенольные вещества, встречаются в алейроновом слое и мякинной оболочке, оказывают влияние на пенообразование, цвет, вкус и стойкость напитков брожения, связываясь с высокомолекулярными белками. Растворимые низкомолекулярные полифенольные соединения не ухудшают качество напитков [138; 147]. Ячмень среди всех злаковых культур отличается присутствием в нем антоцианогенов; овес в сравнении с остальными злаковыми отличается присутствием таких фенольных соединений, как фенолкарбоновые кислоты, флавоноиды, аминифенолы, флавонолы, флавононы и др. [137; 147].

Жиры и жироподобные вещества зерна представлены глицеридами, липидами и свободными жирными кислотами. Последние, с одной стороны, играют положительную роль, поскольку необходимы дрожжам при брожении, особенно в начальный период, а с другой стороны, являются нежелательными ввиду того, что ненасыщенные жирные кислоты снижают пенообразование и ухудшают органолептические характеристики напитка. В среднем содержание жира в злаковых, за исключением овса, составляет 1,9–2,5 %. В овсе его количество в среднем в 2–3 раза выше и в отдельных сортах может достигать 11,6 % [257], в том числе свободных жиров в пленчатых сортах овса – до 6,2 %, в голозерных – до

9 %. Кроме этого, в состав липидной фракции овса входят насыщенные жирные кислоты (миристиновая, пальмитиновая, стеариновая) и ненасыщенные (олеиновая, линоленовая и линолевая) [147; 257].

Из ферментов в ячмене следует выделить присутствие β -амилазы, эндо- и экзопептидаз, липазы, в небольшом количестве сахаразы, некоторых ферментов, гидролизующих некрахмальные полисахариды. В пшенице присутствуют в неактивном состоянии β -амилаза, протеазы и некоторые другие [138; 146; 170].

Кроме этого, в злаковых культурах присутствуют в достаточном количестве различные витамины и минеральные вещества [147; 257].

Отметим, что ячмень, пшеница и рожь являются основным сырьем в производстве напитков брожения (каждая культура классически в той или иной технологии) и используются преимущественно в соложенном виде, поскольку процесс солодоращения стимулирует химические и биохимические превращения, приводящие к изменению химического состава нативного зерна. В первую очередь образуются новые и активизируются имеющиеся в зерне ферменты, а в результате биохимических процессов, в частности протеолиза, образуются аминокислоты, переходящие в последующем в напиток.

В нашей стране овес в первую очередь используется как кормовая культура, но в последнее время его привлечение в пищевые технологии становится все более популярным не только благодаря богатому азотистому составу овса, но и ввиду присущих ему антиаллергенных свойств. Качественный углеводный состав, в том числе фракционные части крахмала, делает овес популярным зерновым сырьем в производстве пищевых продуктов, в том числе напитков [12; 145; 150; 161; 229; 235; 249; 258; 299; 303; 305; 307; 310; 311; 392].

В настоящее время в технологии пивоварения овес применяют в качестве несоложенного сырья, заменяя им ячмень с долей внесения до 10 % от массы всех зернопродуктов. При этом используют голозерные культуры овса. Применение несоложенного овсяного зерна взамен несоложенного ячменя дает лучшие технологические результаты: облегчается процесс затирания зернопродуктов, поскольку даже в нативном виде в овсе присутствует α -амилаза; ускоряется фильтрация за-

тора за счет более высокого содержания оболочек в овсе; повышается уровень аминного азота в сусле, что в дальнейшем стимулирует процесс брожения. Однако внесение овса ограничивается небольшим количеством; возможно, соложение данной культуры позволит быть использовать овес в бóльших количествах.

Бобовое сырье – соя. Соя относится к бобовым культурам, вследствие чего хотя и имеет общие со злаковыми культурами составные части, но кардинальным образом отличается и по строению, и по качественному составу макро- и микро-нутриентов. Соя является ценнейшей растительной культурой, источник жира и белка. Соевый белок – самый популярный источник растительного белка, используемый в производстве различных продуктов питания и напитков как в виде нативного сырья специальной обработки или переработки [23; 161; 204; 223] или в виде в виде полуфабрикатов [24; 209; 255; 276], а также готовых консервированных продуктов типа супов [194], жаркого [192], паштетов [193], салатов [201; 200; 202; 205]. При этом неоднократно подтверждена функциональность данного сырья, переходящая в последующем в продукты и напитки. Так, использование соевого сырья позволяет повысить биологическую ценность продуктов и напитков [24; 207; 255; 266; 367], пищевую ценность [82; 266; 271; 276]. Рядом ученых доказана функциональность продуктов на основе сои, улучшающая работу отдельных органов человека [332; 350; 364; 371].

Углеводный состав сои (максимальное количество фракции составляет 35 %) представлен крахмалом, декстринами, гемицеллюлозой, пентозанами, простыми сахарами и пектиновыми веществами. Содержание крахмала в сое является минимальным среди бобовых культур и не превышает 9 %. На долю пентозанов отводится чуть более 5 %, клетчатки – до 7 %, количество простых сахаров достигает максимум 12 %.

Наибольший интерес с точки зрения биологической ценности данной бобовой культуры представляют белки и аминокислоты. Содержание белка сильно зависит не только от сорта и других известных факторов, но и от размера зерна и степени зрелости семян. Наибольший удельный вес занимает глобулиновая белковая фракция (около 80 %), представителем которой является глицинин, остав-

шуюся долю делят альбумины и глобулины (первых, как правило, чуть больше), проламиновая белковая фракция в сое отсутствует. Из них выделять наиболее полноценную фракцию по аминокислотному составу нет необходимости, каждая фракция белка сои содержит все незаменимые аминокислоты.

Содержание жира в соевой культуре достигает 21 %, он представлен в большом количестве триглицеридами, ненасыщенными и насыщенными жирными кислотами с явным преобладанием первых (85 % к 15 %). При этом качественный состав жировой фракции сои, как и в случае с белковой фракцией, зависит от степени зрелости бобовой культуры.

Как и все растительное сырье, соя отличается определенным составом минеральных веществ и витаминов.

Особое внимание при рассмотрении химического состава сои следует уделить содержанию в ней антипитательных веществ – ингибиторов протеолитических ферментов. Среди всех растительных объектов соя по их наличию является явным лидером. Именно у сои выделено два ингибитора трипсина – фермента протеолитического действия, синтезируемого поджелудочной железой организма человека или животного, связывающего цистин и метионин. По этой причине сою нельзя использовать в производстве продуктов питания без предварительной обработки, способствующей разрушению антипитательных веществ [140; 161; 263; 257; 262; 265].

Возможностей использования сои в пищевых технологиях становится все больше, в связи с этим перспективным направлением пищевой индустрии можно считать применение сои в производстве ферментированных зерновых напитков. В настоящее время соевая культура является популярным сырьем в производстве продуктов питания, изготовленных на основе растительного сырья, таких как соевый творог – тофу [212; 215; 218], окара [189; 225], соевое молоко [219; 225; 196], соевый соус [211; 213; 214], соевый майонез [187], сухой соевый концентрат [203] и другие продукты. Кроме этого, соя как самостоятельное сырье или в качестве тофу используется в приготовлении различных сладких и десертных блюд, в технологии первых и вторых блюд (в данном случае с предварительной обработкой

культуры – обработка паром, жарка, запекание), в производстве закусочных консервов и других продуктах питания.

Однако специфический химический состав сои, обусловленный высоким содержанием белка (не всегда водорастворимого, а если и водорастворимого, то в последующем негативно сказывающегося на коллоидной стойкости напитка) и антипитательных веществ, требует корректировки: в первом случае – гидролиза белка до растворимых аминокислот, во втором – снижения концентрации опасных соединений. Оптимальным способом предварительной обработки сои в данном случае, позволяющим одновременно решить обе задачи, можно считать солодоращение.

В таблице 1 приведен средний химический состав ячменя, пшеницы, ржи, овса и сои, в таблице 2 – их аминокислотный состав.

Таблица 1 – Химический состав зернового и бобового сырья

Наименование нутриента	Содержание нутриента в сырье				
	Ячмень	Пшеница	Рожь	Овес	Соя
Массовая доля, %					
Влага	14,0	14,0	14,0	13,5	12,0
Крахмал	57,5	54,5	54,0	36,5	3,5
Белок	10,5	13,0	9,9	10,0	34,9
Жир	2,3	2,5	2,2	6,2	17,3
Целлюлоза	4,5	2,3	2,6	10,7	4,3
Гемицеллюлоза, гумми-вещества	6,7	8,3	6,9	10,0	6,3
Моно- и дисахариды	2,1	0,8	1,5	1,1	5,7
Содержание витаминов, мг/100 г					
Холин	110,00	94,00	–	110,00	270,00
Фолацин	40,00	46,00	55,00	27,00	200,00
Токоферол	2,70	6,50	5,34	2,80	17,30
Ниацин	4,48	4,94	1,30	1,50	2,20
Пантотеновая кислота	0,70	1,20	1,00	1,00	1,75
Тиамин	0,33	0,37	0,44	0,48	0,94
Пиридоксин	0,47	0,60	0,41	0,26	0,85
Рибофлавин	0,13	0,10	0,20	0,12	0,22
α-каротин	Следы	0,015	0,018	0,02	0,07
Биотин, мкг	11,00	11,60	6,00	15,0	60,00

Продолжение таблицы 1

Наименование нутриента	Содержание нутриента в сырье				
	Ячмень	Пшеница	Рожь	Овес	Соя
Содержание минеральных веществ, мг/100 г					
Калий	453	325	424	421	1607
Фосфор	353	368	366	361	603
Кальций	93	62	59	117	348
Сера	88	100	85	96	244
Магний	150	114	120	135	226
Кремний	600	48	85	1000	177
Хлор	125	30	46	119	64
Натрий	32	8	4	37	6
Железо, мкг	7 400	5 260	5 380	5 530	15 000
Марганец, мкг	1 480	3 700	2 770	5 250	2 800
Цинк, мкг	2 710	2 810	2 040	3 610	2 010
Бор, мкг	290	–	310	274	750
Алюминий, мкг	520	1 570	1 670	1 970	700
Медь, мкг	470	530	460	600	500
Никель, мкг	26,1	21,6	30,3	80,3	304,0
Фтор, мкг	106	80	67	117	120
Молибден, мкг	13,8	42,0	18,0	39,0	99,0
Йод, мкг	8,9	11,0	9,3	7,5	8,2

Таблица 2 – Аминокислотный состав зернового и бобового сырья

Аминокислота	Содержание в сырье, мг/100 г белка				
	Ячмень	Пшеница	Рожь	Овес	Соя
Незаменимые аминокислоты					
Валин	534	580	457	606	2 090
Лизин	370	340	370	384	2 090
Изолейцин	385	520	360	414	1 810
Лейцин	739	970	620	722	2 670
Метионин	180	180	150	156	520
Треонин	350	370	300	332	1 390
Триптофан	120	140	130	152	450
Фенилаланин	555	620	450	562	1 610

Продолжение таблицы 2

Аминокислота	Содержание в сырье, мг/100 г белка				
	Ячмень	Пшеница	Рожь	Овес	Соя
Заменимые аминокислоты					
Аланин	427	–	459	517	1 470
Аргинин	471	630	520	646	2 340
Аспарагиновая кислота	586	680	670	804	3 820
Гистидин	220	280	200	231	980
Глицин	410	500	430	402	1 420
Глутаминовая кислота	2 597	3 680	2 606	1 738	6 050
Пролин	1 180	1 190	910	488	1 860
Серин	430	600	420	520	2 070
Тирозин	360	420	280	356	1 060
Цистин	215	190	242	260	550

Из таблиц видно, что использование в технологии только традиционного сырья не позволит получить ферментированные зерновые напитки с высокой пищевой и биологической ценностью, поэтому наряду с традиционным сырьем, без которого невозможно получение ферментированных напитков, необходимо привлекать другие функциональные виды зернового и бобового сырья.

1.4 Солодоращение как один из способов биотрансформации сырьевого элемента, используемого в производстве ферментированных зерновых напитков. Анализ факторов, стимулирующих солодоращение

Первостепенная цель солодоращения, в том числе в классическом варианте, – изменение химического состава зерна, образование ферментов, отсутствующих в его нативном виде, усиление их активности, а также образование продуктов частичного гидролиза высокомолекулярных соединений с тем, чтобы зерновое сырье легче подвергалось мацерации в процессе приготовления зернового/соло-

дового сула [138; 170]. При этом если исходное зерновое сырье имеет соответствующие нормам качественные и технологические показатели, то традиционный технологический механизм производства солода позволит получить солодовенный продукт с требуемыми технологическими показателями. Если же зерно по отдельным качественным характеристикам не соответствует требуемым нормам или в конечном солоде необходимо накопить определенный химический состав с обоснованно установленными требованиями, необходимо оптимизировать отдельные технологические этапы, акцентировать внимание на параметрах процессов, модернизировать подход к ведению солодоращения.

Существующие в настоящее время технологии совершенствования солодоращения ориентированы на получение следующих результатов [138; 170]:

- увеличение ферментативной активности зерна;
- ускорение физиологических изменений;
- увеличение способности прорастания;
- подавление развития посторонней микрофлоры;
- ингибирование дыхательной системы;
- обоснованное глубокое растворение зерна;
- увеличение экстрактивности солода;
- сокращение продолжительности замачивания и проращивания;
- в целом улучшение качества солода.

К факторам, формирующим качество и безопасность солода, относятся:

1) химический состав зернового сырья, зависящий от вида зерна и его сортовых особенностей, имеющих практически постоянные характеристики, а также периодических факторов, связанных с условиями выращивания зерна, климатическими особенностями, вносящими в разные периоды сбора урожая корректировки по составу в одну и другую сторону по отдельным соединениям;

2) механизм солодоращения – комплексный подход к процессам производства солода, интегрирующий взаимосвязанное регулирование параметров отдельных технологических стадий и подбор оборудования, зависящий от особенностей сырья и целевой установки по готовому солодовенному продукту;

3) стимулирование процесса солодоращения путем дополнительного использования активаторов, стимуляторов химической и биохимической природы, мероприятий физической направленности.

Факторы, влияющие на получение солода с требуемыми характеристиками в процессе солодоращения, обобщены на рисунке 4.

Первый формирующий фактор. Как отмечалось, зерновое сырье по постоянству его использования в разработанных десятилетиями технологий, по массовости применения в пивобезалкогольной отрасли принято условно разделять на традиционное и нетрадиционное. К традиционному сырью относятся ячмень, пшеница, рожь. При этом ячмень и пшеница после солодоращения используются в производстве различных напитков брожения, рожь – преимущественно в производстве кваса, в редких случаях – в технологии спирта. К нетрадиционному сырью можно отнести все остальные виды злаковых и бобовых культур, которые по ряду причин не применяются в производстве напитков брожения в качестве основного сырья, но в силу каких-либо уникальных свойств используются в качестве альтернативного сырья в небольших долях.

Классическое солодоращение, подразумевающее получение солода с соответствующими нормам показателями качества и безопасности, многолетним опытом адаптированное под традиционное сырье, в случае использования удовлетворительного сырья позволяет получить качественный солод без дополнительных мероприятий по оптимизации отдельных стадий. В случае сырья низкого качества и в отсутствие возможности перехода на другой технологический аппарат чаще всего регулируют только технологические параметры установленного на предприятии оборудования. Поскольку переход на нетрадиционное зерновое сырье затрудняет перестройку механизма солодоращения, производители солода неохотно используют новые виды сырья. Однако даже традиционное сырье не всегда отличается стандартными показателями по одному сорту и региону произрастания. Нередко и климатические факторы негативным образом сказываются на изменении химического состава, который является первостепенным фактором, влияющим на организацию солодоращения [146].

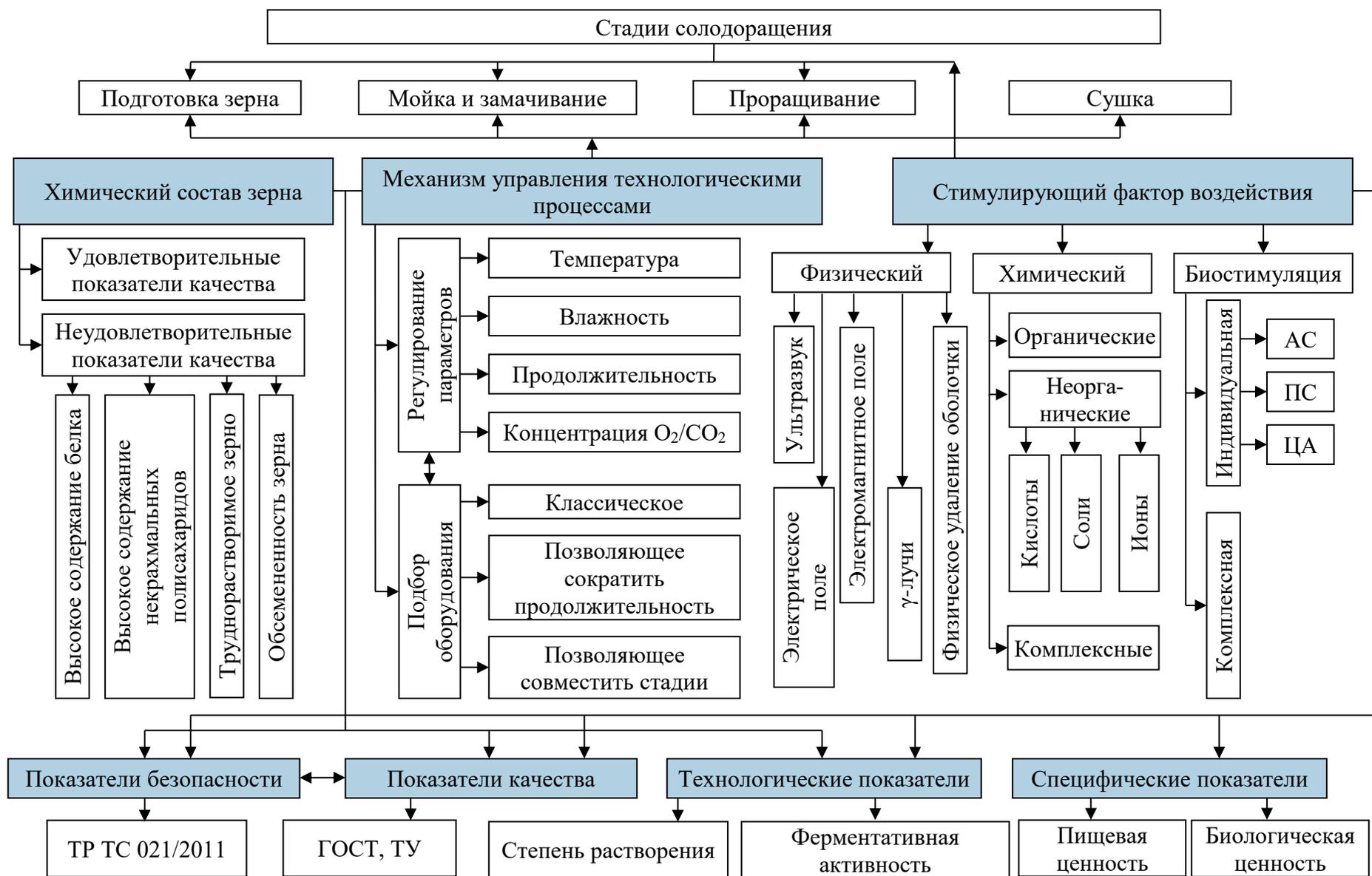


Рисунок 4 – Факторы, формирующие заданные характеристики солода

С точки зрения оптимальных условий процесса солодоращения зерно условно подразделяют на следующие группы:

- с повышенным содержанием крахмальных полисахаридов;
- с повышенным содержанием белка;
- с повышенным содержанием некрахмальных полисахаридов.

Этот фактор напрямую влияет на проведение процесса солодоращения. При производстве солода необходимо максимально сохранить содержание крахмальных соединений с целью повышения экстрактивности готового солода и сохранения вышеназванного соединения, в последующем используемого при приготовлении солодового сула. Проращивание солода с глубоким гидролизом крахмальных соединений приведет к их растворению до моно- и дисахаридов, задействованных в дыхании зерна, и потере сухих веществ готового солода.

Высокое содержание белка в зерне является тревожным фактором, которому в производстве напитков брожения уделяется особое внимание, поскольку избыточное содержание белка в исходном сырье и солоде негативным образом сказывается на коллоидной стойкости напитка. В связи с этим с целью производства солода для дальнейшего использования в бродильных технологиях к сырьевым источникам относятся очень требовательно с точки зрения содержания белка, при пограничных его содержаниях в технологии солода акцентируют внимание на формировании протеолитических ферментов и их активном действии уже на стадии проращивания солода. В производстве кваса, традиционным источником сырья для которого являются ржаные зернопродукты, данный фактор также выступает одним из определяющих, однако следует отметить, что рожь в среднем содержит адекватное количество белка.

В данном случае осторожность в большей степени необходимо проявлять при использовании нетрадиционного сырья. При этом не следует отказываться от альтернативного сырья полностью, однако важно учитывать особенности его химического состава при получении солода, корректировать процесс солодоращения, управляя технологическими параметрами, и в дальнейшем использовать нетрадиционный солод, естественно, не в полном объеме, а в ограниченной доле от

общей массы зернопродуктов, сдерживающей возможный нежелательный эффект коллоидной нестабильности напитка. Это, в свою очередь, следует регулировать уже на стадии приготовления напитка – при получении солодового суслу.

Высокое содержание некрахмальных полисахаридов, опасность и негативное влияние которых обоснованы их нерастворимостью при экстрагировании из зернового сырья в процессе приготовления солодового суслу, необходимо контролировать при допуске исходного зерна к использованию в технологию и корректировать процесс солодоращения в пользу образования (при возможности) повышенного уровня цитолитических ферментов, способных уже на стадии проращивания проводить цитолитическое растворение нежелательных соединений, а в последующем продолжить цитолиз на стадии затирания зернопродуктов. В противном случае это приведет к вязкости солодового суслу, трудностям его фильтрации, ухудшению качественных показателей напитка.

Нетрадиционное сырье используется с целью придания оригинальных органолептических свойств напитку, повышения его пищевой или биологической ценности, экономического эффекта производству. Как правило, нетрадиционное сырье по химическому составу отличается от традиционного содержанием отдельных соединений, выходящим за допустимые с технологической точки зрения границы, что предопределяет индивидуальный подход к солодоращению, применение различных стимулирующих действий с целью корректировки химического состава нетрадиционного солода. В то же время такой химический состав отличается и положительными свойствами, заключающимися в присутствии незаменимых, функциональных веществ, последующий переход которых в напиток повысит его пищевую/биологическую ценность, придаст функциональную направленность. В связи с этим использование нетрадиционного сырья в производстве напитков брожения, в частности ферментированных зерновых напитков, можно считать целесообразным при условии адаптации технологического механизма производства солода к «нестандартности» такого сырья с момента его подготовки к производству до заключительной стадии сушки готового солода [138; 146; 170].

Второй формирующий фактор. Механизм солодоращения представляет собой системный подход к созданию солодовенного продукта на основе взаимосвязанной подборки и расстановки поточного оборудования с установленными технологическими параметрами на отдельных этапах производства солода.

К основным технологическим параметрам в солодоращении относят:

- влажность;
- температуру;
- концентрацию O_2/CO_2 ;
- продолжительность операции.

Мониторинг влажности начинают с входного контроля поступающего на производство зернового сырья. Все протекающие в зерне процессы напрямую зависят от данного показателя. При проведении замачивания технологический этап выстроен таким образом, чтобы зерно за отведенное время набрало необходимый уровень влажности, определяемый типом получаемого солода и зависящий от вида используемого сырья. Только при удовлетворительной влажности в зерне запускаются процессы физиологической и биохимической направленности.

Недостаточная влажность притормозит вышеназванные процессы, приведет к высуханию зерна на следующей стадии, излишняя – нарушит целостность семенной оболочки, позволит солям замочной воды проникнуть внутрь зерна и тем самым погубить зародыш. С влажностью взаимосвязан фактор продолжительности операции – эти параметры позволяют добиться поставленной цели при условии совместной отрегулированности. Такое их взаимодействие прослеживается на всех этапах солодоращения.

Набранную влажность необходимо поддерживать на протяжении всей стадии проращивания и только на стадии сушки снижать, опять же до определенного уровня, необходимого для сохранения готового солода с набранными характеристиками. При этом сушку проводят с постепенным снижением влажности при определенных температурах во избежание образования стекловидного солода – неперспективного к использованию в технологии напитков брожения.

Температура является ключевым фактором на каждом этапе производства солода. Регулируя данный параметр, можно корректировать развитие зерна на

стадии замачивания и проращивания, ускорять их или замедлять в случае использования «проблемного» зерна с тем, чтобы сформировать в нем в конечном итоге требуемые характеристики. При условии оптимальной отрегулированности данный фактор на стадии сушки позволяет сохранить набранный ферментный потенциал солода, продукты распада крахмальных и белковых соединений, образовавшиеся при проращивании, изменить органолептические характеристики солодового продукта, сформировать определенный тип солода. Температурный фактор, как и влажность, также тесно связан с фактором продолжительности. Только при их оптимально подобранных значениях можно получить целевой результат.

Присутствие кислорода является обязательным фактором в производстве солода на стадии замачивания и проращивания зерна, в противном случае в зерне не активизируются физиологические процессы. В случае недостатка кислорода проводят аэрацию, особенно актуальную при замачивании зерна.

При проращивании дополнительное аэрирование не требуется. Для доступа кислорода к нижним слоям проращиваемого зерна проводят периодическое ворошение, причем только в первую половину стадии проращивания. Далее присутствие кислорода становится менее желательным, поскольку протекание физиологических процессов уже не требуется, так как они только способствуют перерасходу экстрактивных веществ зерна, снижая экстрактивность готового солода [138; 146; 170]. Существуют способы проращивания солода, основанные на регулировании и поддержании сначала уровня кислорода, а затем углекислого газа, позволяющие в определенный период практически полностью остановить физиологическое развитие зерна [170].

Что касается технологического оборудования, то его выбор определяется стабильной, бесперебойной организацией производства солода, возможностью регулирования технологических параметров, возможностью гибкого перехода от одного вида сырья к другому, а также получения солода с заданными качественными и технологическими показателями, объемом производства и потенциалом его наращивания, достижением эффективности предприятия.

Существующие классические и современные виды оборудования позволяют добиться одной или нескольких обозначенных выше целей. Однако современные требования к перерабатывающей отрасли, к качеству и безопасности получаемого продукта должны ориентировать производителей на применение в производстве усовершенствованного оборудования, адаптируемого к меняющемуся спросу на солодовенный продукт, и к стратегическим задачам государства. Это позволит максимально отойти от импорта солода и наполнить национальный потребительский рынок востребованной продукцией отечественного производства.

Третий формирующий фактор. Основной целью применения стимулирующих мероприятий в солодоращении является целенаправленное изменение химического состава зерна, в том числе снижение концентрации нежелательных соединений, повышение уровня необходимых веществ, в частности ферментов, отсутствующих в нативном зерне, облегчение переработки зерна в солод, обогащение готового солода незаменимыми и функциональными компонентами, упрощение и ускорение технологических этапов производства солода, экономическая эффективность. В настоящее время условно выделяют три группы методов стимулирования производства солода, принципиальное различие которых заключается в природе воздействующего приема:

- физические, в том числе механическая обработка зерна, воздействие электрического и электромагнитного полей, обработка ультразвуком, γ -лучами;
- химические, в частности неорганической (кислоты, соли, ионы) и органической (кислоты) природы, комплексные соединения;
- биостимулирующие, представляющие собой ферментные препараты индивидуальной или комплексной направленности.

Выбор стимулирующего способа воздействия должен быть обоснован целью производства, возможностями перерабатывающего предприятия, экономической целесообразностью.

Использование физических методов позволяет ускорить физиологические и биохимические процессы в зерне, тем самым способствует сокращению продолжительности солодоращения, в некоторых случаях провоцирует синтез и ак-

тивацию ферментной системы зерна и в целом улучшает качество солода [99; 135; 136; 335; 390]. Данные способы используются, как правило, на стадии подготовки сырья, перед его отправкой на замачивание.

Среди них можно выделить способы, сокращающие продолжительность солодоращения при использовании кавитационного способа проращивания семян ячменя [2] или синхронизации прорастания семян ячменя [99]. С целью повышения экстрактивности солода зерно обрабатывают микроэлектротокком [91] или переменным электрическим полем [227], методом электрофизической стимуляции [228].

Для повышения ферментативной активности некоторые ученые предлагают использовать некогерентный красный свет для обработки ячменя [164; 165], а также синхронизацию прорастания семян [99], проводить обработку ультразвуком. Для снижения обсемененности посторонними микроорганизмами рекомендуется обрабатывать зерно в СВЧ-поле [135; 136] или озоном [335], для подавления нежелательных грибов *Fusarium* предлагаются способы обработки ячменя импульсным электрическим полем [381] или опять же озоном [396].

Кроме обработки ячменя, известны эффективные физические способы воздействия на другие зерновые и бобовые культуры для достижения определенной цели. К примеру, экструзионная обработка ржи позволяет улучшить качество ржаного ферментированного солода [189], воздействие микроволновым излучением на овес способствует улучшению качества овса и увеличению продолжительности хранения муки из него [314]. Кроме обработки злаковых, популярны, в том числе за рубежом, способы обработки бобовых культур. Так, ультразвуковое воздействие на нут, фасоль и сою повышает экстрактивность данного сырья и улучшает свойства присутствующих в нем белков [329], а инфракрасная обработка соевого зерна способствует снижению содержащихся в нем антипитательных веществ, таких как фермент уреазы в активной форме, ингибитор трипсина и липоксигеназы [390].

Возможные способы обработки зерна с ожидаемой эффективностью представлены на рисунке 5.

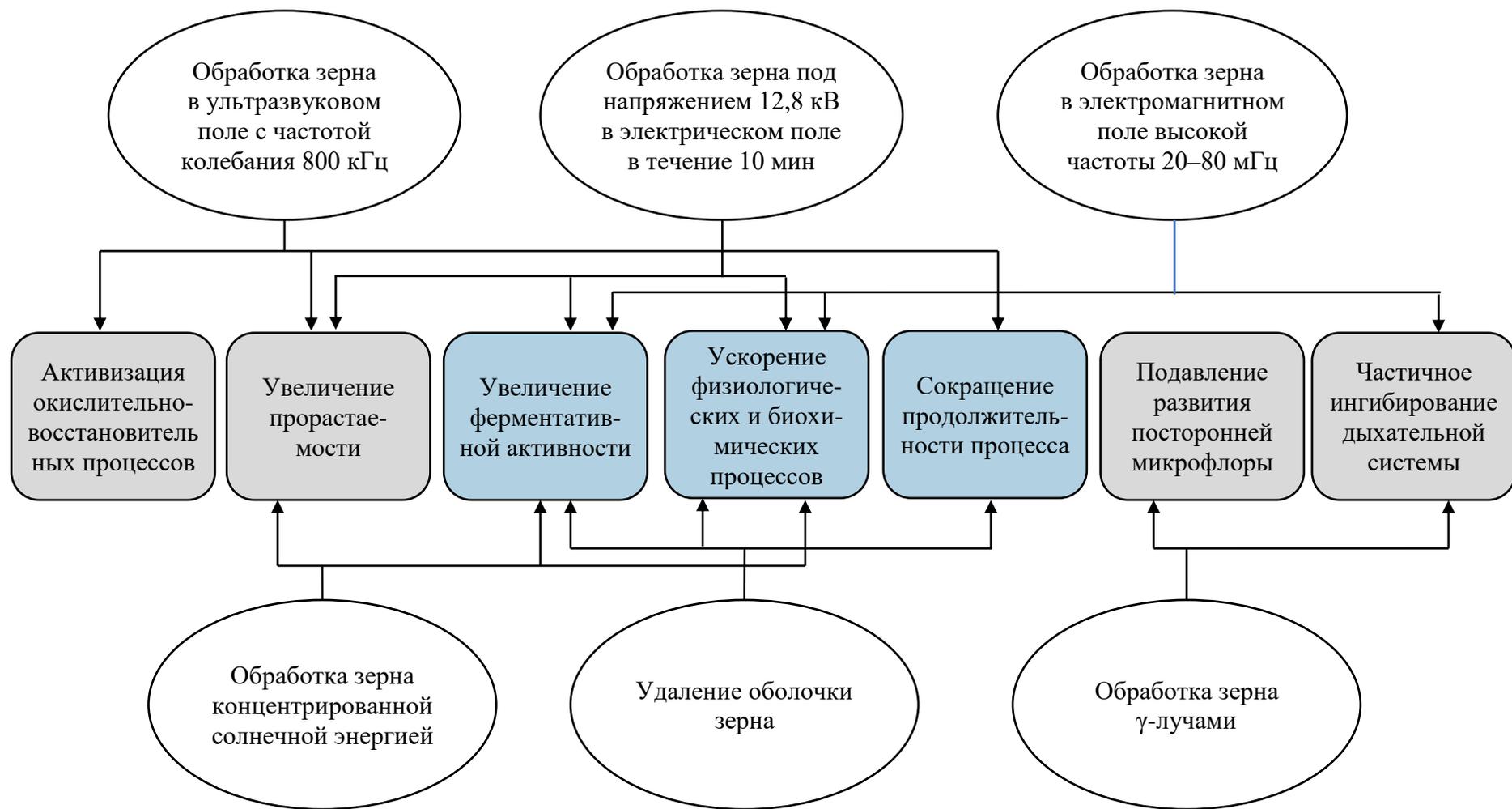


Рисунок 5 – Эффективность физического воздействия на зерно в процессе солодоращения

В отечественной и мировой практике уже несколько лет известны случаи применения физических приемов, в большей степени они апробированы на традиционном зерновом сырье, но ввиду высокой экономической стоимости их внедрения в российской практике они используются достаточно ограниченно. Большой интерес данные способы воздействия представляют для сельскохозяйственного производства, в частности, при обработке семян перед посевом.

Использование электрофизических, электромагнитных, ультразвуковых обработок, а также воздействие на зерно γ -лучами требует введения на предприятии дополнительного оборудования, что является, во-первых, затратным и не всегда реальным с точки зрения дополнительного оснащения производства в условиях имеющихся площадей предприятия для выравнивания в индивидуальных случаях механизма солодоращения и качества выпускаемого солода. Во-вторых, данные приемы подразумевают дополнительные расходы на электрическую энергию, которые не всегда покрываются прибылью от реализации полученного солода даже с высокими показателями качества. И поскольку данные способы используются, как правило, при производстве солода из нестандартного сырья, что носит не постоянный, а редкий характер, то их внедрение на постоянной основе на современных предприятиях по производству солода можно считать нерациональным.

Наиболее перспективными из физической группы методов можно считать механические способы обработки зерна на стадии его подготовки, основанные на частичном удалении оболочки зерна с целью облегчения доступа в него влаги при замачивании. Данный способ легко реализуется на действующих предприятиях, однако необходимо акцентировать внимание на используемом оборудовании при очистке зерна и его дроблении.

Химические способы совершенствования солодоращения являются самой широкой группой по используемым активаторам или стимуляторам различной природы. Кроме этого, они применяются на солодорастильных предприятиях уже не один десяток лет. В отличие от физической группы, данные приемы просты для внедрения в производство и использования как на постоянной основе, так

и в исключительных случаях, требующих дополнительной интенсификации различной направленности.

Химические препараты используют на стадиях мойки, замачивания и проращивания зерна с целью решения определенной задачи оптимизации процесса. На стадии мойки химические препараты чаще всего применяют для снижения обсемененности зерна; при замачивании – для активизации синтеза ферментов и повышения их активности, увеличения способности прорастания, в целом для сокращения продолжительности проращивания, а также в ряде случаев для ингибирования дыхательной системы с целью сохранения экстрактивных веществ солода; при проращивании препараты используют реже, например, для корректировки химического состава зерна, уровня ферментативной активности [159; 160; 222; 226].

Так, обработка ячменя селенитом натрия интенсифицирует гидролитические процессы в зерне при проращивании, одновременно уменьшая при этом количество полисахаридов и увеличивая содержание моновеществ [106; 107]. Щелочное воздействие на ячмень изменяет его химический состав, снижая концентрацию нежелательных соединений, таких как танины, и тем самым способствуя улучшению вкуса будущего напитка [169]. Замачивание сои в гидрокарбонатной магниевонатриево-кальциевой водной среде снижает активность уреазы, повышает биологическую пищевую ценность соевой культуры [190]. Использование бромата калия при проращивании просо позволяет повысить ферментативную активность солода [320]. Кроме того, имеются исследования, подтверждающие рациональность обработки различного зернового и соевого сырья органическими кислотами и комплексным препаратом «Энерген» [111; 113; 114; 115; 117; 152; 153; 156; 163].

Эффективность воздействия некоторыми химическими способами на зерно при солодоращении представлена в таблице 3.

Биохимические методы стимулирования процесса солодоращения преследуют первостепенную цель: повышение уровня ферментативной активности, в некоторых случаях – целенаправленный гидролиз высокомолекулярных соединений, а также сокращение продолжительности процесса проращивания [154; 159; 300; 301; 312; 326; 388].

Таблица 3 – Эффективность химических способов стимулирования зерна на стадиях замачивания и проращивания

Используемый химический препарат	Эффективность воздействия (наиболее значимый эффект)
Гиббереллиновая кислота	– ускорение образования ферментного потенциала зерна; – усиление активности ферментов
Формальдегид; щелочные растворы	– подавление развития нежелательной микрофлоры; – снижение содержания антоцианогенов (для отдельных видов зерна); – повышение коллоидной стойкости напитков
Броматы	– накопление цитолитических ферментов, усиление их активности; – ускорение цитолиза (для отдельных видов зерна)
Перекись водорода	– ускорение цитолиза (для отдельных видов зерна); – снижение содержания антоцианогенов (для отдельных видов зерна)
Уксусная кислота; сульфиты; диаммония фосфат	– ингибирование дыхательной системы – снижение потерь на дыхание и развитие зерна
Хлорид кальция; перманганат калия	– ингибирование дыхательной системы – снижение потерь на дыхание и развитие зерна; – ускорение образования ферментного потенциала зерна
Ионы марганца	– увеличение экстрактивности солода
Органические препараты	– ускорение физиологических процессов; – регулирование pH среды
Витамины	– ингибирование окислительно-восстановительных процессов; – в целом улучшение качества солода

Так, использование ферментного препарата 6ХМГ позволяет интенсифицировать технологический процесс производства овсяного солода и улучшить его качество [3], а в технологии ячменного солода – в дополнение сократить продолжительность производства [77]. Применение ферментного препарата «Бирзим БГ» улучшает качественные показатели овсяного [116] и ржаного солода [154]. Внесение «Коллупулина» на стадии замачивания сои повышает ферментативную активность соевого солода и его биологическую ценность за счет образования при проращивании аминокислот, при этом снижает концентрацию антипитательных веществ [151].

Эффективность биохимического воздействия на зерно при солодоращении представлена на рисунке 6.



Рисунок 6 – Эффективность биохимического воздействия на зерно при солодоращении

При использовании нетрадиционного сырья в производстве солода обойтись классическими приемами солодоращения не представляется возможным. Во-первых, его химический состав не является стандартным, в связи с этим классические подходы не позволят получить нетрадиционный солод с высокими качественными и технологическими характеристиками.

Во-вторых, более значимым является тот факт, что данное сырье отличается повышенным содержанием незаменимых или функциональных веществ, что зачастую обуславливает его применение, а потому реализация технологии солода должна ориентироваться на сохранение в нем значимых веществ в солоде и по возможности на их увеличение, чтобы в дальнейшем они смогли перейти в напиток и повысить его пищевую/биологическую ценность, функциональную значимость. В связи с этим для каждого нетрадиционного нестандартного зерна должен быть проработан свой индивидуальный механизм солодоращения, не исключающий использование стимуляторов и активаторов процессов.

Чаще всего нетрадиционное сырье отличается пониженным содержанием крахмала и, как следствие, повышенным содержанием некрахмальных полисахаридов и (или) белка. В связи с этим процесс солодоращения следует проводить таким образом, чтобы в первую очередь накопить в солоде ферменты цитолитической и протеолитической направленности на уровне, позволяющем в дальнейшем на стадии затираания зернопродуктов в производстве напитков осуществлять

в полной мере гидролитические процессы всех высокомолекулярных соединений. С этой целью рекомендуется использовать в технологии приемы биостимуляции как индивидуальной направленности, так и комплексного воздействия. Кроме препаратов биохимического действия, отдельные химические стимуляторы различной природы также могут способствовать активизации ферментного комплекса нетрадиционного сырья.

Применение химического и биохимического воздействия к нетрадиционному сырью в дополнение, возможно, поспособствует ускорению проведения отдельных стадий – замачивания и проращивания, позволит сократить продолжительность данных этапов и в целом процесса производства солода и получить нетрадиционный солод с заданными характеристиками. Эти приемы не требуют кардинальных внедрений в действующие предприятия по производству солода, менее затратны в сравнении с физическими методами и могут стать реальной уверенной сопровождающей в производстве солода на основе нетрадиционного сырья. Кроме этого, данные приемы можно рекомендовать к применению в производстве солода на основе традиционного сырья с целью усиления активности ферментов зерна, ускорению проведения технологических стадий.

В настоящее время за счет применения способов воздействия на сырье известны случаи повышения ферментативной активности [3; 99; 116; 152; 153; 164; 222; 226; 245; 246; 247; 253; 284; 285; 301; 340; 345; 348; 352], стимулирования более глубокого гидролиза белковых соединений, что повышает число Кольбаха солода и его биологическую ценность [77; 151; 226; 246; 301; 369; 386], увеличения экстрактивности солода, в целом повышения его качества, сокращения продолжительности солодоращения [77; 131; 135; 166; 227; 228; 300; 301; 330; 339; 344; 372]. Для некоторых видов сырья, отличающегося наличием антипитательных веществ, применяются технологические приемы и стимулирующие препараты, снижающие количество нежелательных соединений, в частности, в сое и других растениях (конопле, амаранте) [110; 151; 190; 226; 339; 346; 360; 390].

Кроме этого, важным в технологии солода является контроль и регулирование технологических параметров, что позволяет получить солод с требуемыми ка-

чественными и технологическими характеристиками [131; 244; 245; 246; 247; 248; 253; 285; 288; 313; 346; 348; 352; 353; 359; 365; 368; 378; 395].

В настоящее время отечественными и зарубежными учеными ведутся поиски не только способов совершенствования и интенсификации технологии солода, но и новых видов сырья, перспективного к применению в производстве солода, и получения на его основе в дальнейшем функциональных продуктов питания и напитков – нетрадиционного сырья в солодоращении [114; 115; 159; 313; 349; 393], в частности, использования гречихи [4; 94; 131; 173; 253; 284; 285; 287; 309; 374; 377; 384], овса [3; 94; 116; 287; 312; 344; 359], сои [110; 151; 163; 313], просо [320; 374], киноа [321], сорго [368; 373; 374; 377; 386].

1.5 Анализ технологических факторов, формирующих нутриентный состав ферментированных зерновых напитков

Качественные характеристики напитков брожения формируются на протяжении всех этапов технологической линии их производства. И даже если используемое сырье отличается высокими показателями качества, то сбой технологии, проявляющийся в нарушении технологических режимов, или использование неподходящих сбраживающих микроорганизмов или подходящих, но с ухудшенными технологическими и микробиологическими показателями, нестерильность производства приведут к получению продукции с ухудшенными показателями качества или даже непригодной к употреблению. И наоборот, не совсем стандартное сырье, особенно нетрадиционное зерновое или бобовое, может не повлиять на конечные стандартные характеристики напитков при условии создания для них оптимальных условий на отдельных технологических этапах или даже улучшить качественные показатели напитков.

Основными стадиями производства ферментированных зерновых напитков (типа кваса) является подработка зернового сырья с дроблением, приготовление сусла, сбраживание сусла, осветление и охлаждение напитков, розлив [259; 239]. При этом ключевыми, влияющими на формирование состава напитка, выступают приготовление зернового сусла и его ферментация, а основными технологическими факторами являются технологические режимы и параметры на данных этапах.

1. Приготовление зернового сусла.

Приготовление сусла в классическом варианте включает в себя затирание зернопродуктов и фильтрование заторной массы. Затирание во всех производствах пивобезалкогольной отрасли преследует основную цель – переход в сусло всех растворимых экстрактивных веществ зернового сырья. Целенаправленное регулирование параметрами технологического этапа позволяет не только добиться основной цели, но и скорректировать гидролитические процессы, сформировать требуемый состав солодового сусла, оптимизировать качество и продолжительность последующих за затиранием технологических стадий.

Процесс затирания представляет собой смешивание зернового сырья и воды в определенном гидромодуле и последовательную выдержку заторной массы при заданных температурах целевой направленности. Центральные паузы затирания (52; 63; 72 °С) ориентированы на создание оптимальных температурных условий для проведения гидролитических процессов зернового сырья имеющимся его ферментным потенциалом [259; 239].

В классических технологиях при проведении затирания основное внимание уделяется белковой (52 °С), мальтозной (63 °С) паузам и заключительной паузе осахаривания (72 °С). Акцентированное внимание на данных температурных режимах с выдержкой в традиционных параметрах в течение 30 мин позволяет в случае использования традиционного зернового сырья с удовлетворительными качественными показателями провести амилолитические и протеолитические гидролитические процессы на требуемом уровне с адекватным растворением высокомолекулярных крахмальных и азотистых веществ и образованием низкомолекулярных соединений в необходимом количестве, часть которых используется на

последующей стадии брожения, часть переходит в готовый напиток. Корректируя продолжительность данных пауз и проводя мониторинг качества ведения стадии затираания по перспективным индикаторам процесса мацерации зернового сырья, можно усилить или ослабить образование требуемых соединений в солодовом сусле [160].

Нетрадиционное зерновое сырье, отличающееся химическим составом от стандартного, требует индивидуального подхода к его мацерации на стадии затираания. В одном случае состав обусловлен повышенным содержанием некрахмальных полисахаридов, в другом – повышенным содержанием белка. В связи с этим требуется корректировка продолжительности пауз затираания, в частности, увеличение белковой паузы, введение не всегда применяемой цитолитической паузы (40 °С), а также мониторинг технологических показателей затора, в том числе по показателю аминного азота, демонстрирующему степень гидролитического распада белка. Качественный и количественный состав сусла во многом определяет протекание следующего процесса – сбраживания. Необходимыми для жизнедеятельности дрожжей являются присутствующие в конечном сусле продукты распада крахмала и белка.

Популярным технологическим приемом, интенсифицирующим гидролитические процессы при затираании, является использование ферментных препаратов, особенно в случае применения нетрадиционного сырья, например гречихи [252], или большого количества ржаной муки [259]. Особенно важна индивидуальная технологическая траектория приготовления заторов с добавлением незернового растительного сырья [32]. При использовании в технологии овса известны случаи отклонения от классических параметров по температуре и продолжительности основных пауз затираания, что позволяет увеличить выход экстрактивных веществ, в том числе мальтозы, и снизить содержание белка [150; 229].

При использовании большого количества несоложенного сырья с целью обеспечения максимального выхода экстрактивных веществ учеными Кемеровского государственного университета (Кемеровского технологического университета пищевой промышленности) предложен способ получения пивных основ

(аналогичных квасным) с использованием ячменного солода и ячменя, позволяющий сократить продолжительность стадии приготовления сусла и увеличить содержание сухих веществ более чем на 20 % [241].

2. Ферментация сусла.

Процесс брожения в технологии таких ферментированных напитков является вторым по значимости. В ходе брожения происходит не только образование этилового спирта как основного результата процесса сбраживания в любой технологии напитков брожения, но и образование ряда побочных, вторичных продуктов брожения, формирующих индивидуальные вкусоароматические и функциональные характеристики готового напитка. Определяющими факторами процесса брожения являются [259; 239]:

- сбраживающие микроорганизмы;
- состав сбраживаемой среды (сусла);
- температура брожения;
- норма задачи дрожжей;
- аэрация;
- продолжительность брожения.

В настоящее время существует огромный выбор сбраживающей микрофлоры, различающейся расой, видом, штаммом, бродильной активностью, требованием к питательной среде. В производстве кваса известны случаи применения различных микроорганизмов – молочнокислых бактерий, квасных дрожжей, хлебопекарных и пивных дрожжевых культур [97; 259; 101; 118; 160; 254]. Главными принципами их выбора являются адаптивность к сбраживаемой среде, высокая/средняя бродильная активность и доступность.

Классическим случаем считается проведение процесса брожения квасного сусла комбинированной закваской, в состав которой входят молочнокислые бактерии рас 11 и 13 и квасные дрожжи расы М [259; 239]. Проведение комбинированного спиртового и молочнокислого брожения, провоцирующего синергетический эффект взаимодействия двух культур, изменяет химический состав сусла, обуславливающий новые оригинальные органолептические характеристики

напитка, и повышает его пищевую и биологическую ценность за счет присутствия в готовом квасе витаминов группы В, органических кислот и аминокислот. Однако основным недостатком данного способа является трудоемкость организации дрожжевого отделения на предприятии от начала разведения по отдельности каждой чистой культуры до хранения семенных дрожжей перед использованием в следующих циклах, что и выступает определяющим фактором отказа производителей от использования данной технологии на производствах.

На сегодняшний день отечественными и зарубежными учеными к применению в технологии кваса предлагаются различные виды микроорганизмов. К ферментации суслу, приготовленного с добавлением пшеничного солода, рекомендуются не только хлебопекарные дрожжи и молочнокислые бактерии, но и элевые дрожжи верхового брожения [6]. В производстве ферментированных напитков на основе меда можно, кроме традиционных сбраживаемых микроорганизмов, использовать специальные культуры, выделенные из перги [15; 238]. Предлагаются новые комбинации смешанных заквасок на основе дрожжей, в том числе винных, и молочнокислых бактерий [123; 174], рекомендуемые к производству напитков с добавлением плодово-ягодного сырья. Имеются сведения о том, что использование молочнокислых бактерий позволяет улучшить вкус напитков [259; 356]. Кроме того, проведение брожения определенными микроорганизмами способствует образованию таких вторичных продуктов брожения, как органические кислоты, обуславливающие пищевую ценность напитков [306], а также других побочных продуктов ферментации, отвечающих за органолептические свойства кваса [122].

Поскольку выбор сбраживающих микроорганизмов для бродильных производств сегодня неограничен, каждый штамм и раса отличаются определенными преимуществами (высокой бродильной активностью, способностью к оседанию, условиями хранения и др.), то с этой точки зрения производитель может быть уверенно обеспечен по своему усмотрению сбраживающим сырьем. Однако только одних преимуществ сбраживающей микрофлоры при выборе ее в производство недостаточно, производитель ориентируется не только на технологические характеристики дрожжей, доступность и простоту в разведении, применении и хране-

нии, но и на возможность адаптации выбранной культуры под действующий технологический механизм.

Зачастую по ряду обоснованных причин владелец действующего бродильного предприятия предпочитает использовать имеющуюся в технологии сбраживающей микрокультуру и адаптировать ее под технологию другого напитка брожения. В этом случае решается ряд проблем, таких как внедрение дополнительного оборудования и цеха под его установку для разведения новой культуры, дополнительный инспекционный контроль за санитарным состоянием культуры, отделение разведения и хранения сбраживающих микроорганизмов, снижается риск инфицирования вырабатываемой продукции бродильных производств не предназначенной для нее микрофлорой.

Большинство перспективных пивоваренных предприятий для оптимизации производственного цикла, снижения риска возникновения обсемененности производства в настоящее время переходят или уже перешли на современные расы пивных дрожжей, в том числе сухие, адекватно сбраживающие любое зерновое сушло с оптимальным составом питательной среды и позволяющие добиться технологического и экономического эффекта от их использования [121; 162; 240; 356].

Еще одним важным технологическим параметром стадии ферментации сусла в любой бродильной технологии является температура, влияющая, с одной стороны, на оптимальное протекание процесса брожения сусла, физиологическое развитие сбраживающих микроорганизмов и их жизнедеятельность, а с другой – на формирование качественного и количественного химического состава получаемого напитка, регулирование которой позволяет добиться требуемых характеристик готового напитка. Температура должна подбираться прежде всего под требования микробиоты, чтобы создать для нее оптимальные условия физиологического развития и размножения. При этом температурный интервал не должен допускать снижения активности дрожжей, приводящих к «затуханию» брожения и чрезмерной интенсификации их развития, приводящего к автолизу и ухудшению качественных характеристик напитка [259].

В первую фазу адаптации дрожжевой культуры к условиям сбраживаемой среды особенно важно создать оптимальный уровень температуры. В дальнейшем, при проведении постоянного мониторинга процесса брожения по показателям экстрактивности сусла, общему содержанию дрожжевых клеток и их физиологическому состоянию, выделению углекислого газа возможны корректировки температуры: при слабом брожении – ее повышение, при интенсивном – соответственно снижение. К концу брожения рекомендуется снижать температуру, что способствует оседанию дрожжей более плотным осадком (в случае использования хлопьевидных дрожжей) и частичному осветлению напитка естественным путем.

Технологическим параметром, взаимосвязанным с температурой, является продолжительность стадии, которая напрямую зависит от уровня заданной температуры. Как правило, повышенная температура, интенсифицирующая процесс сбраживания, способствует сокращению продолжительности стадии, пониженная – наоборот, продлевает процесс по времени. Увеличением или уменьшением продолжительности можно корректировать состав готового напитка по количеству и качеству образующихся при брожении продуктов, в том числе спирта [239].

Немаловажное значение имеет норма внесения дрожжей. Данный фактор по принципу влияния на протекание процесса сбраживания аналогичен температурному фактору: повышенные нормы интенсифицируют процесс, сокращают продолжительность, пониженные – сдерживают размножение дрожжей, притормаживают их жизнедеятельность и процесс брожения в целом [160]. При использовании свежей, впервые приготовленной дрожжевой биомассы целесообразно использовать ее в средних нормах, рекомендованных производителем или опробованных в лабораторных условиях предприятия, используемых повторно, пятой-шестой селекции; нормы предпочтительно слегка увеличить или проводить дополнительную активацию дрожжей известными способами, улучшающими их физиологическое состояние, повышающими бродильную активность [105; 182; 183; 230; 232; 233; 264; 268].

При проведении брожения зернового сусла нельзя забывать о потребности дрожжей в кислороде, поскольку они являются аэробными культурами. В связи

с этим перед брожением проводится обязательная аэрация сусле, в некоторых случаях еще и дрожжей.

Таким образом, взаимосвязанное управление факторами брожения, обоснованный подход к выбору сбраживающих микроорганизмов позволят адаптировать требовательный и опасный с точки зрения инфицирования производства процесс брожения к действующим условиям предприятия бродильной отрасли, в том числе материально-техническому оснащению. В конечном итоге это даст возможность производить продукцию с целевыми требованиями по ее качеству и безопасности.

Последующие за этапом брожения технологические стадии, такие как охлаждение и осветление напитка, его розлив, можно проводить традиционным способом или по технологическим инструкциям, предусмотренным на предприятии. При осветлении можно использовать сепараторы и (или) диатомитовые фильтры. В среднем срок годности напитков брожения, например кваса, составляет до 5 сут при хранении в температурном интервале 2–4 °С; для его увеличения рекомендуется проводить дополнительную фильтрацию через мембранные установки (достаточно часто встречающееся оборудование на современных пивоваренных заводах) или пастеризацию.

Выводы по обзору литературы

Проведенная аналитическая оценка современного состояния рынка напитков, влияния внешних экономических и социальных факторов, возможностей агропромышленного комплекса позволила сделать вывод о перспективности нововведений в пищевой промышленности, в частности в пивобезалкогольной отрасли.

Ферментированные зерновые напитки сегодня ограничены как ассортиментом, их единственным представителем является квас, так и используемым сырьем,

что приводит к снижению спроса и отсутствию развития данного направления бродильной отрасли. Однако, как было отмечено в обзоре литературы, в сегодняшних политико-экономических условиях эта группа напитков может стать перспективным сегментом рынка данной продовольственной продукции ввиду его явных преимуществ по пищевой и биологической ценности в сравнении с остальной безалкогольной продукцией. При этом, используя в производстве не только традиционное зерновое, но и нетрадиционное, а также бобовое сырье, можно инкрементировать функционально-эссенциальный состав напитков.

Обзор имеющегося в качестве перспективы к использованию в технологии напитков зернового и бобового сырья показал высокий потенциал взаимозаменяемого ресурсного элемента системы производства ферментированных зерновых напитков, производимого отечественным агропромышленным комплексом. Существующий сегодня ассортимент сельскохозяйственного сырья и его сортовые разновидности позволяют судить о возможности использования в напитках брожения таких зерновых и бобовых культур, как овес и соя, а также пшеница высокобелковых сортов.

Однако ввиду специфического химического состава новых видов сырьевых источников предварительно перед их использованием в технологии необходимо предусмотреть для каждого вида сырья целеориентированную нутриентотрансформацию, чтобы получить ресурсный элемент системы ферментированных зерновых напитков с заданными характеристиками. Одним из способов достижения данной цели является биотрансформация сырья через солодоращение, в том числе с применением стимуляторов роста. Как показал информационный обзор, химические и биохимические способы стимулирования солодоращения являются самыми прогрессивными, малозатратными, высокоэффективными.

Помимо формирования ресурсного элемента системы производства ферментированных зерновых напитков, особое внимание уделяется основным технологическим стадиям: получению зернового сусла и его ферментированию. В связи с этим необходимо формализовать производственные этапы, учитывать релевантные технологические факторы и предусмотреть организацию каждой стадии по

индивидуальным траекториям в зависимости от вида используемого сырья (композиционного состава зерносмеси) и целевой установки по производству готовой продукции.

Таким образом, для создания ферментированных зерновых напитков необходимо пересматривать классический подход к их производству, вести поиск новых видов взаимозаменяемого зернового и бобового сырья отечественного агропромышленного комплекса, отличающегося высокой пищевой и (или) биологической ценностью, оптимизировать производство напитков с учетом новых предлагаемых отечественными и зарубежными ученым идей, ресурсов и управления технологическими факторами. Совершенствование технологии ферментированных зерновых напитков позволит получить востребованные населением безалкогольные напитки брожения с требуемым нутриентным составом, в том числе повышенной пищевой и (или) биологической ценностью, которые смогут стать реальной альтернативой импортной продукции.

2 Методология диссертационного исследования

Диссертационное исследование проведено на базе кафедры товароведения и экспертизы товаров АНОО высшего образования Центросоюза Российской Федерации «Сибирский университет потребительской кооперации», в ФГБУ «Кемеровская ЦСМ» (определение вторичных и побочных продуктов брожения, показателей безопасности ферментированных зерновых напитков), в ФГБУ «Кемеровская межобластная ветеринарная лаборатория» (определение содержания аминокислот и витаминов).

Апробация способов производства солода и ФЗН проходила на пивобезалкогольных предприятиях Новосибирской, Кемеровской областей, Алтайского края.

2.1 Постановка диссертационного исследования, этапы проведения

Диссертационное исследование проводилось в семь этапов, включая теоретические исследования, разработку методологических подходов к формированию пищевой системы ФЗН, практическое подтверждение предлагаемой концепции, формирование предложений по коммерциализации результатов. Методологическая схема диссертационного исследования представлена на рисунке 7.

На *первом этапе* работы (теоретический блок диссертационного исследования) проведен анализ правовой и нормативной базы, учебной, научно-патентной литературы по изучению возможности и целесообразности производства ФЗН. Проведена сравнительная оценка четырех видов зернового и одного вида бобового сырья, отмечено преимущество данного сырья по содержанию белка и аминокислот. Рассмотрены способы стимулирования биотрансформации сырьевого элемента, проведен их сравнительный анализ.

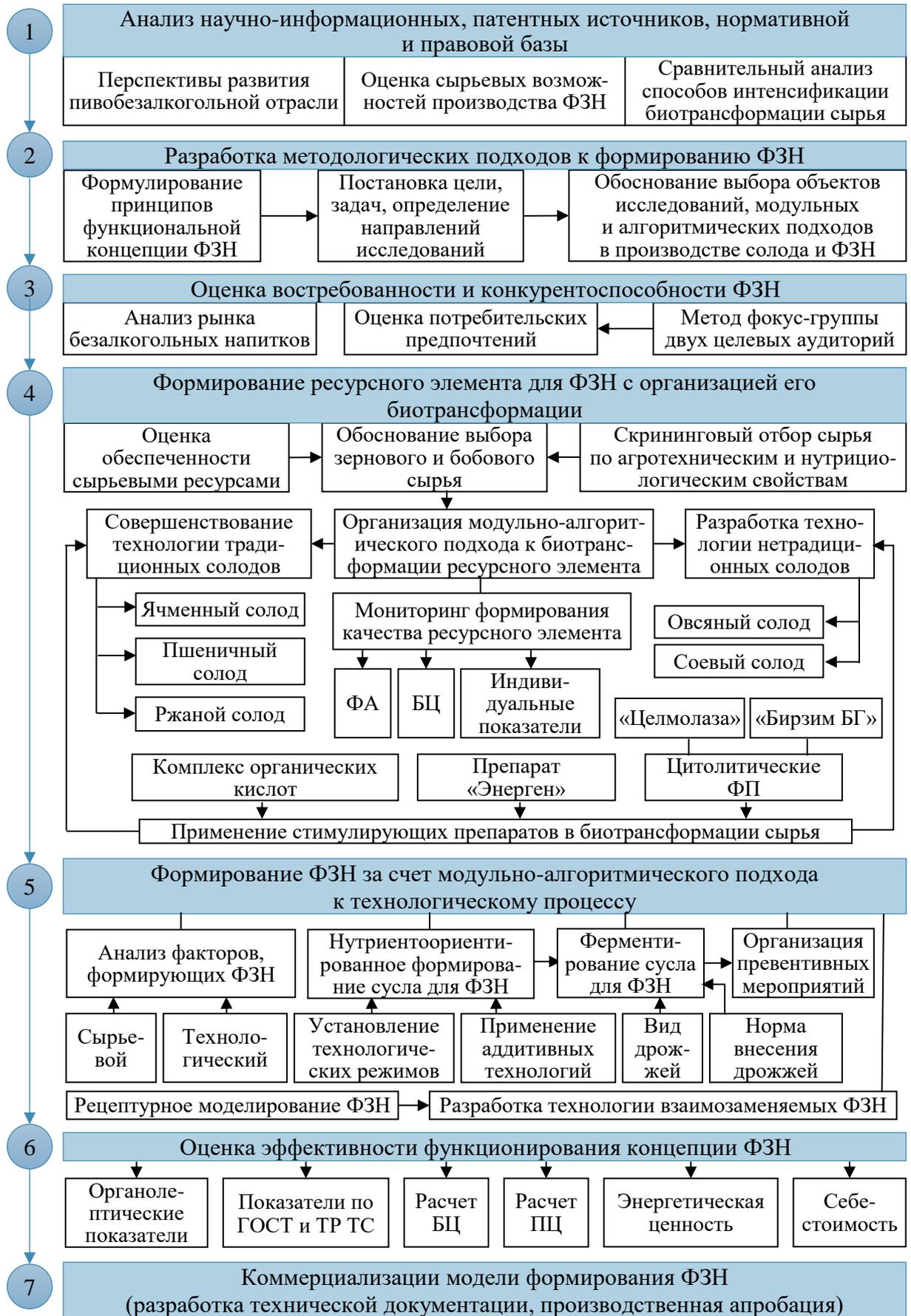


Рисунок 7 – Методологическая схема исследований:

ФА – ферментативная активность; БЦ – биологическая ценность;

ПЦ – пищевая ценность; ФП – ферментный препарат

Изучение нормативной базы по безалкогольным напиткам показало ограниченную классификацию группы ФЗН, требующую расширения ключевых классификационных признаков.

Второй этап исследования посвящен научному обоснованию применяемых методологических подходов к формированию нутриентного состава ФЗН. Концептуальный подход представляет собой интегрирование модульных блоков системы при алгоритмически выстроенных действиях по формированию отдельных элементов системы с учетом снижения экономических и технологических рисков. Установлены определяющие принципы концепции производства ФЗН; обозначены факторы, формирующие требуемые свойства напитков; предложены концептуальные подходы к формированию ресурсного элемента с применением химических и биохимических способов биостимуляции; предложена модель производства ФЗН с целеориентированным по нутрициологическим свойствам формированием состава напитков. Предложена фасетная классификация ФЗН по четырем классификационным признакам.

На *третьем этапе* работы проведена оценка конкурентоспособности ФЗН. Выполнен анализ рынка напитков в весенне-летний и осенне-зимний периоды. Методом фокус-группы проведены маркетинговые исследования по двум целевым аудиториям относительно возможности приобретения разработанных ФЗН, подтверждающие положительное отношение респондентов к покупке продукции, в том числе ФЗН с нестандартными свойствами, ввиду осведомленности респондентов относительно потребительских свойств такой продукции (1-я группа – возрастная категория от 25 до 49 лет, 2-я группа – целевая студенческая аудитория в возрасте от 20 до 24 лет).

Четвертый этап исследования посвящен разработке технологии солода на основе традиционного и нетрадиционного зернового и бобового сырья, отобранного с учетом возможности обеспечения пивобезалкогольной отрасли сырьем отечественного производства и его оценки по агротехническим, нутрициологическим и технологическим показателям. Усовершенствована технология ячменного, пшеничного и ржаного солодов, разработана технология овсяного и соевого соло-

дов. Показана эффективность биотрансформации зернового и бобового сырья посредством применения стимулирующих препаратов химического и биохимического воздействия в технологии солодов.

Пятый этап диссертационного исследования ориентирован на практическое подтверждение функционирования интегрального трехступенчатого модульного подхода формирования пищевой системы ФЗН с алгоритмически выстроенным технологическим процессом. Проведен анализ влияния сырьевого и технологического факторов на формирование нутрициологических элементов ФЗН. Регламентированы технологические параметры приготовления сусла для ФЗН при затирании в зависимости от зерновой композиции сусла. Оптимизирован процесс ферментации сусла по составу сусла (соотношению сырья), по виду используемых микроорганизмов (сухих хлебопекарных и сухих пивных дрожжей). Предложены способы оптимизации приготовления сусла для ФЗН: использование механохимического воздействия при измельчении сырья, концентрирование сусла. Разработаны рецептуры и технологии двух групп ФЗН – с добавлением и без добавления ржаного солода (10 напитков). Предложены мероприятия по системе ХАСПП для производства ФЗН.

На *шестом этапе* работы проведена оценка эффективности предлагаемой концепции формирования нутриентного состава ФЗН по приобретенным в результате производственного цикла показателям качества и безопасности напитков; представлены расчеты пищевой, биологической и энергетической ценности, себестоимости ФЗН; определены сроки годности ФЗН.

Седьмой этап диссертационной работы ориентирован на коммерциализацию предлагаемой модели производства ФЗН. Проведенная производственная апробация технологии солода и ФЗН по разработанной технической документации (ТУ и ТИ) свидетельствует о готовности производителя рассмотреть предлагаемый продукт к внедрению на действующих предприятиях пивобезалкогольной отрасли.

2.2 Объекты и материалы исследования

Объекты диссертационного исследования:

– зерновое сырье: ячмень сортов «Ворсинский 2», «Деспина», «Челябинский 99», пшеница сортов «Алейская», «Алтайская 100», «Дуэт», рожь сортов «Влада», «Дымка», «Сибирь», овес сортов «Гаврош», «Корифей», «Мустанг»;

– бобовое сырье: соя сортов «Гармония», «Лидия», «Приморская 69»;

– солоды:

1) ячменный солод классической технологии без обработки; ячменный солод, полученный с применением комплекса органических кислот; ячменный солод, стимулированный комплексным препаратом «Энерген» производителя Vreen Belt;

2) пшеничный солод классической технологии без обработки; пшеничный солод, полученный с применением комплекса органических кислот; пшеничный солод, стимулированный комплексным препаратом «Энерген» производителя Vreen Belt;

3) ржаной неферментированный солод классической технологии без обработки, ржаной неферментированный солод, полученный с применением комплекса органических кислот, ржаной неферментированный солод, стимулированный комплексным препаратом «Энерген» производителя Vreen Belt; ржаной неферментированный солод, полученный с применением ферментного препарата «Целмолаза», ржаной неферментрированный солод, полученный с ферментным препаратом «Бирзим БГ»;

4) ржаной ферментированный солод классической технологии без обработки; ржаной ферментированный солод, полученный с применением комплекса органических кислот; ржаной ферментированный солод, стимулированный комплексным препаратом «Энерген» производителя Vreen Belt; ржаной ферментированный солод, полученный с применением ферментного препарата «Целмолаза»;

ржаной ферментрированный солод, полученный с применением ферментного препарата «Бирзим БГ»;

5) овсяный солод классической технологии без обработки; овсяный солод, полученный с применением комплекса органических кислот; овсяный солод, стимулированный комплексным препаратом «Энерген» производителя Breen Belt; овсяный солод, полученный с применением ферментного препарата «Целмолаза»; овсяный солод, полученный с ферментным препаратом «Бирзим БГ»;

б) соевый солод классической технологии без обработки; соевый солод, полученный с применением комплекса органических кислот; соевый солод, стимулированный комплексным препаратом «Энерген» производителя Breen Belt;

– сусло на стадии затирания; сусло после фильтрования и кипячения; сусло в процессе сбраживания;

– сухие хлебопекарные дрожжи: «Fermipan brown», «Nevada», «Saf-instant», «Saf-levur», «Hasmaya» и «Angel»;

– сухие пивные дрожжи: «Saflager S-23» и «Saflager W-34/70»;

– ферментированные зерновые напитки.

Материалы диссертационного исследования:

– комплекс органических кислот;

– комплексный препарат «Энерген» производителя Breen Belt;

– ферментный препарат цитолитического действия «Целмолаза»;

– ферментный препарат цитолитического действия «Бирзим БГ».

2.3 Методы исследования

Оценку качества исходного сырья, полупродуктов производства и готовой продукции по стандартным органолептическим и основным физико-химическим показателям проводили в 3–5-кратной повторности с применением традиционных

методов, используемых в пивобезалкогольной отрасли в целях проведения технико-химического контроля на производстве, или методов анализа, предусмотренных нормативным документом, а также с применением специфических методов контроля качественного и количественного состава показателей пищевой и биологической ценности (таблица 4). Маркетинговые исследования проводили методом фокус-группы в соответствии с ГОСТ Р ISO 20252 [73].

Таблица 4 – Методы, использованные в диссертационном исследовании

Наименование показателя	Метод исследования	Методика/нормативный документ на метод исследования
Определение запаха, цвета, состояния ячменя, пшеницы, ржи, овса, сои	Визуально, метод обоняния	ГОСТ 10967 [36]
Влажность зерна ячменя, пшеницы, ржи, овса, сои	Высушивание до постоянной массы	ГОСТ 13586.5 [41]
Сорная и зерновая примеси в ячмене, пшенице, ржи, овсе	Расчетный	ГОСТ 30483 [50]
Сорная и зерновая примеси в сое	Расчетный	ГОСТ 10854 [35]
Абсолютная масса ячменя, пшеницы, ржи, овса, сои	Расчетный	[298]
Натура ячменя, пшеницы, ржи, овса, сои	С применением литровой пурки с падающим грузом	ГОСТ 10840 [33]
Определение способности прорастания ячменя, пшеницы, ржи, овса, сои	Расчетный	ГОСТ 10968 [37]
Массовая доля крахмала в ячмене, пшенице, ржи, овсе, сое	Поляриметрический метод Эверса	[298]
Массовая доля клетчатки в ячмене, пшенице, ржи, овсе, сое	Количественный весовой метод	ГОСТ 31675 [53]
Массовая доля белка в ячмене, пшенице, ржи, овсе, сое / ячменном, пшеничном, ржаном неферментированном, ржаном ферментированном, овсяном, соевом солоде	Метод минерализации белка	ГОСТ 10846 [34]
Массовая доля жира в ячмене, пшенице, ржи, овсе, сое	Метод извлечения жира растворителем и взвешивание жира	ГОСТ 29033 [48]
Экстрактивность ячменя, пшеницы, ржи, овса	Настойный метод с применением солодовой вытяжки	ГОСТ 12136 [38]

Продолжение таблицы 4

Наименование показателя	Метод исследования	Методика/нормативный документ на метод исследования
Содержание клейковины в пшенице/пшеничном солоде	Количественный метод	ГОСТ Р 54478 [69]
Амилолитическая активность ячменя, пшеницы, ржи, овса, сои/ячменного, пшеничного, овсяного, ржаного неферментированного, ржаного ферментированного, соевого солодов	Метод Виндиша – Кольбаха	[298]
Протеолитическая активность ячменя, пшеницы, ржи, овса, сои/ячменного, пшеничного, ржаного неферментированного, ржаного ферментированного, овсяного, соевого солодов	Рефрактометрический метод (по Петрову)	[298]
Цитолитическая активность ячменя, ржи, овса/ячменного, ржаного неферментированного, ржаного ферментированного, овсяного солодов	Метод Шомодьи – Нельсона	[298]
Активность уреазы сои/соевого солода	Потенциометрический метод	ГОСТ 13979.9 [42]
Трипсинингибирующая активность в сое и соевом солоде	Спектрофотометрический метод	ГОСТ 33427 [55]
Внешний вид, цвет, запах ячменного, пшеничного, овсяного, соевого солодов	Визуально, метод обоняния	ГОСТ 29294 [49]
Внешний вид, цвет, запах ржаного ферментированного и ржаного неферментированного солодов	Визуально, метод обоняния	ГОСТ Р 52061 [67]
Влажность ячменного, пшеничного, овсяного, соевого солодов	Высушивание до постоянной массы	ГОСТ 29294 [49]
Влажность неферментированного и ферментированного ржаных солодов	Высушивание до постоянной массы	ГОСТ Р 52061 [67]
Массовая доля экстракта в сухом веществе тонкого помола ячменного, пшеничного, овсяного, соевого солодов	Экстрагирование	ГОСТ 29294 [49]

Продолжение таблицы 4

Наименование показателя	Метод исследования	Методика/нормативный документ на метод исследования
Массовая доля экстракта в сухом ржаном неферментированном солоде (при горячем экстрагировании)	Экстрагирование	ГОСТ Р 52061 [67]
Массовая доля экстракта в сухом ржаном ферментированном солоде (при горячем экстрагировании с вытяжкой из ячменного солода)	Экстрагирование	ГОСТ Р 52061 [67]
Разница массовых долей экстрактов в сухом веществе солода тонкого и грубого помолов ячменного, пшеничного солодов	Экстрагирование	ГОСТ 29294 [49]
Продолжительность осахаривания ячменного, пшеничного, овсяного, соевого солодов	Йодометрический	ГОСТ 29294 [49]
Продолжительность осахаривания ржаного неферментированного и ржаного ферментированного солодов	Йодометрический	ГОСТ Р 52061 [67]
Цвет лабораторного суслу ячменного, пшеничного, овсяного, соевого солодов	Йодометрический	ГОСТ 29294 [49]
Цвет лабораторного суслу ржаного неферментированного и ржаного ферментированного солодов	Титрометрический	ГОСТ Р 52061 [67]
Кислотность лабораторного суслу ячменного, пшеничного, овсяного, соевого солодов	Титрометрический	ГОСТ 29294 [49]
Кислотность лабораторного суслу ржаного неферментированного и ржаного ферментированного солодов	Титрометрический	ГОСТ Р 52061 [67]
Прозрачность лабораторного суслу ячменного, пшеничного, овсяного и соевого солодов	Визуально	[298]
Органолептические показатели ФЗН, проведение дегустации	Визуально, органолептический и дескрипторно-профильный методы	ГОСТ 6687.5 [60]; ГОСТ ISO 13299 [63]; ГОСТ ISO 3972 [64]; ГОСТ ISO 5492 [65]
Массовая доля сухих веществ в сусле и ФЗН	Рефрактометрический	ГОСТ 6687.2 [58]

Продолжение таблицы 4

Наименование показателя	Метод исследования	Методика/нормативный документ на метод исследования
Кислотность сусле и ФЗН	Колориметрический	[298]
Объемная доля этилового спирта в ФЗН	Дистилляционный	ГОСТ 6687.7 [61]; ГОСТ 31494 [52]
Содержание мальтозы в сусле	Метод Вильштеттера – Шудля	[298]
Содержание аминного азота в сусле	Медный способ	[298]
Вязкость в сусле	Вискозиметрический	[298]
Массовая концентрация аминокислот в ячменном, пшеничном, ржаном неферментированном, ржаном ферментированном, овсяном, соевом солодах, ФЗН	Метод капиллярного электрофореза на приборе «Капель-105М»	Лаборатория ФГБУ «Кемеровская межобластная ветеринарная лаборатория»
Массовая концентрация органических кислот в ФЗН	Метод капиллярного электрофореза на приборе «Капель-105М»	Лаборатория ФГБУ «Кемеровская межобластная ветеринарная лаборатория»
Массовая концентрация высших спиртов	Спектрофотометрический	ФГБУ «Кемеровская ЦСМ»; ГОСТ 14138 [43]
Массовая концентрация альдегидов	Йодометрический	ФГБУ «Кемеровская ЦСМ»; ГОСТ 12280 [39]
Содержание витаминов группы В в ФЗН	Метод высокоэффективной жидкостной хроматографии и колориметрический метод	Лаборатория ФГБУ «Кемеровская меж-областная ветеринарная лаборатория»
БГКП, КМАЭМ, патогенные микроорганизмы в ФЗН	Метод прямого посева	ФГБУ «Кемеровская ЦСМ»; ГОСТ 30712 [51]
Массовая доля влаги сухих хлебопекарных и сухих пивных дрожжей	Высушивание	ГОСТ Р 54845 [71]
Подъемная сила дрожжей (сухих хлебопекарных и сухих пивных), мин	Установление времени подъема теста до 70 мм	ГОСТ Р 54845 [71]
Количество клеток в 1 г дрожжей, млн (сухих хлебопекарных и сухих пивных)	Расчетный, микроскопический	[82]
Зимазная активность сухих хлебопекарных и сухих пивных дрожжей	Поляриметрический	[82]
Мальтазная активность сухих хлебопекарных и сухих пивных дрожжей	Поляриметрический	[82]

Дегустационную оценку ФЗН проводили по разработанной пятибалльной шкале, количественные и описательные характеристики которой представлены в таблицах 5 и 6.

Таблица 5 – Балльная шкала оценки органолептических показателей ФЗН с добавлением ржаного солода

Элемент шкалы	Качественная характеристика элемента	Количественная оценка элемента, балл
Внешний вид, цвет, прозрачность	Коричневая или темно-коричневая жидкость, прозрачная, без дрожжевого осадка и посторонних взвесей и (или) хлопьев и (или) включений	5
	Светло-коричневая или коричневая жидкость менее интенсивной окраски в сравнении с традиционным цветом кваса, прозрачная жидкость или с незначительным помутнением при содержании в рецептуре пшеничного солода, без дрожжевого осадка и посторонних взвесей	4
	Светло-коричневая замутненная жидкость, с наличием незначительного дрожжевого осадка и (или) посторонних включений	3
	Светлая жидкость, не свойственная по цвету традиционному квасу, с наличием значительного дрожжевого осадка и (или) взвесей, присутствием нетипичных включений, в том числе свидетельствующих о микробиологической порче ФЗН	2
Аромат	Ржаного хлеба, хорошо выраженный, приятый, свойственный традиционному квасу, без посторонних дрожжевых и специфических, характерных бобовому сырью оттенков	5
	Ржаного хлеба, средне выраженный, солодовый, без посторонних дрожжевых и специфических, характерных бобовому сырью оттенков	4
	Ржаного хлеба слабо выраженный, негармоничный, с преимущественно солодовым оттенком, слабо выраженным дрожжевым запахом и (или) небольшим оттенком запаха, свойственного бобовому сырью	3
	Нетипичный для традиционного кваса, солодовый, с выраженным запахом дрожжей и (или) оттенкам запаха, свойственного бобовому сырью, другими посторонними запахами	2

Продолжение таблицы 5

Элемент шкалы	Качественная характеристика элемента	Количественная оценка элемента, балл
Вкус (комплексная оценка по типичности, степени выраженности, гармоничности и послевкусию)	Типичный, ярко выраженный, свойственный традиционному квасу, освежающий, чистый, с приятной ненавязчивой легкой кислинкой, без посторонних дрожжевого, специфического, свойственного бобовому сырью, и других оттенков, с приятным послевкусием	5
	Типичный, средне выраженный, свойственный традиционному квасу, чистый, освежающий, с солодовым гармонично сочетающимся с ржаным вкусом, с приятной ненавязчивой легкой кислинкой, без посторонних дрожжевого, специфического, свойственного бобовому сырью, и других оттенков, с приятным послевкусием	4
	Традиционного кваса слабо выраженный, больше ощущается солодовый, негармоничный, пустоватый, кислинка негармоничная, слабо выраженная, присутствует слабо выраженный привкус дрожжей и (или) специфический привкус, свойственный бобовому сырью, слабое послевкусие	3
	Нетипичный для традиционного кваса, преимущественно солодовый, с неприятной кислотностью, выраженный привкус дрожжей и (или) специфический привкус, свойственный бобовому сырью, присутствуют посторонние неприятные оттенки во вкусе	2
Степень насыщенности углекислым газом (комплексная оценка интенсивности и продолжительности выделения углекислого газа и ощущений во вкусе)	Интенсивное и продолжительное выделение пузырьков углекислого газа, сохраняющееся в стакане не менее 3 мин, при наливании напитка в стакан наблюдается выраженное образование пены, при опробовании на вкус ощущается приятное покалывание на языке	5
	Интенсивное, не слишком продолжительное выделение пузырьков углекислого газа, сохраняющееся в стакане с течение 1–3 мин, при наливании напитка в стакан наблюдается небольшое образование пены, при опробовании на вкус ощущается приятное покалывание на языке	4
	Средне/слабо интенсивное, короткое по продолжительности выделение пузырьков углекислого газа, сохраняющееся до 1 мин, при наливании напитка в стакан не наблюдается образование пены, слабо осязаемое покалывание при опробовании на вкус	3
	Отсутствие углекислого газа	2

Таблица 6 – Балльная шкала оценки органолептических показателей ФЗН без добавления ржаного солода

Элемент шкалы	Качественная характеристика элемента	Количественная оценка элемента, балл
Внешний вид, цвет, прозрачность	Светло-соломенная или светло-желтая жидкость, прозрачная, без дрожжевого осадка и посторонних взвесей и (или) хлопьев и (или) включений	5
	Светло-соломенная жидкость, прозрачная, с незначительным помутнением при содержании в рецептуре пшеничного солода, без дрожжевого осадка и посторонних взвесей и (или) хлопьев	4
	Светло-соломенная или светло-желтая замутненная жидкость, или темная прозрачная, или замутненная жидкость, и (или) с наличием незначительного дрожжевого осадка и (или) посторонних включений	3
	От светло-соломенного до темного цвета замутненная жидкость, с наличием значительного дрожжевого осадка и (или) взвесей, присутствием нетипичных включений, в том числе свидетельствующих о микробиологической порче напитка	2
Аромат	Солодовый, хорошо выраженный, гармоничный, приятный, свойственный напиткам брожения, без посторонних дрожжевых и специфических, характерных бобовому сырью оттенков	5
	Солодовый, средне выраженный, гармоничный, свойственный напиткам брожения, без посторонних дрожжевых и специфических, характерных бобовому сырью, оттенков	4
	Солодовый, слабо выраженный, негармоничный, со слабо ощутимым дрожжевым запахом и небольшим оттенком запаха, свойственного бобовому сырью	3
	Солодовый, слабо выраженный, негармоничный, с сильно ощутимым запахом дрожжей или оттенком запаха, свойственного бобовому сырью, другими посторонними запахами	2
Вкус (комплексная оценка по степени выраженности, гармоничности и послевкусию)	Солодовый, чистый, ярко выраженный, гармоничный, с приятной ненавязчивой легкой кислинкой, характерной для напитков брожения, без посторонних дрожжевого и специфического, свойственного бобовому сырью, и других оттенков, с легким, приятным послевкусием	5
	Солодовый, слабо выраженный, чистый, освежающий, с приятной кислинкой, характерной для напитков брожения, но недостаточно гармоничной, без посторонних дрожжевого, специфического, свойственного бобовому сырью, и других оттенков, с приятным послевкусием	4

Продолжение таблицы 6

Элемент шкалы	Качественная характеристика элемента	Количественная оценка элемента, балл
	Солодовый, слабо выраженный, пустоватый, кислинка негармоничная, слабо выраженная, присутствует слабо выраженный привкус дрожжей и (или) специфический привкус, свойственный бобовому сырью, слабое послевкусие	3
	Солодовый, слабо выраженный, пустой, с неприятной кислотностью, выраженный привкус дрожжей и (или) специфический привкус, свойственный бобовому сырью, присутствуют посторонние неприятные оттенки во вкусе	2
Степень насыщенности углекислым газом (комплексная оценка интенсивности и продолжительности выделения углекислого газа и ощущений во вкусе)	Интенсивное и продолжительное выделение пузырьков углекислого газа, сохраняющееся в стакане не менее 3 мин, при наливании напитка в стакан наблюдается выраженное образование пены, при опробовании на вкус ощущается приятное покалывание на языке	5
	Интенсивное, не слишком продолжительное выделение пузырьков углекислого газа, сохраняющееся в стакане с течением 1–2 минут, при наливании напитка в стакан наблюдается небольшое образование пены, при опробовании на вкус ощущается приятное покалывание на языке	4
	Средне/слабо интенсивное, короткое по продолжительности выделение пузырьков углекислого газа, сохраняющееся до 1 мин, при наливании напитка в стакан не наблюдается образование пены, слабо осязаемое покалывание при опробовании на вкус	3
	Отсутствие углекислого газа	2

3 Методологические подходы к производству ферментированных зерновых напитков

Потребительский рынок продовольственной продукции по ряду факторов, в том числе экономических, социальных, агротехнических, технологических/производственных и других, динамичен. Существующие сегодня социально-экономические условия выступают еще одной причиной вариативности не только ассортимента пищевой продукции, но и ее основных потребительских свойств: качества и безопасности, стоимости, функциональности и прочих.

Безалкогольные напитки являются востребованной группой продукции, употребляемой населением нашей страны любой возрастной категории. Сложившаяся политико-экономическая ситуация спровоцировала изменения в ассортименте данной пищевой продукции ввиду ухода с рынка давно известных брендов, что, в свою очередь, требует оперативного решения проблемы импортозамещения напитков аналогичной продукцией отечественного производства. Эта проблема может быть решена посредством наращивания производственных мощностей пищевых и перерабатывающих предприятий по производству безалкогольных напитков в части не только объема выпускаемой продукции, но и расширения ее ассортимента, что, в свою очередь, можно развивать за счет привлечения новых видов сырья, в том числе зернового, тем самым усиливая и расширяя возможности агропромышленного комплекса страны.

В связи с вышесказанным в рамках реализации основных стратегических целей и задач в области развития пищевой и перерабатывающей промышленности России, с целью обеспечения продовольственной безопасности потребительского рынка, в ответ на действие санкционных мер в нашей стране необходимо не только трансформировать отдельные технологические линии, производственные этапы, но и в целом прорабатывать концептуальные подходы к производству кастомизированной продукции с учетом возможного возникновения социально-

экономических, агротехнических, технологических и других угроз и максимального снижения рисков их воздействия.

Безалкогольные напитки брожения могут стать перспективной продукцией не только с точки зрения импортозамещения, но и в качестве альтернативы представленным на рынке (к сожалению, в настоящее время в широком ассортименте) «синтетическим» безалкогольным напиткам. Развитие данного направления пивобезалкогольной отрасли является актуальным и перспективным по следующим причинам:

– в настоящее время безалкогольные напитки брожения представлены только одним напитком – квасом, что позволяет расширить данную группу товаров;

– основным сырьем, используемым в производстве таких напитков, являются натуральные сырьевые ресурсы, прежде всего зерновое сырье, что позиционирует данную продукцию как натуральную без использования синтетических вспомогательных материалов и консервантов;

– за счет видов сырья и особенностей технологических процессов, протекающих в процессе производства, напитки брожения отличаются повышенной пищевой и биологической ценностью, что позволяет позиционировать их в качестве продуктов здорового/правильного питания.

Таким образом, в качестве одной из групп пищевой продукции, требующей адекватной, своевременной и умеренно динамичной вариативности по ассортименту, технологическому подходу, включающему отбор сырья, опциональности производственных действий, можно выделить ферментированные зерновые напитки (ФЗН). Предлагаемые концептуальные подходы к их производству должны основываться на консистентности релевантных принципов, с одной стороны, отвечающих стратегическим направлениям развития пищевой индустрии, в данном случае – имплицитующих создание продуктов питания с целевым нутриентным составом (в приоритете – с незаменимыми эссенциально значимыми соединениями), а с другой – снижающих социально-экономические риски.

Предлагаемая концепция базируется на следующих принципах (рисунок 8).



Рисунок 8 – Концептуальные подходы к производству ферментированных зерновых напитков

1. Соответствие стратегическим направлениям государственных программ в области обеспечения продовольственной безопасности и развития пищевых и перерабатывающих производств посредством разработки технологии безалкогольной продукции, обеспечивающей реализацию и достижение стратегических целей, в том числе:

– импортозамещение основных продуктов питания, их ингредиентов и компонентов, а также вспомогательных материалов производства, используемых в целях интенсификации технологии;

– производство пищевых продуктов, обогащенных незаменимыми веществами, с применением модульного подхода к формированию пищевой системы напитков;

– развитие сырьевой базы АПК для совершенствования производства продукции пивобезалкогольной отрасли.

2. Востребованность и конкурентоспособность ФЗН на потребительском рынке.

3. Модульный подход к формированию ресурсного элемента для ФЗН за счет расширения сырьевой базы пивобезалкогольной отрасли взаимозаменяемым эссенциально обогащенным сырьем, одновременно перспективным к применению в пищевых производствах и снижающим агротехнические и экологические риски перерабатывающих производств, а также экономические риски в условиях новых вызовов.

4. Применение интегральной модульной технологии в формировании ФЗН (рисунок 9).

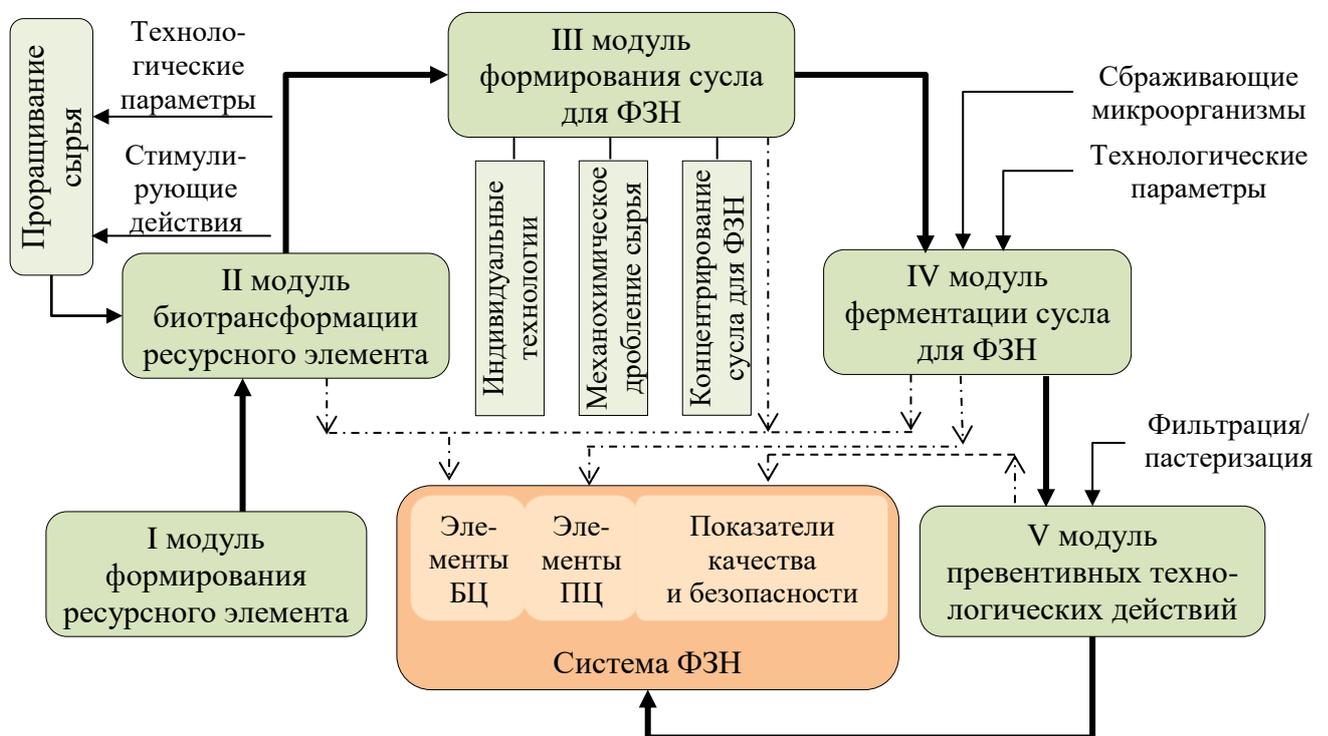


Рисунок 9 – Модульный подход к формированию ФЗН

I. Скрининг по агротехническим и эссенциально значимым характеристикам сортов зернового и бобового сырья, произрастающего в разных регионах страны, обеспечивающий стабильность нутриентного состава ресурсного элемента системы и бесперебойность ресурсоснабжения предприятий пивобезалкогольной отрасли при возможных агротехнических и экономических рисках, с целью отбора сырья в производстве ФЗН с повышенной биологической ценностью.

II. Биокаталитическая трансформация сырья, формирующая его эссенциально-элементарный состав, исключая вариабильность нутриентного состава ФЗН.

III. Формирование сусла для ФЗН с необходимым нутриентным составом посредством аддитивных технологических решений.

IV. Организация ферментации сусла для ФЗН с учетом особенностей технологических режимов данного процесса и взаимосвязанности факторов, формирующих пищевую систему качественных и безопасных ФЗН с эссенциально элементарными свойствами.

V. Модульный подход к обеспечению устойчивости сформированного состава ФЗН с использованием превентивных технологий – фильтрации и (или) пастеризации, пролонгирующих сроки годности напитков, и организации управленческого контроля производства ФЗН с разработкой плана мероприятий ХАССП.

Эссенциальными элементами пищевой системы проектируемых ФЗН выступают аминокислоты, в том числе незаменимые, определяющие биологическую ценность напитков, а также витамины группы В и органические кислоты, обуславливающие пищевую ценность продукта, образование которых проходит через модуль формирования ресурсного элемента и двухступенчатый технологический модуль – формирование сусла для ФЗН и его ферментацию (рисунок 10).

Качественный и количественный аминокислотный состав (биологическая ценность) в напитке формируется по двум траекториям:

- переход аминокислот в ФЗН из сырья (зерновое и бобовое сырье с высоким содержанием белка и аминокислот);
- формирование аминокислотного комплекса через технологический модуль получения сусла для ФЗН в процессе его приготовления на стадии затирания компиляционным подбором технологических режимов.

Основными сырьевыми источниками аминокислот являются злаковые и бобовые растительные культуры. С целью получения ФЗН с повышенной биологической ценностью выбор сырья должен опираться на критерий содержания в нем аминокислот, а также белка как ресурса аминокислотной фракции.



Рисунок 10 – Формирование эссенциальных элементов состава ферментированных зерновых напитков

В нативном зерновом сырье аминокислот в свободном состоянии находится не слишком много, несколько выше их количество в бобовом сырье. С целью повышения содержания аминокислот сырье подвергают биотрансформации через проращивание. Целенаправленно заданные режимы солодоращения и дополнительные интенсифицирующие мероприятия позволят повысить количество аминокислот, в том числе тех, которые образуются исключительно при солодоращении зерна.

Приготовление зернового сусла обеспечивает дополнительное накопление аминокислот в напитке за счет гидролиза белка и полипептидов используемого

сырья под действием протеолитических ферментов при затирании. Для реализации данного направления необходимо, во-первых, обеспечить заторную массу протеолитическими ферментами, во-вторых, создать оптимальные условия для действия протеаз. В первом случае вопрос можно решить посредством проведения проращивания зерна и накопления в нем достаточного ферментного потенциала протеолитической направленности, возможно, с применением стимулирующих действий. Оптимальные условия для протеолиза создаются подбором температуры и продолжительности протеолитического воздействия.

Индуктировать образование технологических и эссенциальных элементов суслу для ФЗН позволяет также механическое воздействие на сырье перед его использованием в технологических модулях – дробление. В связи с этим необходимо предусмотреть нутриентоориентированные аддитивные технологии измельчения сырья, в первую очередь трудно перерабатываемого, в частности, механохимическое воздействие на сырье.

Формирование нутриентного состава – содержания витаминов и органических кислот – обусловлено двумя факторами:

- сырьевым – переход из зернового/бобового сырья;
- технологическим – организованная ферментация суслу для ФЗН с применением целесоответствующих микроорганизмов (в том числе пивных дрожжей, обогащенных витаминами группы В), способствующая образованию витаминов и органических кислот – вторичных продуктов брожения как результата свершившегося спиртового брожения).

Модули формирования ресурсного элемента и его биотрансформации ориентированы на отбор и целенаправленную модификацию зернового/бобового сырья по нутриентному составу с целью его использования в качестве ключевого сырья в производстве ФЗН и основываются на следующих подходах:

- обоснованный выбор сырья;
- технологический механизм солодоращения с индивидуальным подходом к используемому сырью с целью получения требуемых характеристик: обязатель-

ных для всех видов сырья – ПС, ЦА и БЦ (содержание аминокислот), и дополнительных для отдельных видов сырья;

– биотрансформация зернового/бобового сырья с применением стимулирующих препаратов для улучшения качественных и технологических показателей солода: стимуляторов роста химической природы и цитолитических ферментных препаратов.

1. *Отбор сырья.*

Используемое при проведении диссертационного исследования сырье – ячмень, пшеница, рожь, овес и соя – имеет в среднем общий качественный, но резко различающийся количественный состав практически по всем основным макро- и микросоединениям.

Ячмень в данном случае следует принять эталоном по химическому составу, поскольку классические технологии бродильных производств и солодоращения адаптированы под содержащиеся в нем в определенном количестве компоненты. В целом данное сырье не вызывает опасения в возникновении сложностей его переработки сначала в солод и последующем использовании его в соложенном виде в ФЗН – при условии удовлетворительных физико-химических показателей, требуемых от данного сырья. Однако следует учесть, что в технологии напитков используется и нестандартное сырье, в том числе с низкой ферментативной активностью, а поскольку ячменный солод применяется в первую очередь как источник ферментов, то в процессе солодоращения по данному сырью необходимо сделать акцент в сторону набора ферментов и повышения их активности для компенсации отсутствующих аналогичных ферментов в нетрадиционном солоде. При этом ферментный потенциал должен включать не только требуемые ферменты амилолитической и протеолитической направленности, но и цитолитического действия ввиду того, что отдельные виды сырья содержат в высоких количествах некрахмальные полисахариды.

Пшеница по своему химическому составу близка к ячменю, может отличаться повышенным содержанием белка и аминокислот по отдельным сортам. Классические способы солодоращения, как и в случае ячменя, при условиях стан-

дартного химического состава полностью адаптированы и позволяют получить пшеничный солод с заданными стандартными характеристиками. Кроме этого, пшеничный солод может быть использован в технологии по одному назначению с ячменным – в качестве источника ферментов. В связи с этим технология солода на основе пшеницы должна быть выстроена под данную целевую установку. Следует также учитывать факт присутствия в пшенице клейковины, в связи с чем необходимо максимально возможно накопить в пшеничном солоде протеолитические ферменты и провести гидролиз нежелательного белка уже на стадии солодоращения, чтобы впоследствии присутствие глютена в сырье не ухудшило его функциональные и технологические свойства.

Рожь как основное специфическое сырье в производстве ФЗН диктует определенные требования к технологии, представляющей собой двухвекторную траекторию в зависимости от технологической цели: получение ржаного неферментированного солода с определенной ферментативной активностью либо получение ржаного ферментированного солода с определенным содержанием красящих и ароматических веществ. С точки зрения химического состава зерна ржи оба варианта классической технологии многолетней практикой солодоращения подтверждают возможность получения классического ферментированного и неферментированного солода с удовлетворительными показателями при условии использования качественного сырья. С точки зрения достижения цели и задач диссертационного исследования следует применять дополнительную стимулирующую обработку ржи для повышения ферментативной активности амилолитической, протеолитической и цитолитической направленности, прежде всего ферментированного солода, что позволит использовать его одновременно в качестве источника ферментов и красящих и ароматических веществ.

Овес отличается низким содержанием крахмала и в сравнении со всеми исследуемыми объектами зерна самым высоким содержанием некрахмальных полисахаридов, вследствие чего необходимо в процессе солодоращения обратить внимание на образование цитолитического ферментного комплекса, а по мере возможности и остальных гидролитических ферментов.

Соя – единственное сырье, не имеющее отношения к злаковым культурам, кардинально отличающееся от них по химическому составу, в первую очередь по высокому содержанию белка, аминокислот и жира, низкому количеству крахмала, а также присутствию антипитательных веществ. Цель использования сои в технологии ФЗН – повысить их биологическую ценность за счет содержащихся азотистых фракций. Однако из-за высокого уровня антипитательных веществ использовать сою в пищевых технологиях недопустимо. В связи с этим процесс солодоращения сои должен одновременно преследовать следующие цели: накопление аминокислот, по возможности – формирование ферментов протеолитического действия и снижение концентрации антипитательных веществ.

Таким образом, отбор сырья проводится следующим образом:

– традиционное сырье – ячмень, пшеница, рожь: основное сырье в производстве солодов, используемых в технологии ФЗН как приоритетное сырье с устойчивыми показателями экстрактивности и ферментативной активности; ржаной ферментированный солод должен характеризоваться дополнительными специфическими органолептическими показателями;

– нетрадиционное сырье – овес и соя: вариативное сырье в производстве солодов, содержащих повышенное количество незаменимых аминокислот, витаминов, используемое в технологии ФЗН с целью увеличения биологической и пищевой ценности напитков.

2. *Технологический механизм солодоращения с индивидуальным подходом к используемому сырью* представляет собой целенаправленную биокаталитическую модификацию ресурсного элемента системы посредством выполнения алгоритмически выстроенных технологических действий процесса солодоращения, отличающихся только технологическими параметрами (температурой и продолжительностью стадий) в зависимости от вида сырья и целеориентированных требований в конечном соложенном виде (рисунок 11).

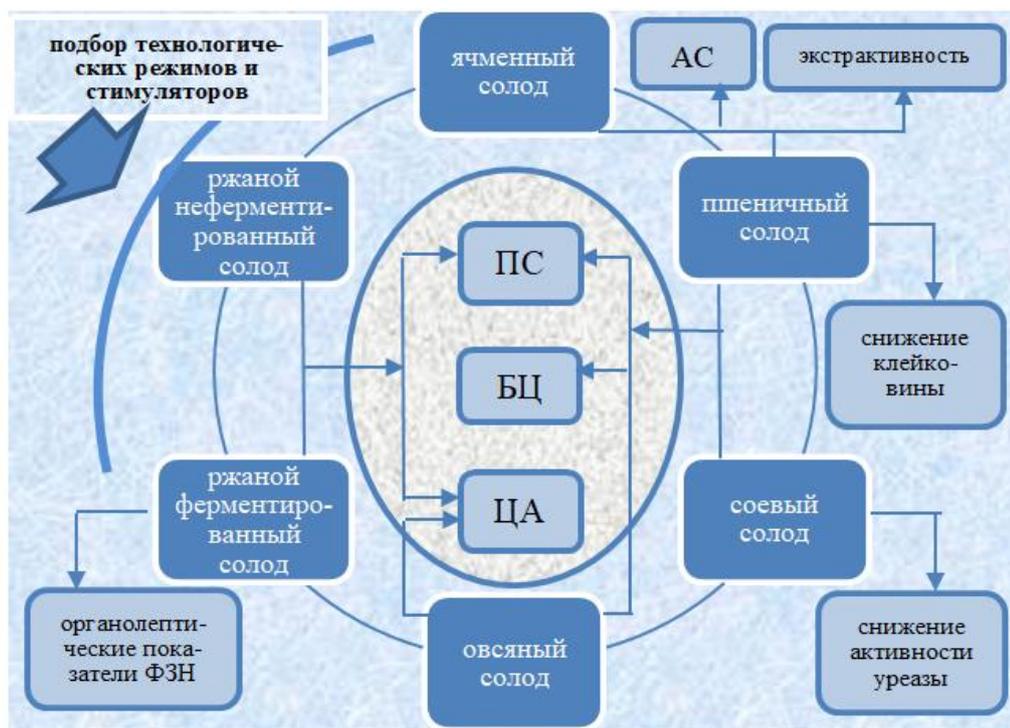


Рисунок 11 – Целеориентированная биотрансформация сырьевого модуля

Целевые требования к солоду:

– ячменный солод – высокая экстрактивность, высокая ферментативная активность: амилолитическая – для обеспечения протекания гидролиза крахмальных соединений при получении зернового сула, в том числе при недостатке ферментов этой же направленности в используемом нетрадиционном сырье; протеолитическая – для глубокого протекания гидролиза высоко- и среднемолекулярных азотистых веществ с целью накопления в большем количестве аминокислот; цитолитическая – для проведения гидролиза некрахмальных полисахаридов при использовании в больших долях нетрадиционного сырья;

– пшеничный солод – аналогичные ячменному солоду технологические показатели; кроме этого, при использовании сортов пшеницы, отличающихся высоким содержанием белка (клейковины), – создание условий для более глубокого протеолитического гидролиза на стадии солодоращения;

– ржаной солод двух типов: ржаной неферментированный солод с высокими экстрактивностью и ферментативной активностью, в первую очередь цитолитической и протеолитической направленности; ржаной ферментированный солод –

с содержанием веществ, обеспечивающих свойственные квасу специфические вкус и аромат;

– овсяный солод – повышенная ферментативная активность цитолитического и протеолитического действия, высокое содержание незаменимых аминокислот;

– соевый солод – повышенное содержание протеолитических ферментов, пониженная активность фермента уреазы, коррелирующая с содержанием антипитательных веществ, низкая трипсинингибирующая активность, высокое содержание незаменимых аминокислот.

3. Биотрансформация зернового/бобового сырья с применением стимулирующих препаратов

Ввиду специфического химического состава нетрадиционного сырья, а также с учетом целенаправленного формирования в солоде заданных характеристик предлагается использовать стимулирующие мероприятия посредством проведения дополнительной обработки сырья на стадии солодоращения (замачивания) препаратами химической и биохимической природы (рисунок 12).

В случае проращивания солода с повышенным содержанием некрахмальных полисахаридов, прежде всего овса и ржи, целесообразно применять биохимическую обработку цитолитическими ферментными препаратами, например, такими как «Целмолаза» и «Бирзим БГ».

С целью повышения общей ферментативной активности предлагается использовать стимуляторы роста органической и неорганической природы, в первом случае – комплекс органических кислот, во втором – комплексный препарат «Энерген». Данную обработку можно проводить для любого используемого зернового и бобового сырья; в любом случае химическая стимуляция усилит ферментативную активность, спровоцирует частичный (а в случае протеолиза – желаемый) гидролиз высокомолекулярных соединений, в конечном итоге улучшит качество солода, повысит его биологическую ценность; в случае получения соевого солода дополнительно к вышеназванным требуемым результатам позволит снизить уровень нежелательных антипитательных веществ.

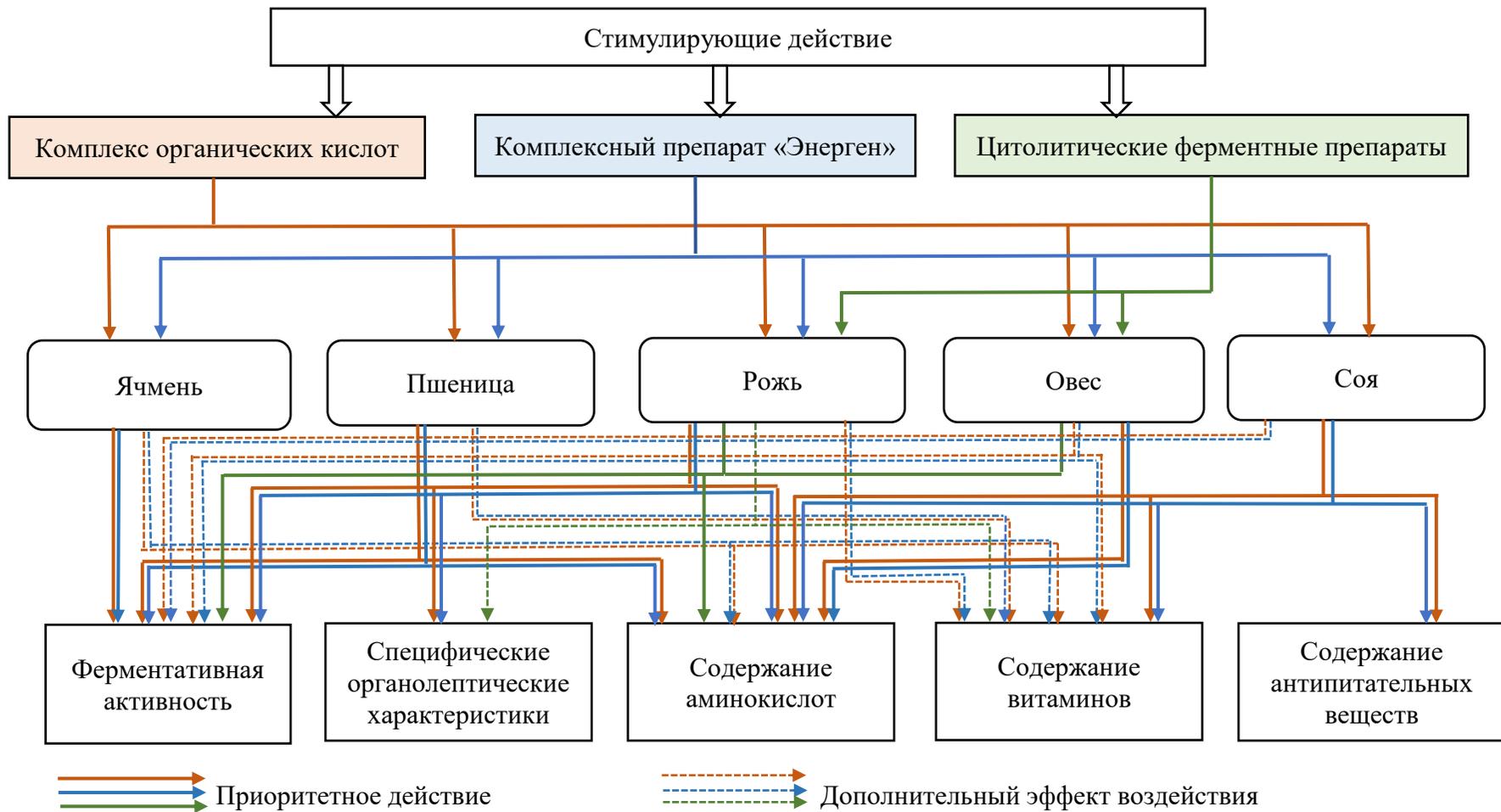


Рисунок 12 – Эффективность стимулирующего воздействия на зерно при солодоращении

Предлагаемые стимулирующие препараты химической природы выпускаются отечественными производителями, что позволяет быть уверенным в стабильности приобретаемых препаратов или в дальнейшем наличии их аналогов и возможности использовать обработку зернового/бобового сырья данным способом на постоянной основе. Сама же организация специальной обработки не требует высоких материальных затрат на приобретение препаратов и оснащение технологической линии дополнительным оборудованием.

Таким образом, биотрасформацию сырьевого элемента с применением стимулирующих препаратов необходимо проводить следующим способом:

– биокатилитическая стимуляция сырья отечественными ферментными препаратами «Целмолаза» и «Бирзим БГ» в производстве ржаного и овсяного солодов с целью накопления цитолитических ферментов и частичного протекания цитолиза в процессе солодоращения;

– химическая стимуляция комплексом органических кислот, входящих в цикл Кребса, и стимулятором роста органической и неорганической природы «Энерген» в производстве всех солодов для эффективности целенаправленной биотрансформации сырьевого элемента ФЗН.

Трехступенчатый технологический модуль формирования нутриентного состава ФЗН (формирование сусла для ФЗН, его ферментация и применение превентивных мер)

Основными стадиями производства ФЗН являются подработка зернового сырья с дроблением, приготовление зернового сусла, сбразивание сусла, осветление и охлаждение ФЗН, розлив напитка. Выстроенная управленческая траектория ведения каждой стадии позволяет добиться получения готового напитка с требуемыми показателями. Регулирование отдельных параметров, оптимизация каждой технологической стадии, адаптация технологии под используемое сырье и возможности производства, своевременная и целенаправленная корректировка производственного цикла (контроль производства) позволят получить готовый продукт, отвечающий поставленной цели производства.

Определяющими технологическими стадиями производства ФЗН, формирующими его целеустановленный нутриентный состав, являются дробление сырья, приготовление зернового суслу, а именно затирание зернопродуктов, и сбраживание суслу.

При проведении затирания необходимо учитывать тот факт, что предлагаемая технология ФЗН предусматривает одновременное использование как традиционного, так и нетрадиционного сырья, что, в свою очередь, не позволяет проводить данную стадию по классической траектории. Поэтому необходимо акцентировать внимание на паузах затирания, обеспечивающих гидролиз не только крахмальных, но и некрахмальных полисахаридов, а также белковых соединений. В связи с этим необходимо включить в схему затирания цитолитическую паузу – температурный режим, позволяющий активизировать ферменты цитолитической направленности, действующие на некрахмальные полисахариды, богатые этими соединениями рожь и особенно овес. Кроме того, с целью проведения более глубокого гидролиза белковых веществ следует увеличить продолжительность белковой паузы.

При проведении процесса сбраживания зернового суслу необходимо апробировать использование сухих микроорганизмов, не только хлебопекарных, но и пивных дрожжей, что, во-первых, позволит обогатить напитки витаминами группы В, а во-вторых, предоставить производителям возможность выбора имеющихся на предприятии сбраживающих культур, в частности, на пивоваренных заводах это позволит задействовать дрожжи, применяемые в производстве пива. В связи с этим в технологии ФЗН предлагается использовать следующие виды микроорганизмов:

– при возможности введения на предприятии новой сбраживающей культуры – сухие хлебопекарные дрожжи «Fermipan brown» и «Nevada» импортного производителя, «Saf-instant», «Saf-levur», «Hasmaya» и «Angel» отечественного производства;

– при отсутствии возможности или нецелесообразности внедрения новых микроорганизмов – сухие пивные дрожжи «Saflager S-23» и «Saflager W-34/70» импортного производства.

Кроме технологических и технических обоснований использования в технологии ФЗН определенных видов дрожжей, определяющим фактором при выборе сбраживающей микрокультуры является производитель дрожжевой продукции. В существующих санкционных условиях приоритет при выборе дрожжей, как и любого сырья в технологии, должен отдаваться отечественному производителю. Большая часть предлагаемых сбраживающих культур является продукцией российского производства.

На основании представленной выше аналитической информации предлагается выделить следующие концептуальные технологические подходы к производству ФЗН с требуемым нутриентным составом, обеспечивающим пищевую и биологическую ценность напитков (рисунок 13):

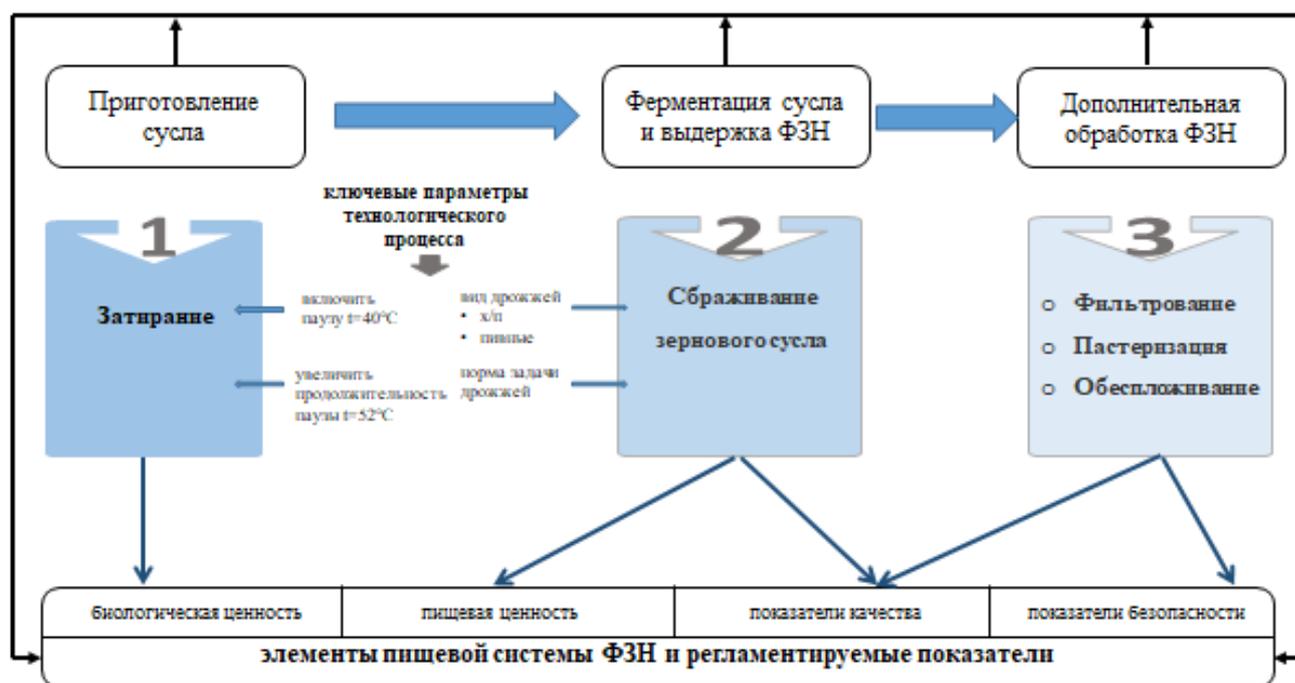


Рисунок 13 – Технологический модуль формирования пищевой системы ФЗН

1) при получении сула для ФЗН акцентировать внимание на стадии затирания зернопродуктов, обеспечить индивидуальные технологические режимы (по температуре и продолжительности пауз затирания) с целью максимально возможного гидролиза белков и некрахмальных полисахаридов, образования в большем количестве незаменимых аминокислот:

– при использовании ржаного и овсяного солодов ввести цитолитическую паузу затирания при температуре 40 °С;

– во всех случаях при любом комбинировании соложенного сырья увеличить по продолжительности протеолитическую паузу – 52 °С;

2) использовать при ферментации микроорганизмы, отвечающие следующим требованиям:

– высокая сбраживающая способность, формирование высоких органолептических характеристик напитка;

– простота и удобство применения в технологии, хранении, транспортировании – сухие микроорганизмы, преимущественно отечественного производства;

– адаптивность, способность сбраживать любое зерновое сусло, что позволяет им быть универсальной сбраживающей культурой на предприятиях бродительных производств;

3) индивидуальный подбор нормы дрожжей для разных сухих культур, обеспечивающий оптимальное протекание процесса ферментации, образование этилового спирта, вторичных и побочных продуктов брожения, обуславливающих пищевую ценность ФЗН, – витаминов и органических кислот;

4) применение специального оборудования для дробления солода, позволяющего увеличить выход технологических и эссенциальных веществ из сырья в сусло для ФЗН;

5) оптимизация производства ФЗН за счет использования в технологии концентрата сусла с приобретенным при его приготовлении нутриентным составом;

6) проведение мероприятий по пролонгированию срока годности ФЗН с сохранением приобретенных свойств – предусмотрение системы ХАССП.

Действующая классификация, регламентируемая стандартом на единственного представителя данной группы напитков (ферментированных зерновых напитков) – квас, носит обобщенный характер. Основным классификационным признаком служит присутствие или отсутствие в технологии стадии осветления напитка и повышение его стойкости как фактора, определяющего срок годности. Из определения кваса следует понимать, что в категорию данных напитков попадает любой безалкогольный напиток из различного растительного сырья, натуральных са-

харосодержащих веществ, с добавками или без них. Определяющим признаком кваса, согласно имеющейся терминологии, является факт незавершенного спиртового или спиртового и молочнокислого брожения, индикатором которого служит содержание этилового спирта.

На наш взгляд, классификацию зерновых напитков брожения следует расширить по таким классификационным признакам, как вид используемого сырья и его комбинирование, особенности технологии (не только конечной стадии), наличие или отсутствие функциональных признаков, а также выделить напитки типа квасных, не имеющие отношения к ферментированным зерновым напиткам, но входящие в группу безалкогольных напитков на основе зернового сырья. На рисунке 14 представлена фасетная классификация ФЗН.

Классификация ФЗН по основному сырью:

– «ферментированный зерновой напиток» – безалкогольный напиток с содержанием этилового спирта не более 1,2 % об., изготовленный на основе зернового сырья, в том числе соложеного зерна;

– «ферментированный зерновой напиток на полуфабрикатах» – безалкогольный напиток с содержанием этилового спирта не более 1,2 % об., изготовленный в результате незавершенного спиртового или спиртового и молочнокислого брожения на основе растительных полуфабрикатов, в том числе на основе концентрата квасного сусла, сухого кваса, квасных хлебцев;

– «ферментированный напиток на растительном сырье» – безалкогольный напиток с содержанием этилового спирта не более 1,2 % об., изготовленный в результате незавершенного спиртового или спиртового и молочнокислого брожения на основе зернового и незернового растительного сырья, в том числе фруктов, ягод, овощей и др.

Классификация ФЗН по компонентному составу:

– «традиционный квас» – безалкогольный напиток с содержанием этилового спирта не более 1,2 % об., изготовленный в результате незавершенного спиртового или спиртового и молочнокислого брожения на основе зернового сырья, зерновых полуфабрикатов для кваса, с добавлением ржаного солода или ржаной муки;

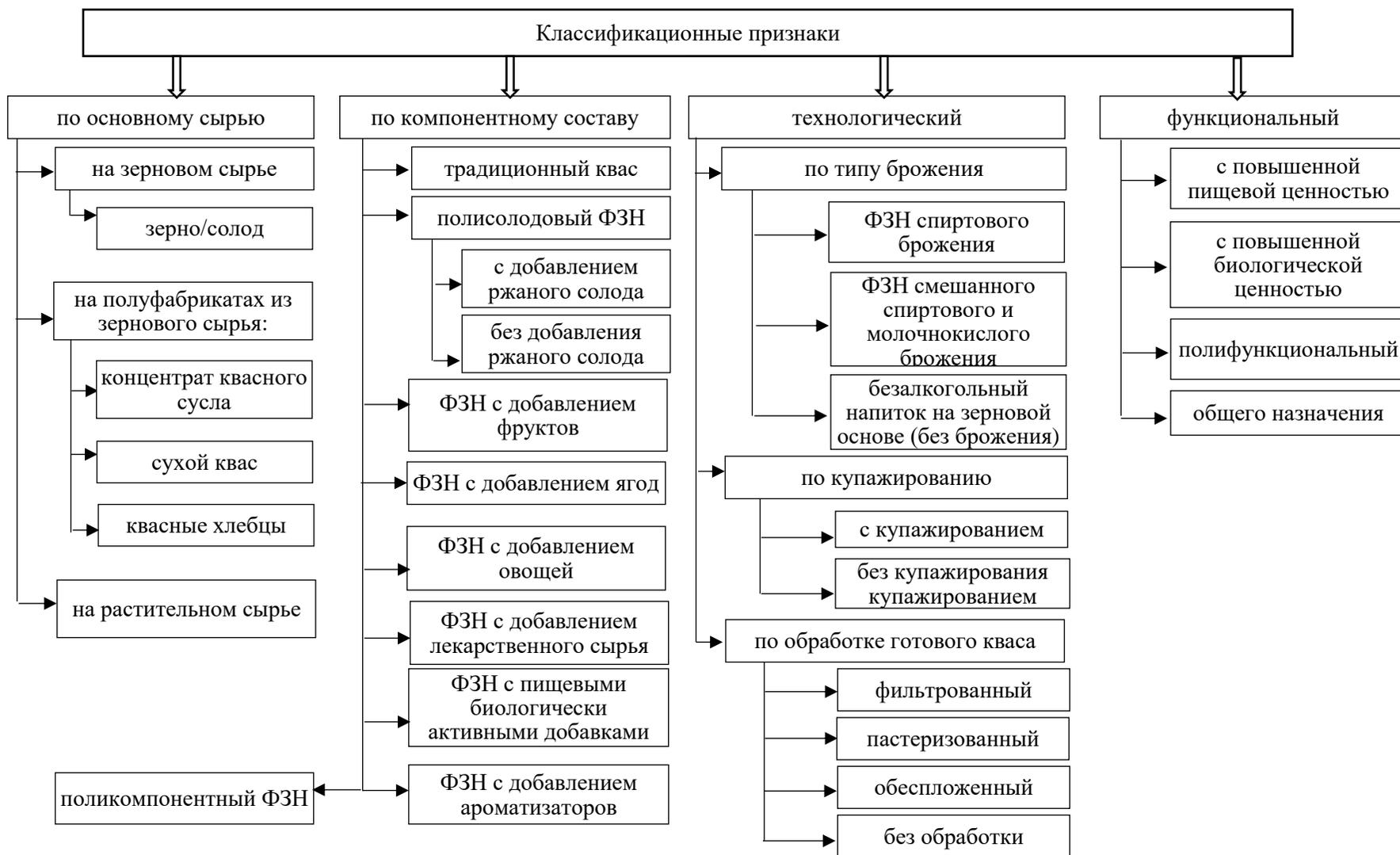


Рисунок 14 – Классификация ферментированных зерновых напитков

– «полисолодовый ферментированный зерновой напиток» – безалкогольный напиток с содержанием этилового спирта не более 1,2 % об., изготовленный в результате незавершенного спиртового или спиртового и молочнокислого брожения на основе не менее трех солодов с добавлением или без добавления ржаного солода;

– «ферментированный зерновой напиток с добавлением фруктов» – безалкогольный напиток с содержанием этилового спирта не более 1,2 % об., изготовленный в результате незавершенного спиртового или спиртового и молочнокислого брожения на основе зернового сырья, зерновых полуфабрикатов, с добавлением или без добавления ржаного солода или ржаной муки, с добавлением одного или более видов фруктов;

– «ферментированный зерновой напиток с добавлением ягод» – безалкогольный напиток с содержанием этилового спирта не более 1,2 % об., изготовленный в результате незавершенного спиртового или спиртового и молочнокислого брожения на основе зернового сырья, зерновых полуфабрикатов, с добавлением или без добавления ржаного солода или ржаной муки, с добавлением одного или более видов ягод;

– «ферментированный зерновой напиток с добавлением овощей» – безалкогольный напиток с содержанием этилового спирта не более 1,2 % об., изготовленный в результате незавершенного спиртового или спиртового и молочнокислого брожения на основе зернового сырья, зерновых полуфабрикатов, с добавлением или без добавления ржаного солода или ржаной муки, с добавлением одного или более видов овощей;

– «ферментированный зерновой напиток с добавлением лекарственного сырья» – безалкогольный напиток с содержанием этилового спирта не более 1,2 % об., изготовленный в результате незавершенного спиртового или спиртового и молочнокислого брожения на основе зернового сырья, зерновых полуфабрикатов, с добавлением или без добавления ржаного солода или ржаной муки, с добавлением одного или более видов лекарственного сырья;

– «ферментированный зерновой напиток с пищевыми биологически активными добавками» – безалкогольный напиток с содержанием этилового спирта не более 1,2 % об., изготовленный в результате незавершенного спиртового или спиртового и молочнокислого брожения на основе зернового сырья или зерновых полуфабрикатов и (или) незернового растительного сырья (с добавлением или без добавления фруктов, ягод, овощей, лекарственного сырья), с добавлением пищевых биологически активных добавок синтетической природы;

– «ферментированный зерновой напиток с добавлением ароматизаторов» – безалкогольный напиток с содержанием этилового спирта не более 1,2 % об., изготовленный в результате незавершенного спиртового или спиртового и молочнокислого брожения на основе зернового сырья или зерновых полуфабрикатов и (или) незернового сырья (с добавлением или без добавления фруктов, ягод, овощей, лекарственного сырья), с добавлением ароматизаторов натуральной или синтетической природы;

– «поликомпонентный ферментированный зерновой напиток» – безалкогольный напиток с содержанием этилового спирта не более 1,2 % об., изготовленный в результате незавершенного спиртового или спиртового и молочнокислого брожения на основе зернового сырья, зерновых полуфабрикатов, с добавлением или без добавления ржаного солода или ржаной муки, с добавлением одного или более видов фруктов и (или) с добавлением одного или более видов ягод, и (или) с добавлением одного или более видов овощей, и (или) с добавлением одного или более видов лекарственного сырья.

Классификация ФЗН по технологическому признаку:

1) по типу брожения:

– «ферментированный зерновой напиток спиртового брожения» – безалкогольный напиток с содержанием этилового спирта не более 1,2 % об., изготовленный в результате незавершенного спиртового брожения на основе зернового сырья, зерновых полуфабрикатов и (или) незернового сырья;

– «ферментированный зерновой напиток смешанного спиртового и молочнокислого брожения» – безалкогольный напиток с содержанием этилового спирта

не более 1,2 % об., изготовленный в результате незавершенного смешанного спиртового и молочнокислого брожения на основе зернового сырья, зерновых полуфабрикатов и (или) незернового сырья;

– «безалкогольный напиток на зерновой основе» – безалкогольный напиток с содержанием этилового спирта не более 1,2 % об., изготовленный на основе зернового сырья, зерновых полуфабрикатов и (или) незернового сырья без брожения;

2) *по купажированию:*

– «ферментированный зерновой напиток с купажированием» – безалкогольный напиток с содержанием этилового спирта не более 1,2 % об., изготовленный в результате незавершенного спиртового или смешанного спиртового и молочнокислого брожения на основе зернового сырья, зерновых полуфабрикатов и (или) незернового сырья с купажированием напитка после брожения;

– «ферментированный зерновой напиток без купажирования» – безалкогольный напиток с содержанием этилового спирта не более 1,2 % об., изготовленный в результате незавершенного спиртового или смешанного спиртового и молочнокислого брожения на основе зернового сырья, зерновых полуфабрикатов и (или) незернового сырья без купажирования напитка после брожения;

3) *по обработке готового ФЗН:*

– «фильтрованный ферментированный зерновой напиток» – безалкогольный напиток с содержанием этилового спирта не более 1,2 % об., изготовленный в результате незавершенного спиртового или смешанного спиртового и молочнокислого брожения на основе зернового сырья, зерновых полуфабрикатов и (или) незернового сырья с дополнительным фильтрованием напитка;

– «пастеризованный ферментированный зерновой напиток» – безалкогольный напиток с содержанием этилового спирта не более 1,2 % об., изготовленный в результате незавершенного спиртового или смешанного спиртового и молочнокислого брожения на основе зернового сырья, зерновых полуфабрикатов и (или) незернового сырья с дополнительной пастеризацией напитка;

– «обеспложенный ферментированный зерновой напиток» – безалкогольный напиток с содержанием этилового спирта не более 1,2 % об., изготовленный

в результате незавершенного спиртового или смешанного спиртового и молочно-кислого брожения на основе зернового сырья, зерновых полуфабрикатов и (или) незернового сырья с дополнительным обеспложивающим фильтрованием напитка;

– «необработанный ферментированный зерновой напиток» – безалкогольный напиток с содержанием этилового спирта не более 1,2 % об., изготовленный в результате незавершенного спиртового или смешанного спиртового и молочно-кислого брожения на основе зернового сырья, зерновых полуфабрикатов и (или) незернового сырья без дополнительной обработки напитка.

Классификация ФЗН по функциональному признаку:

– «ферментированный зерновой напиток с повышенной пищевой ценностью» – безалкогольный напиток с содержанием этилового спирта не более 1,2 % об., изготовленный в результате незавершенного спиртового или смешанного спиртового и молочнокислого брожения на основе функционального зернового сырья, зерновых полуфабрикатов и (или) незернового сырья, отличающихся повышенной пищевой ценностью (с повышенным содержанием витаминов, минеральных веществ, органических кислот и других биологически активных веществ);

– «ферментированный зерновой напиток с повышенной биологической ценностью» – безалкогольный напиток с содержанием этилового спирта не более 1,2 % об., изготовленный в результате незавершенного спиртового или смешанного спиртового и молочнокислого брожения на основе функционального зернового сырья, зерновых полуфабрикатов и (или) незернового сырья, отличающихся повышенной биологической ценностью (с повышенным содержанием белка и аминокислот);

– «полифункциональный ферментированный зерновой напиток» – безалкогольный напиток с содержанием этилового спирта не более 1,2 % об., изготовленный в результате незавершенного спиртового или смешанного спиртового и молочнокислого брожения на основе зернового сырья, зерновых полуфабрикатов и (или) незернового сырья с повышенной пищевой и биологической ценностью;

– «ферментированный зерновой напиток общего назначения» – безалкогольный напиток с содержанием этилового спирта не более 1,2 % об., изготовленный в результате незавершенного спиртового или смешанного спиртового и молочнокислого брожения на основе зернового сырья, зерновых полуфабрикатов и (или) незернового сырья с обычными свойствами.

Согласно предлагаемой классификации разработанные ФЗН в зависимости от классификационного признака относятся к нескольким вариантам напитков: «на зерновом сырье», «полисолодовый ФЗН с добавлением ржаного солода / без добавления ржаного солода» (в зависимости от рецептуры), «ФЗН спиртового брожения», «без купажирования», «фильтрованный/пастеризованный/обеспложенный» (в зависимости от технологии), «полифункциональный ФЗН».

Таким образом, предлагаемая модель модульно-алгоритмического подхода к производству ферментированных зерновых напитков, позволяющая сформировать их целевой нутриентный состав, может быть без капитальных затрат имплементирована в действующие пивобезалкогольные предприятия за счет сохранения активно функционирующих технологических линий – алгоритмических действий предприятия, а также за счет формализации отдельных модульных элементов системы производства напитков – индивидуальных корректировок технологических линий в зависимости от сырьевого элемента (вида и качества), целевых установок по готовому продукту, возникающих технологических и (или) социально-экономических рисков. В целом предлагаемая модель позволяет реализовать стратегические цели и задачи в области обеспечения продовольственной безопасности, повышать качество пищевой продукции, развивать пищевую и перерабатывающую промышленность.

4 Оценка потребительских предпочтений

Одним из определяющих принципов производства нового вида продукта или известного продукта с улучшенными потребительскими свойствами является его востребованность среди потенциальных потребителей. Безалкогольная продукция ввиду большой популярности среди населения всегда занимает уверенную позицию на потребительском рынке нашей страны. Ассортимент безалкогольных напитков достаточно разнообразен, насчитывает не менее 50 позиций товаров данной продовольственной группы, часть из которых остаются постоянными в течение длительного периода времени – не менее трех лет, часть постоянно обновляется.

Изменчивость ассортимента зависит от ряда факторов, в том числе предпочтений потребителей. Безалкогольные напитки прежде всего ассоциируются у покупателей с жаждоутоляющей, тонизирующей продукцией, доставляющей удовольствие при употреблении за счет своих вкусоароматических свойств. В связи с этим многие покупатели проявляют интерес к появляющимся новинкам в данной группе товаров, формируют спрос и тем самым способствуют обновлению ассортимента безалкогольных напитков.

Квас как один из представителей ФЗН, согласно действующему на него стандарту, относится к группе безалкогольных напитков и дополняет их ассортимент в качестве напитка брожения, произведенного чаще всего на основе зернового сырья с добавлением или без добавления различного растительного сырья. Несколько лет назад квас можно было встретить в торговых предприятиях исключительно в весенне-летний период. В настоящее время ввиду возрастающей популярности данного напитка среди населения нашей страны квас встречается на продовольственных полках в любое время года.

На рисунке 15 приведены данные о структуре ассортимента безалкогольных напитков, представленного в крупнейших торговых предприятиях г. Новосибир-

ска (ООО «Лента», ООО «Ашан», ООО «Агроторг и АО «Тандер») в летний период 2021 г. и зимний период (январь) 2022 г.

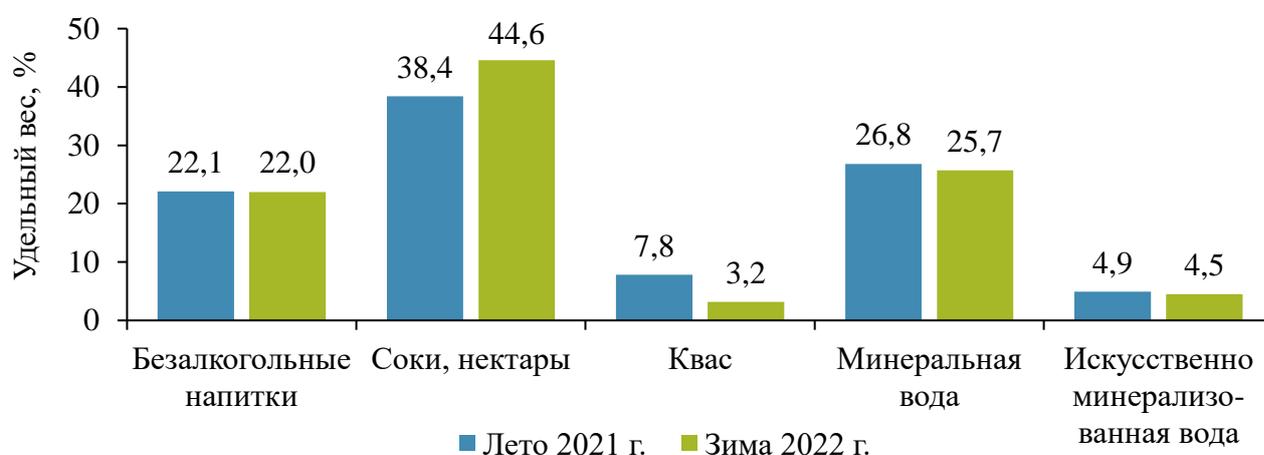


Рисунок 15 – Структура ассортимента напитков (безалкогольных напитков, соков, минеральных и искусственно минерализованных вод), представленных в крупнейших торговых предприятиях г. Новосибирска

При изучении предложения по данной продовольственной группе учитывали долю соков, морсов, нектаров, минеральных и искусственно минерализованных вод, рассматриваемых покупателем в качестве продукции, имеющей отношение к безалкогольным напиткам. На рисунке 16 представлена информация о структуре ассортимента только безалкогольных напитков в зависимости от состава.



Рисунок 16 – Структура ассортимента безалкогольных напитков, %

Представленная на рисунках 15 и 16 информация свидетельствует о том, что среди всех напитков, не имеющих отношения к алкогольной и слабоалкогольной продукции, безалкогольные напитки занимают на отечественном продовольственном рынке (на примере г. Новосибирска) более 20 %. При этом напитки брожения в общем ассортименте всех напитков имеют доли 7,8 % и 3,2 % в летний и зимний периоды, а среди всех безалкогольных напитков составляют практически четверть. При анализе ассортимента отмечено, что большая часть приходится на так называемые классические безалкогольные напитки (типа лимонада), приготовленные на натуральном сырье. Популярной становится безалкогольная продукция, приготовленная на основе минеральной воды (более 5 % от всего ассортимента безалкогольных напитков), и в целом около 10 % занимают напитки, полученные на основе искусственных ароматизаторов и красителей и искусственно минерализованных вод.

В сегодняшних условиях рынок продовольственной продукции претерпевает ряд изменений, обусловленных санкционными действиями в отношении России. Это коснулось и группы безалкогольных напитков. Из продаж ушли напитки типа Соса Сола, но при этом кардинальных изменений в структуре ассортимента напитков, соков, минеральных вод и т. д. не произошло – их позиции заняла аналогичная продукция отечественного производства.

Далее проводили оценку потребительских предпочтений относительно напитков брожения, в том числе востребованности при улучшении их потребительских свойств. Данное маркетинговое исследование можно проводить несколькими способами – глубинным, полуструктурированным и методом фокус-групп. Наиболее эффективной среди них с точки зрения оперативности сбора информации, полноты получаемых данных, обработки результатов социологического исследования, расхода материальных и временных ресурсов можно выделить фокус-групповую методику. В соответствии с регламентом данный способ опроса предусматривает в течение 1,5–2,0 ч групповую дискуссию участников (не более 12 чел.), отобранных по принципу заинтересованности к тематике опроса, по подготовленному гайду вопросов модератора с открытым ответом, предполагающим

высказывание определенного мнения каждым участником целевой аудитории. При целенаправленном координировании дискуссии модератором получаемые по итогам опроса результаты (качественная характеристика объекта) позволяют сформировать полное и глубокое мнение отобранной целевой аудитории относительно объекта исследования.

Квас как один из ФЗН является достаточно известным и популярным напитком среди населения нашей страны, однако ввиду своей вкусовой оригинальности употребляется некоторыми потребителями продовольственной продукции очень редко или вообще не употребляется. В связи с этим отбор участников в фокус-группу проводился среди лиц, которые по крайней мере не против употребления кваса, а также среди лиц, придерживающихся здорового образа жизни и заинтересованных в здоровом питании.

Формирование целевой аудитории завершилось по результатам предварительного рекрутинга респондентов по основным вопросам, таким как возраст, пол, социальный статус, ежемесячный доход, образ жизни, и целевым вопросам, касающимся понимания респондентами правильного питания, отношения к приобретению качественной и (или) функциональной продукции, новой продукции с улучшенными потребительскими свойствами. В результате из 74 участников были составлены две фокус-группы, различающиеся возрастом и принципиальным статусным положением участников. Первая группа (10 чел.) – из числа возрастной категории от 25 до 49 лет, представленная преимущественно женщинами (80 %), занимающимися различными видами профессиональной деятельности, в том числе преподавательской, спортивной, занятыми в сфере услуг, а также не имеющими официального статуса занятости. Вторая группа (8 чел.) представлена исключительно студенческой целевой аудиторией в возрасте от 20 до 24 лет. Необходимость выделения в отдельную группу респондентов из числа обучающихся высшей образовательной организации обусловлена интересом к мнению молодежи, постоянно употребляющей безалкогольные напитки, относительно введения в свой рацион, возможно, для большинства из них нового напитка в качестве альтернативной продукции продуктов здорового питания. Как и в первой

группе, большинство участников второго состава фокус-группы представлено женской аудиторией (62,5 %).

Дискуссионный опрос требовал открытого ответа участников на конкретные вопросы из приведенных ниже:

1. Придерживаетесь ли Вы здорового образа жизни? Что для Вас означает данное понятие?

2. Назовите продукты питания, составляющие Вашу еженедельную продуктовую корзину.

3. Как Вы относитесь к перекусам? Почему? Если Вы употребляете какие-либо продукты/напитки в качестве перекусов, то назовите их и обоснуйте выбор.

4. Какие продукты питания или напитки Вы бы отнесли к продуктам здорового (правильного) питания?

5. Назовите пять наиболее важных характеристик, по Вашему мнению, описывающих продукты здорового (правильного) питания.

6. Какой ингредиент в составе покупаемой Вами продукции останавливает Вас при покупке продуктов/напитков?

7. Зерновое и бобовое сырье принято считать полезным. Какими функциональными компонентами обладает это сырье, на Ваш взгляд? В каких пищевых продуктах используется зерновое и бобовое сырье?

8. Растительный белок является незаменимым компонентом правильного/здорового питания. Назовите продукты/напитки на основе растительного сырья, которые Вы знаете. Покупаете ли Вы их?

9. Как часто Вы покупаете квас? Считаете ли Вы его сезонным напитком? Планируете ли Вы в ближайшее время купить квас?

10. Читаете ли Вы маркировку приобретаемого кваса и является ли важным для Вас его состав? Объясните, почему.

11. Почему квас, на Ваш взгляд, можно считать полезным? Можете ли назвать вещества в квасе, обуславливающие его положительные свойства? Объясните, почему.

12. С какими улучшенными потребительскими свойствами (по составу, по содержанию витаминов, аминокислот и других биологически активных веществ, и др.) Вы бы посчитали возможным покупать квас? Что для Вас имеет в данном случае большее значение?

К вопросу ведения здорового образа жизни, предполагающему в том числе ежедневное употребление полезных продуктов разных групп продовольственных товаров, большинство респондентов обеих групп (80 % и 75 % соответственно первой и второй целевой аудиторий) выразили положительное отношение. В целом при ответе на вопрос о действиях в направлении ведения здорового образа жизни были высказаны ответы: занятия спортом, прогулки, соблюдение режима сна и отдыха.

При ответе на вопрос о наполняемости недельной продуктовой корзины часть респондентов указала на приобретение в дополнение к основным продуктам питания в том числе безалкогольных напитков. При этом, как и ожидалось, вторая целевая аудитория превзошла в этом предпочтении первую: 75 % участников опроса отметили приобретение данной продукции как минимум один раз в неделю. Это свидетельствует о том, что данная продовольственная группа выбирается потребителями на регулярной основе.

По вопросу «Какие продукты питания или напитки Вы бы отнесли к продуктам здорового (правильного) питания?» в некоторых случаях ответы респондентов называли конкретное наименование продукта; в среднем 40 % участников обеих групп давали общую характеристику продукта, в том числе такие как «продукты, обогащенные белком», «продукты, обогащенные витаминами/минеральными веществами/биологически активными веществами», «обезжиренные продукты». Это говорит о том, что любой пищевой продукт или напиток с точки зрения потребителя попадает в категорию продуктов здорового (правильного) питания, если отвечает вышеназванным требованиям.

На вопросы относительно полезности зернового или бобового сырья, в частности присутствующего в них белка растительного происхождения, в обеих группах однозначно выражено положительное мнение. При этом в качестве при-

мера продукта на основе растительного сырья, желаемого приобрести респондентам, высказаны мнения не только в пользу традиционной продукции (крупы, хлебобулочные и макаронные изделия и др.), но и в пользу кваса – 37,5 % в первой группе и 25 % во второй. Несколько участников даже предложили по данному вопросу такой вариант ответа, как соевые продукты.

Несмотря на то, что в ходе опроса большая часть респондентов по поводу частоты покупки кваса высказали мнение большинства – 1–2 раза в месяц, а также в «сезонный» период (весна-лето), многие, называя его полезные свойства, говорили о готовности попробовать и другие виды ФЗН с новыми вкусовыми и функциональными свойствами (рисунки 17 и 18).

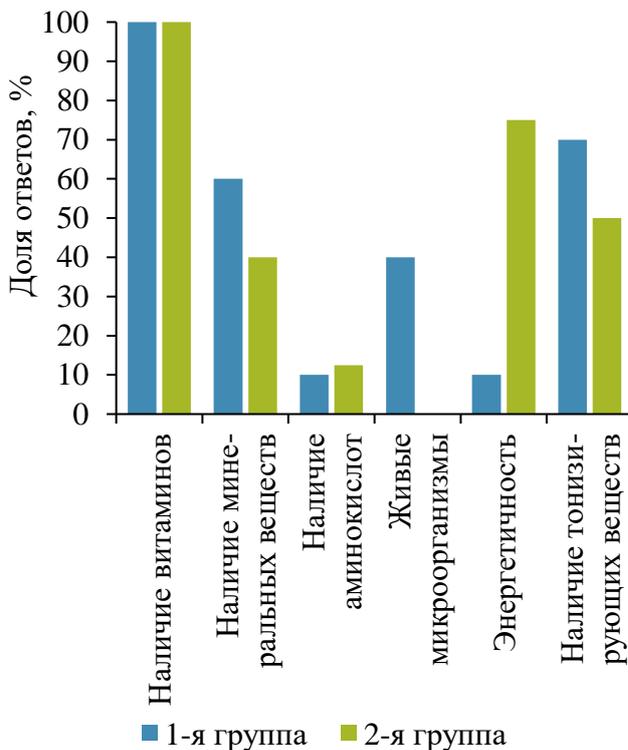


Рисунок 17 – Мнения респондентов относительно полезных свойств кваса

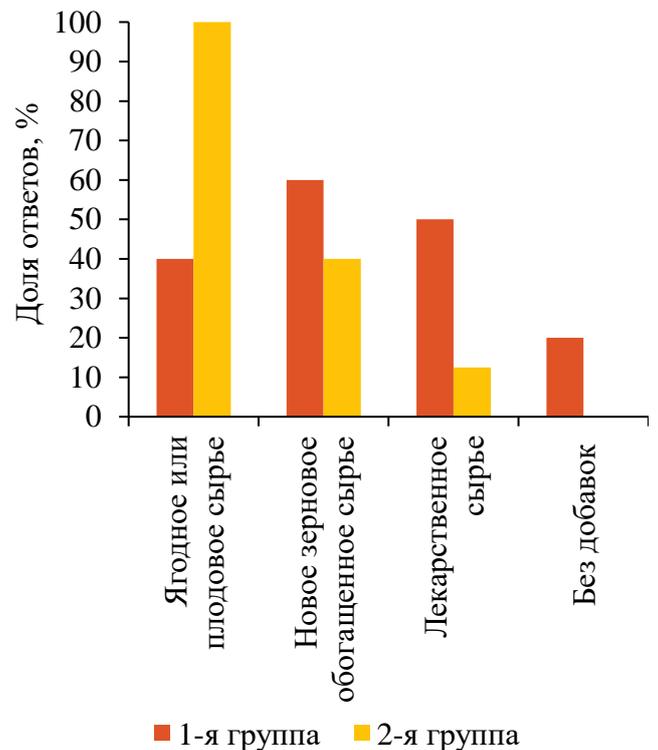


Рисунок 18 – Мнения респондентов о желаемых новых свойствах ФЗН за счет использования различного растительного сырья

При этом однозначное положительное мнение студенческой целевой аудитории высказано в пользу добавления в ФЗН ягодного или фруктового сырья; пер-

вая (более возрастная) фокус-группа не против изменения потребительских свойств ФЗН за счет применения в рецептуре и технологии любого растительного сырья, в том числе зернового, с высокой пищевой или биологической ценностью.

Таким образом, определенная целевая аудитория, относящаяся положительно к употреблению ФЗН на примере кваса, не против расширения ассортимента данных напитков, в том числе за счет использования в их рецептуре обогащенного зернового сырья. Это, в свою очередь, расширяет перспективы к нововведениям в технологии напитков брожения (безалкогольных) – разработке новых рецептов и технологий, позволяющих получить напитки с повышенной пищевой и (или) биологической ценностью.

5 Формирование сырьевого элемента системы, используемого в производстве ферментированных зерновых напитков

5.1 Оценка обеспеченности сырьевыми ресурсами

В производстве продуктов питания и напитков основным принципом выбора сырья является бесперебойность его поставок, цена, стабильность качества и безопасности. При этом производителями рассматриваются отечественные и зарубежные поставщики. В условиях сегодняшнего нестабильного состояния импорта продукции и сырья в мировом обороте с Россией, существующих санкционных действий в отношении нашей страны и возможного появления новых, с целью сохранения стабильности пищевых производств, в том числе пивобезалкогольной отрасли, производителям необходимо ориентироваться прежде всего на отечественных поставщиков сырья.

По официальным данным Росстата [293], в соответствии с реализацией стратегически поставленных задач изготовителям сырья и продовольственной продукции за последние несколько лет отмечается динамичный рост производства отечественной продукции сельскохозяйственной и перерабатывающей отраслей, что позволило снизить импорт аналогичной продукции к настоящему времени до 25 %. Определяющим фактором развития отечественной сырьевой базы, привлечения инвестиций в развитие и модернизацию технологий агропромышленного комплекса является устойчивый спрос на производимые социально значимые продукты питания, обеспечивающий в том числе развитие внутренних рынков продукции пищевой и перерабатывающей промышленности, законодательно закрепленное государственной политикой в области защиты внутреннего продовольственного рынка страны.

Одним из приоритетов Стратегии развития пищевой и перерабатывающей промышленности является импортозамещение пищевой продукции. Естественно, использование отечественного сырьевого ресурса при этом позволит не только поддержать российского производителя перерабатывающих производств, но и за счет наращивания объемов производства сельскохозяйственного сырья и его реализации закрепить в экономическом аспекте сельскохозяйственные организации всех категорий, в том числе хозяйства населения, крестьянские (фермерские) хозяйства и индивидуальных предпринимателей. Следует отметить тот факт, что удельный вес сбора сельскохозяйственных культур в 2021 г. последними категориями (КФЗ и ИП) составил 30,4 % по зерновым культурам и 26,4 % по зернобобовым (в 2019 г. находился на уровне 29,3 % и 25,2 % соответственно).

Основным сырьем, используемым в технологии безалкогольных напитков брожения, являются зерновые культуры, реже бобовые. За период 2016–2023 гг., согласно данным Росстата, наблюдаются позитивные динамичные изменения валового сбора основных сельскохозяйственных культур в хозяйствах всех категорий РФ и их урожайности. В таблице 7 представлены сведения о валовом сборе отдельных сельскохозяйственных культур в целом по стране.

Таблица 7 – Валовой сбор сельскохозяйственных культур за период 2016–2023 гг.

Сельскохозяйственная культура	Валовый сбор, тыс. т							
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Пшеница	73 346	86 003	72 136	74 453	85 894	76 014	104 233	92 826
Рожь	2 548	2 549	1 916	1 428	2 378	1 722	2 179	1 712
Ячмень	17 967	20 629	16 992	20 489	20 939	17 993	23 393	21 146
Овес	4 766	5 456	4 719	4 424	4 132	3 743	4 529	3 304
Соя	3 143	3 622	4 027	4 360	4 308	4 760	6 003	6 824

Несмотря на незначительное снижение валового сбора некоторых культур в 2023 г. в сравнении с предыдущим годом, в целом явно видны высокие объемы сбора урожая основных зерновых и особенно бобовой сои – ее урожайность остается возрастающей за весь анализируемый период. Несмотря на то, что значения

2023 г. чуть ниже, чем в 2022 г., следует отметить прирост урожайности некоторых видов зерна в последнем году в среднем в период с 2016 по 2021 г.: пшеницы – 19 %, ячменя – 10 %, сои – 69 % (а в сравнении с 2016 г. – в 2,17 раза).

В любом случае валовой сбор сельскохозяйственных культур в целом сегодня выше, чем во многие периоды даже эпохи Советского Союза, о чем свидетельствуют данные рисунка 19.

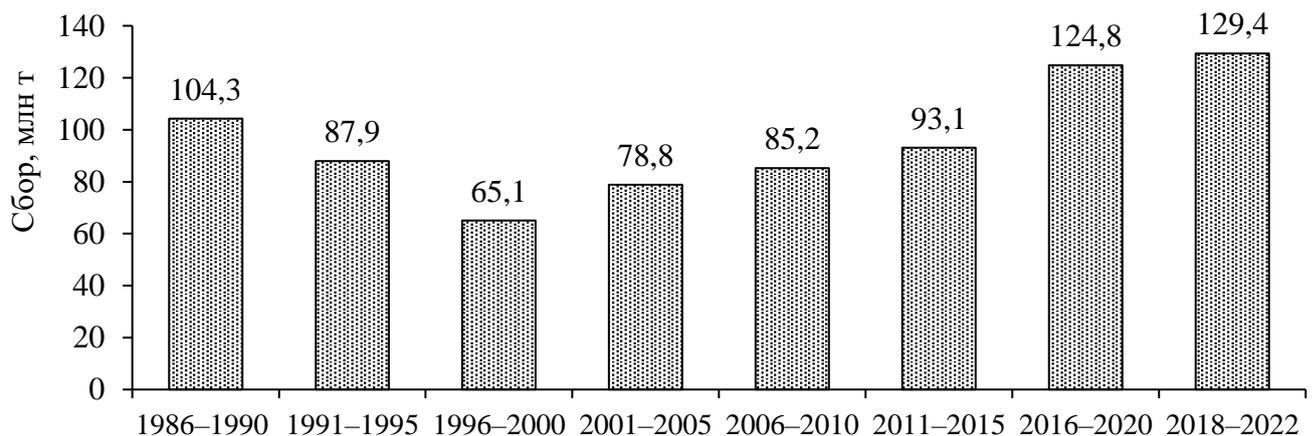


Рисунок 19 – Валовой сбор основных сельскохозяйственных культур в разные периоды (в среднем за год)

Что касается урожайности отдельных зерновых и бобовых культур за тот же анализируемый период (2016–2023 гг.), то следует отметить позитивную динамику урожайности, несмотря на небольшие спады в отдельные годы. Следует отметить, что урожайность сои в сравнении с зерновым сырьем постоянно увеличивается. Данные об урожайности сельскохозяйственных культур на 2016–2023 гг. представлены на рисунке 20.

Кроме этого, разные регионы страны демонстрируют отличный друг от друга прирост/убыль валового сбора всех зерновых и зернобобовых культур. Данные о валовом сборе в разрезе российских регионов на примере одних из самых урожайных годов (2021 г. к 2020 г. и 2022 г. к 2021 г.) представлены на рисунке 21.

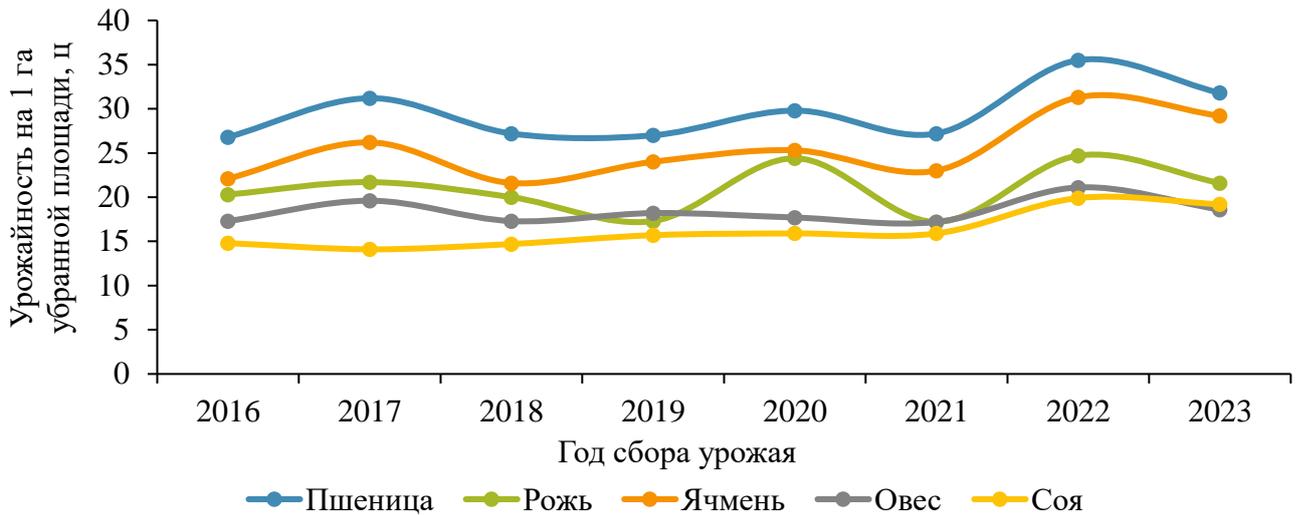


Рисунок 20 – Урожайность сельскохозяйственных культур за период 2016–2023 гг.

Представленные на рисунке 21 данные демонстрируют факт валового прироста урожайности в Сибирском федеральном округе даже в тот период, когда в стране данный показатель находился на уровне ниже 100 %.

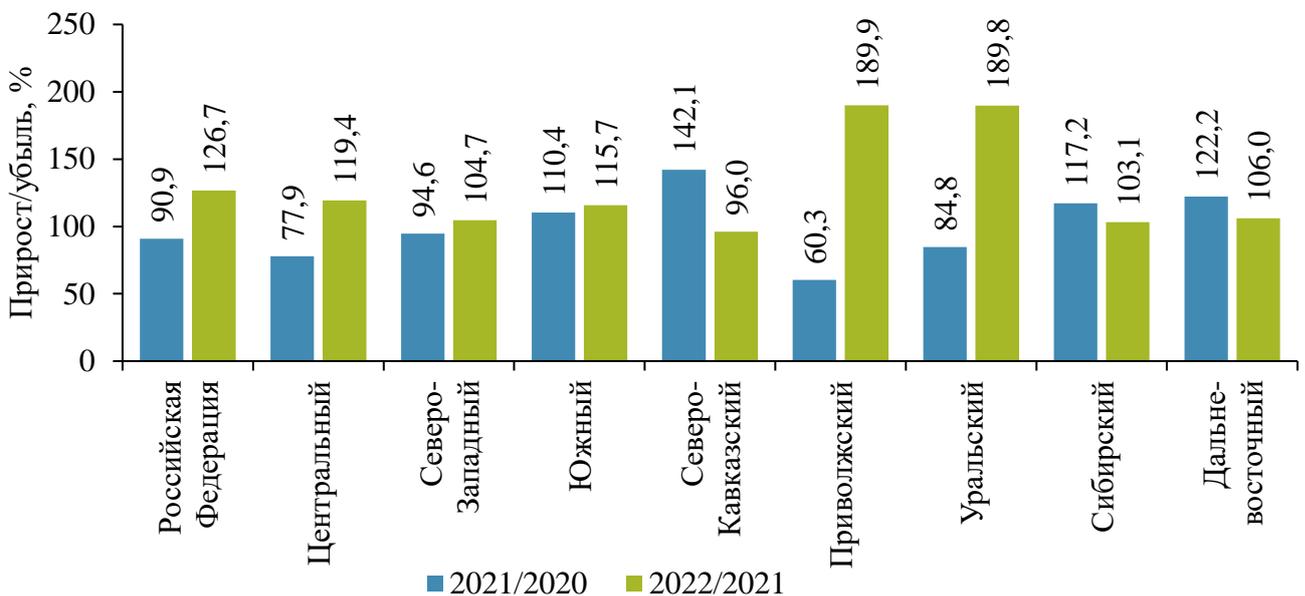


Рисунок 21 – Прирост/убыль валового сбора сельскохозяйственных культур в целом в стране и в разрезе федеральных округов

Таким образом, результаты аналитического исследования подтверждают возможность постоянного обеспечения предприятий пивобезалкогольной отрасли отечественным сырьем, при этом ближайшие к Сибирскому федеральному

округу регионы – производители зерновых и бобовых сельскохозяйственных культур, в том числе Новосибирская область, Алтайский и Приморские края, на сегодняшний день имеют высокий потенциал выращивания и сбора урожая, а следовательно, бесперебойных поставок сырья перерабатывающим предприятиям. Приведенные официальные данные позволяют судить о реалистичном выполнении одной из стратегических целей государства – снижения импорта продукции и сырья, сохранения устойчивых позиций отечественного продовольственного рынка.

5.2 Обоснование выбора зернового и бобового сырья

На основании принципов концепции диссертационной работы выбор сырья должен производиться с учетом двух основных факторов: во-первых, доступность сырья и бесперебойность снабжения, что обеспечивается отечественным сырьем местного или близлежащих регионов, и, во-вторых, химический состав сырья. Во втором случае необходимо индивидуально осуществить подборку сортов по каждому виду сырья, подходящих с технологической и функциональной точки зрения.

Так, ячмень, пшеницу и рожь следует отбирать традиционных сортов, с высокими и стабильными показателями качества, использование которых в технологии гарантирует получение на их основе ФЗН с высокими показателями качества и безопасности, удовлетворяющими требования и стандарта, и технического регламента. Сорты овса и сои необходимо выбирать, основываясь на приоритете содержания в них белка и аминокислот.

Что касается территориального фактора выбора сырья, то предпочтение следует отдавать сырью, произрастающему в Сибирском федеральном округе, в том числе в Новосибирской области и Алтайском крае, а также в Дальневосточ-

ном федеральном округе. Высокие характеристики, соответствующие установленным в концепции требованиям, имеют сорта сои, выращенной в Приморском крае. Морфологическое описание, агрономические и производственные характеристики сырья представлены в таблицах 8–12.

Таблица 8 – Морфологические, агрономические и производственные характеристики ячменя по сортам

Наименование признака	Описание признака в сортах ячменя*		
	«Ворсинский 2»	«Деспина»	«Челябинский 99»
Направление использования	Пивоваренный и ценный по качеству	Пивоваренный	
Срок созревания (группа спелости)	Средний (среднеспелый)		Среднепоздний
Вегетационный период, сут	77–90	71–86	71–92
Урожайность, ц/га	32,6	40,8	25,6
Засухоустойчивость	Средняя		
Устойчивость к полеганию	Высокая	Высокая	Средняя
Масса 1000 зерен, г	42–50	42–54	38–47
Содержание белка, %	10,7–14,4	9,5–12,3	10,6–14,3
Примечание – * Все сорта ячменя – селекции Западно-Сибирского региона.			

Таблица 9 – Морфологические, агрономические и производственные характеристики пшеницы по сортам

Наименование признака	Описание признака в сортах пшеницы*		
	«Алейская»	«Алтайская 100»	«Дуэт»
Направление использования	Зерновой	Ценная по качеству	
Срок созревания (группа спелости)	Среднепоздний	Средний (среднеспелый)	
Вегетационный период, сут	79–90	85–92	84–92
Урожайность, ц/га	26,2	29,8	33,8
Засухоустойчивость	Средняя	Выше среднего	Средняя
Устойчивость к полеганию	Средняя	Средняя	Ниже среднего
Масса 1000 зерен, г	40–48	36–40	36–39
Содержание белка, %	13,6–16,2	11,0–13,5	11,0–13,5
Примечание – * Все сорта пшеницы – селекции Западно-Сибирского региона.			

Таблица 10 – Морфологические, агрономические и производственные характеристики ржи по сортам

Наименование признака	Описание признака в сортах ржи		
	«Влада»	«Дымка»	«Сибирь»
Направление использования	Зерновая		
Срок созревания (группа спелости)	Среднепоздний		
Вегетационный период, сут	319–350	330–350	331–340
Урожайность, ц/га	24,2	22,0-37,5	15,5
Засухоустойчивость	Средняя	Высокая	Выше средней
Устойчивость к полеганию	Средняя	Средняя	Высокая
Зимостойкость	Высокая		
Масса 1000 зерен, г	27,7–42,1	25–35	40–46
Содержание белка, %	12,2	11,8	16,2

Таблица 11 – Морфологические, агрономические и производственные характеристики овса по сортам

Наименование признака	Описание признака в сортах овса*		
	«Гаврош»	«Корифей»	«Мустанг»
Направление использования	Ценный по качеству		
Срок созревания (группа спелости)	Среднеранний	Средний (среднеспелый)	
Вегетационный период, сут	65–83	65–85	73–84
Урожайность, ц/га	18,0	25,1	30,9
Засухоустойчивость	Средняя	Высокая	Средняя
Устойчивость к полеганию	Средняя	Высокая	Высокая
Масса 1000 зерен, г	23–32	35–40	34–43
Содержание белка, %	13,9–17,5	13,4–15,6	9,5–13,4
Примечание – * Все сорта овса – селекции Западно-Сибирского региона.			

Таблица 12 – Морфологические, агрономические и производственные характеристики сои по сортам

Наименование признака	Описание признака в сортах сои*		
	«Гармония»	«Лидия»	«Приморская 69»
Направление использования	Технологическое		
Срок созревания (группа спелости)	Ранний (раннеспелый)		Среднеранний
Вегетационный период, сут	102–107	96–104	114
Урожайность, ц/га	19,1	15,4	13,4–18,9
Масса 1000 зерен, г	181,3	158–168	158,6–201,8
Содержание белка, %	34,0–35,9	39,3–41,1	37,1–40,8
Примечание – * Все сорта сои – селекции Дальневосточного региона.			

Таким образом, отобраны следующие сорта зерновых и бобовой культур:

– ячмень: яровые сорта «Ворсинский 2», «Деспина», «Челябинский 99», целевое назначение – пивоваренные, с высокой урожайностью, особенно сорт «Деспина», со средней устойчивостью к засухе, средней и высокой устойчивостью к полеганию, высоким показателем массы 1000 зерен для сортов «Ворсинский 2» и «Деспина», что говорит о крупности ячменных зерен, с достаточно высоким для пивоваренного ячменя содержанием белка, особенно для сортов «Ворсинский 2» и «Челябинский 99»;

– пшеница: яровые сорта «Алейская», «Алтайская 100», «Дуэт», относящиеся по целевому назначению к зерновым, используемым в пищевых технологиях, второй и третий сорта отмечаются как ценные по качеству. Все сорта отличаются средней устойчивостью к засухе и полеганию, дают стабильные урожаи. Сорт «Алейская» отличается самыми высокими значениями по массе 1000 зерен и содержанию белка. Сорта «Алтайская 100» и «Дуэт» имеют более мелкие зерна и содержат по среднестатистическим данным меньшее количество белка, но отмечены в государственном реестре селекционных достижений как культуры, ценные по качеству, в связи с чем были отобраны для исследований;

– рожь: сорта «Влада», «Дымка», «Сибирь» – все озимые среднепоздние сорта, не ниже средней устойчивости к засухе и полеганию, высокой зимостойкостью. Показатель урожайности различен: сорта «Влада» и «Дымка», имеющие средние по размеру зерна, не слишком высокое содержание белка, отличаются высокой урожайностью; сорт «Сибирь» имеет достаточно крупные зерна с высоким содержанием белка, но уступает по урожайности двум другим сортам;

– овес: яровые сорта «Гаврош», «Корифей», «Мустанг», отмечены в государственном реестре селекционных достижений как культуры, ценные по качеству; устойчивы к засухе и полеганию, несколько отличаются друг от друга по показателям массы 1000 зерен и содержанию белка. Более крупные по размеру зерна отмечены в сортах «Корифей» и «Мустанг», хотя белка в них содержится меньше, чем в сорте «Гаврош». Количество белка в данном сорте по среднестатистическим данным может достигать до 17,5 %;

– соя: сорта «Гармония», «Лидия», «Приморская 69» отобраны по приоритетному признаку – содержанию белка. Явным лидером по данному показателю выступает сорт «Лидия», чуть меньше белка в сорте «Приморская 69», еще меньше – в сорте «Гармония». Однако содержание ключевого компонента выбора сои с целью использования ее в технологии ФЗН составляет не менее 34 % даже в менее белковистых сортах.

Таким образом, проведенный обор сортов зерновых и бобовой культур показал, что все предлагаемые к привлечению в исследованиях культуры имеют высокие характеристики, прежде всего, по содержанию белка по всем видам сырья, что позволяет им быть использованными в производстве ФЗН с обогащенным нутриентным составом, позволяющим повысить биологическую ценность напитков, а продемонстрированные агрономические свойства культур могут гарантировать стабильность формирования сырьевой базы из их числа для ресурсного элемента системы.

Все сорта ячменя, пшеницы, ржи, овса и сои подвергали глубокому технологическому анализу для оценки их пригодности к производству солода на их основе по ключевым показателям, а также по показателям биологической ценности. Результаты представлены в таблицах 13–17, количественный состав незаменимых и заменимых аминокислот – в таблицах 18 и 19.

Таблица 13 – Показатели качества сортов ячменя

Показатель	Содержание в сортах ячменя		
	«Ворсинский 2»	«Деспина»	«Челябинский 99»
<i>Органолептические показатели:</i> цвет, запах, состояние	Цвет желтый, запах свойственный здоровому зерну ячменя, без посторонних запахов		
<i>Стандартные показатели</i>			
Массовая доля влаги, %	11,8 ± 0,3	12,2 ± 0,4	12,4 ± 0,5
Массовая доля сорной примеси, %	1,00 ± 0,02	1,00 ± 0,02	1,00 ± 0,02
Массовая доля зерновой примеси, %	1,60 ± 0,05	1,80 ± 0,07	1,80 ± 0,07
Абсолютная масса, г	36,4 ± 1,4	31,5 ± 0,9	42,7 ± 1,3
Натура, г/дм ³	706,8 ± 20,3	722,4 ± 22,4	698,2 ± 20,1

Продолжение таблицы 13

Показатель	Содержание в сортах ячменя		
	«Ворсинский 2»	«Деспина»	«Челябинский 99»
<i>Технологические показатели</i>			
Способность прорастания, %	95,1 ± 1,9	95,4 ± 2,0	95,2 ± 1,9
Массовая доля крахмала, %	59,6 ± 1,2	59,1 ± 1,1	57,4 ± 0,9
Массовая доля клетчатки, %	4,50 ± 0,13	4,20 ± 0,11	4,60 ± 0,14
Массовая доля белка, %	12,4 ± 0,4	12,0 ± 0,3	14,4 ± 0,5
Массовая доля жира, %	1,50 ± 0,05	1,10 ± 0,02	1,40 ± 0,04
Экстрактивность, %	73,5 ± 1,4	74,7 ± 1,5	74,2 ± 1,4
Ферментативная активность, ед/г:			
– амилалитическая	112,1 ± 2,2	115,0 ± 2,3	110,3 ± 2,1
– протеолитическая	33,5 ± 0,6	36,2 ± 0,7	34,8 ± 0,7
– цитолитическая	20,3 ± 0,4	19,6 ± 0,3	20,6 ± 0,4
<i>Показатели биологической ценности</i>			
Содержание аминокислот, мг/100 г белка:			
– незаменимых	2720 ± 70	2770 ± 70	2790 ± 70
– заменимых	6950 ± 100	6730 ± 100	6860 ± 100

Таблица 14 – Показатели качества сортов пшеницы

Показатель	Содержание в сортах пшеницы		
	«Алейская»	«Алтайская 100»	«Дуэт»
<i>Органолептические показатели:</i> цвет, запах, состояние	Цвет желтый, запах свойственный здоровому зерну пшеницы, без посторонних запахов		
<i>Стандартные показатели</i>			
Массовая доля влаги, %	9,4 ± 0,2	8,4 ± 0,1	8,6 ± 0,1
Массовая доля сорной примеси, %	1,10 ± 0,02	1,00 ± 0,02	1,10 ± 0,02
Массовая доля зерновой примеси, %	1,60 ± 0,03	1,80 ± 0,04	1,60 ± 0,03
Абсолютная масса, г	44,6 ± 1,3	36,1 ± 1,1	36,8 ± 1,1
Натура, г/дм ³	785,4 ± 15,7	790,7 ± 16,0	790,1 ± 16,0
<i>Технологические показатели</i>			
Способность прорастания, %	96,2 ± 2,1	94,7 ± 1,9	95,2 ± 2,0
Массовая доля крахмала, %	61,7 ± 1,8	62,3 ± 1,9	64,6 ± 2,0
Массовая доля клетчатки, %	2,00 ± 0,04	2,10 ± 0,04	1,90 ± 0,04
Массовая доля белка, %	14,5 ± 0,3	13,1 ± 0,2	12,6 ± 0,2
Массовая доля жира, %	1,90 ± 0,04	1,90 ± 0,04	1,80 ± 0,03
Экстрактивность, %	62,9 ± 1,3	62,1 ± 1,2	62,2 ± 1,2

Продолжение таблицы 14

Показатель	Содержание в сортах пшеницы		
	«Алейская»	«Алтайская 100»	«Дуэт»
Ферментативная активность, ед/г:			
– амилолитическая	124,1 ± 3,7	146,2 ± 4,4	134,3 ± 4,0
– протеолитическая	74,2 ± 2,2	81,1 ± 2,4	74,1 ± 2,2
<i>Показатели биологической ценности</i>			
Содержание аминокислот, мг/100 г белка:			
– незаменимых	3520 ± 70	3410 ± 70	3640 ± 70
– заменимых	8720 ± 100	8540 ± 100	8850 ± 100

Таблица 15 – Показатели качества сортов ржи

Показатель	Содержание в сортах ржи		
	«Влада»	«Дымка»	«Сибирь»
<i>Органолептические показатели:</i> цвет, запах, состояние	Цвет желтый, запах свойственный здоровому зерну ржи, без посторонних запахов		
<i>Стандартные показатели</i>			
Массовая доля влаги, %	12,2 ± 0,2	11,8 ± 0,2	13,0 ± 0,4
Массовая доля сорной примеси, %	1,60 ± 0,03	1,60 ± 0,03	1,70 ± 0,04
Массовая доля зерновой примеси, %	3,40 ± 0,04	3,20 ± 0,03	3,20 ± 0,03
Абсолютная масса, г	46,5 ± 0,9	47,8 ± 0,9	42,6 ± 0,7
Натура, г/дм ³	600,2 ± 12,0	611 ± 12,2	628 ± 12,5
<i>Технологические показатели</i>			
Способность прорастания, %	97,2 ± 2,1	96,5 ± 1,9	96,8 ± 1,9
Массовая доля крахмала, %	54,5 ± 0,9	54,9 ± 0,8	52,9 ± 0,6
Массовая доля клетчатки, %	2,60 ± 0,03	2,70 ± 0,04	2,60 ± 0,04
Массовая доля белка, %	13,5 ± 0,3	12,0 ± 0,2	14,3 ± 0,4
Массовая доля жира, %	1,80 ± 0,03	1,40 ± 0,03	1,40 ± 0,02
Экстрактивность, %	–	–	–
Ферментативная активность, ед/г:			
– амилолитическая	62,1 ± 1,4	60,0 ± 1,1	61,2 ± 1,2
– протеолитическая	12,2 ± 0,2	10,4 ± 0,1	12,1 ± 0,1
– цитолитическая	88,6 ± 1,8	84,5 ± 1,7	84,8 ± 1,7
<i>Показатели биологической ценности</i>			
Содержание аминокислот, мг/100 г белка:			
– незаменимых	2810 ± 70	2780 ± 70	2800 ± 70
– заменимых	7040 ± 100	6870 ± 100	6850 ± 100

Таблица 16 – Показатели качества сортов овса

Показатель	Содержание в сортах овса		
	«Гаврош»	«Корифей»	«Мустанг»
<i>Органолептические показатели:</i> цвет, запах, состояние	Цвет светло-желтый, запах свойственный здоровому зерну овса, без посторонних запахов		
<i>Стандартные показатели</i>			
Массовая доля влаги, %	13,1 ± 0,3	12,5 ± 0,3	12,2 ± 0,2
Массовая доля сорной примеси, %	1,80 ± 0,03	1,40 ± 0,02	1,40 ± 0,02
Массовая доля зерновой примеси, %	3,60 ± 0,07	3,40 ± 0,06	3,20 ± 0,04
Абсолютная масса, г	28,4 ± 0,6	35,6 ± 0,7	36,1 ± 0,8
Натура, г/дм ³	546,2 ± 16,4	550,4 ± 16,5	558,2 ± 17,4
<i>Технологические показатели</i>			
Способность прорастания, %	93,5 ± 1,8	94,4 ± 1,8	94,8 ± 1,9
Массовая доля крахмала, %	41,6 ± 0,8	43,8 ± 1,0	44,0 ± 1,2
Массовая доля клетчатки, %	10,2 ± 0,2	10,0 ± 0,2	10,8 ± 0,3
Массовая доля белка, %	15,1 ± 0,5	14,2 ± 0,4	13,4 ± 0,4
Массовая доля жира, %	5,2 ± 0,1	5,8 ± 0,1	5,8 ± 0,1
Экстрактивность, %	–	–	–
Ферментативная активность, ед/г:			
– амилалитическая	60,2 ± 1,2	62,4 ± 1,3	62,1 ± 1,2
– протеолитическая	12,4 ± 0,3	10,5 ± 0,2	11,0 ± 0,3
– цитолитическая	84,2 ± 1,7	82,2 ± 1,7	84,4 ± 1,8
<i>Показатели биологической ценности</i>			
Содержание аминокислот, мг/100 г белка:			
– незаменимых	3340 ± 70	3200 ± 70	3290 ± 70
– заменимых	7190 ± 100	6900 ± 100	6460 ± 100

Таблица 17 – Показатели качества сортов сои

Показатель	Содержание в сортах сои		
	«Гармония»	«Лидия»	«Приморская 69»
<i>Органолептические показатели:</i> цвет, запах, состояние	Цвет светло-желтый, запах свойственный здоровой сое, без посторонних запахов		
<i>Стандартные показатели</i>			
Массовая доля влаги, %	10,8 ± 0,2	10,4 ± 0,1	10,5 ± 0,2
Массовая доля сорной примеси, %	0,50 ± 0,01	0,40 ± 0,01	0,50 ± 0,01
Массовая доля зерновой примеси, %	Отсутствует		
Абсолютная масса, г	176,5 ± 5,3	162,2 ± 4,9	184,4 ± 5,7
Натура, г/дм ³	814,2 ± 24,1	820,6 ± 22,7	804,4 ± 20,3

Продолжение таблицы 17

Показатель	Содержание в сортах сои		
	«Гармония»	«Лидия»	«Приморская 69»
<i>Технологические показатели</i>			
Способность прорастания, %	96,5 ± 2,4	95,7 ± 2,1	96,6 ± 2,2
Массовая доля крахмала, %	14,5 ± 0,3	12,5 ± 0,2	12,7 ± 0,3
Массовая доля клетчатки, %	4,20 ± 0,08	4,20 ± 0,07	4,10 ± 0,07
Массовая доля белка, %	34,5 ± 0,7	38,2 ± 0,8	39,6 ± 0,9
Массовая доля жира, %	13,2 ± 0,3	12,8 ± 0,2	12,4 ± 0,2
Экстрактивность, %	–	–	–
Ферментативная активность гидролаз, ед/г:			
– амилалитическая	85,6 ± 1,8	87,4 ± 2,2	86,8 ± 2,1
– протеолитическая	29,2 ± 0,6	31,4 ± 0,6	32,1 ± 0,7
Активность фермента уреазы, ед.	0,80 ± 0,01	0,80 ± 0,01	0,80 ± 0,01
Трипсинингибирующая активность, мг/г	24,3 ± 0,7	25,7 ± 0,8	23,2 ± 0,6
<i>Показатели биологической ценности</i>			
Содержание аминокислот, мг/100 г белка:			
– незаменимых	11 580 ± 70	12 040 ± 70	11 890 ± 70
– заменимых	22 320 ± 100	23 110 ± 100	23 390 ± 100

Представленные результаты оценки качества зернового и бобового сырья демонстрируют тот факт, что все принятые сорта в целом соответствуют критериям отбора с технологической и биологической точки зрения. Так, содержание белка находится на уровне среднестатистических значений по сортам, содержание аминокислот коррелирует со стандартным качественным и количественным составом для конкретного вида сырья.

Пригодность сырья к солодоращению как способу биотрансформации сырья, используемому в дальнейших исследованиях, с технологической точки зрения важно оценить по показателю способности прорастания.

Таблица 18 – Содержание незаменимых аминокислот в сортах зернового и бобового сырья

Сорт	Содержание аминокислоты, мг/100 г белка ($\Delta = 10$)						
	Валин	Лизин	Лейцин + изолейцин	Метионин	Треонин	Триптофан	Фенилаланин
Ячмень							
«Ворсинский 2»	590	250	970	100	250	100	460
«Деспина»	560	240	1060	100	260	100	450
«Челябинский 99»	540	250	1080	100	280	100	440
Пшеница							
«Алейская»	580	360	1260	180	390	150	600
«Алтайская 100»	580	340	1280	200	370	100	540
«Дуэт»	590	380	1290	200	410	150	620
Рожь							
«Влада»	450	360	980	100	280	200	440
«Дымка»	440	350	960	100	280	200	450
«Сибирь»	440	350	960	100	300	200	450
Овес							
«Гаврош»	520	380	1 070	200	360	200	610
«Корифей»	510	380	1 060	200	340	150	560
«Мустанг»	510	360	1 080	200	370	200	570
Соя							
«Гармония»	1 820	2 020	3 650	520	1 540	440	1 590
«Лидия»	1 990	2 070	3 750	510	1 660	480	1 580
«Приморская 69»	1 870	2 100	3 740	510	1 670	460	1 540

Таблица 19 – Содержание заменимых аминокислот в сортах зернового и бобового сырья

Сорт	Содержание аминокислоты, мг/100 г белка ($\Delta = 10$)									
	Аланин	Аргинин	Гистидин	Глицин	Аспаргин + аспарагиновая кислота	Глутамин + глутаминовая кислота	Пролин	Серин	Тирозин	Цистин
Ячмень										
«Ворсинский 2»	410	460	200	420	860	2 510	1 110	440	340	200
«Деспина»	360	450	200	400	840	2 310	1 180	430	360	200
«Челябинский 99»	380	450	200	420	840	2 440	1 140	420	370	200
Пшеница										
«Алейская»	100	620	350	470	1 360	3 610	1 040	560	420	190
«Алтайская 100»	100	600	350	460	1 280	3 510	1 060	520	480	180
«Дуэт»	100	640	370	480	1 340	3 620	1 080	540	490	190
Рожь										
«Влада»	460	510	200	440	980	2 600	890	420	280	260
«Дымка»	450	500	200	460	840	2 610	840	400	290	280
«Сибирь»	450	500	200	460	860	2 580	840	420	280	260
Овес										
«Гаврош»	620	730	260	440	980	2 460	540	560	340	260
«Корифей»	560	710	240	440	920	2 340	500	540	360	290
«Мустанг»	540	680	220	400	880	2 100	510	510	340	280
Соя										
«Гармония»	1 420	2 640	880	1 360	4 210	6 380	1 610	2 080	1 020	720
«Лидия»	1 560	2 760	950	1 380	4 410	6 460	1 660	2 110	1 040	780
«Приморская 69»	1 640	2 790	940	1 380	4 480	6 420	1 710	2 100	1 080	850

Все сорта предложенного сырья имеют высокое значение данного показателя – не ниже 95 % для традиционного сырья (небольшое отклонение для пшеницы сорта «Алтайская 100» – 94,7 %), что является нормой для ячменя 1-го класса как эталона сырья, используемого в производстве солода, и не менее 93,5 % для овса и 95,7 % для сои, что позволяет сделать позитивные прогнозы относительно возможности проращивания выбранных сортов овса и сои.

Содержание крахмала, белка, клетчатки и жира является ожидаемым с учетом сортовых особенностей химического состава зерна и сои. По каждой зерновой культуре проведен отбор сорта с высоким содержанием белка – не менее $(13,5 \pm 0,5)$ %, что позволит в дальнейшем путем протеолитического гидролиза получить большой выход аминокислот. Особенно по этому показателю выделяются сорт ячменя «Челябинский 99», сорт пшеницы «Алейская», сорта ржи «Влада» и «Сибирь», а также все сорта овса – «Гармония», «Лидия», «Приморская 69».

Показатель экстрактивности оценивали только в ячмене и пшенице, поскольку именно эти два вида зерновых культур планируются к использованию в качестве основного сырья как источника экстрактивных веществ сначала суслу, а затем и ФЗН. Данные таблиц 13 и 14 показывают высокий уровень этого показателя, что свидетельствует о возможности полноценного обеспечения зернового суслу необходимыми водорастворимыми макро- и микронутриентами.

Ферментативная активность находится на адекватном уровне для несоложеного сырья. В большей степени амилолитически и протеолитически активных ферментов больше в пшенице, на втором месте по данным критериям находится ячмень, низкая ферментативная активность наблюдается во ржи и остальном нетрадиционном сырье, что для них свойственно и что необходимо по возможности развивать при солодоращении. Неплохой стартовой цитолитической активностью обладают все сорта ржи и овса. Тревожным моментом, касающимся активности ферментов культур, является активность фермента уреазы сои, находящейся на достаточно высоком уровне, не позволяющем ее использовать в производстве ФЗН. Еще одним ограничивающим фактором использования сои в технологии напитков является показатель трипсинингибирующей активности, который в ис-

ходном сырье находится на высоком уровне. В связи с этим при производстве соевого солода необходимо акцентировать внимание на изменении этих показателей, создать необходимые условия, способствующие их снижению.

Что касается содержания аминокислот в объектах исследования, то, естественно, явным лидером по их содержанию является соя, среди зернового сырья – пшеница и овес, как по содержанию заменимых, так и незаменимых аминокислот, количество которых планируется увеличить на этапах солодоращения и получения зернового сусла (затираания) при условии достаточного накопления в зерне ферментов протеолитического действия.

С целью индуцирования биокаталитических процессов, происходящих в сырье при солодоращении в процессе проращивания ячменного, пшеничного, ржаного, овсяного и соевого солодов, использовали комплекс органических кислот (янтарную, лимонную, яблочную, фумаровую и 2-оксоглутаровую кислоты) и комплексный препарат «Энерген»; при проращивании овсяного и соевого солода дополнительно применяли цитолитические ферментные препараты «Целмолаза» и «Бирзим БГ».

5.3 Организация биостимуляции ресурсного элемента системы, используемого в производстве ферментированных зерновых напитков

5.3.1 Оценка эффективности применения комплекса органических кислот в производстве ячменного, пшеничного, ржаного, овсяного и соевого солодов

Обработку сырья стимулирующим препаратом органической природы проводили для каждой культуры при солодоращении на заключительном этапе стадии замачивания. В качестве стимулятора использовали комплекс органических

кислот, входящих в цикл Кребса. Применение такого органического комплекса, состоящего из смеси янтарной, лимонной, яблочной, фумаровой и 2-оксоглутаровой кислот в малых концентрациях, оказывает эффективное воздействие на рост растений и микроорганизмов за счет влияния на клеточные стенки обрабатываемого объекта [18; 19; 20; 21; 22; 93]. Под действием органических кислот, находящихся в определенной концентрации, меняющей их конформацию в зависимости от степени разбавления кислот, клеточные мембраны становятся более проницаемыми, ускоряется транспорт питательных веществ в клетку. В процессе обмена веществ клетки важную роль играет цикл трикарбоновых кислот, в результате каталитического действия которого образуется энергия, необходимая клетке для биохимических процессов.

Кроме этого, введение органического вещества при замачивании и (или) проращивании зернового/бобового сырья создаст оптимальный уровень pH среды, необходимый при солодоращении, провоцирующий образование и перемещение в алейроновый слой ростовых веществ, индуцирующих ферментный комплекс солода.

В настоящее время известны положительные результаты обработки растений отдельными органическими кислотами (янтарной, щавелевой, малоновой и др.) и их различными комбинациями и микроорганизмов в диапазоне концентраций от 10^{-7} до 10^{-15} моль/дм³ [111; 113; 114; 115; 153; 157; 233]. Для установления оптимальной концентрации органического комплекса, подходящей для стимулирования ячменя, пшеницы, ржи, овса и сои, проведена сравнительная оценка эффективности обработки сырья в диапазоне концентрации комплекса кислот 10^{-8} – 10^{-11} моль/дм³ по показателям ферментативной активности.

Биотрансформация сырьевого элемента представляла собой классическую алгоритмическую модель производства солода с индивидуальными режимами для каждого вида сырья. Для эксперимента отобрано по одному сорту каждого зернового и бобового объекта. Органический стимулятор вносили при замачивании сырья в последнюю замочную воду в разных концентрациях.

Замачивание и проращивание проводили по классическим режимам солодоращения ячменя, пшеницы, ржи (без ферментации), для овса и сои – по режимам, приближенным для традиционного сырья. После мойки сырье заливали водой с температурой 16–18 °С и попеременно выдерживали под слоем воды (водяная пауза) 2–4 ч и без воды (воздушная пауза) в течение 4–6 ч в зависимости от вида сырья. Общая продолжительность замачивания составила 28–52 ч. Проращивание проводили по способу «ящичной солодовни» при температуре 16–17 °С с периодическим ворошением сырья (2 раза в сутки в первую половину стадии и 1 раз в сутки во вторую), при потере набранной влажности в сырье проводили его орошение до достижения требуемого уровня влаги 45–47 %. Продолжительность проращивания для ячменя, пшеницы и овса составила 7 сут, для ржи – 4 сут, для сои – 3 сут. Контрольными индикаторами оценки эффективности биокаталитического стимулирования являлась амилолитическая и протеолитическая активность свежепроросшего солода.

На рисунках 22 и 23 представлены результаты эксперимента:

- вариант 1 – обработка сырья комплексом органических кислот в концентрации 10^{-8} моль/дм³;
- вариант 2 – обработка сырья комплексом органических кислот в концентрации 10^{-9} моль/дм³;
- вариант 3 – обработка сырья комплексом органических кислот в концентрации 10^{-10} моль/дм³;
- вариант 4 – обработка сырья комплексом органических кислот в концентрации 10^{-11} моль/дм³;
- контроль – необработанное сырье.

Отобранные сорта зернового/бобового сырья: ячмень – сорт «Ворсинский 2»; пшеница – сорт «Алейская»; рожь – сорт «Влада»; овес – сорт «Гаврош»; соя – сорт «Гармония».

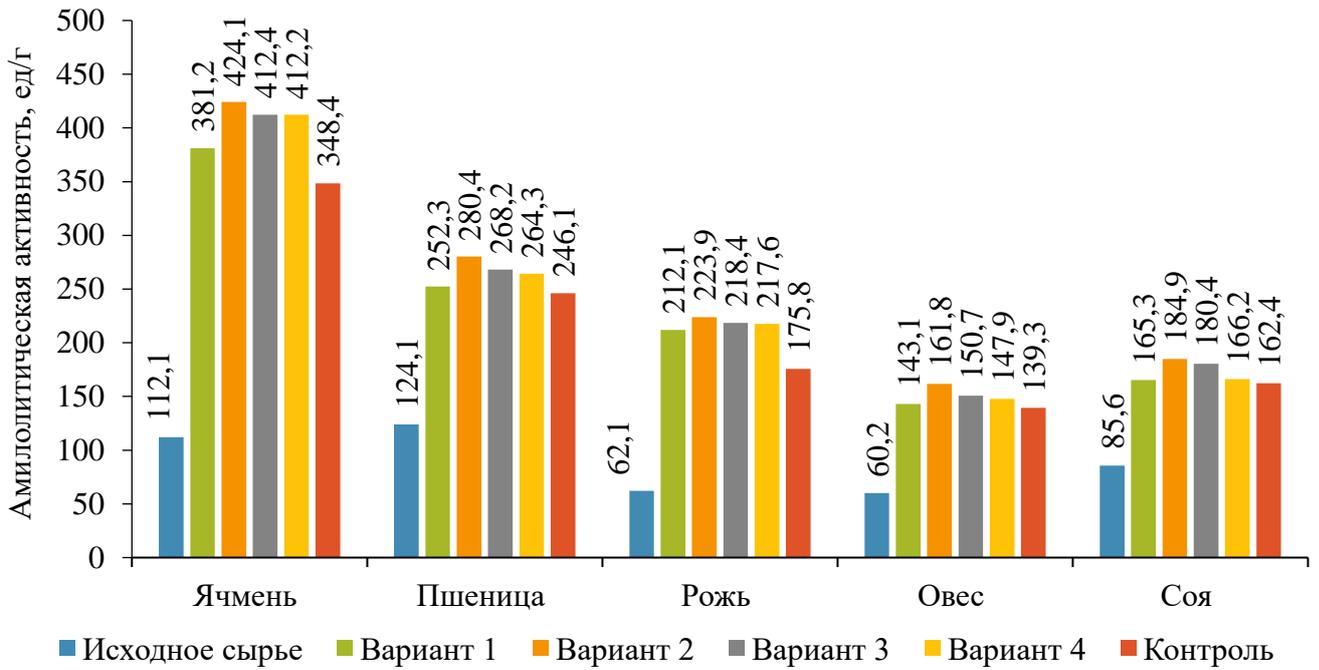


Рисунок 22 – Амилолитическая активность свежепросоженного солода

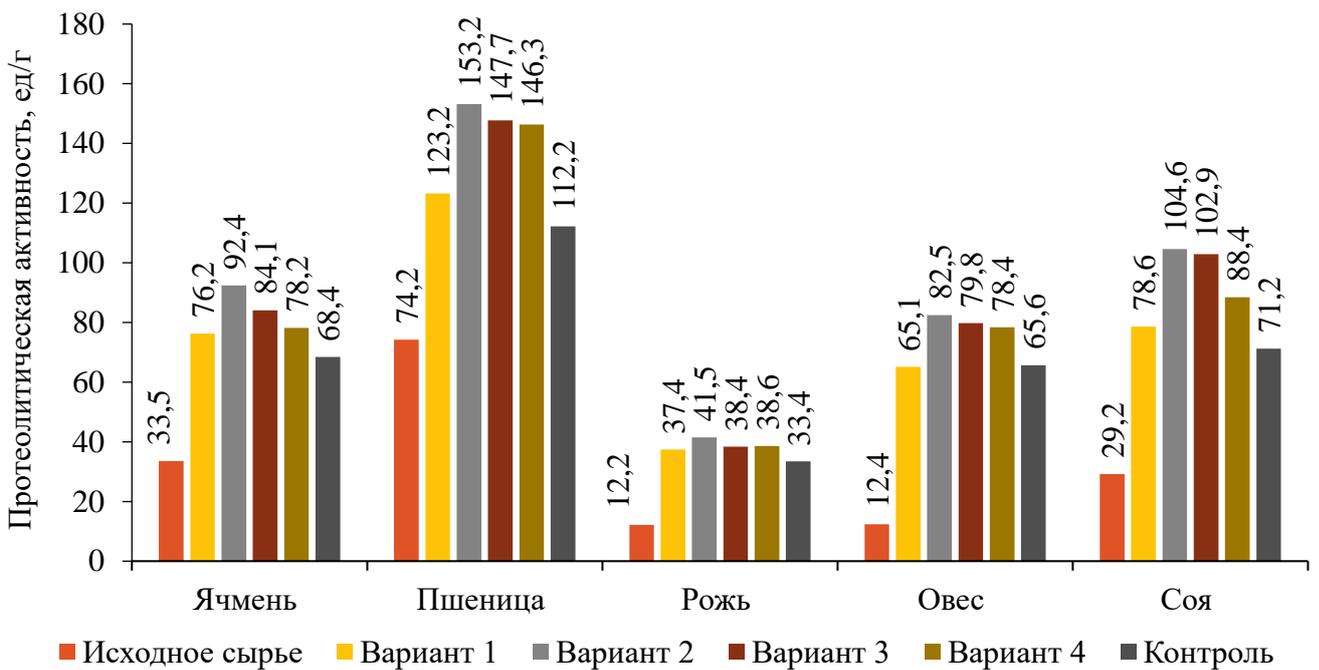


Рисунок 23 – Протеолитическая активность свежепросоженного солода

Результаты математической обработки исследования влияния концентрации вносимого при замачивании комплекса органических кислот на амилолитическую и протеолитическую активность каждого вида сырья представлены на рисунках 24–28 (x_1 – концентрация кислот, x_2 – продолжительность выдержки).

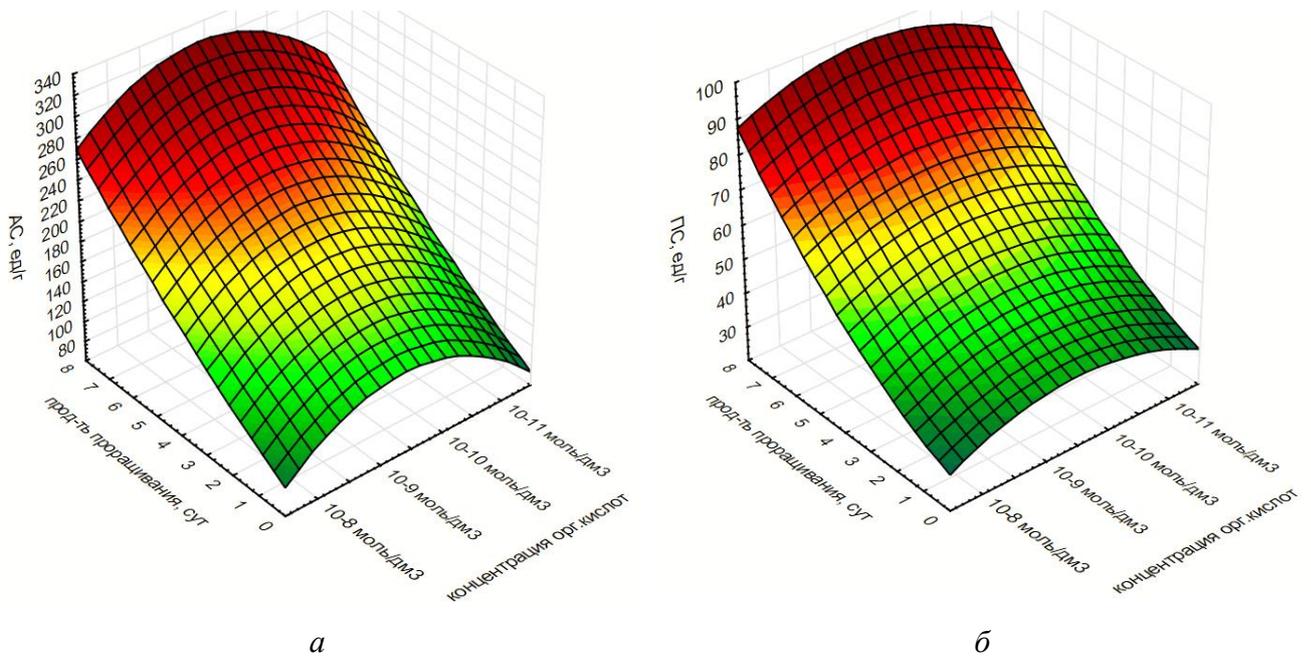


Рисунок 24 – Изменение амилолитической (а) и протеолитической активности (б) при проращивании ячменя

Уравнения регрессии для амилолитической (АС) и протеолитической (ПС) активности ячменя:

$$AC_{\text{я}} = -1,5421E5 + 3015,5172x + 8,1417y - 14,7286xx + 0,09xy + 0,6667yy;$$

$$PC_{\text{я}} = -26\,410,2753 + 516,1364x + 5,9268y - 2,5179xx - 0,0236xy + 0,4429yy.$$

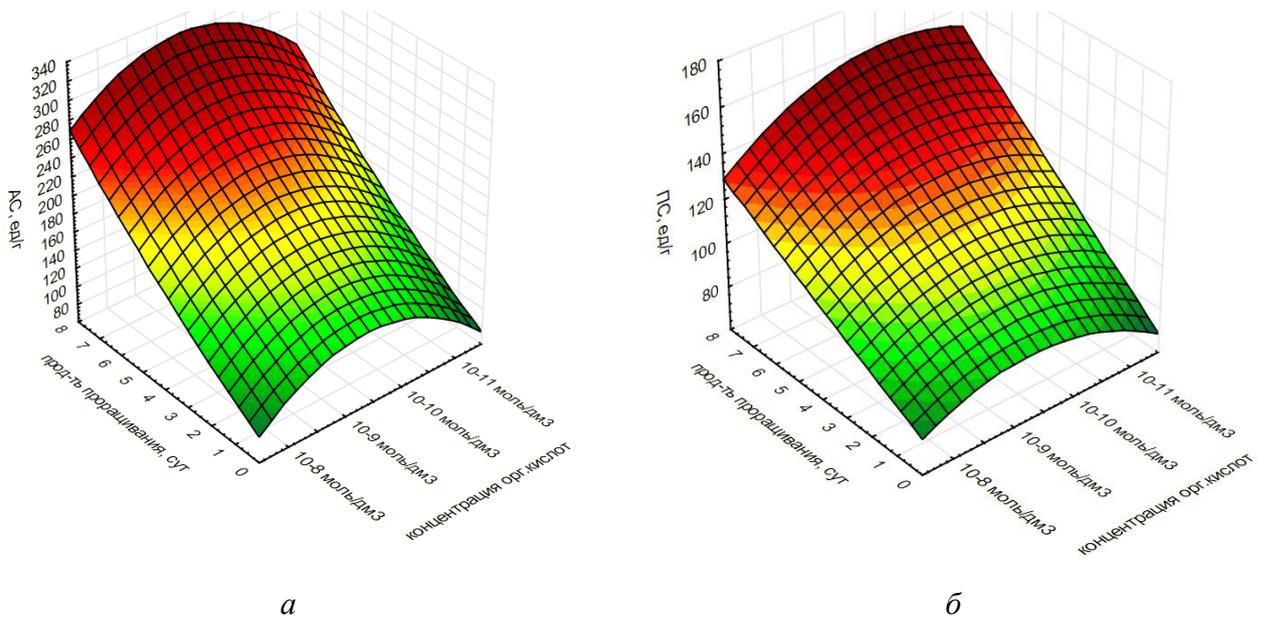


Рисунок 25 – Изменение амилолитической (а) и протеолитической активности (б) при проращивании пшеницы

Уравнения регрессии для АС и ПС пшеницы:

$$AC_{\Pi} = -1,5438E5 + 3215,8971x + 8,2154y - 16,5897xx + 0,04xy + 0,4785yy;$$

$$PC_{\Pi} = -43\,654,654 + 855,4379x - 89,0339y - 4,1821xx + 0,9479xy + 0,0446yy.$$

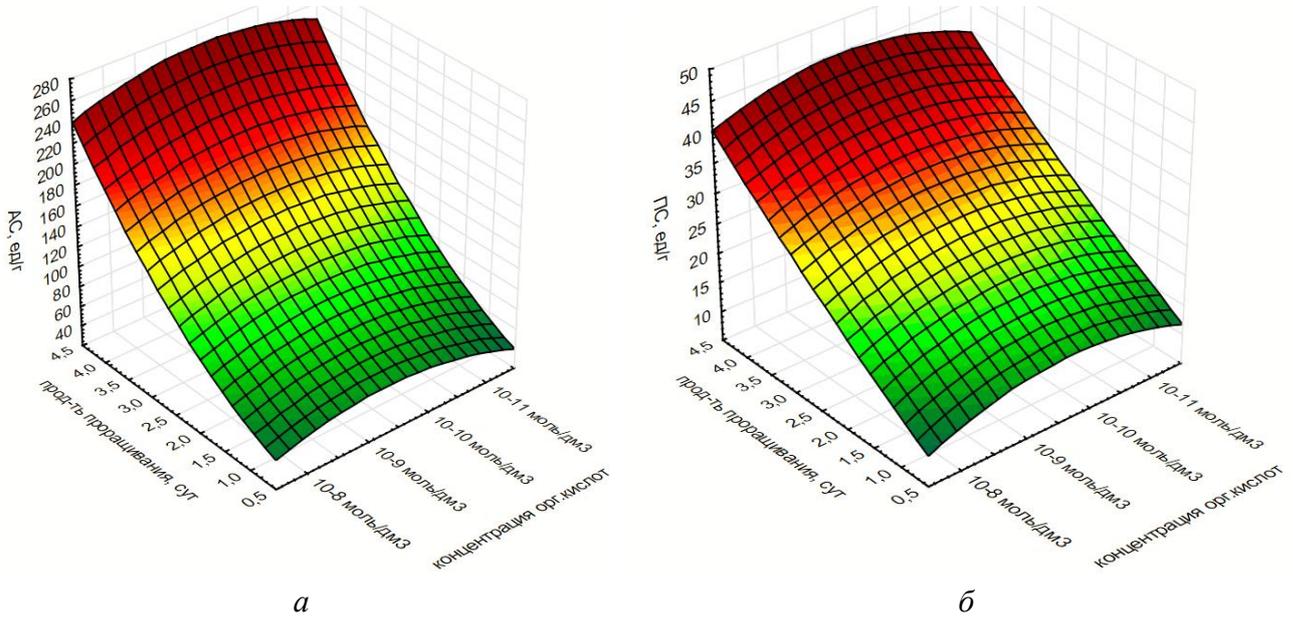


Рисунок 26 – Изменение амилолитической (а) и протеолитической активности (б) при проращивании ржи

Уравнения регрессии для АС и ПС ржи:

$$AC_p = -59\,927,9338 + 1173,3174x - 75,61y - 5,7375xx + 0,888xy + 6,825yy;$$

$$PC_p = -12\,248,1117 + 238,7725x + 18,81y - 1,1625xx - 0,126xy + 0,275yy.$$

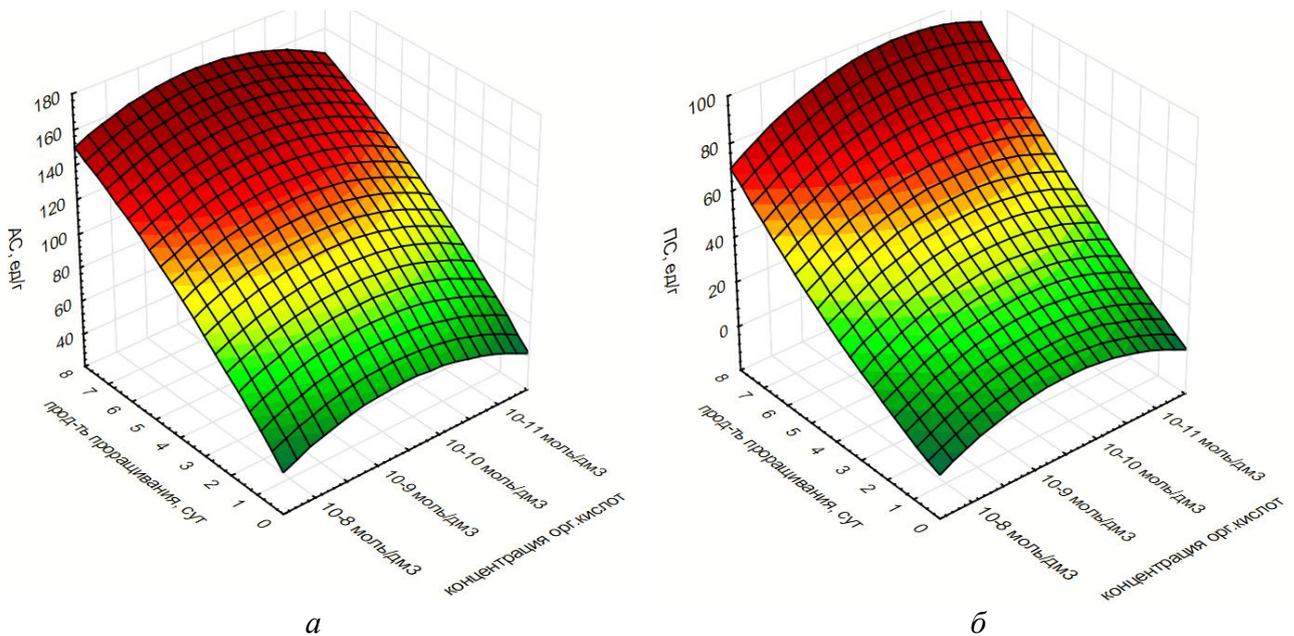


Рисунок 27 – Изменение амилолитической (а) и протеолитической активности (б) при проращивании овса

Уравнения регрессии для АС и ПС овса:

$$AC_o = -50\,179,5648 + 981,0693x + 21,5833y - 4,7893xx - 0,0404xy - 0,5533yy;$$

$$PC_o = -40\,037,104 + 781,3493x - 52,2518y - 3,8107xx + 0,5771xy + 0,3804yy.$$

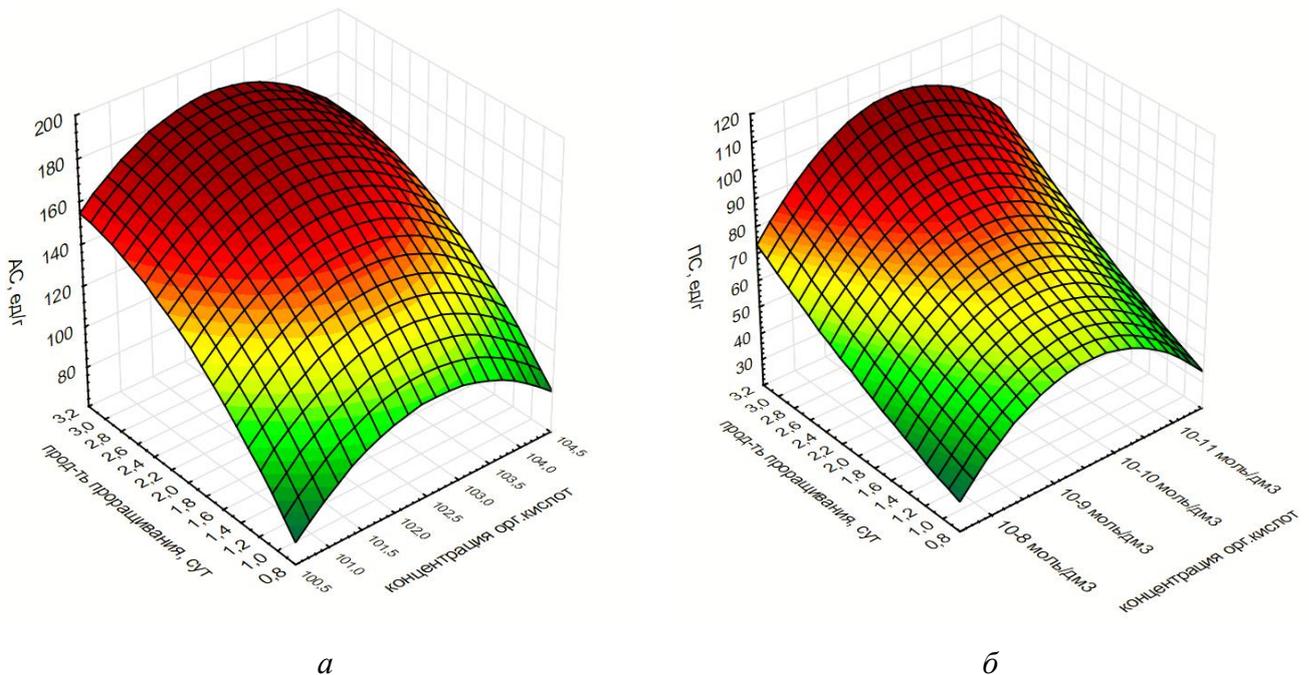


Рисунок 28 – Изменение амилолитической (а) и протеолитической активности (б) при проращивании сои

Уравнения регрессии для АС и ПС сои:

$$AC_c = -82\,654,1767 + 1610,645x + 190,325y - 7,8417xx + 1,08xy - 11,7yy;$$

$$PC_c = -72\,341,2931 + 1412,6484x - 92,125y - 6,8917xx + 1,01xy + 2,05yy.$$

Представленные результаты свидетельствуют о том, что степень разбавления органических кислот по-разному сказывается на формировании и активации амилолитических и протеолитических ферментов. Относительно высокая (в сравнении с остальными вариантами) концентрация органического комплекса не способствует увеличению ферментативной активности, слишком разбавленные комплексы чуть лучше сказываются на данном показателе, но не дают желаемого эффекта – более выраженного преобладания амилолитической и протеолитической активностей зерновых/бобовой культур в сравнении с контрольным вариантом.

Оптимальной концентрацией комплекса органических кислот, позволяющей получить повышенную ферментативную активность зернового сырья, можно считать 10^{-9} моль/дм³. При такой концентрации кислот амилолитическая активность увеличивается на 13–24 % по всему сырью, протеолитическая – более чем на 20 % по всем культурам. Для соевого сырья можно считать оптимальными две концентрации смеси кислот – 10^{-9} и 10^{-10} моль/дм³, позволяющие получить практически одинаковый эффект в обоих случаях оценки свежепросоженного солода.

На основании полученных результатов дальнейшие исследования по оценке эффективности воздействия органического стимулирования на технологические показатели проращиваемого сырья на этапах солодоращения, а также показатели качества и биологической ценности готового солода, обработку всего сырья проводили комплексом органических кислот в концентрации 10^{-9} моль/дм³.

Следующим этапом данного блока исследований являлась биотрансформация ресурсного элемента системы производства ФЗН посредством получения из каждого вида сырья солода с применением при проращивании комплекса органических кислот в оптимальной, установленной выше экспериментальным путем концентрации. С этой целью сырье, как принято в традиционной технологии солода, подвергали очистке и мойке, замачиванию, проращиванию, сушке, в готовом солоде удаляли ростки. Особое внимание уделяли стадиям замачивания, проращивания, в течение которых вели мониторинг изменения ферментативной активности. Подход по выбору способа ведения отдельных стадий был унифицированным для всех видов сырья, что представляло собой закрепленный алгоритм технологических действий, индивидуальными были только технологические параметры каждой стадии – температурный режим и продолжительность стадии. Также общим для всех случаев получения солода являлось внесение комплекса органических кислот на стадии замачивания в последнюю замочную воду и выдержка с ним зерновых/бобовой культур в течение определенного времени.

Получение ячменного солода

Замачивание ячменя проводили по воздушно-водяному способу с переменным выдерживанием зерна в замочной воде по 4 ч и без воды (воздушная пауза) по 6 ч. Исключение по продолжительности составила последняя пауза, при которой

вносили стимулирующий комплекс. С целью более глубокого воздействия органического препарата на зерно продолжительность заключительной водяной паузы была увеличена до 6 ч. Температура замочной воды составляла 16–17 °С, общая продолжительность данного технологического этапа – 48 ч. На рисунке 29 приведены результаты оценки замоченного ячменя по ферментативной активности в последний период.

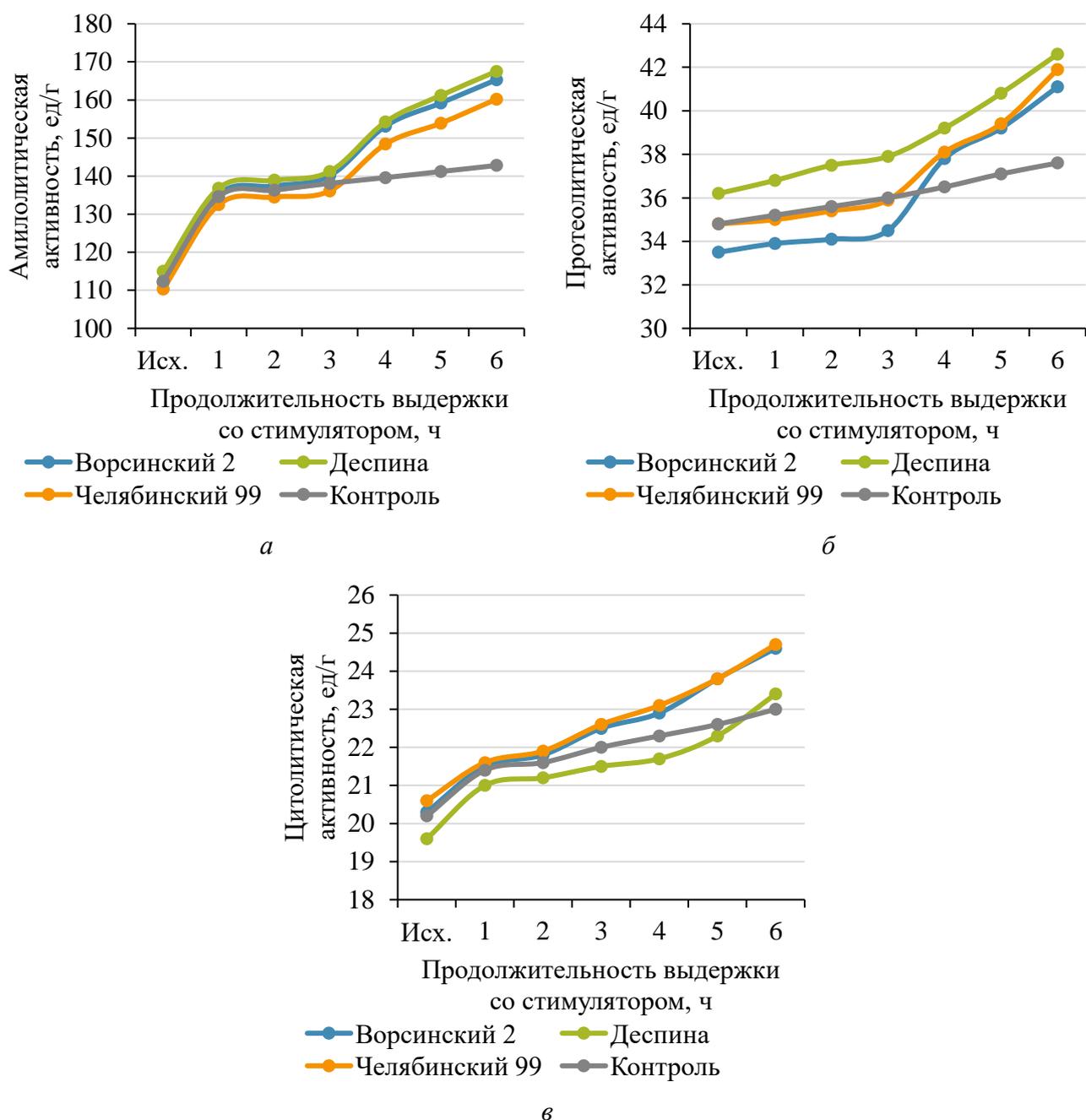


Рисунок 29 – Динамика амиллитической (а), протеолитической (б) и цитолитической (в) активности ферментов ячменя при замачивании с комплексом органических кислот

Данные контрольного образца – средние значения ферментативной активности по трем сортам ячменя без обработки на стадии замачивания. Результаты, представленные на рисунках, свидетельствуют о положительном влиянии органического стимулятора на стадии замачивания на увеличение активности ферментов ячменя. При этом в большей степени это свойство проявляется при накоплении ферментов амилолитического действия.

В первые 3 ч изменений в сравнении с контрольным вариантом ячменя по всем сортам не наблюдается, однако к концу замачивания разница в набранной амилолитической активности обработанного и необработанного зерна становится более очевидной – на $(15,2 \pm 2,2)$ % в среднем по сортам активность ферментов опытных образцов выше контрольного варианта.

Аналогичная, хотя и менее выраженная, тенденция активации и других ферментов в зерне наблюдается и для протеолитических, и для цитолитических ферментов. В первом случае превалирование протеолитической активности опытных над контрольным вариантом замачиваемого ячменя составило в среднем $(11,3 \pm 2,0)$ % по всем сортам, во втором в случае цитолитической активности – $(4,5 \pm 2,8)$ %. Тем не менее даже небольшой прирост свидетельствует об эффективности органического стимулирования ячменя. Вероятно, для ферментов цитолитического действия продолжительность контакта зерна со стимулирующим препаратом на этапе замачивания была недостаточной.

В целом следует отметить, что использование комплекса органических кислот на стадии замачивания, вносимых в последнюю замочную воду, позволяет уже на данном этапе стимулировать образование ферментов, повышать их активность. К примеру, амилолитическая активность замоченного обработанного ячменя выше исходной активности зерна в среднем в 1,5 раза, в то время как та же активность необработанного замоченного ячменя выше активности исходного зерна – лишь в 1,3 раза.

Проращивание ячменя проводили по способу, описанному ранее при проведении эксперимента по подбору оптимальной концентрации органических кислот. Температура при проращивании – классическая (16–18 °С), продолжительность –

7 сут. В ходе проращивания вели контроль физиологических и биохимических превращений ячменя, в первом случае визуально, во втором – посредством ежесуточного мониторинга ферментативной активности ячменя (рисунок 30).

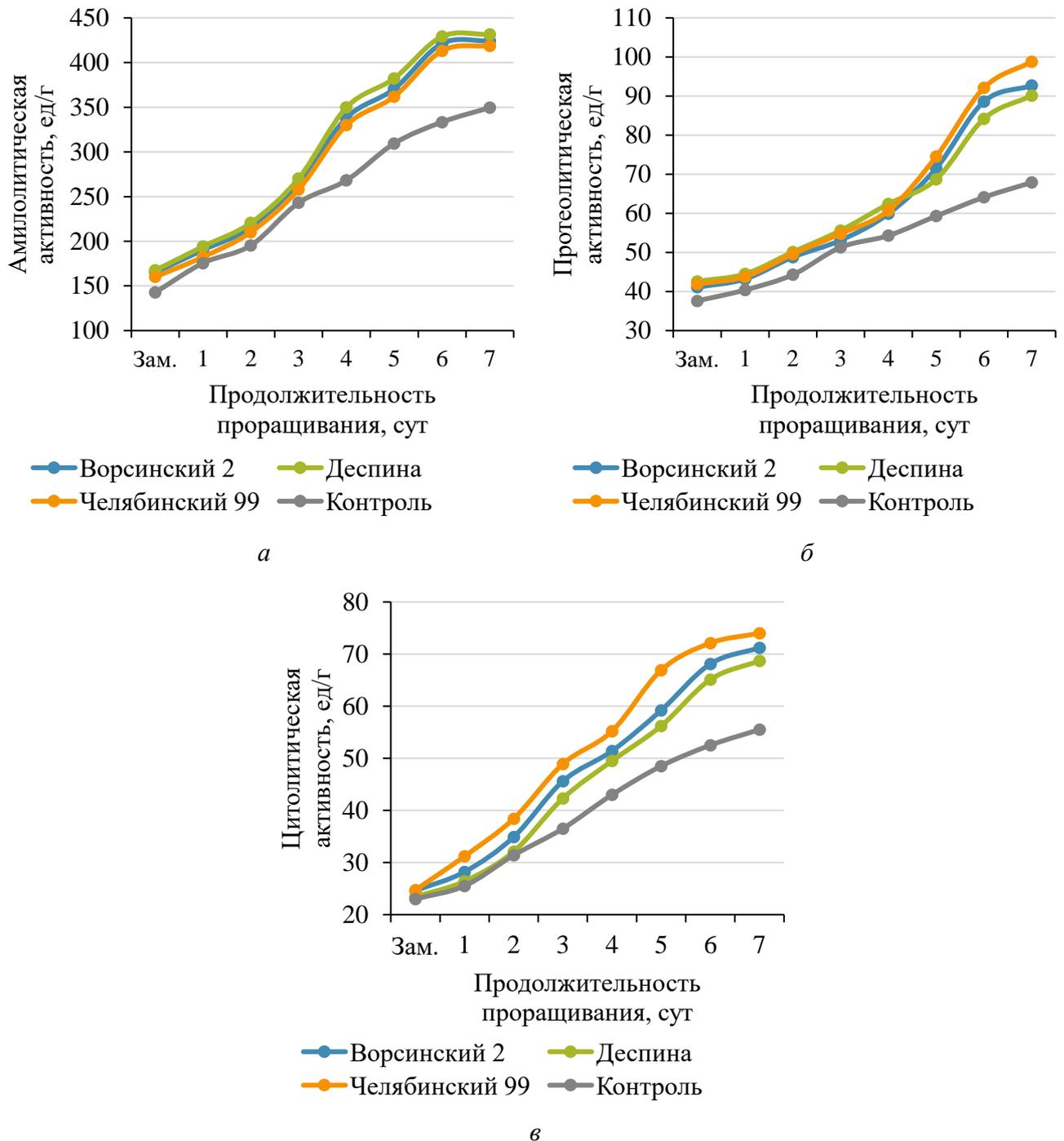


Рисунок 30 – Динамика амилолитической (а), протеолитической (б) и цитолитической активности (в) ферментов ячменя при проращивании с комплексом органических кислот

Полученные результаты позволяют сделать вывод, что обработка ячменя при замачивании комплексом органических кислот стимулирует образование ферментов, увеличивает их активность на протяжении всего периода солодоращения. При этом независимо от сорта уровень ферментов любой направленности у обработанного зерна выше аналогичного показателя необработанной зерновой культуры.

Так, амилолитическая активность на протяжении 6 сут солодоращения увеличивается во всех опытных образцах ячменя до уровня 413,2–429,2 ед/г, в то время как в контрольных вариантах максимальная активность аналогичных ферментов составляет $(352,1 \pm 9,7)$ ед/г даже к седьмым суткам проращивания. Таким образом, прирост оцениваемой активности в свежепроросшем солоде опытных образцов на 21,4 %; 23,4 % и 19,8 % выше амилолитической активности контрольного варианта соответственно для сортов «Ворсинский 2», «Деспина» и «Челябинский 99». При этом в конечном итоге большей активностью амилаз обладает свежепроросший солод сорта «Деспина» – 431,5 ед/г. Следует отметить, что после 6 сут проращивания опытных образцов выраженных изменений данной активности не наблюдалось, в необработанных образцах этот же показатель изменялся до конца проращивания (до 7 сут).

Накопление и активация ферментов протеолитического действия носили аналогичный характер. Для опытных вариантов проращиваемого ячменя интенсивность ферментообразования продолжалась на протяжении 6 сут, к седьмым, как и в случае амилолитической активности, выраженных изменений не наблюдалось. В необработанных образцах уровень протеолитической активности увеличивался до конца проращивания. Наибольшей активностью ферментов протеолитической направленности обладал свежепроросший солод ячменя сорта «Челябинский 99» – 98,8 ед/г, для двух других сортов аналогичный показатель составил 92,7 и 90,1 ед/г соответственно для сортов «Ворсинский 2» и «Деспина».

Эффективность обработки ячменя на стадии замачивания комплексом органических кислот отмечается по приросту активности протеаз опытных вариантов над контрольными. Так, к концу седьмых суток проращивания активность про-

теолитических ферментов обработанных сортов ячменя над той же активностью необработанного варианта составила 36,5 %; 32,7 % и 45,5 % соответственно для сортов «Ворсинский 2», «Деспина» и «Челябинский 99». При этом бы хотелось отметить сорт «Челябинский 99», отличившийся высокой протеолитической активностью в сравнении с другими сортами.

Динамика накопления цитолитических ферментов также носит позитивный характер. Обработка ячменя стимулирующим органическим комплексом позволяет повысить уровень ферментов и данной направленности. Преобладание цитолитической активности обработанных сортов ячменя над необработанными по контрольному варианту в свежепроросшем солоде составляет 28,3 %; 23,9 % и 33,3 % по сортам «Ворсинский 2», «Деспина» и «Челябинский 99» соответственно. Больше ферментативной активностью цитолитической направленности обладал свежепроросший солод на основе ячменя сорта «Челябинский 99». Так же, как и в случае с амилолитической и протеолитической активностью, шести суток проращивания опытных образцов ячменя достаточно для формирования достаточно активного комплекса цитаз.

С точки зрения физиологической оценки отмечено соответствие показателей всех образцов свежепроросшего солода предъявляемым к нему требованиям.

Далее свежепроросший солод всех сортов подвергали сушке в традиционном двухступенчатом режиме по 12 ч: 1-й этап – постепенное нагревание солода до 60 °С; 2-й этап – максимальный нагрев до (83 ± 1) °С. Затем солод охлаждали и отделяли ростки.

С целью исследования протекания протеолиза белков ячменя в течение всего солодоращения контролировали содержание данного нутриента на всех этапах производства солода, при проращивании – в течение каждых суток. Ежесуточный мониторинг белка при проращивании позволит оценить степень растворения белковых фракций ячменя, оптимизировать по продолжительности стадию проращивания, позволяющую, с одной стороны, обеспечить время, необходимое для прохождения в ячмене глубокого протеолитического гидролиза, с другой стороны, не затягивающую процесс проращивания, в результате которого может произойти

перерастворение солода, образование отходов производства – длинных ростков, что является перерасходом аминокислот, входящих в их состав. Результаты исследования представлены на рисунке 31.

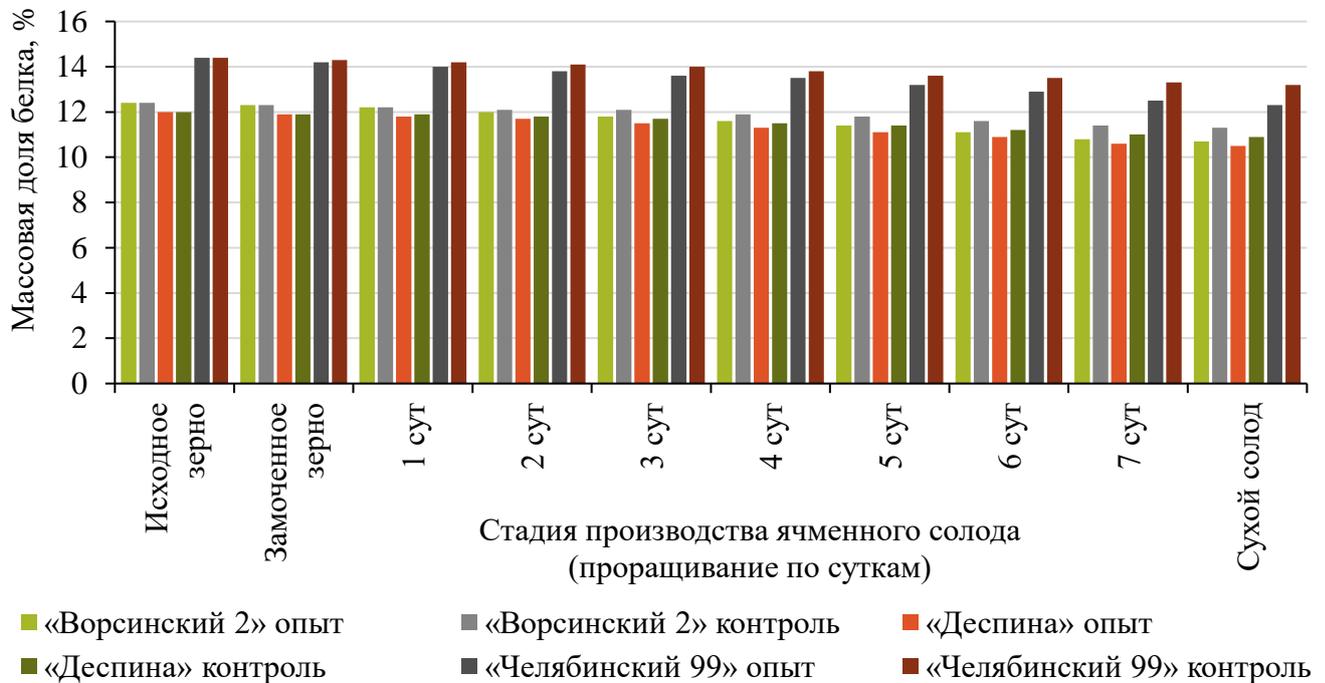


Рисунок 31 – Содержание белка в ячмене на этапах солодоращения

Полученные данные свидетельствуют, что во всех опытных образцах процесс протеолиза начинается уже на стадии замачивания, более выраженные гидролитические процессы происходят с пятых суток проращивания. В контрольных вариантах также происходит постепенное, но менее интенсивное снижение белка. При этом для сортов ячменя с относительно невысоким содержанием белка «Ворсинский 2» и «Деспина» достаточно 5–6 сут проращивания до снижения белка для допустимого уровня с точки зрения коллоидной стойкости будущих напитков.

Для сорта ячменя «Челябинский 99» проращивание следует проводить 7 сут, только по истечении этого времени содержание белка снижается до уровня 12,3 % в опытном варианте, в контрольном образце солода количество белка в конечном итоге составляет 13,2 %, что является ограничивающим фактором использования такого солода (контрольного образца) в производстве ферментированных зерновых напитков.

В таблице 20 приведены результаты оценки качества полученного солода всех сортов опытных вариантов и контрольного образца солода сорта «Ворсинский 2» со средним исходным содержанием белка и аминокислот, на рисунках 32 и 33 – данные о содержании аминокислотной фракции в готовом солоде в разрезе заменимых и незаменимых аминокислот, в качестве контроля также приведены данные по сорту «Ворсинский 2».

Таблица 20 – Показатели качества ячменного солода, полученного с применением комплекса органических кислот

Показатель	Содержание в солоде на основе сорта			
	«Ворсинский 2»	«Деспина»	«Челябинский 99»	Контроль
Органолептические показатели	По внешнему виду – однородная зерновая масса без плесневелых зерен; цвет светло-желтый, свойственный классическому ячменному солоду; запах солодовый, без посторонних запахов; вкус солодовый, сладковатый, без посторонних вкусов			
Стандартные показатели				
Массовая доля влаги, %	4,40 ± 0,04	4,40 ± 0,05	4,30 ± 0,04	4,30 ± 0,03
Массовая доля экстракта в сухом веществе тонкого помола, %	83,7 ± 1,7	84,7 ± 1,8	84,5 ± 1,7	80,7 ± 1,6
Разница массовых долей экстрактов в сухом веществе солода тонкого и грубого помола, %	0,90 ± 0,01	0,80 ± 0,01	0,80 ± 0,01	1,40 ± 0,01
Массовая доля белка, %	10,7 ± 0,2	10,5 ± 0,2	12,3 ± 0,3	11,3 ± 0,2
Показатели лабораторного сула:				
– продолжительность осахаривания, мин	14,0 ± 0,5	13,0 ± 0,5	14,0 ± 0,5	18,0 ± 0,5
– цвет, ц. ед.	0,18 ± 0,01	0,19 ± 0,01	0,18 ± 0,01	0,17 ± 0,01
– кислотность, к. ед.	0,90 ± 0,01	0,90 ± 0,02	0,90 ± 0,02	0,90 ± 0,01
– прозрачность	Прозрачный	Прозрачный	Прозрачный	Прозрачный
Технологические показатели				
Ферментативная активность, ед/г:				
– амилалитическая	389,5 ± 11,7	398,1 ± 11,9	382,6 ± 11,2	302,8 ± 9,4
– протеолитическая	74,2 ± 1,5	71,8 ± 1,4	76,9 ± 1,5	54,9 ± 1,1
– цитолитическая	60,1 ± 1,3	59,4 ± 1,1	63,2 ± 1,4	51,4 ± 1,0
Показатели биологической ценности				
Содержание аминокислот, мг/100 г белка:				
– незаменимых	3980 ± 70	3850 ± 70	4270 ± 70	3360 ± 70
– заменимых	8810 ± 100	8370 ± 100	8870 ± 100	7690 ± 100

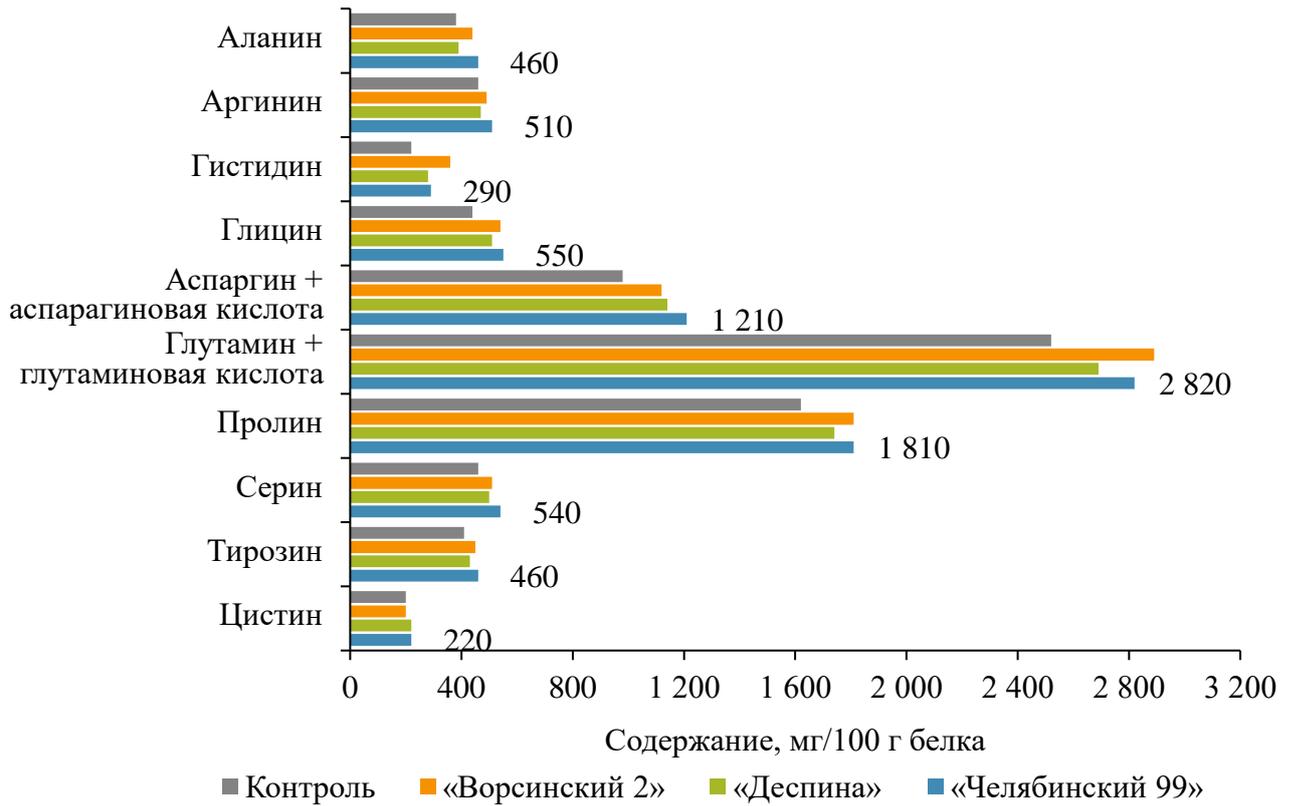


Рисунок 32 – Состав заменимых аминокислот ячменного солода, полученного с обработкой комплексом органических кислот

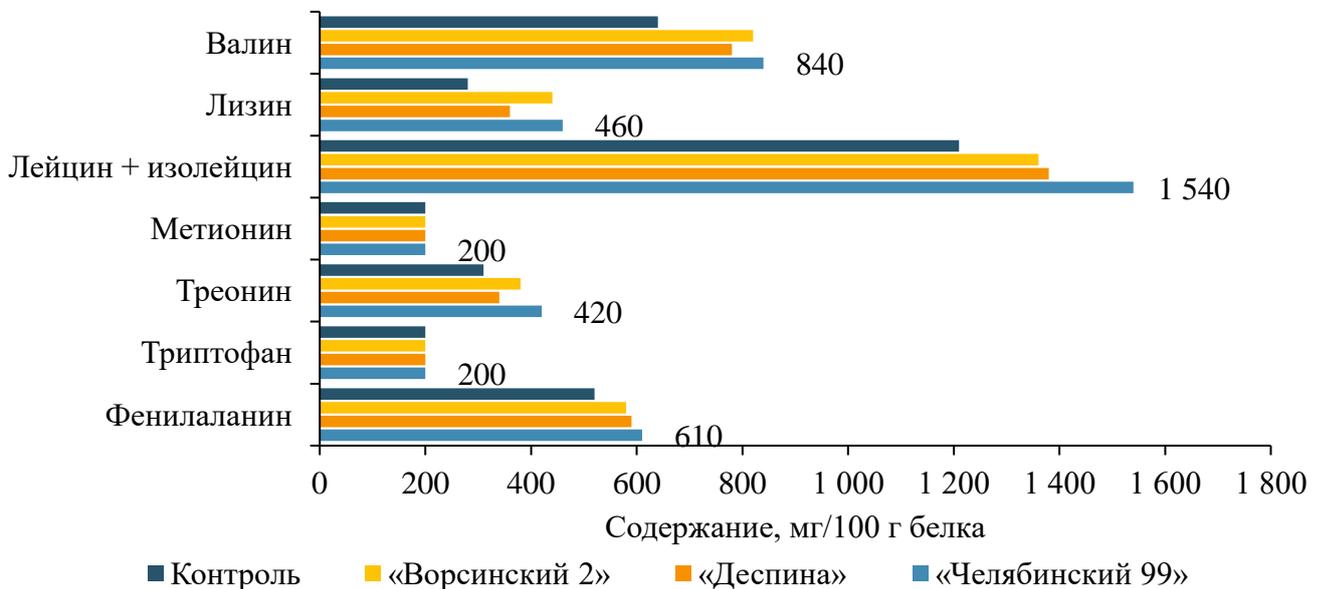


Рисунок 33 – Состав незаменимых аминокислот ячменного солода, полученного с обработкой комплексом органических кислот

Полученные результаты подтверждают эффективность проведения биотрансформации сырья на примере ячменя с использованием органического сти-

мулятора, отражающуюся в качественных и технологически значимых показателях. Предложенная химическая стимуляция ячменя кроме основных показателей (экстрактивности и ферментативной активности) позволяет улучшить и такой важный показатель лабораторного сусла, как продолжительность осахаривания, которая становится меньше на 4–5 мин в сравнении с данным показателем контрольного образца солода. Показатели цвета, кислотности и прозрачности соответствуют нормам во всех опытных и контрольном вариантах солода.

Что касается содержания аминокислот, то следует отметить их увеличение в сравнении с исходным ячменем на 32,3 %; 28,6 % и 36,2 % соответственно для сортов «Ворсинский 2», «Деспина» и «Челябинский 99» для опытных образцов солода, что демонстрирует более глубокое протеолитическое растворение ячменя, обработанного органическим стимулятором, в сравнении с необработанным зерном. В контрольном варианте на примере солода на основе сорта «Ворсинский 2» количество аминокислот в сухом солоде выше исходного зерна на 14,3 %. Таким образом, биохимическая модификация ячменя – замачивание и выдержка зерна с органическим стимулятором в течение 6 ч – позволяет повысить общее количество аминокислот в сырье на 13,6–20,9 % в зависимости от сорта.

Получение пшеничного солода

Пшеничный солод получали аналогично ячменному, с теми же технологическими параметрами, с использованием комплекса органических кислот на стадии замачивания в той же концентрации 10^{-9} моль/дм³ и выдержкой в течение 6 ч. На этапах замачивания и проращивания осуществляли мониторинг ферментативной активности – амилолитической и протеолитической, физиологического состояния проращиваемого зерна, на стадии проращивания в дополнение отслеживали содержание белка в общем и клейковины в отдельности.

В ходе замачивания отмечена общая положительная динамика в накоплении амилолитической и протеолитической активности пшеницы, обработанной органическим стимулятором начиная с третьего часа выдержки зерна с ним. К концу замачивания (по истечении 6 ч выдержки) отмечен прирост ферментативной активности опытных образцов пшеницы над контрольными. Так, актив-

ности амилолитических ферментов в среднем по сортам выше на 7,8–10,0 %, протеолитических – на 8,0–9,2 %. На рисунке 34 представлены результаты эксперимента. Условия проращивания пшеничного солода аналогичны условиям проращивания ячменного солода. Данные по контрольному образцу – средние значения ферментативной активности по трем сортам ячменя без обработки на стадии замачивания.

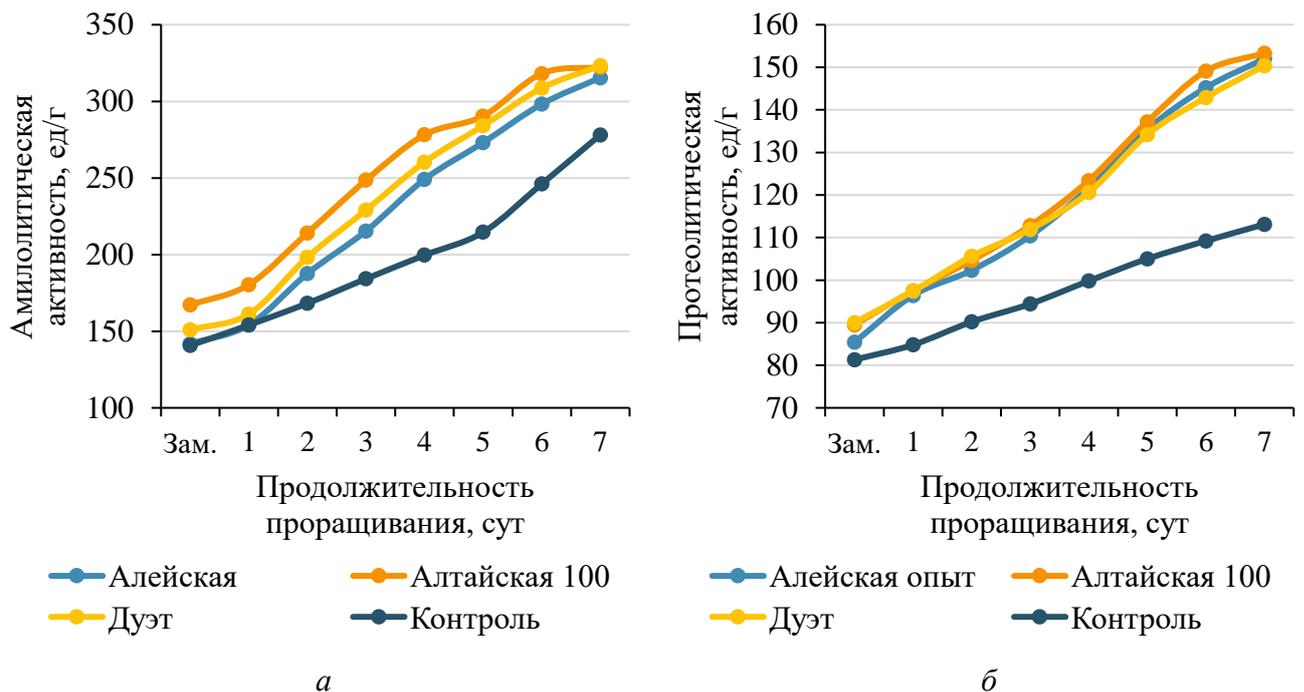


Рисунок 34 – Динамика амилолитической (а) и протеолитической активности (б) ферментов пшеницы при проращивании с комплексом органических кислот

Представленные на рисунке 34 результаты демонстрируют более высокий уровень любой ферментативной активности пшеницы всех сортов к концу проращивания в случае использования дополнительного органического стимулирования. При этом в большей степени это проявляется в случае протеолитического ферментообразования.

Амилолитическая активность свежепросожденного пшеничного солода находится на высоком уровне для сортов «Алтайская 100» и «Дуэт» и составляет к концу проращивания 322,3 и 323,2 ед/г соответственно. В пшенице сорта «Алейская» накопление данных ферментов происходит менее интенсивно, и даже

в опытном образце амилолитическая активность чуть ниже той же активности контрольных вариантов двух других сортов, ее уровень – 281,6 ед/г. Тем не менее во всех опытных образцах активность ферментов амилолитического действия выше на 13,4 %; 15,9 % и 16,2 % соответственно для сортов «Алейская», «Алтайская 100» и «Дуэт» в сравнении с контрольным вариантом.

Более выраженный эффект воздействия органического стимулятора на зерно отразился на накоплении протеолитической активности пророщенной пшеницы, что имеет первостепенное значение, поскольку сорта пшеницы отбирали в том числе по ключевому показателю – содержанию в нем белка. В связи с чем необходимо накопить максимально возможное количество ферментов типа протеаз, гидролизующих впоследствии имеющийся белок, в том числе нежелательную клейковину. К концу проращивания протеолитическая активность находится практически на одном уровне для всех сортов пшеницы и составляет 152,0; 153,3 и 150,4 ед/г соответственно для опытных вариантов сортов «Алейская», «Алтайская 100» и «Дуэт», что выше значения контрольного варианта на 34,4 %; 35,5 % и 33,0 %.

Важным с точки зрения образования незаменимых веществ, обуславливающих в будущем биологическую ценность ФЗН, являлось протекание на стадии проращивания максимально глубокого в условиях солодоращения гидролиза белковых соединений. Это приведет, во-первых, к повышению количества аминокислот, в том числе незаменимых, образующихся исключительно в процессе проращивания зерна, а не при затирании зернопродуктов, а во-вторых, к снижению в результате протеолиза содержания клейковины.

На рисунках 35 и 36 приведены результаты мониторинга содержания белка в целом в зерне и отдельно клейковины в течение всего этапа проращивания.

По результатам проведенной физиологической оценки отмечено соответствие показателей всех образцов свежепроросшего солода предъявляемым к нему требованиям.

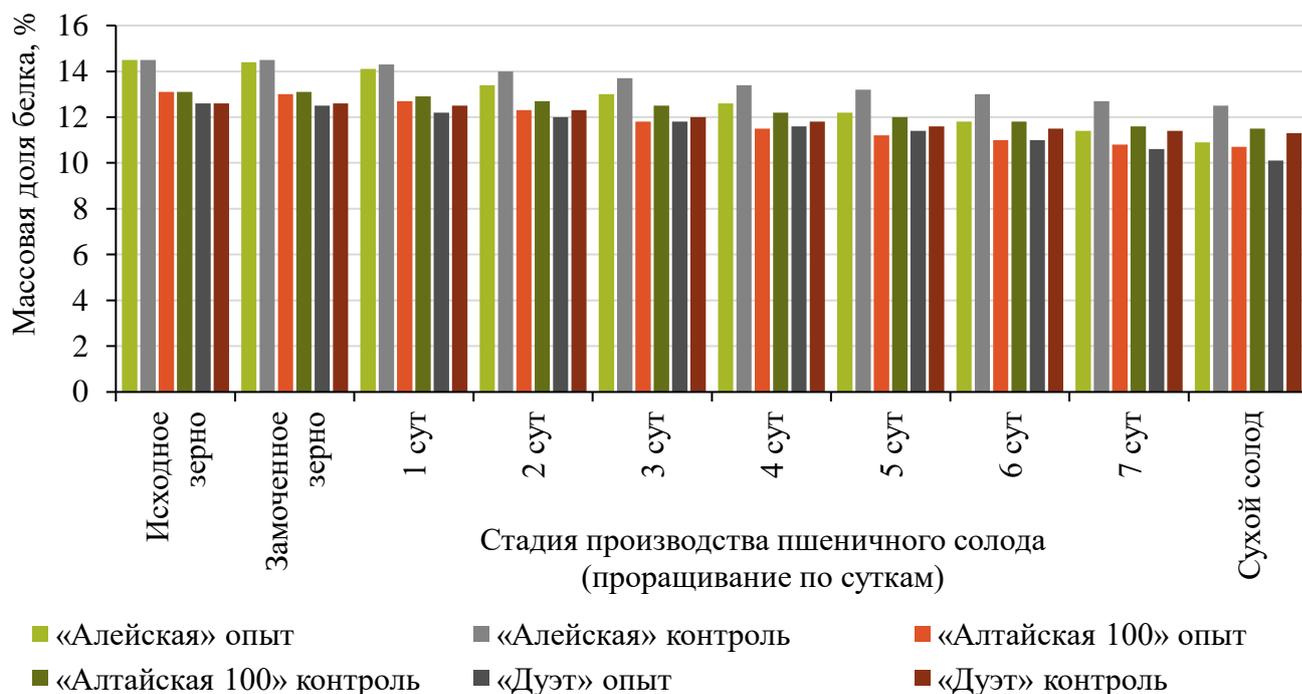


Рисунок 35 – Содержание белка в пшенице на этапах солодоращения

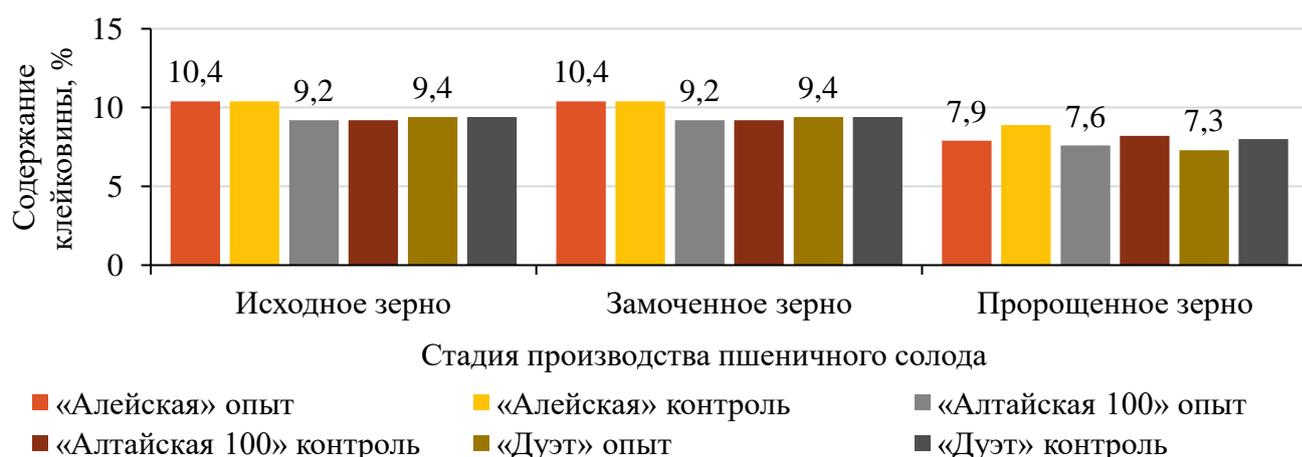


Рисунок 36 – Количество клейковины в пшенице на этапах солодоращения

Далее свежепроросший пшеничный солод сушили аналогично сушке ячменного солода – в двухступенчатом режиме по 12 ч, с максимальным нагревом до $(83 \pm 1) ^\circ\text{C}$. Готовый солод охлаждали, отделяли ростки. В таблице 21 приведены результаты оценки качества пшеничного солода, на рисунках 37 и 38 аминокислотный состав пшеничного солода опытных и контрольного вариантов. В качестве контрольного варианта служил образец солода на основе сорта «Алтайская 100», не прошедший стимулирующую обработку.

Таблица 21 – Показатели качества пшеничного солода, полученного с применением комплекса органических кислот

Показатель	Содержание в солоде на основе сорта			
	«Алейская»	«Алтайская 100»	«Дуэт»	Контроль
Органолептические показатели	По внешнему виду – однородная зерновая масса без плесневелых зерен; цвет светло-желтый, свойственный классическому ячменному солоду; запах солодовый, без посторонних запахов; вкус солодовый, сладковатый, без посторонних вкусов			
Стандартные показатели				
Массовая доля влаги, %	5,30 ± 0,05	5,40 ± 0,05	5,60 ± 0,06	5,30 ± 0,04
Массовая доля экстракта в сухом веществе тонкого помола, %	83,2 ± 1,7	82,6 ± 1,5	83,0 ± 1,5	80,4 ± 1,4
Разница массовых долей экстрактов в сухом веществе солода тонкого и грубого помола, %	1,90 ± 0,02	2,00 ± 0,04	1,90 ± 0,02	2,50 ± 0,05
Массовая доля белка, %	10,9 ± 0,2	10,7 ± 0,2	10,1 ± 0,1	11,5 ± 0,3
Содержание клейковины, %	7,50 ± 0,15	7,50 ± 0,16	7,10 ± 0,12	8,10 ± 0,17
Показатели лабораторного сула: – продолжительность осахаривания, мин – цвет, ц. ед. – кислотность, к. ед. – прозрачность	17,0 ± 0,5 0,28 ± 0,01 0,90 ± 0,01 Прозрачный	18,0 ± 0,5 0,30 ± 0,01 1,00 ± 0,02 Прозрачный	18,0 ± 0,5 0,32 ± 0,02 1,00 ± 0,02 Прозрачный	22,0 ± 0,5 0,28 ± 0,01 1,00 ± 0,02 Опалесценция
Технологические показатели				
Ферментативная активность, ед/г: – амилолитическая – протеолитическая	258,7 ± 7,6 124,6 ± 2,7	287,6 ± 8,6 125,6 ± 2,9	297,3 ± 5,9 122,4 ± 2,6	263,2 ± 7,9 91,2 ± 2,5
Показатели биологической ценности				
Содержание аминокислот, мг/100 г белка: – незаменимых – заменимых	4400 ± 70 10430 ± 100	4360 ± 70 10950 ± 100	3890 ± 70 10030 ± 100	3920 ± 70 9610 ± 100

Таким образом, представленные в таблице 21 и на рисунках 37 и 38 результаты свидетельствуют о положительном эффекте воздействия комплекса органических кислот при замачивании пшеницы на ряд стандартных и специфических показателей.

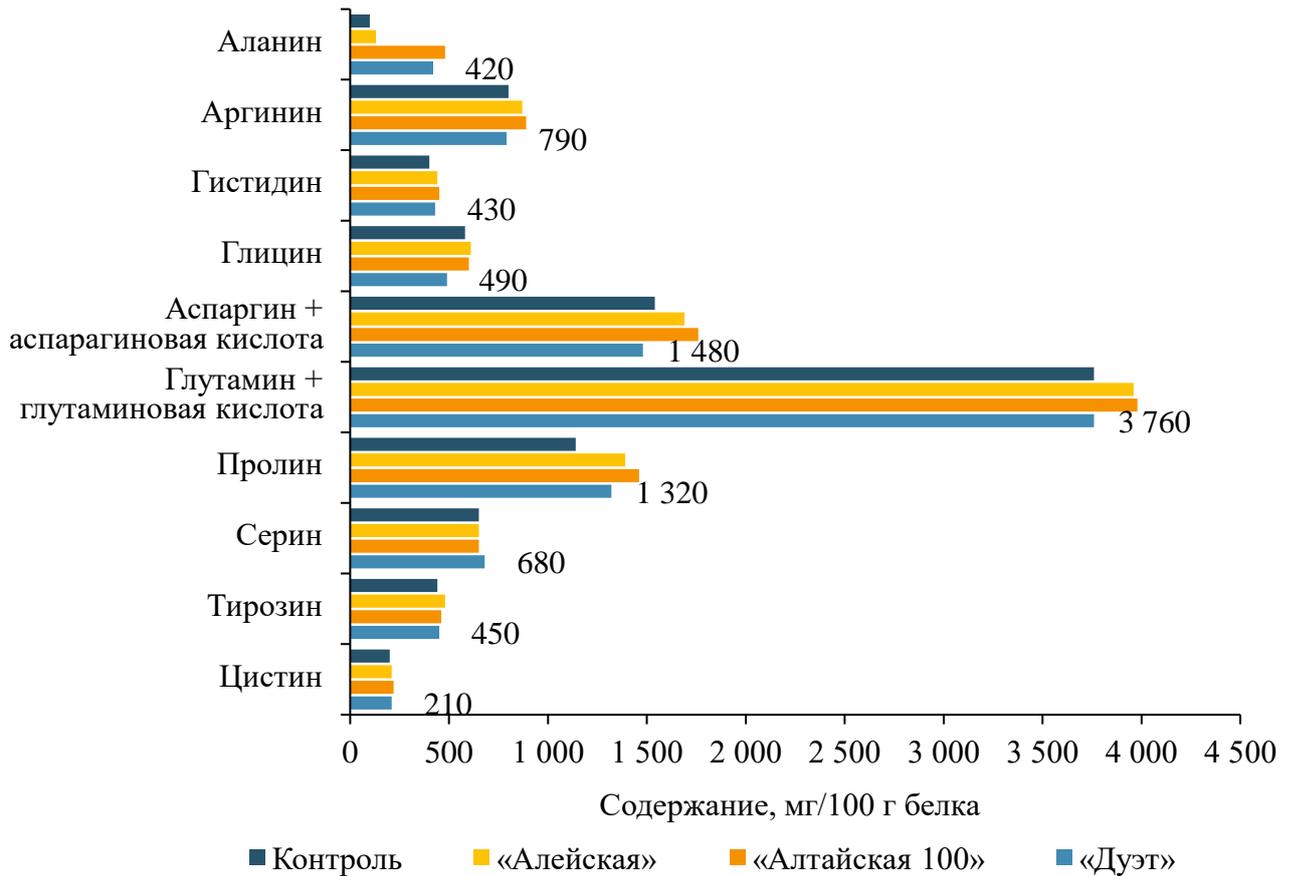


Рисунок 37 – Состав заменимых аминокислот пшеничного солода, полученного с обработкой комплексом органических кислот

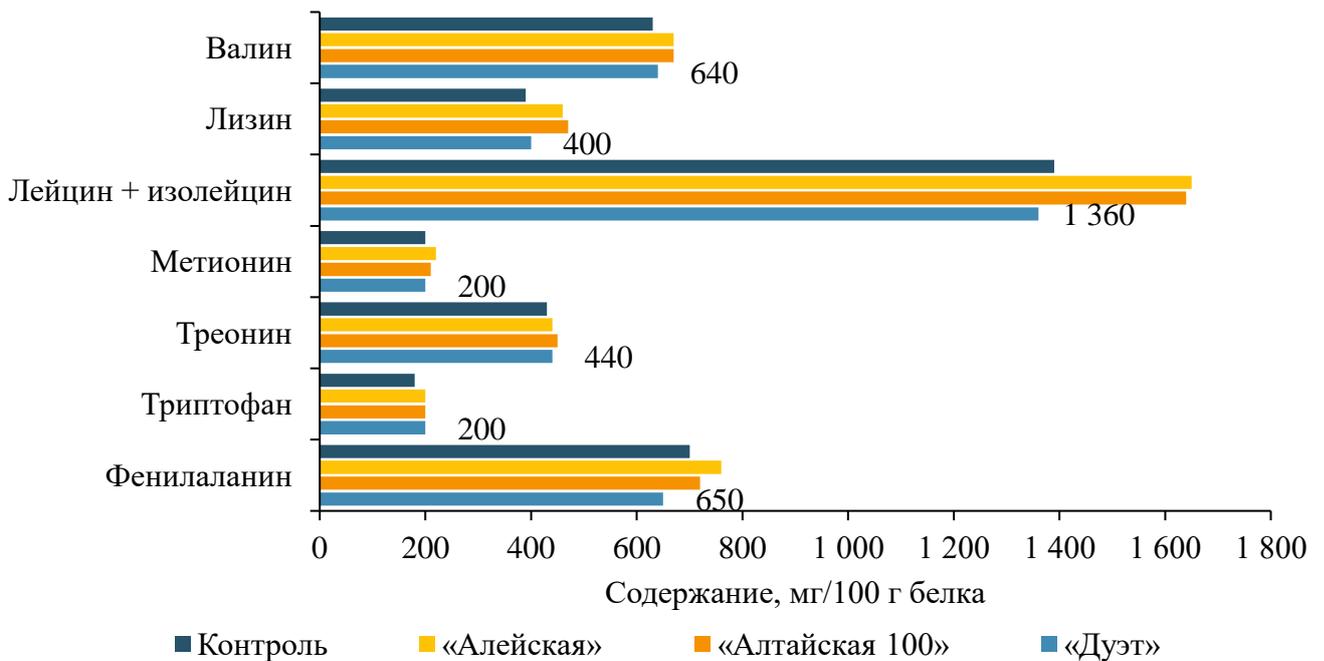


Рисунок 38 – Состав незаменимых аминокислот пшеничного солода, полученного с обработкой комплексом органических кислот

В первую очередь следует отметить, что все образцы полученного пшеничного солода, как опытные, так и контрольные, удовлетворяют требованиям действующего стандарта на данный вид солода. Во всех случаях отмечена высокая экстрактивность солода, преобладающая в опытных вариантах над контрольными; разница массовых долей экстрактов солода разного помола – допустимая.

Содержание белка в процессе солодоращения снижается во всех случаях, более выражено – в образцах пшеничного солода, обработанных органическим стимулятором. Так, к седьмым суткам проращивания пшеничного солода содержание белка в опытных образцах снижается на 15,9–21,4 % в среднем по сортам (в большей степени – в образце солода сорта «Алейская»), в контрольных – на 9,5–12,4 %. В самом белковистом образце пшеничного солода, полученного на основе сорта «Алейская» без использования комплекса органических кислот, содержание белка в готовом солоде составляет 12,5 %, что является повышенным, недопустимым стандартом к пшеничному солоду. В связи с этим пшеничный солод на основе обозначенного сорта не может быть использован в производстве напитков брожения без специальной стимулирующей обработки при его получении.

Положительным моментом в производстве солода на основе пшеницы является снижение в ней в процессе проращивания количества клейковины, что и было отмечено в ходе эксперимента. Особенно заметно это в образцах пшеницы, обработанных комплексом органических кислот. За счет активизации ферментативного комплекса протеаз в солоде гидролиз белковых веществ протекал более интенсивно, и к концу проращивания количество клейковины в большей степени снизилось в опытном образце пшеничного солода на основе сорта «Алейская» на 24,0 % (в контрольном – на 14,1 %). В остальных опытных образцах пшеничного солода данный тревожный показатель снизился на 17,3 % и 22,3 % соответственно для сортов «Алтайская 100» и «Дуэт». Таким образом, органическое стимулирование пшеницы на стадии замачивания позволяет более выражено снизить содержание нежелательной клейковины в пшеничном солоде, тем самым позволит ему быть использованным в технологии напитков брожения в большем количестве.

Набранные в процессе проращивания амилолитическая и протеолитическая активности снизились в результате сушки в среднем на 10,1 % и 18,8 % соответственно по всем сортам опытных образцов.

Из стандартных показателей качества пшеничного солода по оценке лабораторного сула отмечено полное соответствие всех критериев опытных и контрольного вариантов пшеничного солода, при этом все образцы солода, полученные с органической обработкой, имели прозрачное без опалесценции суло, в лабораторном суле пшеничного солода контрольного варианта наблюдалась опалесценция.

Важными показателями, подтверждающими целесообразность и эффективность биостимуляции сырьевого элемента на примере пшеницы солодоращением с применением органического стимулятора пшеницы, являлось содержание аминокислот в разрезе заменимых и незаменимых. Представленные в таблице 21 и на рисунках 37 и 38 результаты демонстрируют эффективность данного способа стимулирующего воздействия на исходное зерно пшеницы, при этом количество незаменимых аминокислот в образцах солода, полученных на основе сортов «Алейская» и «Алтайская 100», выше аналогичного показателя контрольного варианта на 12,2 % и 11,2 % соответственно, заменимых – на 8,5 % и 13,9 %. В опытном образце пшеничного солода на основе сорта «Дуэт» содержание аминокислот находилось практически на одном уровне с контрольным вариантом.

Таким образом, предлагаемая биомодификация пшеницы на стадии солодоращения позволяет улучшить качественные, технологические и функциональные свойства пшеничного солода, получить данный солод из сортов, мало пригодных к использованию в технологии бродильных производств, в частности, с высоким содержанием белка, в том числе клейковины. Для повышения содержания количества аминокислот в готовом солоде рекомендуется не останавливать процесс проращивания пшеничного солода через 6 сут, в то время как по физиологическим показателям и набранной ферментативной активности солод можно считать свежепроросшим, а продолжить еще одни сутки.

Получение ржаного солода (неферментированного и ферментированного)

Ржаной солод получали классическим путем, последовательно проводя стадии замачивания, проращивания и сушки, при этом ржаной ферментированный солод после проращивания подвергали дополнительной стадии – ферментации. Температура замачивания составила (18 ± 1) °С, режим – аналогичен предыдущим экспериментам – воздушно-оросительный (4 ч – водяная пауза, 6 ч – воздушная), продолжительность последней водяной паузы, при которой вносили комплекс органических кислот, составила 6 ч. Общая продолжительность процесса замачивания – 48 ч. Проращивание проводили при той же температуре, тип – «ящичной солодовни», ворошение – 1–2 раза в сутки, орошение – по мере необходимости, продолжительность проращивания – 4 сут. Контрольные индикаторы – те же, что и в случае получения ячменного и пшеничного солодов.

В ходе исследования на этапе замачивания отмечены незначительные положительные изменения ферментативной активности всех направленностей в случае обработки всех сортов ржи органическим стимулятором. Более выраженное улучшение ферментативной активности проявилось в ходе проращивания ржи, о чем свидетельствуют данные, представленные на рисунке 39.

Во всех случаях получения ржаного солода в опытных вариантах уровень ферментативной активности любой направленности выше аналогичного показателя контрольного образца ржи (усредненные данные контрольных образцов солодов трех сортов ржи).

В среднем превышение амилолитической активности опытных образцов над контрольным составило 25,2 %, протеолитической – 17,1 %, цитолитической – 29,4 %. Больше амилолитической и протеолитической активностью обладает ржаной солод, полученный на основе сорта «Сибирь», по цитолитической активности данный сорт немного уступает сорту «Влада», при этом имеет достаточно близкие значения.

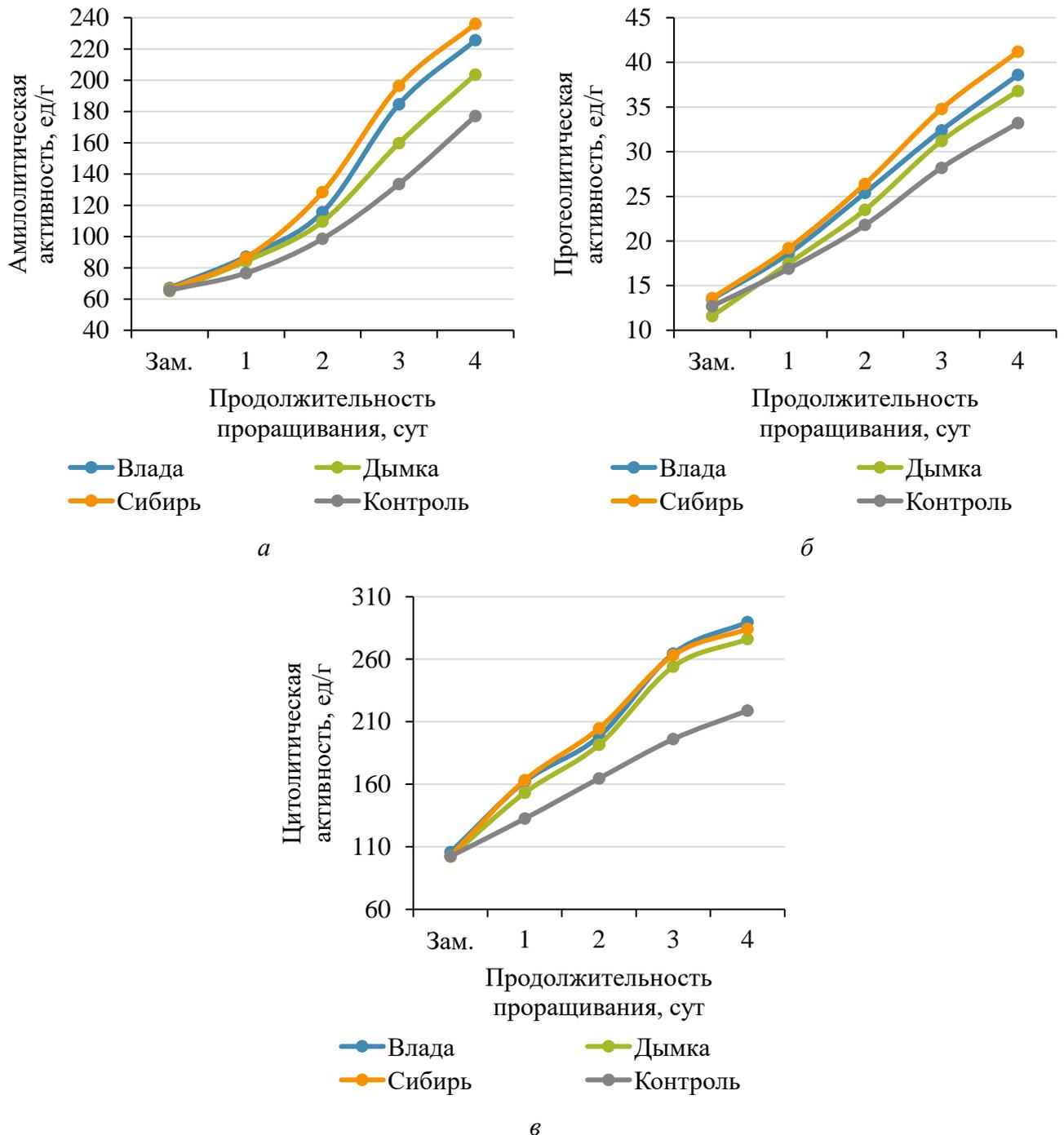


Рисунок 39 – Динамика амилотической (а), протеолитической (б) и цитолитической активности (в) ферментов ржи при проращивании с комплексом органических кислот

Далее ржаной солод отправляли на сушку в случае получения ржаного неферментированного солода, ржаной ферментированный перед сушкой проходил дополнительную стадию томления при температуре 55–65 °С в течение 3 сут.

Сушку солода в обоих случаях проводили по двухступенчатой схеме с постепенным повышением температуры по мере снижения влажности солода, мак-

симальная температура сушки на втором этапе составляла (73 ± 2) °С. По классической технологии ржаной ферментированный солод, прошедший стадию томления, представляющей, по существу, гидролиз высокомолекулярных крахмальных и белковых веществ до моно- и дисахаридов и аминокислот, участвующих впоследствии в реакции меланоидинообразования на стадии сушки, должен накопить под действием высоких температур большее в сравнении с неферментированным солодом количество красящих и ароматических веществ. С целью сохранения накопленных в процессе солодоращения аминокислот температуру сушки оставили на уровне, не превышающем 75 °С. Качественные показатели ржаного солода обоих типов и их количественный аминокислотный состав представлены в таблицах 22 и 23 и на рисунках 40–43 (контроль – ржаной неферментированный и ферментированный солод, полученный на основе сорта «Сибирь»).

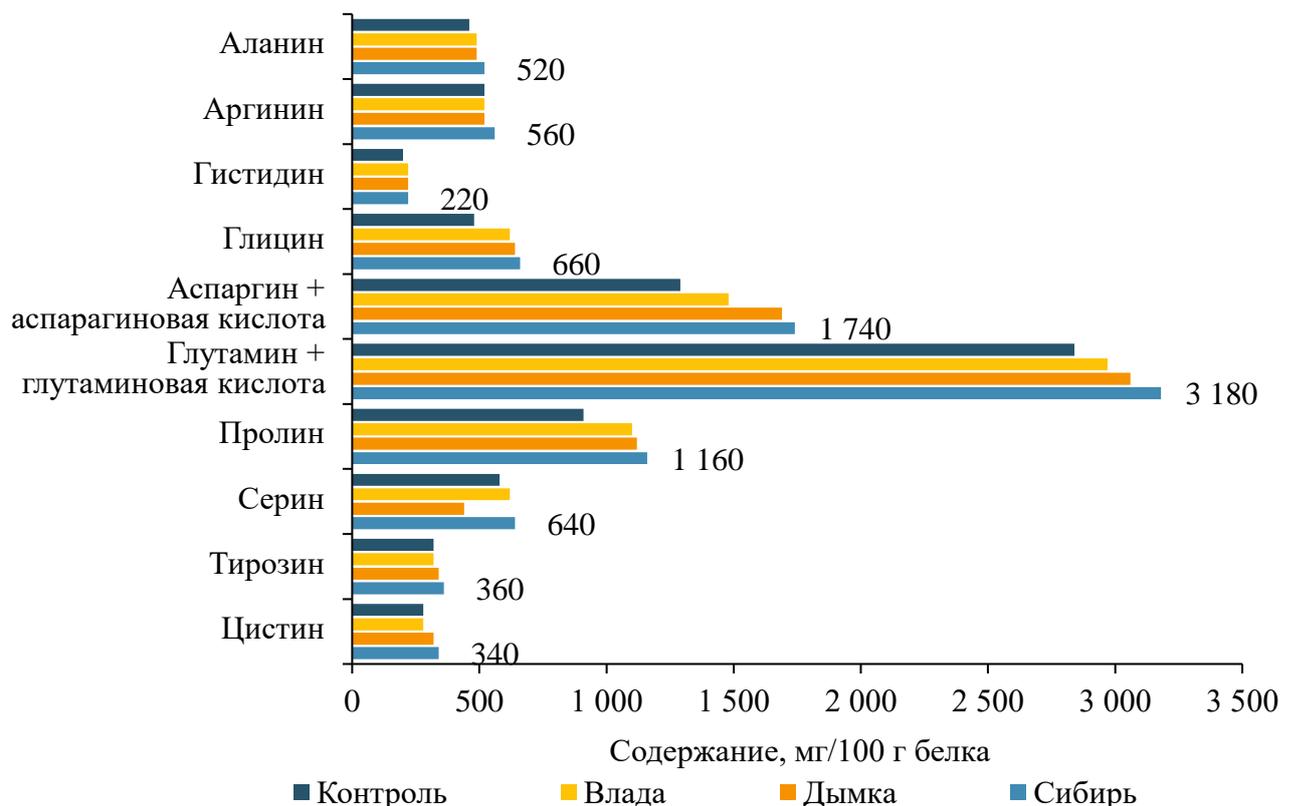


Рисунок 40 – Состав заменимых аминокислот ржаного неферментированного солода, полученного с обработкой комплексом органических кислот

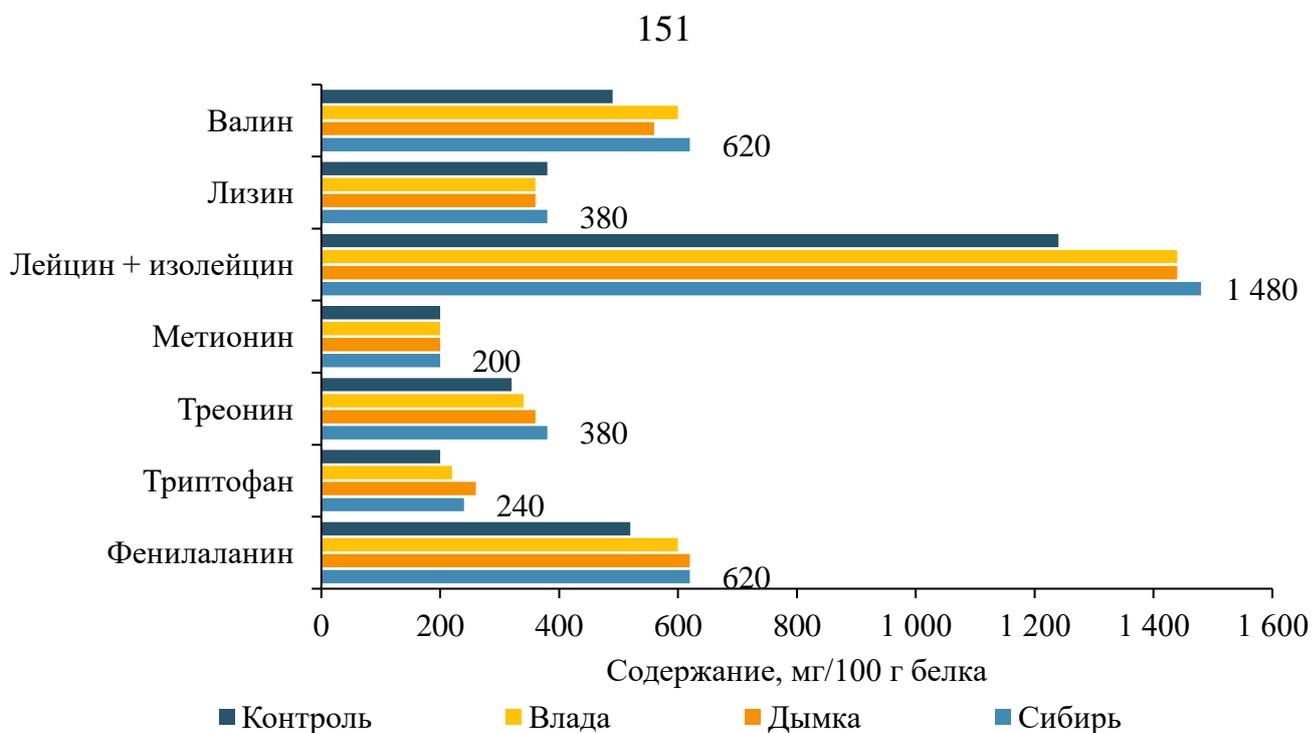


Рисунок 41 – Состав незаменимых аминокислот ржаного неферментированного солода, полученного с обработкой комплексом органических кислот

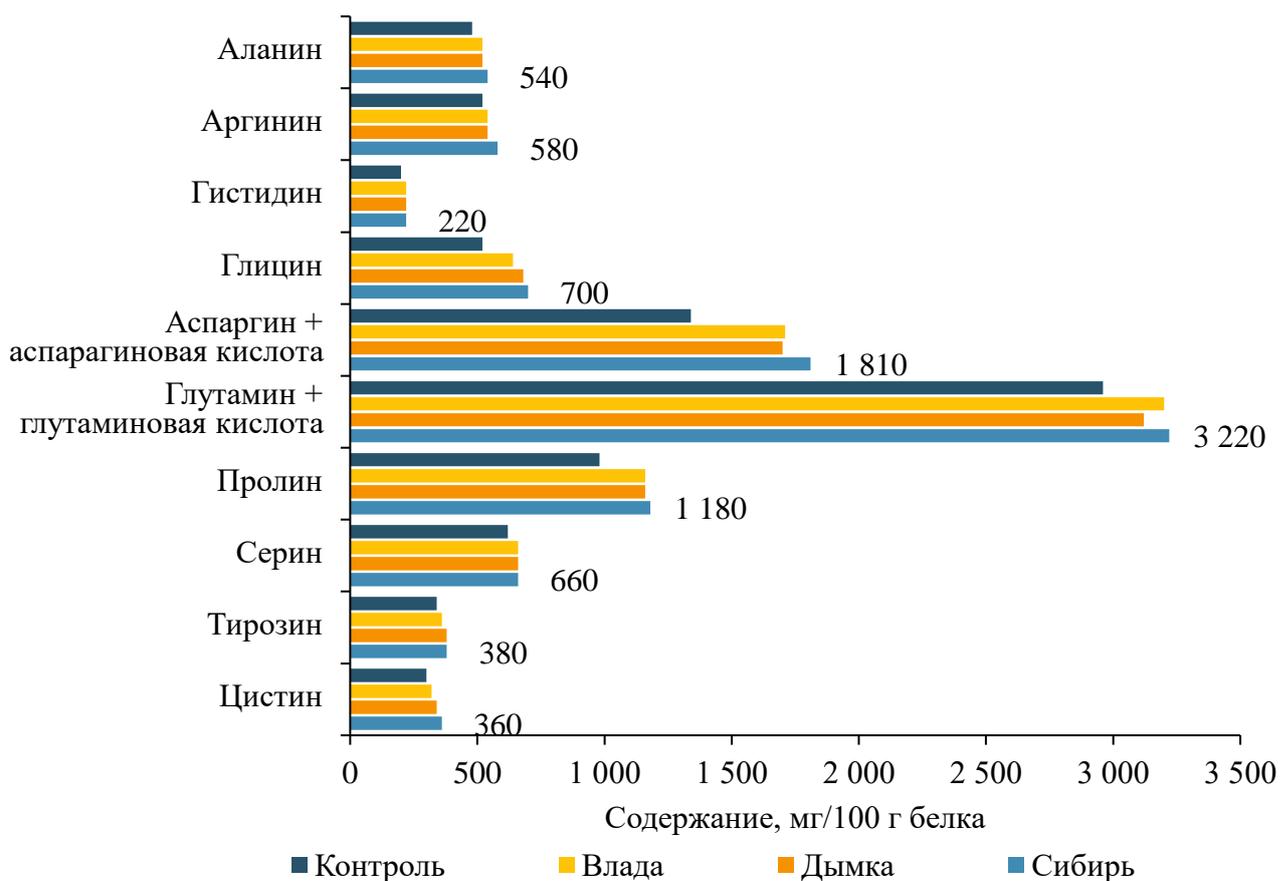


Рисунок 42 – Состав заменимых аминокислот ржаного ферментированного солода, полученного с обработкой комплексом органических кислот

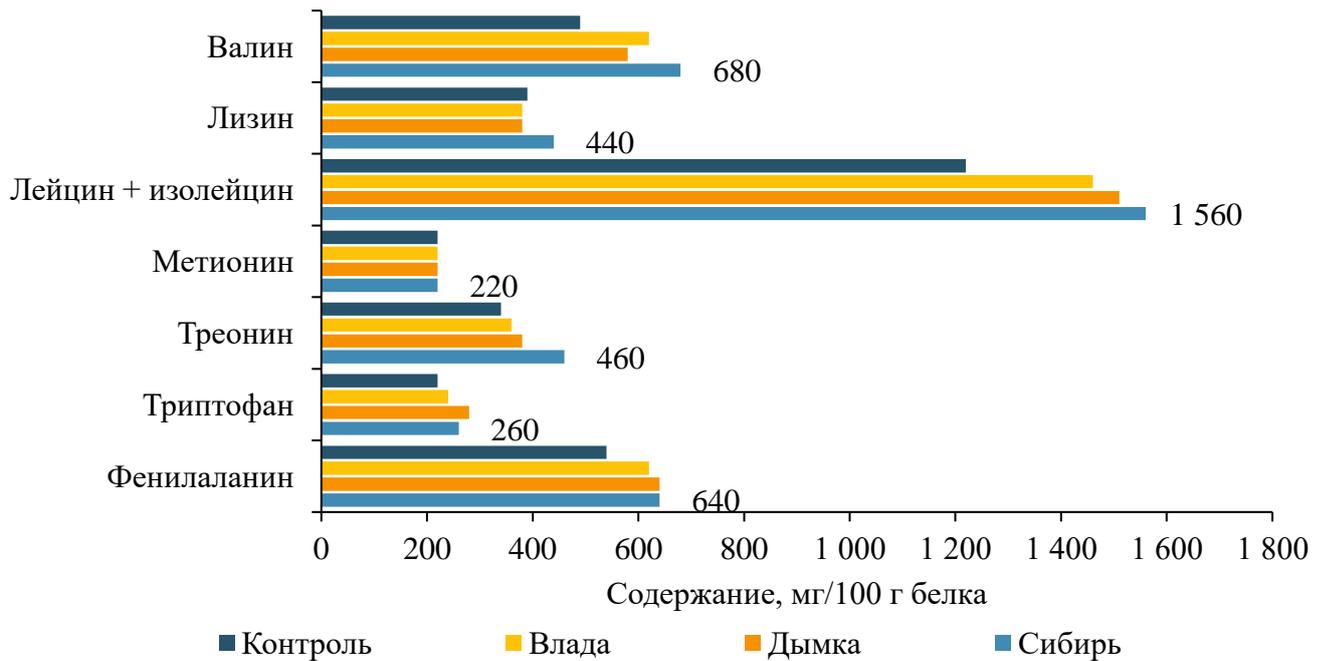


Рисунок 43 – Состав незаменимых аминокислот ржаного ферментированного солода, полученного с обработкой комплексом органических кислот

В таблицах 22 и 23 в качестве контроля представлен образец ржаного солода без обработки, полученный на основе сорта «Сибирь».

Таблица 22 – Показатели качества ржаного неферментированного солода, полученного с применением комплекса органических кислот

Показатель	Содержание в солоде на основе сорта			
	«Влада»	«Дымка»	«Сибирь»	Контроль
Органолептические показатели	По внешнему виду – однородная зерновая масса без плесневелых зерен; цвет светло-желтый с сероватым оттенком, свойственный классическому ржаному неферментированному солоду; запах свойственный, без посторонних запахов; вкус сладковатый, без посторонних вкусов			
Стандартные показатели				
Массовая доля влаги, %	7,30 ± 0,14	7,50 ± 0,15	7,20 ± 0,14	7,30 ± 0,15
Массовая доля экстракта в сухом солоде (при горячем экстрагировании), %	83,6 ± 1,7	81,9 ± 1,6	84,1 ± 1,8	80,5 ± 1,2
Массовая доля белка, %	11,1 ± 0,2	10,8 ± 0,1	11,8 ± 0,3	12,4 ± 0,4
Кислотность солода (при горячем экстрагировании), к. ед.	13,2 ± 0,3	14,1 ± 0,4	13,8 ± 0,3	13,6 ± 0,3

Продолжение таблицы 22

Показатель	Содержание в солоде на основе сорта			
	«Влада»	«Дымка»	«Сибирь»	Контроль
Цвет солода (при горячем экстрагировании), ц. ед.	2,60 ± 0,05	2,80 ± 0,05	2,40 ± 0,04	2,30 ± 0,04
Продолжительность осахаривания, мин	21,0 ± 0,5	22,0 ± 0,5	19,0 ± 0,5	22,0 ± 0,5
Технологические показатели				
Ферментативная активность, ед/г:				
– амилалитическая	198,5 ± 6,1	180,9 ± 5,4	204,9 ± 6,4	162,9 ± 4,7
– протеолитическая	32,8 ± 0,6	31,6 ± 0,6	35,3 ± 0,8	28,7 ± 0,4
– цитолитическая	236,3 ± 7,4	234,1 ± 7,4	241,9 ± 7,5	186,4 ± 5,5
Показатели биологической ценности				
Содержание аминокислот, мг/100 г белка:				
– незаменимых	3760 ± 70	3800 ± 70	3920 ± 70	3350 ± 70
– заменимых	8620 ± 100	8840 ± 100	9380 ± 100	7880 ± 100

Таблица 23 – Показатели качества ржаного ферментированного солода, полученного с применением комплекса органических кислот

Показатель	Содержание в солоде на основе сорта			
	«Влада»	«Дымка»	«Сибирь»	Контроль
Органолептические показатели	По внешнему виду – однородная зерновая масса без плесневелых зерен; цвет темно-коричневый с красноватым оттенком, свойственный классическому ржаному ферментированному солоду; запах свойственный, без посторонних запахов; вкус кисло-сладкий, свойственный ржаному хлебу, без посторонних вкусов			
Стандартные показатели				
Массовая доля влаги, %	7,00 ± 0,13	7,20 ± 0,14	7,00 ± 0,13	7,10 ± 0,14
Массовая доля экстракта в сухом солоде (при горячем экстрагировании), %	86,5 ± 1,9	85,6 ± 1,8	86,9 ± 2,0	81,4 ± 1,6
Массовая доля белка, %	10,6 ± 0,1	10,2 ± 0,1	11,1 ± 0,2	11,8 ± 0,3
Кислотность солода (при холодном экстрагировании), к. ед.	39,6 ± 0,8	38,4 ± 0,8	42,6 ± 1,1	41,2 ± 1,0
Цвет солода (при холодном экстрагировании), ц. ед.	15,4 ± 0,3	16,9 ± 0,4	17,2 ± 0,4	17,8 ± 0,5
Продолжительность осахаривания, мин	–	–	–	–

Продолжение таблицы 23

Показатель	Содержание в солоде на основе сорта			
	«Влада»	«Дымка»	«Сибирь»	Контроль
Технологические показатели				
Ферментативная активность, ед/г:				
– амилалитическая	184,2 ± 5,5	168,4 ± 5,1	188,2 ± 5,6	154,3 ± 4,6
– протеолитическая	30,1 ± 0,5	29,8 ± 0,4	31,5 ± 0,5	26,7 ± 0,3
– цитолитическая	218,9 ± 6,6	216,7 ± 6,5	225,4 ± 6,8	170,6 ± 5,3
Показатели биологической ценности				
Содержание аминокислот, мг/100 г белка:				
– незаменимых	3900 ± 70	3990 ± 70	4260 ± 70	3420 ± 70
– заменимых	9330 ± 100	9320 ± 100	9650 ± 100	8260 ± 100

Результаты демонстрируют эффективность органического воздействия при солодоращении и на получении ржаного солода – одного из представителей ресурсного элемента системы производства ФЗН, отражающегося в улучшенных показателях качества. Обработка ржи при замачивании всех сортов зерновой культуры позволяет повысить массовую долю экстракта в сухом ржаном неферментированном и ферментированном солоде, сократить продолжительность осахаривания в случае неферментированного солода – основные показатели качества, предусмотренные стандартом на данный вид солода. Кроме этого, по таким стандартным показателям качества, как кислотность и цветность, наблюдается полное соответствие требованиям нормативного документа по обоим типам ржаного солода.

При контроле содержания белка в готовом солоде отмечено, что более глубоко протеолиз белковых веществ протекал при проращивании солода, обработанного комплексом органических кислот при замачивании, в ферментированном солоде в дополнение еще и на стадии ферментации солода. Так, содержание белка за весь технологический цикл производства солода снизилось в большей степени в высокобелковых сортах ржи – «Влада» и «Сибирь», соответственно на 17,8 % и 17,5 % в неферментированном ржаном солоде и на 21,5 % и 22,4 % в ферментированном ржаном солоде тех же сортов. Сорт ржи «Дымка» изначально

но содержит невысокое количество белка (12,0 %), и его содержание уменьшилось на 10,0 % и 15,0 % соответственно по неферментированному и ферментированному типу солода.

Большой ферментативной активностью обладали ржаной неферментированный солод на основе сортов «Влада» и «Сибирь», в среднем в них активность ферментов амилолитической, протеолитической и цитолитической направленности возросла на 23,9 %; 18,6 % и 28,3 % в сравнении с контрольным вариантом.

Что касается показателей биологической ценности, то в связи с тем, что ржаной солод обоих типов используется в первую очередь как основное сырье в производстве ФЗН, то соответственно данный критерий оценки являлся дополнительным. Тем не менее полученные результаты свидетельствуют о положительном влиянии органической стимуляции, приводящей к большему образованию свободных аминокислот, особенно в случае получения ферментированного ржаного солода. Общее количество аминокислот опытных вариантов ржаного неферментированного солода превышает уровень аминокислот контрольного образца на 12,3 %; 14,3 % и 20,7 % для сортов «Влада», «Дымка» и «Сибирь», для ферментированного солода – на 15,0 %; 14,0 % и 21,0 % для той же последовательности сортов. При этом количество аминокислот в ферментированных солодах выше, чем в неферментированных на 6,7 % для ржаного солода на основе сорта «Влада», на 3,7 % – для сорта «Дымка» и на 4,6 % – для сорта «Сибирь», учитывая еще и тот факт, что часть образовавшихся аминокислот расходуется на образование красящих и ароматических веществ ржаного солода в результате протекания реакции меланоидинообразования.

Таким образом, и в производстве ржаного солода можно рекомендовать проведение биостимулирующего мероприятия посредством использования на стадии замачивания комплекса органических кислот.

Получение овсяного солода

Технологию овсяного солода организовывали аналогично технологии классического зернового сырья, последовательно проводя все производственные стадии. В связи с тем, что классические технологии с рекомендуемыми параметрами

ведения каждой стадии производства солода предусмотрены только для традиционного зернового сырья, подбор оптимальных технологических параметров в производстве овсяного солода проводили экспериментальным путем.

Замачивание овса проводили классическим воздушно-водяным способом при трех температурных интервалах: 15–16 °С; 17–18 °С и 19–20 °С. Оптимальной температурой с точки зрения равномерного набухания зерна и набора требуемой влажности за определенный период без перерастворения зерна установлена температура 17–18 °С. При этом продолжительность замачивания составила 52 ч.

При проращивании овса, как и при замачивании, проводили эксперимент по определению оптимальных температурных условий для получения овсяного солода с более высокими технологическими показателями. Температурные интервалы аналогичны интервалам, выбранным при замачивании. При проведении данного эксперимента контрольными индикаторами овсяного солода являлись физиологические характеристики, степень растворения, показатели ферментативной активности, а также содержание белка, поскольку основной целью использования овсяного солода в производстве ФЗН являлось дополнительное обеспечение напитков аминокислотами, часть из которых образуется на стадии проращивания солода. Результаты эксперимента представлены в таблице 24. В качестве объекта исследования на данном этапе работы использовали сорт овса «Гаврош». Продолжительность проращивания во всех случаях составила 7 сут.

С физиологической точки зрения оптимальными режимами для проращивания можно считать первый и второй варианты (от 15 °С до 18 °С). При этом зерно развивается постепенно, корешки начинают появляться на четвертые сутки, длина корешков к концу проращивания соответствует требованиям по данному показателю к свежепроросшему солоду, во втором случае – корешки немного длиннее. Запах солода свежий, огуречный. Свежепроросший солод, полученный при проращивании в температурном интервале 19–20 °С, по органолептическим показателям не уступал первым двум объектам, однако размер корешков был длиннее допустимого, что свидетельствует о перерасходе аминокислот, при этом в общей массе свежепроросшего солода наблюдалось большое количество солода с проростками, что является дефектом солода.

Таблица 24 – Технологические показатели овсяного солода в зависимости от температурного режима проращивания

Показатель	Температурный интервал проращивания, °С					
	15–16		17–18		19–20	
	Замоченный овес	Пророщенный солод	Замоченный овес	Пророщенный солод	Замоченный овес	Пророщенный солод
Степень растворения, %	–	43,5 ± 0,8	–	44,4 ± 0,9	–	46,4 ± 1,0
Амилолитическая активность, ед/г	65,4 ± 1,3	131,9 ± 2,9	65,9 ± 1,2	142,5 ± 3,0	65,9 ± 1,2	152,4 ± 3,1
Протеолитическая активность, ед/г	13,5 ± 0,3	65,2 ± 1,2	13,6 ± 0,3	66,4 ± 1,4	13,7 ± 0,3	68,9 ± 1,6
Цитолитическая активность, ед/г	85,4 ± 1,7	284,1 ± 5,9	86,7 ± 1,8	304,2 ± 6,1	87,2 ± 1,9	318,6 ± 6,9
Массовая доля белка, %	15,0 ± 0,4	13,1 ± 0,3	15,0 ± 0,4	12,4 ± 0,2	15,0 ± 0,4	12,1 ± 0,2

Ферментативная активность во всех случаях с повышением температуры отличалась более высокими значениями, однако несмотря на то, что самой высокой ферментативной активностью всех направленностей отличался свежепроросший солод, полученный проращиванием в условиях самого высокого температурного режима, уровень активности тех же ферментов в образце солода, пророщенном при температуре 17–18 °С, не слишком уступал аналогичным показателям, значения амилолитической, протеолитической и особенно цитолитической активностей находятся на достаточно высоком уровне.

Что касается содержания белка, то следует отметить, что более высокие температуры позволяют в большей степени гидролизовать белок. Это является особенно важным для высокобелкового сырья (в исходном овсе данного сорта содержание белка составляло 15,1 %). Однако необходимо не только протеолитическое растворение белка и набор определенного аминокислотного состава, но и его сохранение. Как было отмечено выше, в третьем объекте эксперимента наблюдалось образование корешков и листков, что свидетельствует о потреблении определенного количества из резерва аминокислот на физиологическое развитие солода.

Таким образом, учитывая все результаты эксперимента, проращивание овсяного солода рекомендуется проводить при температуре 17–18 °С в течение 7 сут. Данной температуры придерживались в дальнейших исследованиях при производстве овсяного солода с использованием всех стимулирующих действий.

Сушку овсяного солода проводили в два технологических режима так же, как и во всех других случаях сушки солодов, при 70–75 °С. Продолжительность сушки составила 28 ч.

Исследования по влиянию органического стимулирования овсяного сырья на улучшение качественных и технологических характеристик овсяного солода проводили аналогично исследованиям по стимулированию ячменя, пшеницы и ржи. Комплекс органических кислот добавляли в последнюю замочную воду в той же концентрации 10^{-9} моль/дм³, и выдерживали зерно в контакте со стимулятором в течение 6 ч. Далее проводили проращивание и сушку готового овсяного солода.

Мониторинг ферментативной активности в процессе солодоращения представлен на рисунке 44, динамика содержания белка в процессе проращивания с интервалом 1 раз в сутки и в готовом солоде – на рисунке 45, качественные показатели готового солода в сравнении с контрольным вариантом (необработанным овсяным солодом на основе сорта «Гаврош») по всем сортам – в таблице 25. Ввиду того, что на овсяный солод на сегодняшний день не существует самостоятельного регламентирующего качества стандарта, оценку качества солода проводили по аналогии с ячменным и пшеничным солодами по таким перспективным показателям, как экстрактивность, ферментативная активность солода по всем ферментам, качество лабораторного суслу, содержание заменимых и незаменимых аминокислот. Кроме этого, оценивали органолептические показатели. Количественный аминокислотный состав овсяного солода по всем сортам в разрезе отдельных аминокислот каждой группы приведен на рисунках 46 и 47. В качестве контрольного объекта выбран образец овсяного солода, полученного на основе сорта «Гаврош» как сорта с высоким содержанием белка из всех сортов.

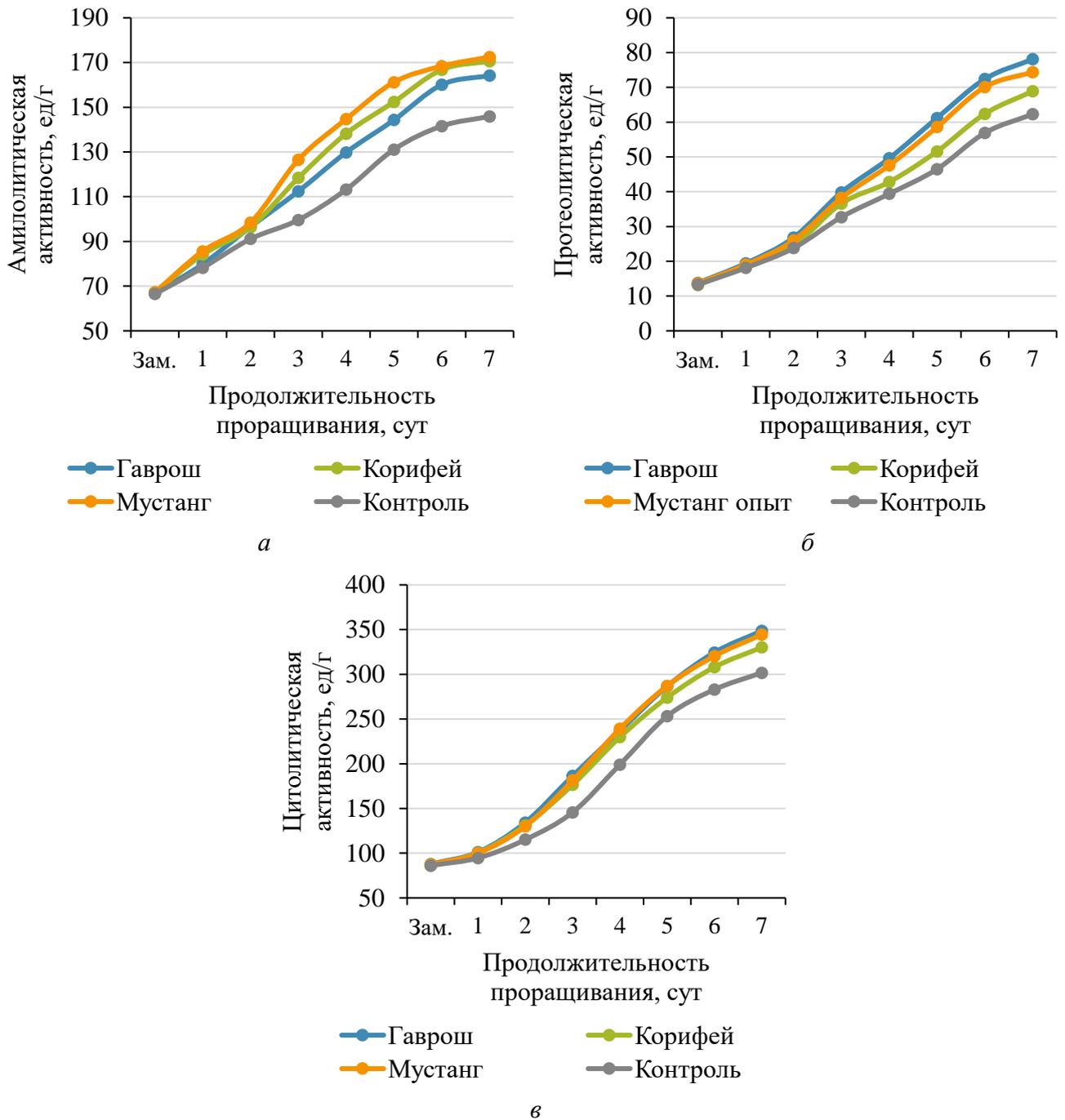


Рисунок 44 – Динамика амиллитической (а), протеолитической (б) и цитолитической активности (в) ферментов овса при проращивании с комплексом органических кислот

Проведенные исследования в первую очередь показали возможность получения солода на основе овса даже без применения стимулирующего воздействия. Отобранные для эксперимента сорта овса по окончании всего солодоращения оказались перспективным сырьем в производстве напитков брожения, в том числе ФЗН, подтверждением чего являются качественные показатели всех солодов.

Таблица 25 – Показатели качества овсяного солода, полученного с применением комплекса органических кислот

Показатель	Содержание в солоде на основе сорта			
	«Гаврош»	«Корифей»	«Мустанг»	Контроль
Органолептические показатели	По внешнему виду – однородная зерновая масса без плесневелых зерен; цвет светло-желтый, свойственный солоду; запах солодовый, без посторонних запахов; вкус солодовый, сладковатый, без посторонних вкусов			
Стандартные показатели				
Массовая доля влаги, %	5,40 ± 0,05	5,60 ± 0,06	5,20 ± 0,04	5,40 ± 0,05
Массовая доля экстракта в сухом веществе тонкого помола, %	74,1 ± 1,5	68,1 ± 1,4	72,2 ± 1,4	53,7 ± 1,1
Массовая доля белка, %	11,8 ± 0,2	11,5 ± 0,2	10,6 ± 0,2	12,6 ± 0,3
Показатели лабораторного сула: – продолжительность осахаривания, мин – цвет, ц. ед. – кислотность, к. ед. – прозрачность	21,0 ± 0,5 0,17 ± 0,01 1,00 ± 0,02 Прозрачный	20,0 ± 0,5 0,17 ± 0,01 1,10 ± 0,02 Прозрачный	20,0 ± 0,5 0,19 ± 0,01 1,10 ± 0,02 Прозрачный	28,0 ± 0,5 0,17 ± 0,01 1,00 ± 0,01 Прозрачный
Технологические показатели				
Ферментативная активность, ед/г: – амилалитическая – протеолитическая – цитолитическая	139,6 ± 4,2 65,5 ± 2,0 296,7 ± 8,9	144,6 ± 4,3 61,2 ± 1,8 289,3 ± 8,6	149,2 ± 4,3 62,9 ± 1,9 298,1 ± 9,1	127,6 ± 4,0 56,4 ± 1,7 258,6 ± 7,7
Показатели биологической ценности				
Содержание аминокислот, мг/100 г белка: – незаменимых – заменимых	5110 ± 70 10760 ± 100	4990 ± 70 10440 ± 100	4550 ± 70 9920 ± 100	3880 ± 70 8540 ± 100

Применение комплекса органических кислот на стадии замачивания овса уже в течение первых 6 ч контакта провоцируют физиологическое развитие зерна, запуская его биохимическое превращение. Более интенсивное ферментобразование наблюдается начиная с третьих суток проращивания овса. На протяжении всей стадии проращивания происходит активный рост всех ферментов зерна.

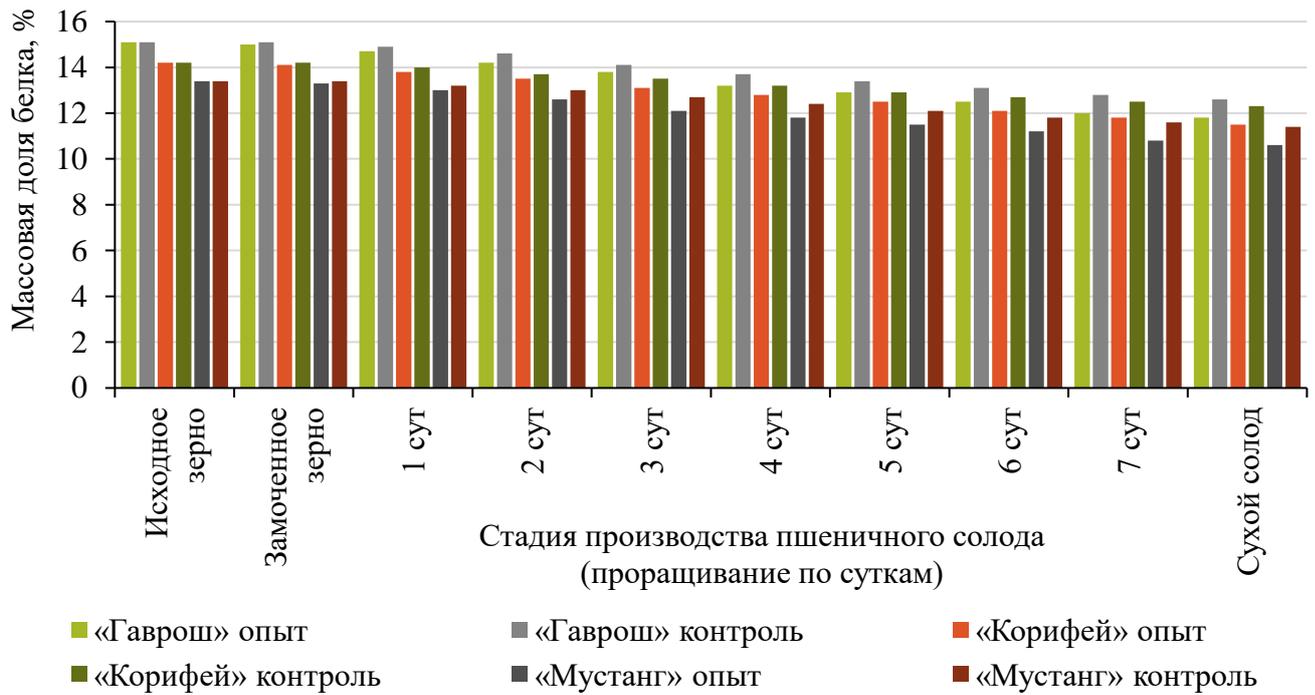


Рисунок 45 – Содержание белка в овсе на этапах солодоращения

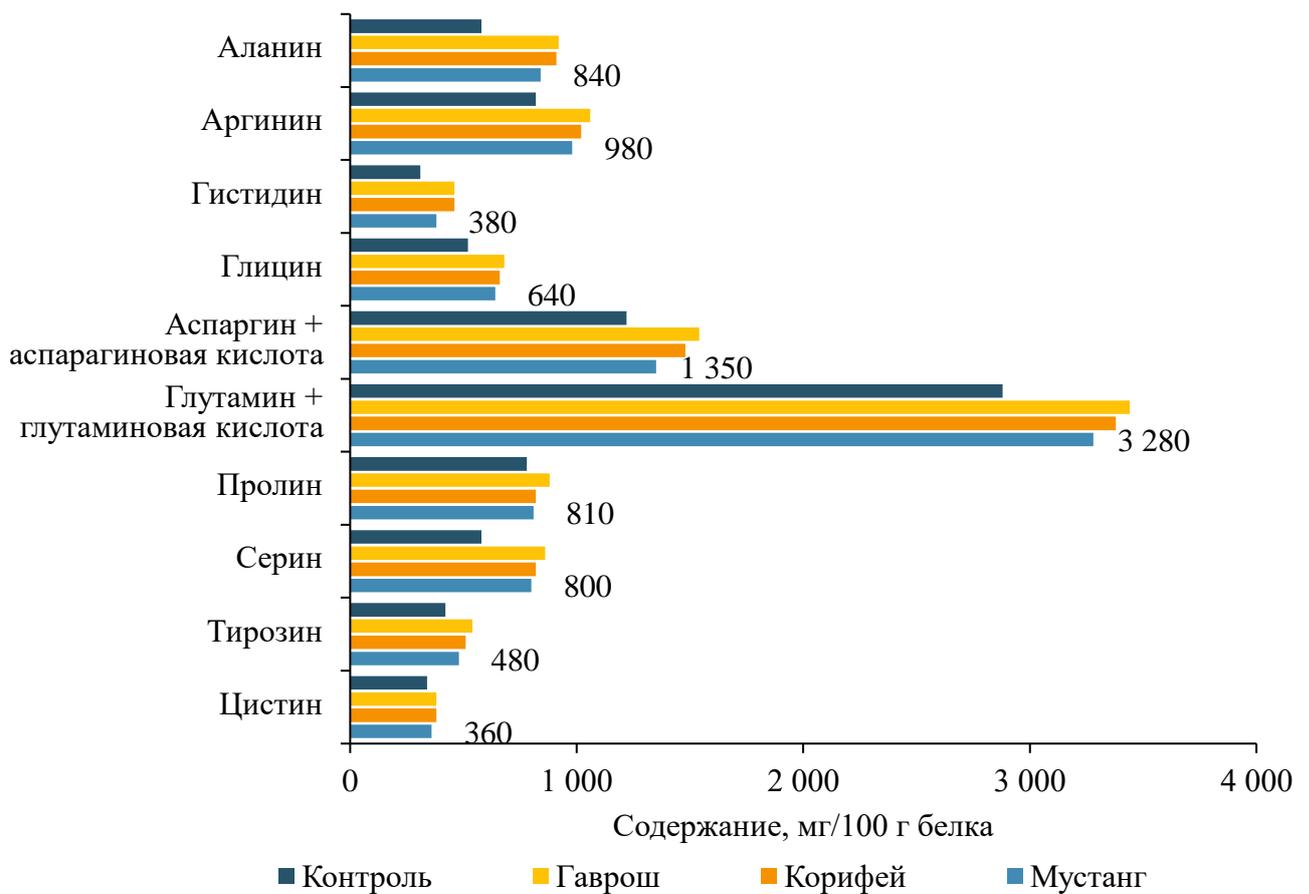


Рисунок 46 – Состав заменимых аминокислот овсяного солода, полученного с обработкой комплексом органических кислот

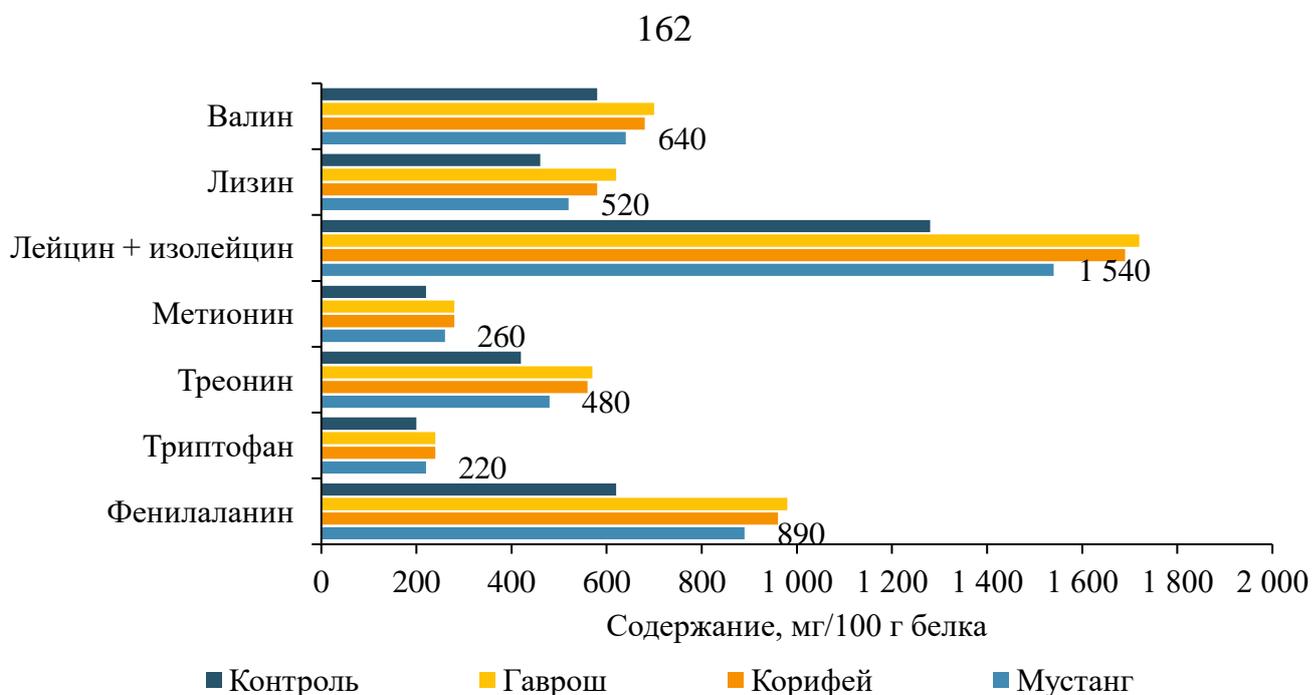


Рисунок 47 – Состав незаменимых аминокислот овсяного солода, полученного с обработкой комплексом органических кислот

Особенно выраженным является накопление ферментов цитолитической направленности, наиболее важных для последующего гидролиза некрахмальных веществ, содержащихся в повышенном количестве в овсе. Органическое стимулирование зерна позволило повысить уровень цитолитических ферментов к концу проращивания на 14,7 %; 11,9 % и 15,3 % соответственно для сортов «Гаврош», «Корифей» и «Мустанг» в сравнении с контрольным образцом.

Аналогичное влияние обработки овса отмечается на амилолитической и протеолитической активностях. Так, в первом случае активность обработанных образцов выше контрольного на 9,4 %; 13,3 % и 16,9 % соответственно для сортов «Гаврош», «Корифей» и «Мустанг», во втором случае – на 16,1 %; 8,5 % и 11,5 % для той же последовательности сортов.

Производство овсяного солода с использованием комплекса органических кислот при замачивании овса повышает экстрактивность солода, снижает продолжительность осахаривания, что позволит такому солоду быть использованным в производстве ФЗН в значительных долях, поскольку такие значения данных показателей определяют адекватное протекание процесса затирания зернопродуктов.

При стимулировании углубляется гидролиз белковых веществ, о чем свидетельствуют данные рисунка 45, увеличивается количество аминокислот, что подтверждено данными рисунков 46 и 47. Что касается белка, то его содержание снижается к концу проращивания в обработанных сортах «Гаврош», «Корифей» и «Мустанг» соответственно на 20,5 %; 16,9 % и 19,4 % (в относительном сравнении), в контрольных вариантах желаемый протеолиз прошел менее выраженно – на 15,0 %; 12,0 % и 13,4 % для тех же сортов.

Образование заменимых и незаменимых аминокислот при солодоращении овса является ключевым индикатором ввиду того, что овсяный солод должен использоваться с целью повышения биологической ценности ФЗН. За весь период производства солода общее содержание аминокислот в овсяном солоде увеличилось на 50,7 % для сорта овса «Гаврош», обработанного на стадии замачивания органическими кислотами, на 52,8 % и 48,4 % для сортов «Корифей» и «Мустанг», также обработанных при замачивании. Контрольное проращивание овсяного солода позволило повысить уровень аминокислот на 17,9 % (по овсяному солоду, полученному на основе сорта «Гаврош» – контрольного образца). При этом овсяным солодом с максимальным содержанием аминокислот, в том числе незаменимых, следует выделить солод на основе сорта «Гаврош».

Таким образом, предложенная стимулирующая органическая обработка овса перед его проращиванием позволяет получить овсяный солод с достаточно высокими технологическими показателями и повышенной биологической ценностью, тем самым сделать овсяный солод перспективным для использования в качестве альтернативного сырья в производстве ФЗН.

Получение соевого солода

Траектория технологии соевого солода выстроена под классическую технологию солодоращения с учетом особенностей бобовой культуры и подбором оптимальных условий на каждом этапе производства солода. Как и в случае получения овсяного солода, экспериментальным путем определялись первостепенные технологические параметры каждой стадии – температура и продолжительность.

На стадии замачивания опробованы следующие температурные режимы: 15–16 °С; 17–18 °С и 19–20 °С. Соя, как и любая бобовая культура, отличается от злаковых морфологическими признаками и химическим составом. Основной целью замачивания является набор определенной влажности сырья, способствующей протеканию физиологических и биохимических превращений. Требуемый уровень влажности определен, как и для всего остального сырья, в диапазоне 43–45 %. Способ замачивания – воздушно-водяной, продолжительность пауз – 2 ч водяная и 4 ч воздушная.

В ходе проведенных исследований установлено, что первые два температурных интервала позволяют добиться требуемой влажности за 34 ч, при этом бобовая культура не начинает еще прорастать и выраженных физиологических изменений не наблюдается, что соответствует адекватному протеканию стадии замачивания. При температуре 19–20 °С после 30 ч замачивания в отдельных соевых культурах появлялись проростки, что свидетельствуют о слишком активных физиологических изменениях, в дальнейшем, как правило, приводящих к перерастворению солода и расходу резервных веществ как на дыхание (сахаров), так и на построение новых тканей в солоде (листок и корешок) – в большей степени нежелательных, так как в данном случае расходуются аминокислоты. Таким образом, рекомендуемыми параметрами стадии замачивания сои можно считать температуру не выше 18 °С и продолжительность 34 ч.

При проращивании температура окружающей среды оставалась на том же уровне, что и при замачивании (замочной воды). Определение продолжительности проращивания проводили по показателям физиологического развития соевого солода и его ферментативной активности. По первому критерию оптимальной продолжительностью можно рекомендовать 2–3 сут. За данный период развития в солоде образовывались оптимальной длины корешки. В редких случаях к концу третьих суток наблюдалось развитие листка на начальных этапах (при проращивании с температурой 18 °С), в связи с чем следует проводить проращивание при температуре $(16,0 \pm 0,5)$ °С. По оценке влияния продолжительности проращивания на ферментативную активность солода данные представлены на рисунках 48 и 49 (контроль – необработанный соевый солод сорта сои «Гармония»).

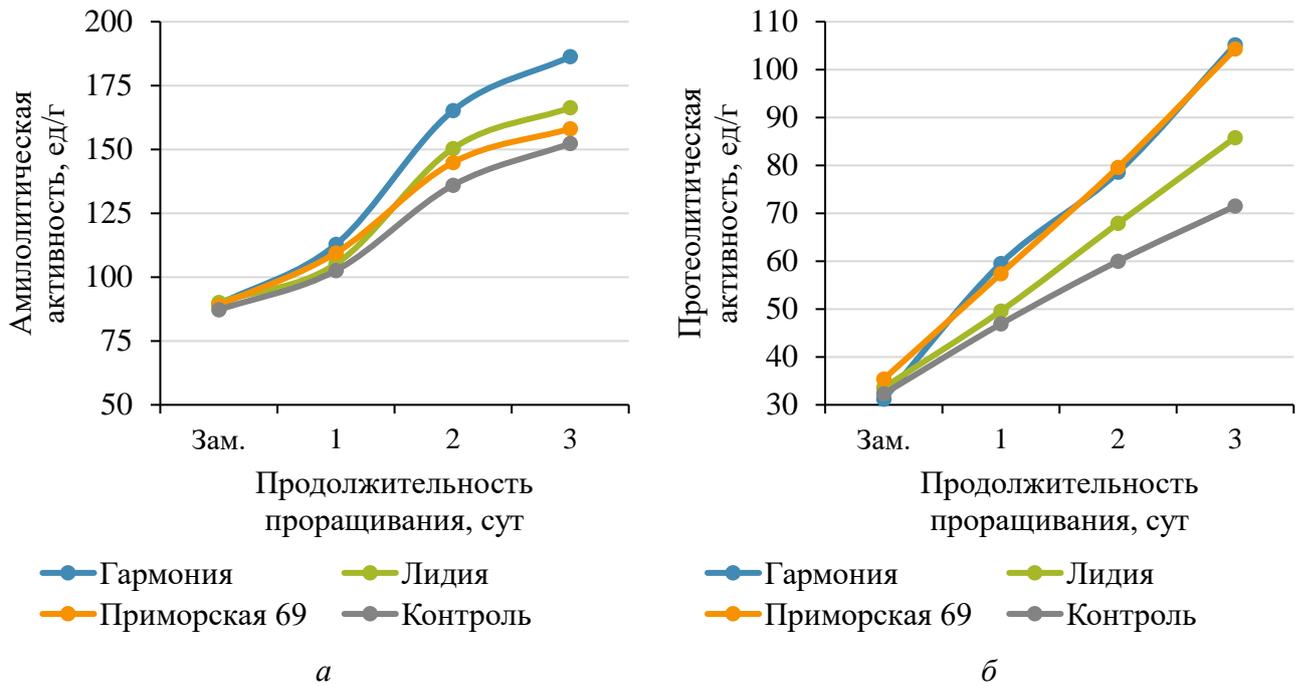


Рисунок 48 – Динамика амиллитической (а) и протеолитической активности (б) ферментов сои при проращивании с комплексом органических кислот

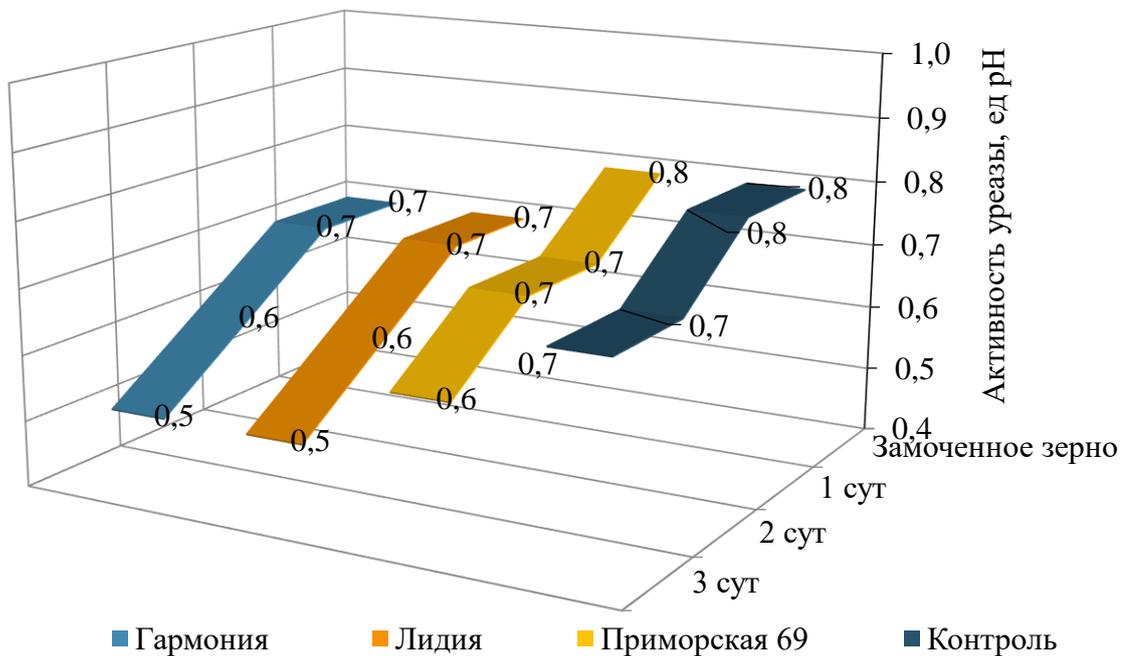


Рисунок 49 – Динамика активности фермента уреазы сои при проращивании с комплексом органических кислот

Представленные результаты демонстрируют интенсивный процесс активации гидролитических ферментов на протяжении всех трех суток проращивания. При этом во всех сортах сои наблюдается интенсификация данного процесса по-

средством проведения стимуляции сои комплексом органических кислот при замачивании. При этом наибольшей амилолитической активностью обладает соевый солод, полученный на основе сорта «Гармония», протеолитической – солода, на основе сортов «Гармония» и «Приморская 69». В среднем по сортам органическое стимулирование позволило увеличить амилолитическую активность на 4,0–22,3 %, протеолитическую – на 20,0–47,1 %. Особое значение при проращивании сои уделялось контролю антипитательных веществ по показателям активности фермента уреазы и трипсинингибирующей активностью в сырье. Уже на стадии замачивания было отмечено положительное влияние обработки сои органическими кислотами для сортов «Гармония» и «Лидия», в образцах сои которых по окончании замачивания активность фермента уреазы снизилась на 0,1 ед. В процессе проращивания данный показатель для этих сортов опустился до уровня 0,5 ед. В контрольных вариантах за оба этапа замачивания и проращивания активность фермента уреазы снизилась на 0,1 ед. и составила 0,7 ед. В соевом солоде опытного варианта сорта «Приморская 69» уровень уреазы составил 0,6 ед.

Полученные значения, даже опытных образцов, все равно остаются немного высокими, поскольку допустимым уровнем активности уреазы в сое, разрешенной к использованию в кормовых (пищевых) целях, является 0,3–0,4 ед. Известно, что тепловая обработка сои способствует снижению концентрации антипитательных веществ, в связи с чем сушку следует проводить при температуре не ниже 65 °С, способствующей разрушению нежелательных соединений.

Что касается трипсинингибирующей активности сои (ТИА), то, как и в случае с активностью уреазы, при проращивании наблюдается снижение данного показателя, особенно в образцах сои, обработанных органическим стимулятором, о чем свидетельствуют данные, представленные на рисунке 50. Однако результаты демонстрируют к концу проращивания достаточно высокие значения активности ингибитора трипсина, в связи с этим перед использованием соевого солода в технологии ФЗН следует проконтролировать данный показатель после сушки сои, который под действием высоких температур так же, как и фермент уреазы, ввиду разрушения антипитательных соединений должен снизиться до адекватного уровня.

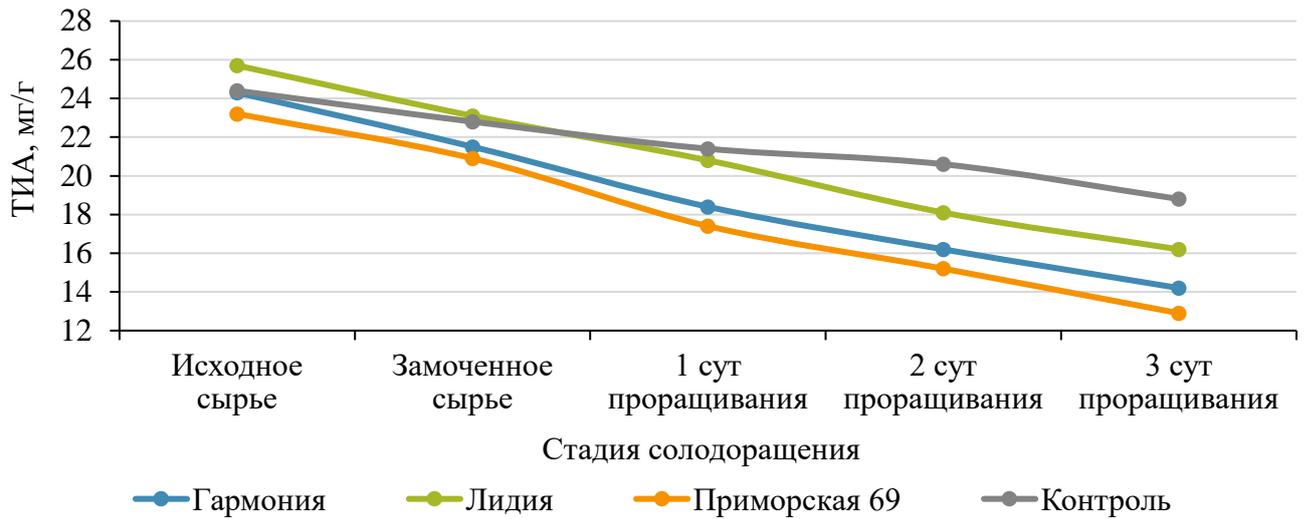


Рисунок 50 – Динамика трипсинингибирующей активности сои при проращивании с комплексом органических кислот

На основании проведенного исследования с точки зрения формирования гидролитического ферментативного комплекса, снижения антипитательных веществ в сое следует рекомендовать проведение проращивания при продолжительности 3 сут.

Кроме физиологической и ферментативной оценки в соевом солоде в процессе замачивания и проращивания проводили мониторинг содержания белка по сортам (рисунок 51).

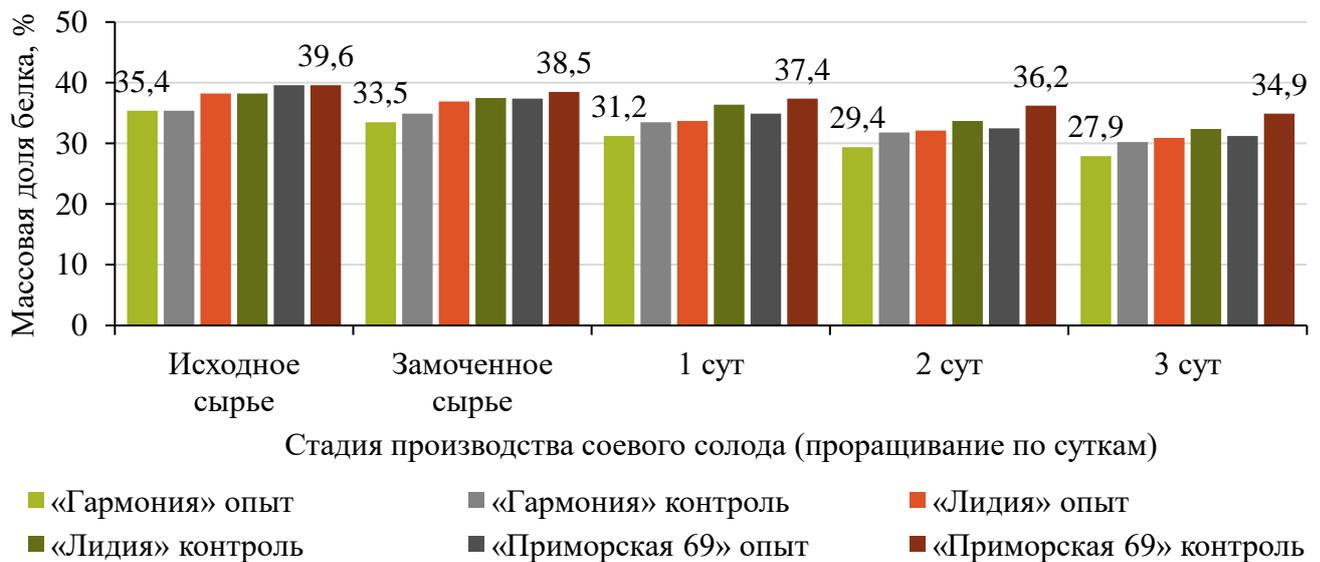


Рисунок 51 – Содержание белка в сое на этапах солодоращения

Хорошо набираемая в процессе солодоращения протеолитическая активность соевого солода, особенно опытных образцов, позволила провести достаточно глубокий гидролиз белков сои. При этом содержание белка в опытных образцах к концу проращивания снизилось на 21,2 % для сортов «Гармония» и «Приморская 69» и на 19,1 % для сорта «Лидия», в то время как в контрольных вариантах данный показатель снизился на 14,7 %; 15,2 % и 11,7 % соответственно для сортов «Гармония», «Лидия» и «Приморская 69».

После проращивания проводили сушку соевого солода так же, как и в других технологиях, в два технологических этапа с постепенным нагреванием солода. Максимальная температура сушки составила (75 ± 1) °С. Качественные (перспективные) показатели соевого солода представлены в таблице 26, качественный и количественный состав заменимых и незаменимых аминокислот – на рисунках 52 и 53 (контролем служил образец соевого солода «Гармония»).

Таблица 26 – Показатели качества соевого солода, полученного с применением комплекса органических кислот

Показатель	Содержание в солоде на основе сорта			
	«Гармония»	«Лидия»	«Приморская 69»	Контроль
Органолептические показатели	По внешнему виду – однородная масса бобовых проросших зерен, без плесневелых зерен; цвет желтый, свойственный сое; запах чистый, нейтральный, без посторонних запахов, в контрольных вариантах слегка выраженный запах бобовых; вкус свойственный бобовым культурам, без посторонних вкусов			
Стандартные показатели				
Массовая доля влаги, %	$4,10 \pm 0,06$	$4,00 \pm 0,05$	$3,90 \pm 0,03$	$4,10 \pm 0,05$
Массовая доля экстракта в сухом веществе тонкого помола, %	$65,1 \pm 1,3$	$64,1 \pm 1,2$	$62,5 \pm 1,2$	$57,6 \pm 1,1$
Массовая доля белка, %	$27,5 \pm 0,6$	$30,4 \pm 0,6$	$30,8 \pm 0,6$	$29,0 \pm 0,6$
Показатели лабораторного сула:				
– цвет, ц. ед.	$0,09 \pm 0,01$	$0,10 \pm 0,01$	$0,10 \pm 0,01$	$0,09 \pm 0,01$
– кислотность, к. ед.	$1,10 \pm 0,01$	$1,20 \pm 0,02$	$1,20 \pm 0,02$	$1,10 \pm 0,01$
– прозрачность	Прозрачный	Прозрачный	Прозрачный	Прозрачный

Продолжение таблицы 26

Показатель	Содержание в солоде на основе сорта			
	«Гармония»	«Лидия»	«Приморская 69»	Контроль
Технологические показатели				
Ферментативная активность гидролаз, ед/г:				
– амилолитическая	166,3 ± 5,1	150,1 ± 4,5	140,9 ± 4,2	136,0 ± 4,0
– протеолитическая	90,3 ± 2,7	72,9 ± 2,2	86,4 ± 2,6	53,4 ± 1,6
Активность фермента уреазы, ед.	0,30 ± 0,01	0,30 ± 0,01	0,40 ± 0,01	0,60 ± 0,01
Трипсинингибирующая активность, мг/г	5,60 ± 0,11	7,20 ± 0,14	5,10 ± 0,10	10,60 ± 0,21
Показатели биологической ценности				
Содержание аминокислот, мг/100 г белка:				
– незаменимых	14 450 ± 70	14 900 ± 70	15 130 ± 70	12 940 ± 70
– заменимых	34 110 ± 100	34 550 ± 100	35 050 ± 100	25 230 ± 100

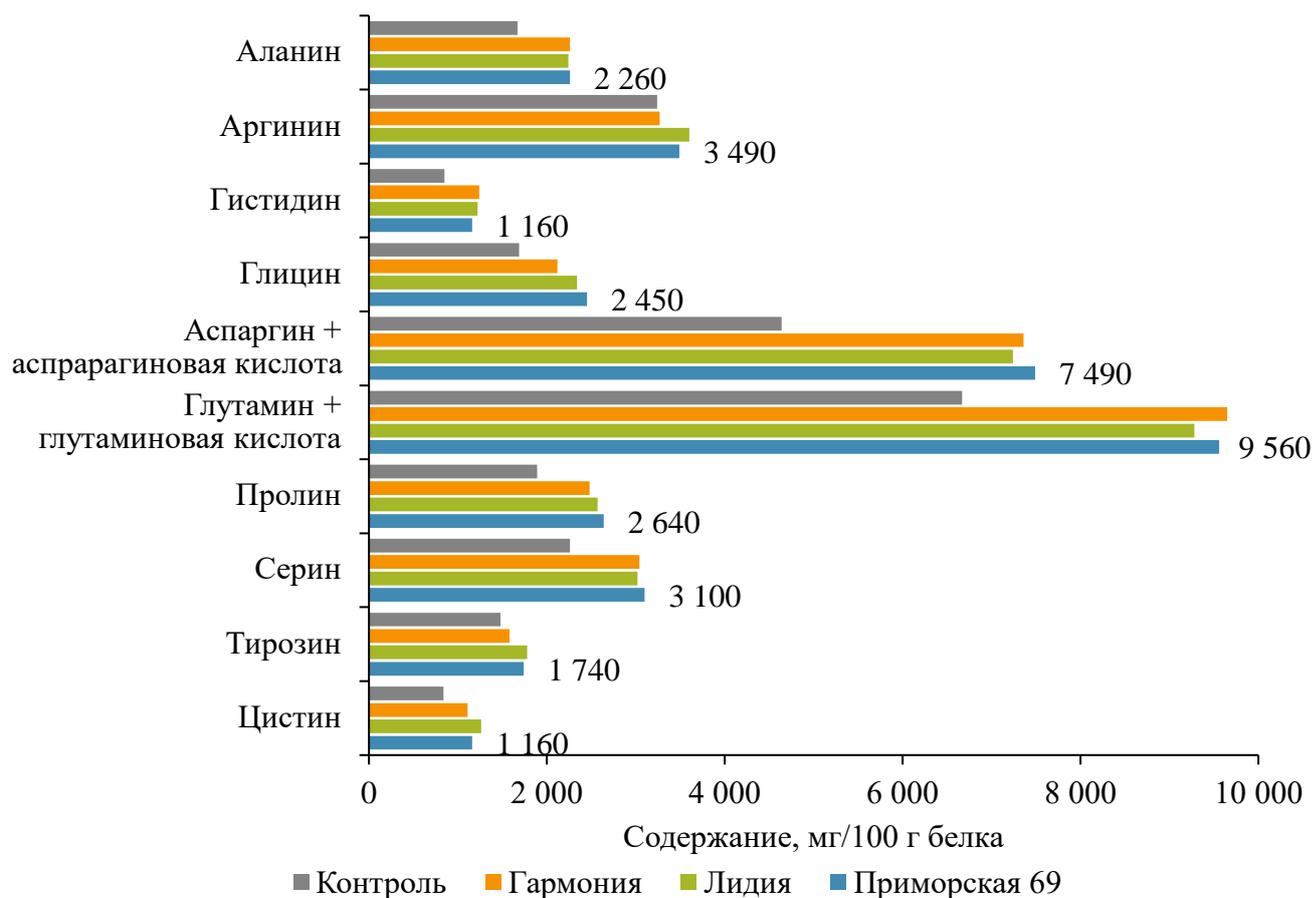


Рисунок 52 – Состав заменимых аминокислот соевого солода, полученного с обработкой комплексом органических кислот

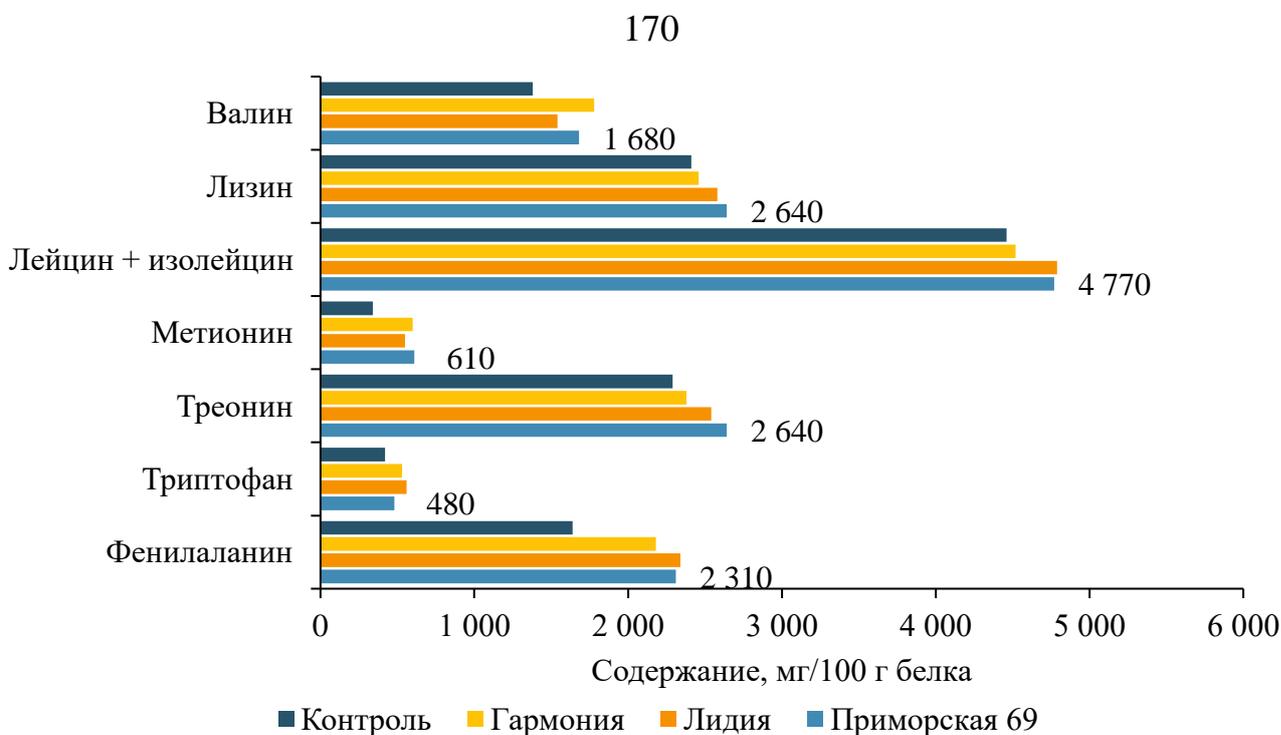


Рисунок 53 – Состав незаменимых аминокислот соевого солода, полученного с обработкой комплексом органических кислот

Из таблицы качественных показателей соевого солода в первую очередь видно, что солод можно производить и на основе сои по классической технологии с небольшой корректировкой технологических режимов.

При этом дополнительная стимуляция позволяет улучшить качественные и технологические показатели солода. Полученный солод отличается повышенной ферментативной активностью и пищевой ценностью за счет образования высокого количества аминокислот, в том числе незаменимых. Так, общее содержание аминокислот в опытных образцах выше, чем в контрольном необработанном соевом солоде на 27,2–31,5 %.

Кроме этого, проведенная сушка соевого солода позволила еще больше снизить уровень антипитательных веществ опытных образцов солода до нормативных требований, тем самым допуская ценнейшее по биологической ценности растительное сырье – сою (в виде солода) в производстве пищевых продуктов, в том числе в производстве ФЗН.

Таким образом, проведенные в данном блоке исследования по возможности проведения биотрансформации сырьевого элемента системы при производстве ФЗН с применением в качестве химической стимуляции комплекса органических

кислот подтверждают эффективность и целесообразность данной модификации ресурсного элемента. Органический комплекс рекомендуется вносить в последнюю замочную воду в концентрации 10^{-9} моль/дм³, выдерживать с ним ячмень, пшеницу, рожь и овес в течение 6 ч, сою – 4 ч. Данная обработка стимулирует образование гидролитических ферментов в сырье, отвечающих за гидролиз крахмальных, белковых и некрахмальных веществ, провоцирует протеолиз азотистых соединений с образованием заменимых и незаменимых аминокислот. В случае проращивания пшеницы данный способ воздействия углубляет ферментативное растворение нежелательной клейковины, в случае проращивания сои способствует снижению концентрации нежелательных антипитательных соединений.

5.3.2 Оценка эффективности применения препарата «Энерген» в производстве ячменного, пшеничного, ржаного, овсяного и соевого солодов

Данный этап диссертационного исследования выстроен аналогично предыдущему этапу (раздел 5.3.1). Все виды сырья обрабатывали комплексным препаратом химической природы «Энерген» на стадии замачивания. Препарат представляет собой соединения органической и неорганической природы (смесь калиевых солей гуминовых кислот, кремневой кислоты и серы), широко применяется в сельском хозяйстве в качестве активатора развития и созревания растений [141; 152; 156; 167; 171; 178; 222; 226; 260; 261].

Комплексный препарат «Энерген» вносили в последнюю замочную воду и выдерживали с ним сырье – 6 ч ячмень, пшеницу, рожь и овес и 4 ч сою. Технологические параметры замачивания и проращивания аналогичны предыдущим исследованиям. Рекомендуемая производителем концентрация препарата для обработки семян составляет 0,6 г/дм³ воды, используемой для замачивания или орошения сырья. С целью определенной концентрации, подходящей для активации зернового и бобового сырья, диапазон концентраций вносимого активатора расшири-

ли с 0,5 до 0,8 г/дм³. В большей степени интерес среди первостепенных показателей представляла ферментативная активность, данные по изменению которой к концу проращивания представлены на рисунках 54 и 55. Сорта зернового и бобового сырья те же, что и в эксперименте с использованием органических кислот (ячмень «Ворсинский 2», пшеница «Алейская», рожь «Влада», овес «Гаврош», соя «Гармония»).

Дозировки стимулятора «Энерген»:

- вариант 1 – 0,5 г/дм³ замочной воды;
- вариант 2 – 0,6 г/дм³ замочной воды;
- вариант 3 – 0,7 г/дм³ замочной воды;
- вариант 4 – 0,8 г/дм³ замочной воды;
- контроль – необработанное сырье.

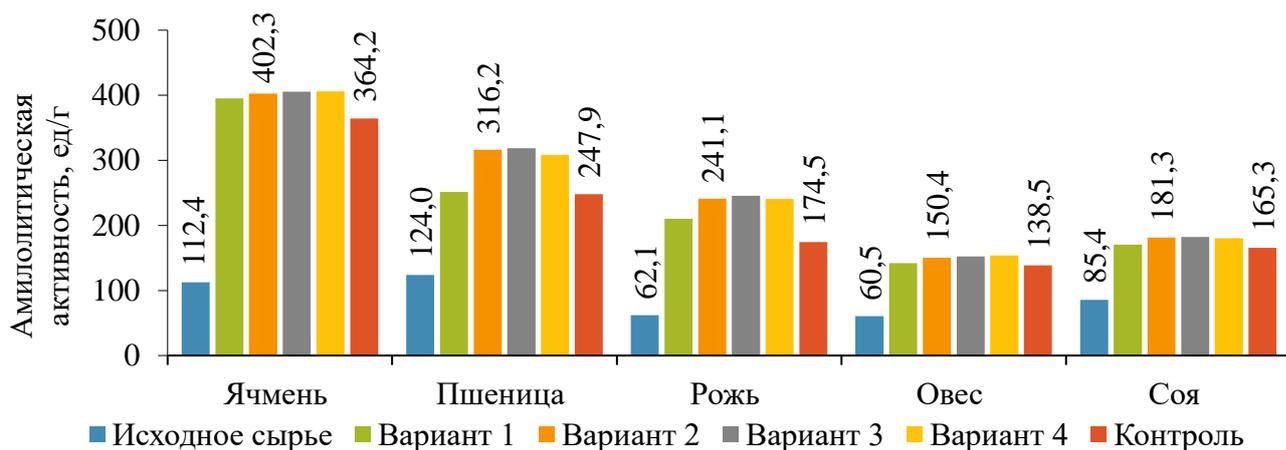


Рисунок 54 – Амилолитическая активность свежепросоженного солода

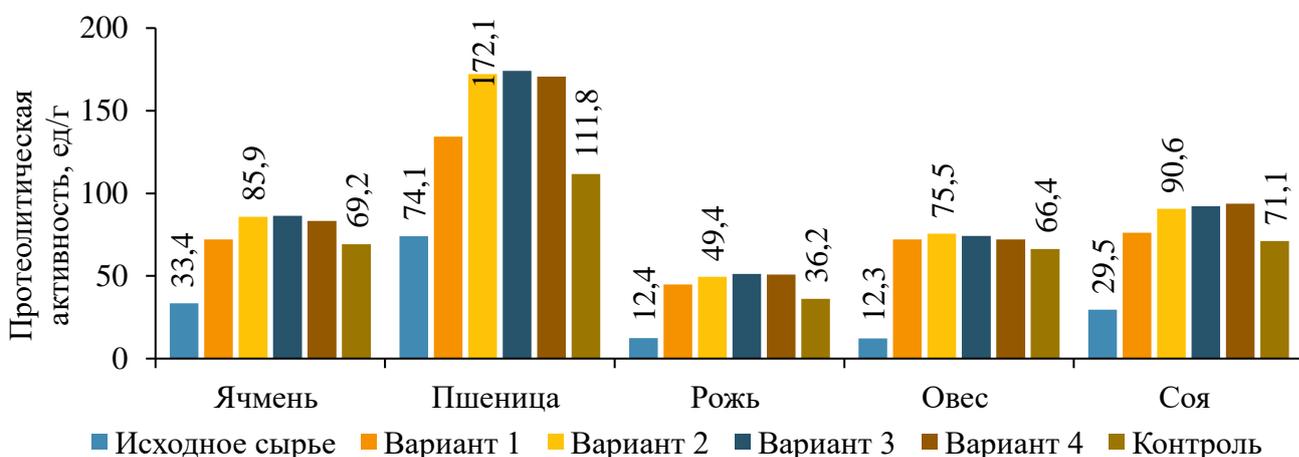


Рисунок 55 – Протеолитическая активность свежепросоженного солода

Представленные результаты показали, что во всех случаях проращивания и зернового, и бобового сырья использование комплексного препарата «Энерген» усиливает биокаталитические процессы в сырье, при этом концентрация, как и рекомендовалось производителем, должна быть не менее 0,6 г/дм³ воды. При концентрации препарата 0,7–0,8 г/дм³ амилолитическая и протеолитическая активности имеют более высокие значения, однако их уровень не оправдывает перерасход стимулирующего препарата, на основании чего с технологической и экономической сторон оптимальной концентрацией препарата «Энерген», используемого при замачивании зернового/бобового сырья, можно считать 0,6 г/дм³.

Результаты математической обработки исследования влияния концентрации вносимого при замачивании комплексного препарата «Энерген» на амилолитическую и протеолитическую активность каждого вида сырья представлены на рисунках 56–60 (x_1 – концентрация препарата, x_2 – продолжительность выдержки).

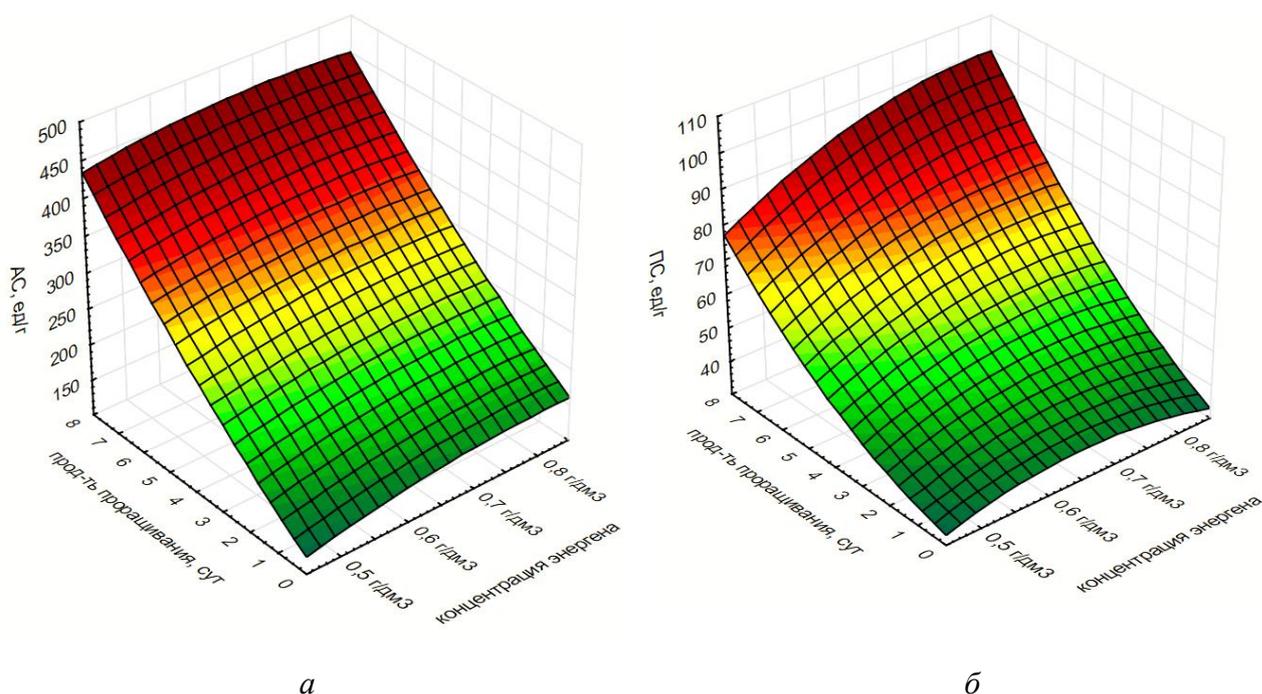


Рисунок 56 – Изменение амилолитической (а) и протеолитической активности (б) при проращивании ячменя

Уравнения регрессии для АС и ПС ячменя:

$$AC_{\text{я}} = -35\,159,7849 + 653,7479x + 101,4993y - 3,025xx - 0,6811xy + 1,0687yy;$$

$$PC_{\text{я}} = -16\,771,7839 + 315,695x - 72,7874y - 1,4821xx + 0,715xy + 0,4458yy.$$

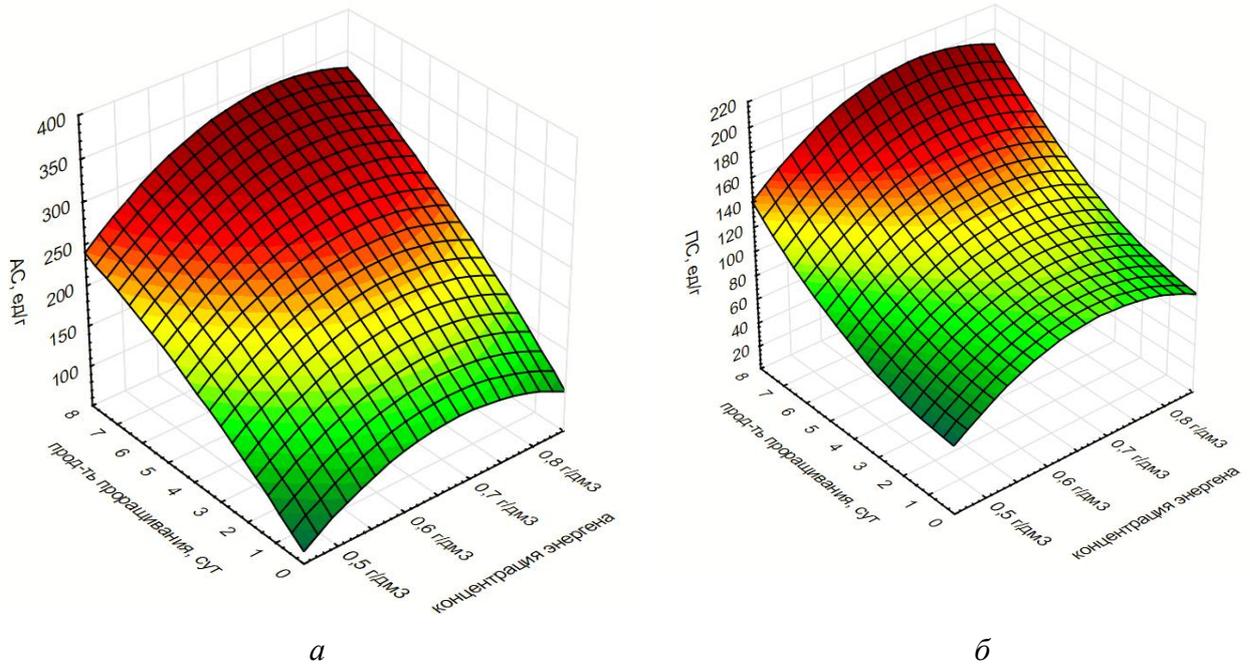


Рисунок 57 – Изменение амилолитической (а) и протеолитической активности (б) при проращивании пшеницы

Уравнения регрессии для АС и ПС пшеницы:

$$AC_{\Pi} = -1,4597E5 + 2735,0901x - 156,666y - 12,8xx + 1,7846xy - 1,0086yy;$$

$$PC_{\Pi} = -95\,224,0989 + 1783,6029x - 66,061y - 8,3429xx + 0,6379xy + 1,2423yy.$$

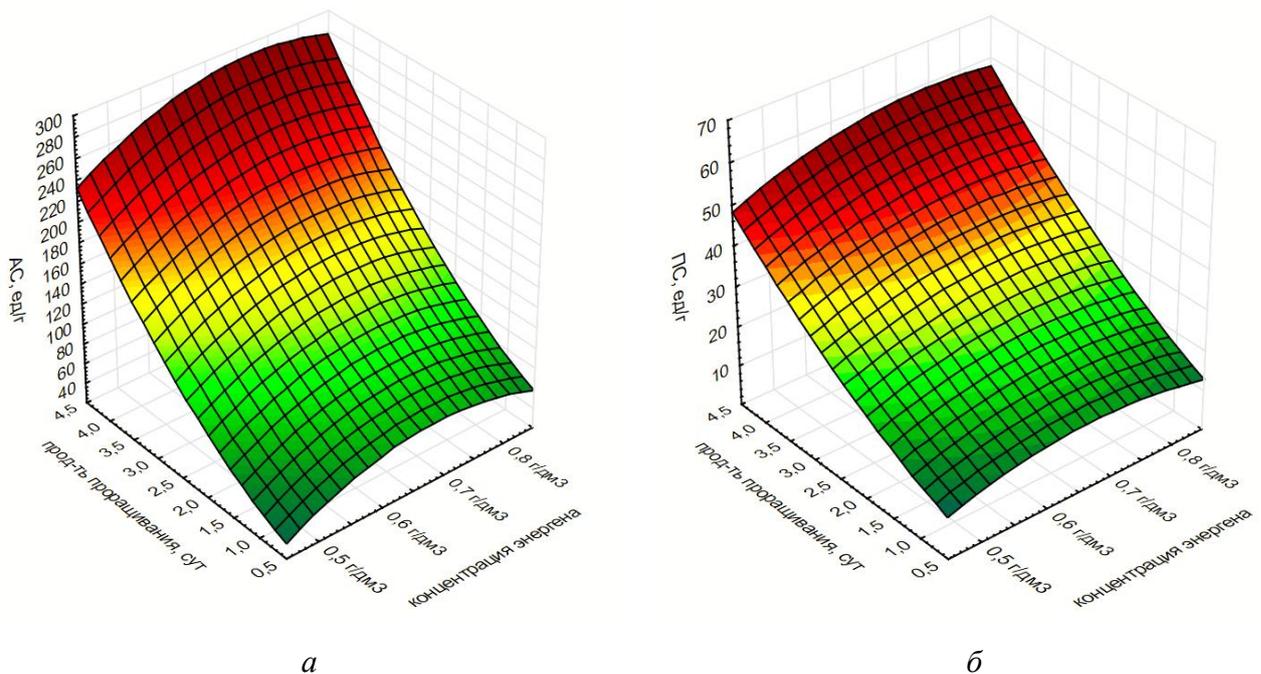


Рисунок 58 – Изменение амилолитической (а) и протеолитической активности (б) при проращивании ржи

Уравнения регрессии для АС и ПС ржи:

$$AC_p = -85\,670,7831 + 1605,1175x - 132,802y - 7,5125xx + 1,418xy + 6,775yy;$$

$$PC_p = -13\,277,7126 + 249,2688x - 43,2873y - 1,1688xx + 0,459xy + 0,9563yy.$$

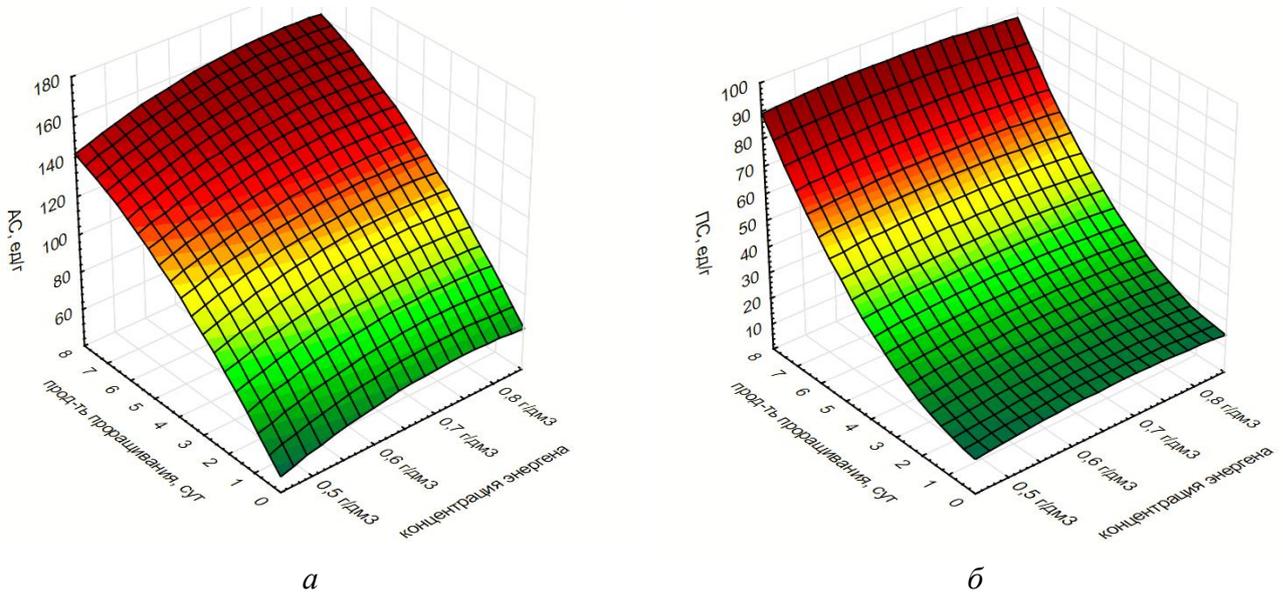


Рисунок 59 – Изменение амилолитической (а) и протеолитической активности (б) при проращивании овса

Уравнения регрессии для АС и ПС овса:

$$AC_o = -20\,722,7182 + 386,8643x - 3,1481y - 1,8xx + 0,1989xy - 0,7461yy;$$

$$PC_o = -7032,0701 + 131,9836x + 9,913y - 0,6179xx - 0,0811xy + 1,0074yy.$$

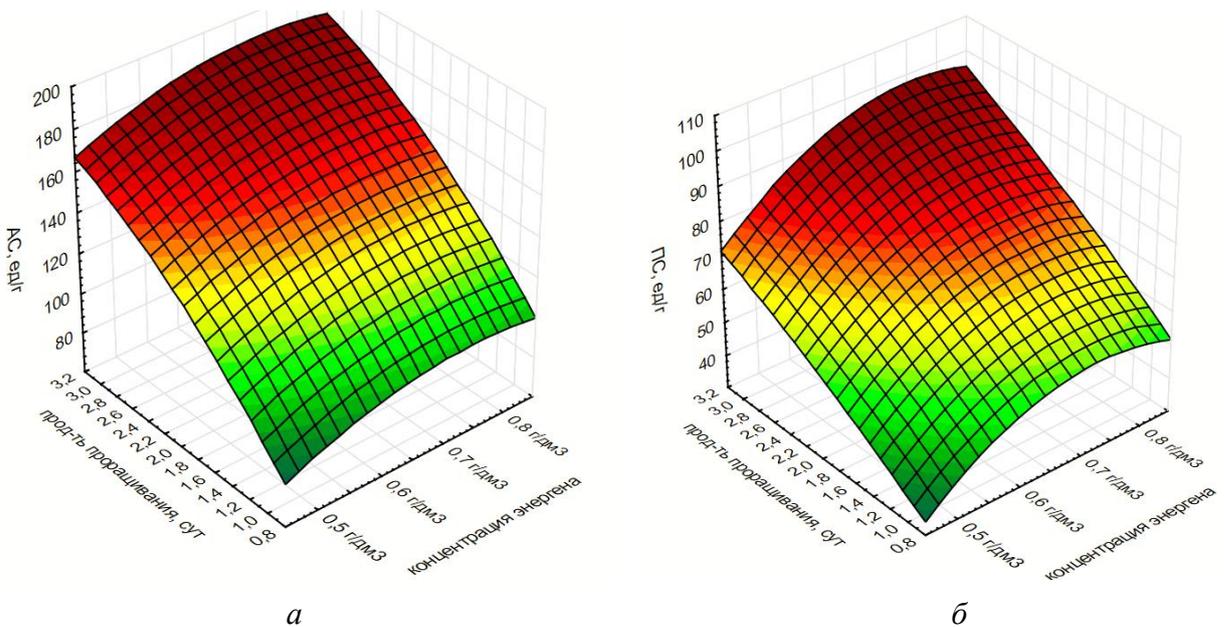


Рисунок 60 – Изменение амилолитической (а) и протеолитической активности (б) при проращивании сои

Уравнения регрессии для АС и ПС сои:

$$AC_c = -28\,523,111 + 531,915x + 68,385y - 2,475xx - 0,045xy - 6,9875yy;$$

$$PC_c = -32\,235,1944 + 602,115x - 46,605y - 2,8083xx + 0,645xy - 1,3125yy.$$

Далее проводили исследования по оценке влияния стимулирующей обработки сырья на ферментативную активность, качественные показатели готовых солодов и их биологическую ценность. Алгоритм исследования и технологические режимы стадий солодоращения аналогичны исследованиям, описанным в п. 5.3.1, результаты представлены далее на рисунках 61–63 и в таблицах 27–39. Контролем служили необработанные солода тех же сортов, что и в предыдущем исследовании с комплексом органических кислот.

Таблица 27 – Изменение ферментативной активности ячменя на этапах солодоращения

Ферментативная активность	Сорт ячменя	Значение ферментативной активности, ед/г, на этапах солодоращения			
		Исходное зерно	Замоченное зерно	Пророщенное зерно	Готовый солод
Амилолитическая	«Ворсинский 2»	112,2 ± 3,3	160,1 ± 4,8	402,3 ± 12,1	354,0 ± 10,6
	«Деспина»	115,1 ± 3,4	162,2 ± 4,9	418,5 ± 12,4	355,6 ± 10,8
	«Челябинский 99»	110,3 ± 3,0	159,2 ± 4,5	396,4 ± 11,9	341,2 ± 10,2
	Контроль	112,5 ± 3,3	142,7 ± 4,3	356,0 ± 10,7	302,8 ± 9,1
Протеолитическая	«Ворсинский 2»	33,4 ± 0,7	42,2 ± 0,8	85,9 ± 1,7	70,4 ± 1,4
	«Деспина»	36,3 ± 0,8	42,9 ± 0,9	89,6 ± 1,9	75,4 ± 1,5
	«Челябинский 99»	34,8 ± 0,7	42,5 ± 0,8	95,2 ± 1,9	78,6 ± 1,5
	Контроль	34,8 ± 0,7	37,6 ± 0,7	64,2 ± 1,5	54,9 ± 1,1
Цитолитическая	«Ворсинский 2»	20,2 ± 0,4	23,8 ± 0,5	70,5 ± 1,4	58,4 ± 1,7
	«Деспина»	19,5 ± 0,3	22,5 ± 0,4	65,7 ± 1,2	58,4 ± 1,7
	«Челябинский 99»	20,9 ± 0,5	23,9 ± 0,6	70,3 ± 1,4	60,8 ± 1,2
	Контроль	20,2 ± 0,4	22,6 ± 0,4	55,5 ± 1,1	51,4 ± 0,9

Динамические изменения ферментативной активности в сторону ее увеличения по всем видам зернового и бобового сырья, улучшенные показатели качества, повышенная биологическая ценность солодов в сравнении с контрольными

вариантами подтверждают целесообразность проведения стимулирования сырья перед проращиванием комплексным препаратом «Энерген».

Таблица 28 – Изменение ферментативной активности пшеницы на этапах солодоращения

Ферментативная активность	Сорт пшеницы	Значение ферментативной активности, ед/г, на этапах солодоращения			
		Исходное зерно	Замоченное зерно	Пророщенное зерно	Готовый солод
Амилолитическая	«Алейская»	124,1 ± 3,7	142,5 ± 4,2	316,2 ± 9,5	280,6 ± 8,4
	«Алтайская 100»	146,1 ± 4,4	168,7 ± 5,0	339,8 ± 10,2	305,4 ± 9,1
	«Дуэт»	134,3 ± 3,9	153,4 ± 4,7	342,1 ± 10,2	312,1 ± 9,2
	Контроль	134,8 ± 3,8	140,8 ± 4,0	278,0 ± 8,3	263,2 ± 7,8
Протеолитическая	«Алейская»	74,2 ± 1,5	86,4 ± 1,8	172,1 ± 5,1	142,5 ± 4,1
	«Алтайская 100»	81,4 ± 1,6	90,2 ± 2,0	175,9 ± 5,2	143,6 ± 4,1
	«Дуэт»	74,3 ± 1,5	92,1 ± 2,0	170,4 ± 4,9	141,5 ± 3,9
	Контроль	76,6 ± 1,5	81,3 ± 1,6	112,8 ± 3,3	91,2 ± 2,0

Таблица 29 – Изменение ферментативной активности ржи на этапах солодоращения (неферментированный ржаной солод)

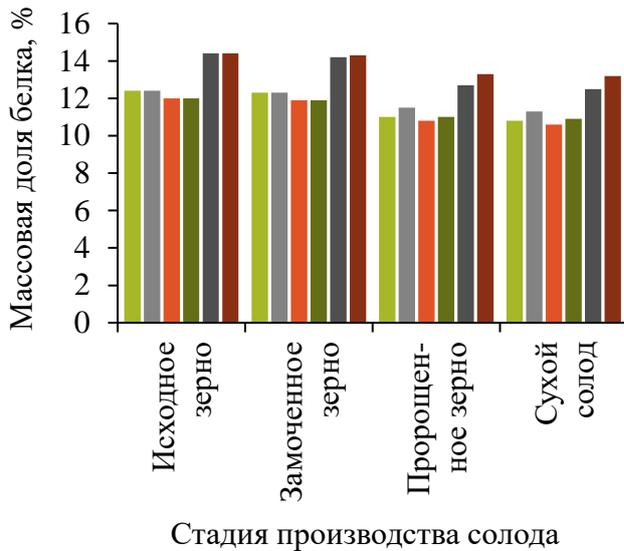
Ферментативная активность	Сорт ржи	Значение ферментативной активности, ед/г, на этапах солодоращения			
		Исходное зерно	Замоченное зерно	Пророщенное зерно	Готовый солод
Амилолитическая	«Влада»	62,1 ± 1,2	88,9 ± 1,8	241,1 ± 7,2	214,8 ± 6,4
	«Дымка»	60,1 ± 1,0	85,4 ± 1,6	221,4 ± 6,1	199,8 ± 5,6
	«Сибирь»	61,3 ± 1,1	88,9 ± 1,8	251,4 ± 7,5	219,1 ± 6,9
	Контроль	61,2 ± 1,1	73,0 ± 1,4	176,8 ± 3,5	162,9 ± 4,9
Протеолитическая	«Влада»	12,2 ± 0,2	13,7 ± 0,3	49,4 ± 1,0	41,8 ± 0,8
	«Дымка»	10,4 ± 0,2	11,8 ± 0,2	47,4 ± 0,9	43,0 ± 0,9
	«Сибирь»	12,2 ± 0,2	13,8 ± 0,3	52,1 ± 1,1	44,9 ± 1,0
	Контроль	10,4 ± 0,2	11,5 ± 0,2	32,1 ± 0,5	28,7 ± 0,4
Цитолитическая	«Влада»	88,6 ± 1,8	105,5 ± 2,1	295,1 ± 8,9	241,6 ± 7,2
	«Дымка»	84,4 ± 1,7	103,4 ± 2,1	284,1 ± 8,7	239,2 ± 7,0
	«Сибирь»	84,7 ± 1,6	100,5 ± 2,1	288,9 ± 8,8	234,5 ± 6,9
	Контроль	85,9 ± 1,7	102,3 ± 2,0	219,5 ± 6,6	186,4 ± 5,6

Таблица 30 – Изменение ферментативной активности овса на этапах солодоращения

Ферментативная активность	Сорт овса	Значение ферментативной активности, ед/г, на этапах солодоращения			
		Исходное зерно	Замоченное зерно	Пророщенное зерно	Готовый солод
Амилолитическая	«Гаврош»	60,2 ± 1,2	66,5 ± 1,3	150,4 ± 3,8	134,4 ± 3,4
	«Корифей»	62,5 ± 1,2	66,9 ± 1,4	159,8 ± 4,2	140,2 ± 3,7
	«Мустанг»	62,1 ± 1,2	66,9 ± 1,4	161,5 ± 4,2	142,1 ± 3,7
	Контроль	61,6 ± 1,2	66,5 ± 1,3	134,6 ± 3,4	127,6 ± 3,1
Протеолитическая	«Гаврош»	12,3 ± 0,2	13,7 ± 0,3	75,5 ± 1,5	62,1 ± 1,2
	«Корифей»	10,2 ± 0,2	13,0 ± 0,3	65,2 ± 1,3	56,4 ± 1,1
	«Мустанг»	11,0 ± 0,1	13,6 ± 0,3	68,3 ± 1,4	59,8 ± 1,2
	Контроль	11,2 ± 0,1	13,3 ± 0,3	62,3 ± 1,3	56,4 ± 1,1
Цитолитическая	«Гаврош»	84,3 ± 1,7	87,1 ± 1,8	339,4 ± 10,8	286,4 ± 8,6
	«Корифей»	82,2 ± 1,6	86,0 ± 1,8	318,5 ± 9,6	281,2 ± 8,5
	«Мустанг»	84,4 ± 1,6	87,1 ± 1,8	330,4 ± 10,3	288,4 ± 8,6
	Контроль	83,6 ± 1,7	86,2 ± 1,7	301,8 ± 9,1	258,6 ± 7,7

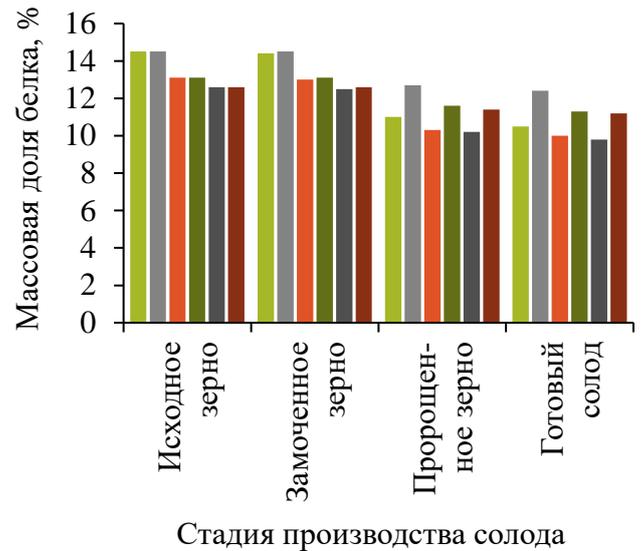
Таблица 31 – Изменение ферментативной активности сои на этапах солодоращения

Ферментативная активность	Сорт сои	Значение ферментативной активности, ед/г, на этапах солодоращения			
		Исходное сырье	Замоченное сырье	Пророщенное сырье	Готовый солод
Амилолитическая	«Гармония»	85,6 ± 1,7	88,9 ± 1,8	181,3 ± 4,9	160,2 ± 4,7
	«Лидия»	87,3 ± 1,8	89,1 ± 1,8	160,8 ± 4,5	144,5 ± 2,9
	«Приморская 69»	86,7 ± 1,7	88,1 ± 1,8	155,2 ± 4,6	142,1 ± 2,8
	Контроль	86,5 ± 1,7	87,1 ± 1,7	151,9 ± 4,3	136,0 ±
Протеолитическая	«Гармония»	29,1 ± 0,6	30,8 ± 0,6	90,6 ± 1,8	80,1 ± 1,6
	«Лидия»	31,4 ± 0,7	33,1 ± 0,7	81,0 ± 1,6	68,5 ± 1,4
	«Приморская 69»	32,2 ± 0,7	35,2 ± 0,8	91,2 ± 1,9	81,2 ± 1,6
	Контроль	30,9 ± 0,6	32,3 ± 0,7	70,8 ± 1,5	53,4 ± 1,0



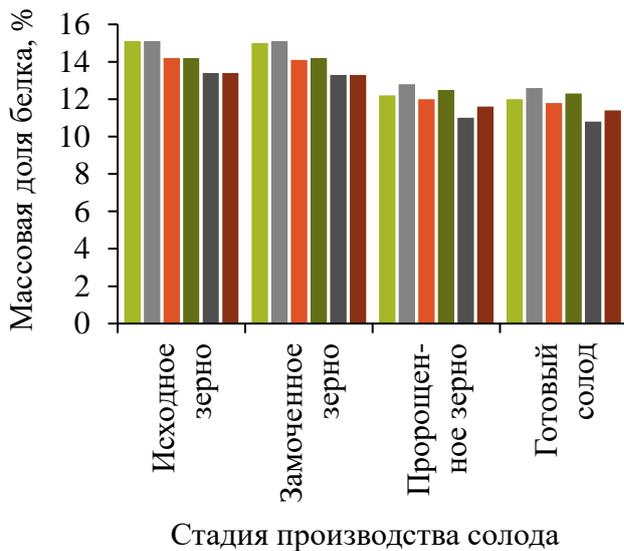
- «Ворсинский 2» опыт
- «Ворсинский 2» контроль
- «Деспина» опыт
- «Деспина» контроль
- «Челябинский 99» опыт
- «Челябинский 99» контроль

а



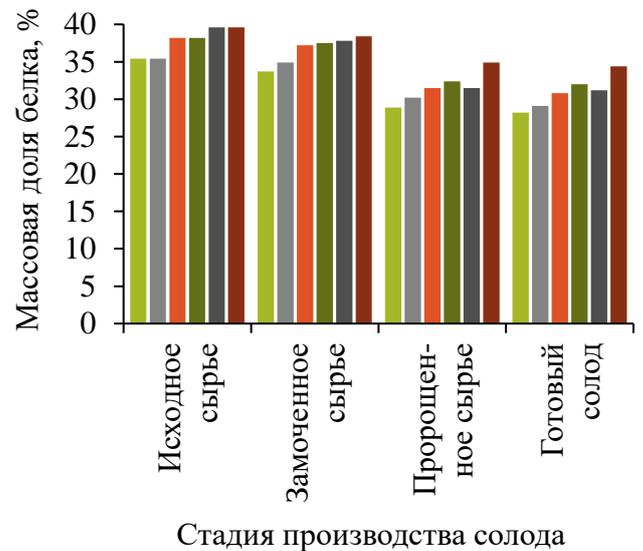
- «Алейская» опыт
- «Алейская» контроль
- «Алтайская 100» опыт
- «Алтайская 100» контроль
- «Дуэт» опыт
- «Дуэт» контроль

б



- «Гаврош» опыт
- «Гаврош» контроль
- «Корифей» опыт
- «Корифей» контроль
- «Мустанг» опыт
- «Мустанг» контроль

в



- «Гармония» опыт
- «Гармония» контроль
- «Лидия» опыт
- «Лидия» контроль
- «Приморская 69» опыт
- «Приморская 69» контроль

г

Рисунок 61 – Содержание белка в сырье на этапах солодоращения:

а – ячмень; б – пшеница; в – овес; г – соя

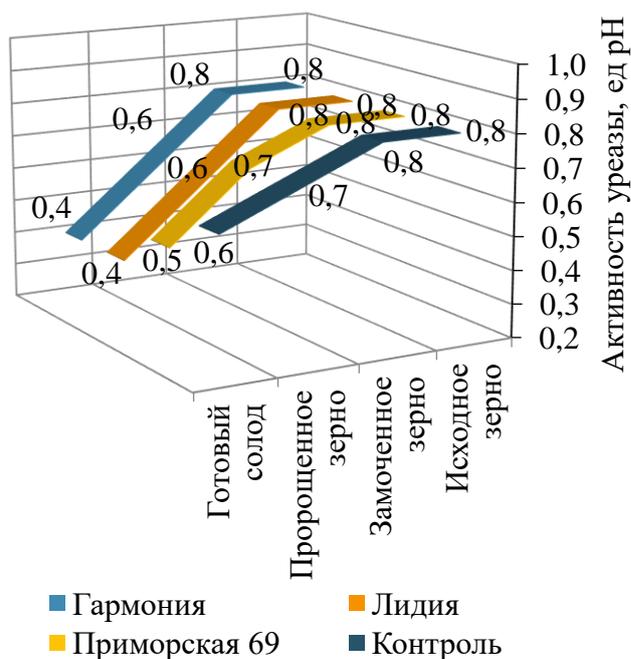


Рисунок 62 – Динамика активности фермента уреазы сои при проращивании

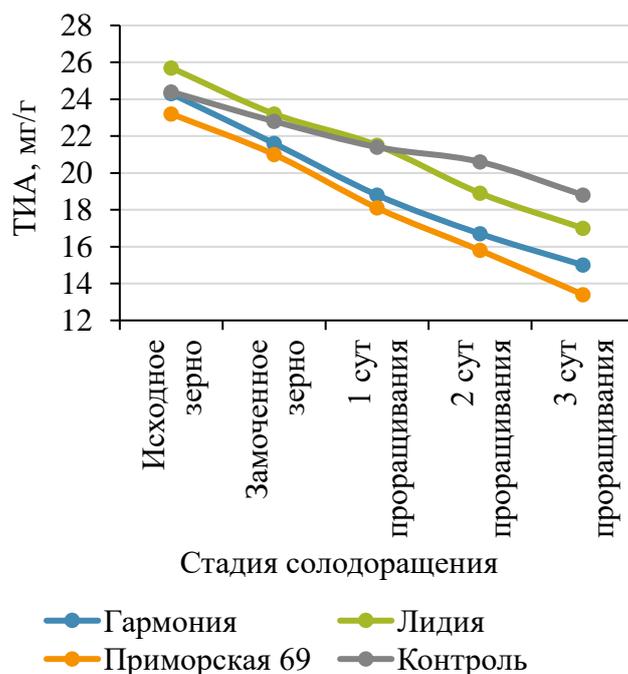


Рисунок 63 – Динамика трипсинингибирующей активности сои при проращивании

Таблица 32 – Показатели качества ячменного солода, полученного с применением комплексного препарата «Энерген»

Показатель	Содержание в солоде на основе сорта			
	«Ворсинский 2»	«Деспина»	«Челябинский 99»	Контроль
Органолептические показатели	По внешнему виду – однородная зерновая масса без плесневелых зерен; цвет светло-желтый, свойственный классическому ячменному солоду; запах солодовый, без посторонних запахов; вкус солодовый, сладковатый, без посторонних вкусов			
Стандартные показатели				
Массовая доля влаги, %	4,20 ± 0,03	4,30 ± 0,04	4,40 ± 0,04	4,30 ± 0,03
Массовая доля экстракта в сухом веществе тонкого помола, %	83,1 ± 1,7	84,2 ± 1,8	82,9 ± 1,6	80,7 ± 1,6
Разница массовых долей экстрактов в сухом веществе солода тонкого и грубого помола, %	0,80 ± 0,01	0,80 ± 0,01	0,90 ± 0,01	1,40 ± 0,01
Массовая доля белка, %	10,8 ± 0,2	10,6 ± 0,1	12,5 ± 0,3	11,3 ± 0,2

Продолжение таблицы 32

Показатель	Содержание в солоде на основе сорта			
	«Ворсинский 2»	«Деспина»	«Челябинский 99»	Контроль
Показатели лабораторного сула:				
– продолжительность осахаривания, мин	16 ± 0,5	14 ± 0,5	14 ± 0,5	18 ± 0,5
– цвет, ц. ед.	0,18 ± 0,01	0,19 ± 0,01	0,18 ± 0,01	0,17 ± 0,01
– кислотность, к. ед.	0,90 ± 0,01	1,00 ± 0,01	0,90 ± 0,01	0,90 ± 0,01
– прозрачность	Прозрачный	Прозрачный	Прозрачный	Прозрачный
Технологические показатели				
Ферментативная активность, ед/г:				
– амилалитическая	354,0 ± 10,6	355,6 ± 10,8	341,2 ± 10,2	302,8 ± 9,4
– протеолитическая	70,4 ± 2,0	75,4 ± 2,2	78,6 ± 2,2	54,9 ± 1,1
– цитолитическая	58,4 ± 1,5	58,4 ± 1,4	60,8 ± 1,5	51,4 ± 1,0
Показатели биологической ценности				
Содержание аминокислот, мг/100 г белка:				
– незаменимых	3820 ± 70	3670 ± 70	4030 ± 70	3360 ± 70
– заменимых	8360 ± 100	8070 ± 100	8500 ± 100	7690 ± 100

Таблица 33 – Показатели качества пшеничного солода, полученного с применением комплексного препарата «Энерген»

Показатель	Содержание в солоде на основе сорта			
	«Алейская»	«Алтайская 100»	«Дуэт»	Контроль
Органолептические показатели	По внешнему виду – однородная зерновая масса без плесневелых зерен; цвет светло-желтый, свойственный классическому ячменному солоду; запах солодовый, без посторонних запахов; вкус солодовый, сладковатый, без посторонних вкусов			
Стандартные показатели				
Массовая доля влаги, %	5,20 ± 0,03	5,30 ± 0,04	5,50 ± 0,05	5,30 ± 0,04
Массовая доля экстракта в сухом веществе тонкого помола, %	83,8 ± 1,7	83,1 ± 1,6	83,6 ± 1,7	80,4 ± 1,4
Разница массовых долей экстрактов в сухом веществе солода тонкого и грубого помола, %	1,80 ± 0,02	1,80 ± 0,02	1,90 ± 0,02	2,50 ± 0,05
Массовая доля белка, %	10,5 ± 0,2	10,0 ± 0,1	9,8 ± 0,1	11,5 ± 0,3
Содержание клейковины, %	7,40 ± 0,14	7,10 ± 0,12	7,00 ± 0,10	8,10 ± 0,17

Продолжение таблицы 33

Показатель	Содержание в солоде на основе сорта			
	«Алейская»	«Алтайская 100»	«Дуэт»	Контроль
Показатели лабораторного сула:				
– продолжительность осахаривания, мин	16,0 ± 0,5	17,0 ± 0,5	17,0 ± 0,5	22,0 ± 0,5
– цвет, ц. ед.	0,27 ± 0,01	0,29 ± 0,01	0,31 ± 0,01	0,28 ± 0,01
– кислотность, к. ед.	0,90 ± 0,01	1,00 ± 0,02	1,00 ± 0,02	1,00 ± 0,02
– прозрачность	Прозрачный	Прозрачный	Прозрачный	Опалесценция
Технологические показатели				
Ферментативная активность, ед/г:				
– амилалитическая	280,6 ± 8,4	305,4 ± 9,2	312,1 ± 9,4	263,2 ± 7,9
– протеолитическая	142,5 ± 4,3	143,6 ± 4,4	141,5 ± 4,1	91,2 ± 2,5
Показатели биологической ценности				
Содержание аминокислот, мг/100 г белка:				
– незаменимых	4 590 ± 70	4 560 ± 70	4 120 ± 70	3 920 ± 70
– заменимых	10 750 ± 100	11 230 ± 100	10 410 ± 100	9 610 ± 100

Таблица 34 – Показатели качества ржаного неферментированного солода, полученного с применением комплексного препарата «Энерген»

Показатель	Содержание в солоде на основе сорта			
	«Влада»	«Дымка»	«Сибирь»	Контроль
Органолептические показатели	По внешнему виду – однородная зерновая масса без плесневелых зерен; цвет светло-желтый с сероватым оттенком, свойственный классическому ржаному неферментированному солоду; запах свойственный, без посторонних запахов; вкус сладковатый, без посторонних вкусов			
Стандартные показатели				
Массовая доля влаги, %	7,60 ± 0,15	7,40 ± 0,15	7,30 ± 0,14	7,30 ± 0,15
Массовая доля экстракта в сухом солоде (при горячем экстрагировании), %	83,8 ± 1,7	82,4 ± 1,6	84,3 ± 1,8	80,5 ± 1,2
Массовая доля белка, %	11,0 ± 0,2	10,6 ± 0,1	11,6 ± 0,3	12,4 ± 0,4
Кислотность солода (при горячем экстрагировании), к. ед.	13,1 ± 0,3	14,2 ± 0,4	13,7 ± 0,3	13,6 ± 0,3
Цвет солода (при горячем экстрагировании), ц. ед.	2,60 ± 0,05	2,90 ± 0,05	2,40 ± 0,04	2,30 ± 0,04

Продолжение таблицы 34

Показатель	Содержание в солоде на основе сорта			
	«Влада»	«Дымка»	«Сибирь»	Контроль
Продолжительность осахаривания, мин	20,0 ± 0,5	21,0 ± 0,5	19,0 ± 0,5	22,0 ± 0,5
Технологические показатели				
Ферментативная активность, ед/г:				
– амилолитическая	214,8 ± 6,4	199,8 ± 6,0	219,1 ± 6,6	162,9 ± 4,7
– протеолитическая	41,8 ± 1,3	43,0 ± 1,3	44,9 ± 1,4	28,7 ± 0,4
– цитолитическая	241,6 ± 7,3	239,2 ± 7,2	234,5 ± 7,0	186,4 ± 5,5
Показатели биологической ценности				
Содержание аминокислот, мг/100 г белка:				
– незаменимых	3880 ± 70	3960 ± 70	4090 ± 70	3350 ± 70
– заменимых	8930 ± 100	9150 ± 100	9720 ± 100	7880 ± 100

Таблица 35 – Показатели качества ржаного ферментированного солода, полученного с применением комплексного препарата «Энерген»

Показатель	Содержание в солоде на основе сорта			
	«Влада»	«Дымка»	«Сибирь»	Контроль
Органолептические показатели	По внешнему виду – однородная зерновая масса без плесневелых зерен; цвет темно-коричневый с красноватым оттенком, свойственный классическому ржаному ферментированному солоду; запах свойственный, без посторонних запахов; вкус кисло-сладкий, свойственный ржаному хлебу, без посторонних вкусов			
Стандартные показатели				
Массовая доля влаги, %	7,20 ± 0,14	7,10 ± 0,13	7,10 ± 0,13	7,10 ± 0,14
Массовая доля экстракта в сухом солоде (при горячем экстрагировании), %	86,8 ± 2,4	85,9 ± 2,1	86,9 ± 2,3	81,4 ± 1,6
Массовая доля белка, %	10,3 ± 0,1	10,0 ± 0,1	10,7 ± 0,3	11,8 ± 0,3
Кислотность солода (при холодном экстрагировании), к. ед.	40,1 ± 1,1	39,2 ± 0,8	43,0 ± 1,3	41,2 ± 1,0
Цвет солода (при холодном экстрагировании), ц. ед.	15,8 ± 0,3	17,4 ± 0,5	17,6 ± 0,5	17,8 ± 0,5
Продолжительность осахаривания, мин	–	–	–	–

Продолжение таблицы 35

Показатель	Содержание в солоде на основе сорта			
	«Влада»	«Дымка»	«Сибирь»	Контроль
Технологические показатели				
Ферментативная активность, ед/г:				
– амилолитическая	191,2 ± 5,7	176,5 ± 5,3	194,6 ± 5,8	154,3 ± 4,6
– протеолитическая	36,2 ± 0,8	37,7 ± 0,8	37,9 ± 0,7	26,7 ± 0,3
– цитолитическая	225,4 ± 6,8	221,8 ± 6,7	214,3 ± 6,3	170,6 ± 5,3
Показатели биологической ценности				
Содержание аминокислот, мг/100 г белка:				
– незаменимых	4040 ± 70	4160 ± 70	4430 ± 70	3420 ± 70
– заменимых	9580 ± 100	9400 ± 100	9980 ± 100	8260 ± 100

Таблица 36 – Показатели качества овсяного солода, полученного с применением комплексного препарата «Энерген»

Показатель	Содержание в солоде на основе сорта			
	«Гаврош»	«Корифей»	«Мустанг»	Контроль
Органолептические показатели	По внешнему виду – однородная зерновая масса без плесневелых зерен; цвет светло-желтый, свойственный солоду; запах солодовый, без посторонних запахов; вкус солодовый, сладковатый, без посторонних вкусов			
Стандартные показатели				
Массовая доля влаги, %	5,30 ± 0,04	5,20 ± 0,03	5,30 ± 0,04	5,40 ± 0,05
Массовая доля экстракта в сухом веществе тонкого помола, %	72,4 ± 1,5	67,5 ± 1,3	71,0 ± 1,4	53,7 ± 1,1
Массовая доля белка, %	12,0 ± 0,2	11,8 ± 0,2	10,8 ± 0,2	12,6 ± 0,3
Показатели лабораторного сула:				
– продолжительность осахаривания, мин	22,0 ± 0,5	21,0 ± 0,5	21,0 ± 0,5	28,0 ± 0,5
– цвет, ц. ед.	0,17 ± 0,01	0,18 ± 0,01	0,17 ± 0,01	0,17 ± 0,01
– кислотность, к. ед.	1,00 ± 0,02	1,10 ± 0,02	1,10 ± 0,02	1,00 ± 0,01
– прозрачность	Прозрачный	Прозрачный	Прозрачный	Прозрачный
Технологические показатели				
Ферментативная активность, ед/г:				
– амилолитическая	134,4 ± 4,1	140,2 ± 4,2	142,1 ± 4,3	127,6 ± 4,0
– протеолитическая	62,1 ± 1,9	56,4 ± 1,7	59,8 ± 1,8	56,4 ± 1,7
– цитолитическая	286,4 ± 8,6	281,2 ± 8,4	288,4 ± 8,7	258,6 ± 7,7

Продолжение таблицы 36

Показатель	Содержание в солоде на основе сорта			
	«Гаврош»	«Корифей»	«Мустанг»	Контроль
Показатели биологической ценности				
Содержание аминокислот, мг/100 г белка:				
– незаменимых	4 840 ± 70	4 650 ± 70	4 360 ± 70	3 880 ± 70
– заменимых	10 180 ± 100	9 850 ± 100	9 430 ± 100	8 540 ± 100

Таблица 37 – Показатели качества соевого солода, полученного с применением комплексного препарата «Энерген»

Показатель	Содержание в солоде на основе сорта			
	«Гармония»	«Лидия»	«Приморская 69»	Контроль
Органолептические показатели	По внешнему виду – однородная масса бобовых проросших зерен, без плесневелых зерен; цвет желтый, свойственный сое; запах чистый, нейтральный, без посторонних запахов, в контрольных вариантах слегка выраженный запах бобовых; вкус свойственный бобовым культурам, без посторонних вкусов			
Стандартные показатели				
Массовая доля влаги, %	4,00 ± 0,05	3,90 ± 0,03	4,00 ± 0,05	4,10 ± 0,05
Массовая доля экстракта в сухом веществе тонкого помола, %	61,5 ± 1,2	63,0 ± 1,3	63,1 ± 1,3	57,6 ± 1,1
Массовая доля белка, %	28,2 ± 0,6	30,8 ± 0,6	31,2 ± 0,6	29,0 ± 0,6
Показатели лабораторного сула:				
– цвет, ц. ед.	0,09 ± 0,01	0,10 ± 0,01	0,10 ± 0,01	0,09 ± 0,01
– кислотность, к. ед.	1,10 ± 0,01	1,10 ± 0,01	1,10 ± 0,01	1,10 ± 0,01
– прозрачность	Прозрачный	Прозрачный	Прозрачный	Прозрачный
Технологические показатели				
Ферментативная активность гидролаз, ед/г:				
– амилалитическая	160,2 ± 4,8	144,5 ± 4,3	142,1 ± 4,2	136,0 ± 4,0
– протеолитическая	80,1 ± 2,4	68,5 ± 2,1	81,2 ± 2,4	53,4 ± 1,6
Активность фермента уреазы, ед.	0,40 ± 0,01	0,40 ± 0,01	0,50 ± 0,01	0,60 ± 0,01
Трипсингибирующая активность, мг/г	6,40 ± 0,13	7,80 ± 0,16	5,80 ± 0,12	10,60 ± 0,21
Показатели биологической ценности				
Содержание аминокислот, мг/100 г белка:				
– незаменимых	13 810 ± 70	14 470 ± 70	14 620 ± 70	12 940 ± 70
– заменимых	33 260 ± 100	33 530 ± 100	34 040 ± 100	25 230 ± 100

Таблица 38 – Содержание незаменимых аминокислот в солоде, полученном с применением комплексного препарата «Энерген»

Сорт	Содержание аминокислоты, мг/100 г белка ($\Delta = 10$)						
	Валин	Лизин	Лейцин+ изолейцин	Метионин	Треонин	Триптофан	Фенилаланин
Ячменный солод на основе ячменя							
«Ворсинский 2»	800	410	1300	200	350	200	560
«Деспина»	760	330	1320	200	320	200	540
«Челябинский 99»	820	410	1420	200	400	200	580
Пшеничный солод на основе пшеницы							
«Алейская»	690	480	1740	220	460	220	780
«Алтайская 100»	680	480	1720	220	480	220	760
«Дуэт»	660	420	1440	220	480	220	680
Ржаной неферментированный солод / Ржаной ферментированный солод на основе ржи							
«Влада»	620/640	380/400	1460/1500	200/220	360/380	220/240	640/660
«Дымка»	580/600	380/400	1480/1560	200/220	380/400	280/320	660/660
«Сибирь»	640/710	420/460	1520/1620	200/220	410/480	260/280	640/660
Овсяный солод на основе овса							
«Гаврош»	680	600	1680	260	540	220	860
«Корифей»	660	540	1610	260	520	220	840
«Мустанг»	640	500	1480	240	460	220	820
Соевый солод на основе сои							
«Гармония»	1640	2410	4320	560	2240	520	2120
«Лидия»	1460	2480	4680	540	2510	540	2260
«Приморская 69»	1580	2540	4640	580	2580	460	2240

Таблица 39 – Содержание заменимых аминокислот в солоде, полученном с применением комплексного препарата «Энерген»

Сорт	Содержание аминокислоты, мг/100 г белка ($\Delta = 10$)									
	Аланин	Аргинин	Гистидин	Глицин	Аспаргин + аспарагиновая кислота	Глутамин + глутаминовая кислота	Пролин	Серин	Тирозин	Цистин
Ячменный солод на основе ячменя										
«Ворсинский 2»	420	480	350	420	1100	2760	1720	480	430	200
«Деспина»	370	460	260	480	1110	2580	1710	480	400	220
«Челябинский 99»	440	500	280	520	1140	2740	1700	520	440	220
Пшеничный солод на основе пшеницы										
«Алейская»	130	890	460	660	1780	4020	1420	660	510	220
«Алтайская 100»	500	910	470	620	1780	4060	1510	680	480	220
«Дуэт»	440	810	450	520	1540	3860	1400	720	450	220
Ржаной неферментированный солод / Ржаной ферментированный солод на основе ржи										
«Влада»	520/540	540/560	220/220	640/660	1510/1780	3060/3260	1160/1180	640/680	340/380	300/320
«Дымка»	510/540	540/560	220/220	660/710	1740/1760	3140/3180	1180/1180	460/480	360/410	340/360
«Сибирь»	540/560	580/620	220/220	680/740	1840/1860	3250/3280	1210/1240	660/680	380/400	360/380
Овсяный солод на основе овса										
«Гаврош»	880	980	440	640	1460	3210	860	840	510	360
«Корифей»	860	960	440	620	1380	3190	760	800	480	360
«Мустанг»	820	960	360	620	1210	3160	760	740	460	340
Соевый солод на основе сои										
«Гармония»	2160	3140	1180	2060	7260	9580	2380	2960	1460	1080
«Лидия»	2140	3540	1140	2260	7140	9160	2460	2910	1640	1140
«Приморская 69»	2160	3510	1040	2280	7420	9420	2540	3010	1640	1020

Уровень ферментов амилалитического действия к концу проращивания опытных образцов солода выше контрольного варианта в среднем по сортам:

- для ячменного солода на 15,8 % (в большей степени по солоду на основе сорта ячменя «Деспина» – на 17,5 %);
- для пшеничного солода на 13,7 % (в большей степени по солоду на основе сорта пшеницы «Дуэт» – на 18,8 %);
- для ржаного солода на 29,7 % (в большей степени по ржаному солоду на основе сорта ржи «Сибирь» – на 34,6 %);
- для овсяного солода на 8,9 % (в большей степени по овсяному солоду на основе сорта овса «Гаврош» – на 34,6 %);
- для соевого солода на 9,4 % (в большей степени по соевому солоду на основе сорта сои «Гармония» – на 17,8 %).

Стимулирование сырья препаратом «Энерген» также демонстрирует прирост протеолитической активности к концу проращивания с преобладанием в опытных образцах в сравнении с контрольным следующим образом:

- для ячменного солода на 36,7 % (в большей степени по солоду на основе сорта ячменя «Челябинский 99» – на 43,7 %);
- для пшеничного солода на 56,1 % (в большей степени по солоду на основе сорта пшеницы «Алтайская 100» – на 57,3 %);
- для ржаного солода на 50,1 % (в большей степени по ржаному солоду на основе сорта ржи «Сибирь» – на 55,9 %);
- для овсяного солода на 8,3 % (в большей степени по овсяному солоду на основе сорта овса «Гаврош» – на 10,3 %);
- для соевого солода на 43,5 % (в большей степени по соевому солоду на основе сортов «Гармония» и «Приморская 69» – на 50,0 % и 52,1 %).

Цитолитическая активность в том же сравнении увеличивается:

- в ячменном солоде на $(16,2 \pm 2,4)$ % по всем сортам ячменя;
- в ржаном солоде на $(27,8 \pm 1,9)$ % по всем сортам ржи;
- в овсяном солоде на $(10,1 \pm 1,4)$ % по всем сортам овса.

Благоприятно данное стимулирование сказывается на снижении фермента уреазы и трипсинингибирующей активности в соевом солоде. К концу проращивания уровень уреазы в опытных вариантах сортов «Гармония» и «Лидия» составляет 0,6 ед., в то время как в контрольных вариантах этот фермент находится на уровне 0,7 ед., в сорте «Приморская 69» и опытного, и контрольного вариантов данный показатель снизился незначительно и составил 0,7 ед. Активность ингибитора трипсина к концу проращивания снизилась до уровня $(15,2 \pm 1,8)$ ед. по трем сортам. После сушки по каждому сорту опытных и контрольных вариантов наблюдается снижение активности фермента уреазы еще на 0,1 ед., а трипсинингибирующая активность до уровня 5,8–7,8 ед/г. Таким образом, только два соевых солода на основе сортов «Гармония» и «Лидия» имеют требуемый уровень по показателю активности уреазы, что допускает их к использованию в производстве ФЗН. Солод на основе сорта «Приморская 69» имеет высокий уровень фермента даже после стимулирования сои комплексным препаратом «Энерген», следовательно, достаточно высокое содержание антипитательных веществ, что ограничивает его использование в производстве напитков, хотя по трипсинингибирующей активности данный сорт имеет хорошие показатели.

По результатам снижения содержания белка также отмечено, очевидно ввиду повышенной протеолитической активности опытных вариантов солодов, более динамичное снижение данного нутриента в образцах солода, обработанных препаратом «Энерген», что, в свою очередь, провоцирует образование аминокислот. Снижение белка необходимо практически для всего сырья, особенно в случае высокобелковых сортов. Наиболее важно провести на стадии проращивания протеолиз белков пшеницы – клейковины. Представленные результаты (рисунки 5.63–5.66) подтверждают факт активного протеолиза белков по всем сортам каждого сырья, более выраженного в опытных образцах.

Так, содержание белка в пророщенном ячмене в опытных вариантах ниже, чем в контрольных в среднем по сортам на 0,2–0,6 % (по абсолютному значению показателя содержания белка в солоде, %), в пророщенной пшенице – на 1,2–1,7 % (клейковины – на 0,6–0,9 %), в пророщенном овсе – на 0,4–0,6 %, в проро-

щенной сое – 0,9–3,4 %. При этом отмечено, что в некоторых контрольных вариантах отдельных сортов ячменя и овса содержание белка в готовых солодах выше допустимых норм, что ограничивает их использование в производстве напитков брожения, в частности в производстве ФЗН.

Анализируя таблицы по показателям качества полученных солодов (таблицы 5.26–5.31) следует отметить, что все солода, полученные с применением комплексного препарата «Энерген», по всем видам и сортам используемого сырья имеют более высокие качественные характеристики: более высокую экстрактивность, меньшую продолжительность осахаривания, показатели лабораторного сула соответствуют требованиям действующих стандартов на ячменный, пшеничный и ржаной солода. Качественные показатели нетрадиционных овсяного и соевого солодов в сравнении с аналогичными показателями традиционных солодов несколько ниже по уровню, тем не менее имеют достаточно высокие значения, при этом отмечено явно заметное влияние обработки овса и сои на оцениваемые показатели.

Что касается биологической ценности полученных солодов, то подтверждающим фактом целесообразности проведения предлагаемого в данном разделе стимулирования являются показатели содержания заменимых и незаменимых аминокислот. Во всех случаях обработки сырья отмечен положительный эффект воздействия препарата «Энерген». При этом наблюдается преобладание количества аминокислот в разрезе заменимых/незаменимых опытных вариантов солодов над контрольным солодом (в диапазоне по солодам всех сортов зерновых и бобовой культур):

- для ячменного солода – выше на 9,2–19,9 % и 8,7–10,5 %;
- для пшеничного солода – выше на 5,1–17,1 % и 8,3–16,9 %;
- для ржаного неферментированного солода – выше на 18,7–25,1 % и 15,2–25,4 %;
- для ржаного ферментированного солода – выше на 18,8–30,3 % и 16,0–23,2 %;
- для овсяного солода – выше на 12,4–24,7 % и 10,4–19,2 %;

– для соевого солода – выше на 6,7–13,0 и 31,8–34,9 %.

При этом лидерами по содержанию аминокислот (общее количество) являются следующие сорта по каждому сырью, мг на 100 г белка:

- ячменный солод на основе сорта ячменя «Челябинский 99» – 12 530;
- пшеничный солод на основе сорта пшеницы «Алтайская 100» – 15 790;
- ржаной неферментированный и ржаной ферментированный солода на основе сорта ржи «Сибирь» – 13 810 и 14 410 соответственно;
- овсяный солод на основе сорта овса «Гаврош» – 15 020;
- соевый солод на основе сорта сои «Приморская 69» – 48 660.

Таким образом, предлагаемая биостимуляция зернового и бобового сырья посредством использования комплексного препарата «Энерген» химической природы позволяет улучшить качественные, технологические и функциональные показатели ресурсного элемента системы ФЗН.

5.3.3 Оценка биостимуляции зернового сырья посредством применения ферментных препаратов в производстве ржаного и овсяного солодов

На данном этапе диссертационной работы проводилось исследование влияния биохимического воздействия на отдельные виды сырья на изменение качественных и технологических показателей солода. Объектами эксперимента отобраны два вида зернового сырья – рожь и овес, как злаковые культуры, отличающиеся повышенным содержанием некрахмальных полисахаридов, входящих в клеточные стенки эндосперма. С целью снижения содержания последних необходимо активизировать ферментную систему зерна цитолитического действия, провести максимально возможный гидролиз некрахмальных углеводов соединений, способствующий в дальнейшем более глубокому растворению эндосперма. Это позволит повысить экстрактивность солода, улучшить гидролитические про-

цессы, происходящие и при солодоращении, и при приготовлении зернового сусла, в конечном итоге повысят качественные показатели ФЗН.

Для достижения обозначенной цели при солодоращении использовали два ферментных препарата цитолитической направленности – «Целмолаза» и «Бирзим БГ». «Целмолаза» является достаточно распространенным ферментным препаратом в использовании в производстве солода, обладает преимущественно цитолитической активностью (до 800 ед/г), кроме этого, отличается амилолитической и протеолитической активностью (соответственно до 180 и 25 ед/г), в связи с чем может повышать активность гидролитических ферментов различной направленности в разной степени. «Бирзим БГ» представляет собой цитолитический ферментный препарат, целевое назначение которого – расщепление β -глюканов зернового сырья при приготовлении зернового сусла на стадии затирания.

Рекомендуемый производителем диапазон концентраций ферментных препаратов: «Целмолаза» – 0,3–0,7 %, «Бирзим БГ» – 0,2–0,5 % к массе сырья. С целью определения оптимальной концентрации выбранных препаратов, позволяющей добиться приоритетной цели данного блока исследования – повышения ферментативной активности солода, проведен эксперимент по исследованию влияния дозирования вносимого препарата по каждому виду сырья по одному сорту в диапазоне концентраций 0,2–0,8 % с шагом 0,2 %.

Ферментные препараты, как и в предыдущих случаях, вносили в последнюю замочную воду, выдерживали зерно в них в течение 6 ч, затем замоченное сырье отправляли на проращивание. Технологические режимы – аналогичны режимам, описанным в разделе 5.3.1. Сорты зерна, используемые в эксперименте: рожь сорта «Влада», овес сорта «Гаврош». В ходе исследования оценивали физиологические изменения зерна, ферментативную активность солодов после замачивания и в процессе проращивания через каждые сутки. На рисунках 64 и 65 представлена обобщенная информация по эксперименту на примере приоритетной ферментативной активности – цитолитической, на рисунках 66 и 67 – результаты математической обработки подбора дозировки ферментных препаратов.

Дозировки ферментных препаратов:

- рожь 1 / овес 1 – 0,2 % к массе сырья;
- рожь 2 / овес 2 – 0,4 % к массе сырья;
- рожь 3 / овес 3 – 0,6 % к массе сырья;
- рожь 4 / овес 4 – 0,8 % к массе сырья;
- контроль – необработанное сырье.

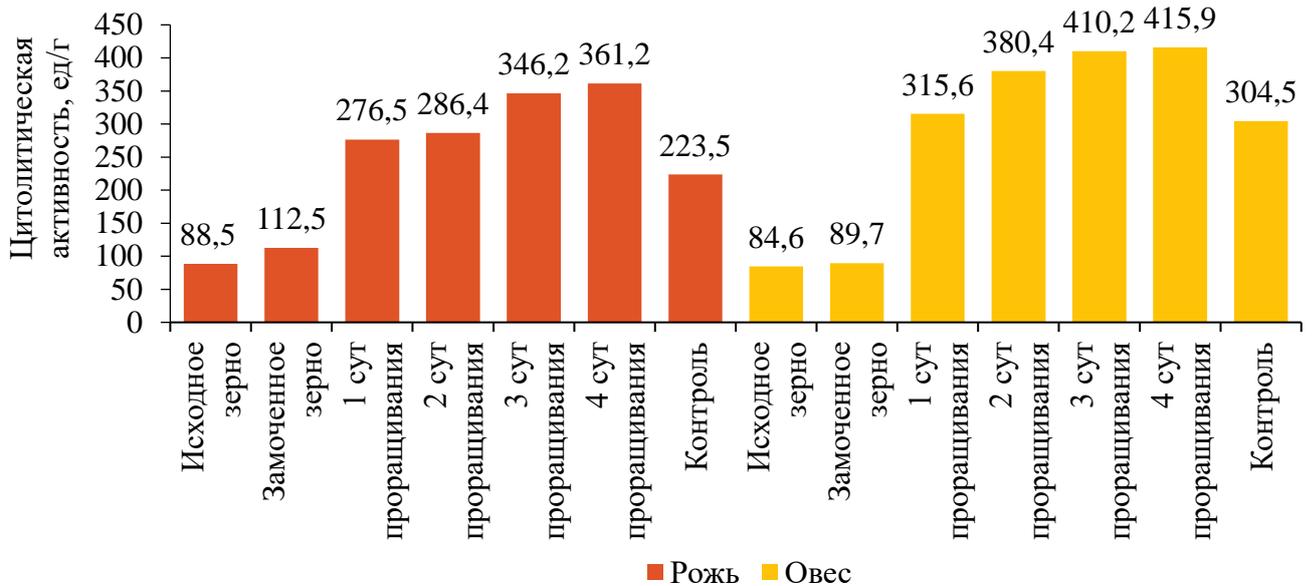


Рисунок 64 – Цитолитическая активность ржи и овса при замачивании и проращивании с использованием ферментного препарата «Целмолаза»

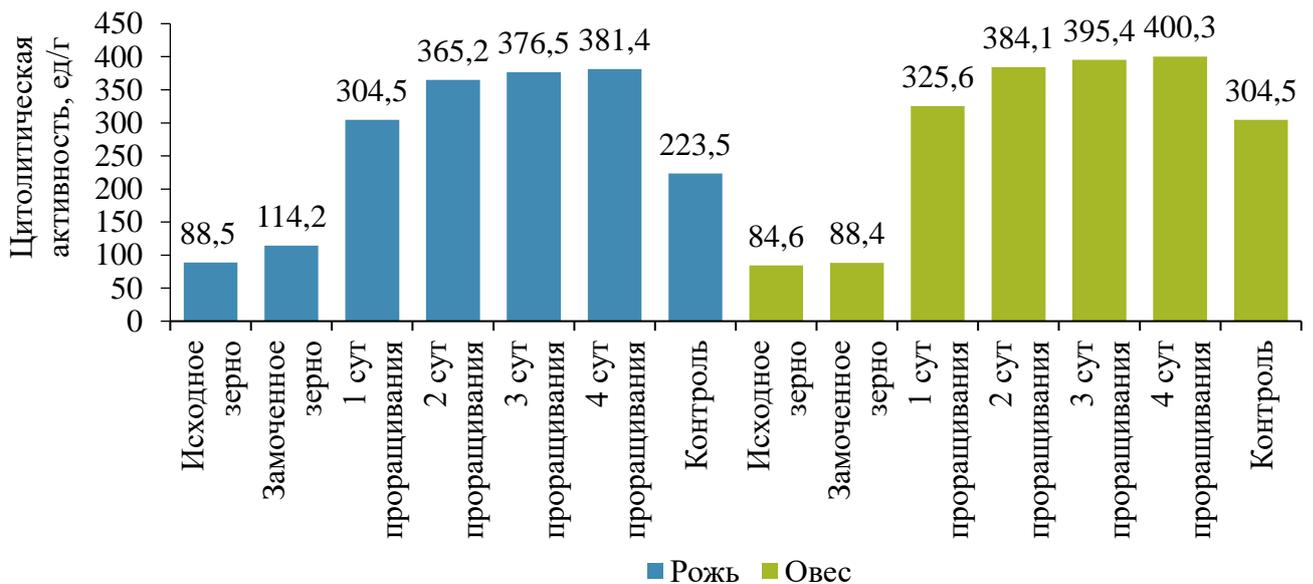


Рисунок 65 – Цитолитическая активность ржи и овса при замачивании и проращивании с использованием ферментного препарата «Бирзим БГ»

Представленные результаты свидетельствуют о повышении цитолитической активности и ржи, и овса, обработанных любым из предложенных ферментных препаратов в любой, даже минимальной концентрации. Отмечено, что наибольший положительный эффект воздействия ферментного препарата «Целмолаза» наблюдается при обработке овса в концентрации препарата 0,6–0,8 % к массе сырья, более выраженная цитолитическая активность при обработке сырья ферментным препаратом «Бирзим БГ» имеет отношение ко ржи, при этом активной концентрацией данного препарата можно считать – 0,4–0,8 % к массе ржаного сырья. Учитывая технологический эффект и экономическую составляющую, можно рекомендовать следующие дозировки ферментных препаратов: «Целмолаза» – 0,6 %, «Бирзим БГ» – 0,4 %.

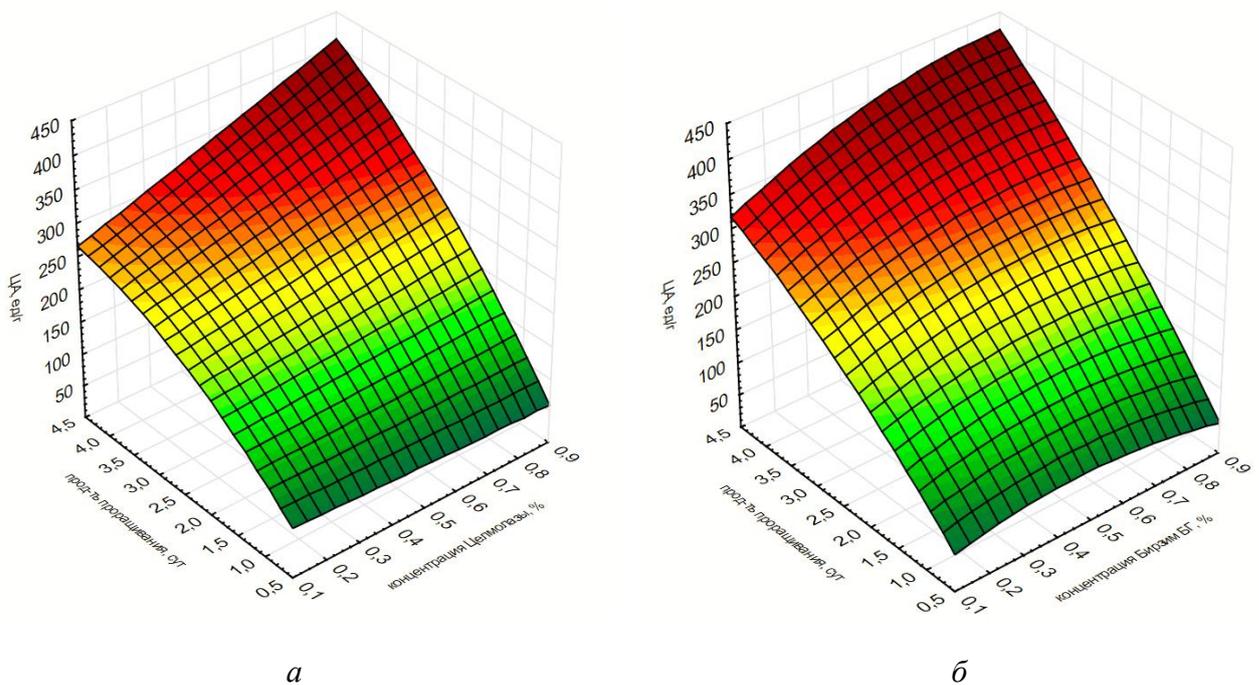


Рисунок 66 – Цитолитическая активность ржи при обработке зерна ферментными препаратами «Целмолаза» (а) и «Бирзим БГ» (б)

Уравнения регрессии для цитолитической активности (ЦА) ржи:

$$\text{ЦА}_p = 39,0875 - 52,2125x + 83,17y + 5,9375xx + 50,6xy - 8,2yy;$$

$$\text{ЦА}_p = -0,725 + 124,9438x + 90,6463y - 156,0938xx + 37,165xy - 5,8563yy.$$

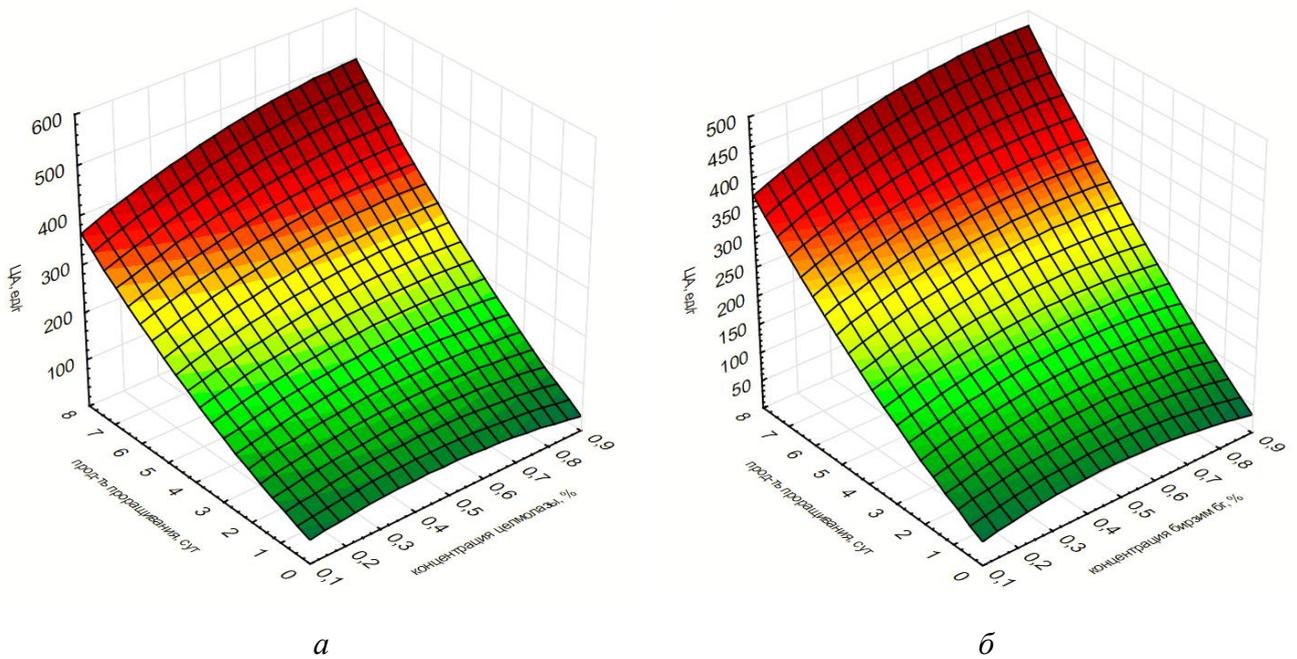


Рисунок 67 – Цитолитическая активность овса при обработке зерна ферментными препаратами «Целмолаза» (а) и «Бирзим БГ» (б)

Уравнения регрессии для ЦА овса:

$$\text{ЦА}_0 = 38,6214 + 139,7714x + 20,4071y - 163,9286xx + 23,6857xy + 2,0411yy;$$

$$\text{ЦА}_0 = 28,1679 + 158,5214x + 26,2589y - 171,4286xx + 17,7732xy + 1,6241yy.$$

Далее проводили исследования по возможности использования ферментных препаратов в производстве ржаного и овсяного солодов по всем сортам. В ходе эксперимента контролировали ферментативную активность сырья в процессе солодоращения каждые сутки.

На рисунках 68 и 69 представлены данные об изменении цитолитической активности зерна на всех этапах солодоращения (для ржи – на примере ржаного неферментированного солода), данные по накоплению амилолитической и протеолитической активности отражены в сводных таблицах по качеству ржаного солода двух типов и овсяного солода (таблицы 40–42). Там же представлена обобщенная информация по содержанию аминокислот.

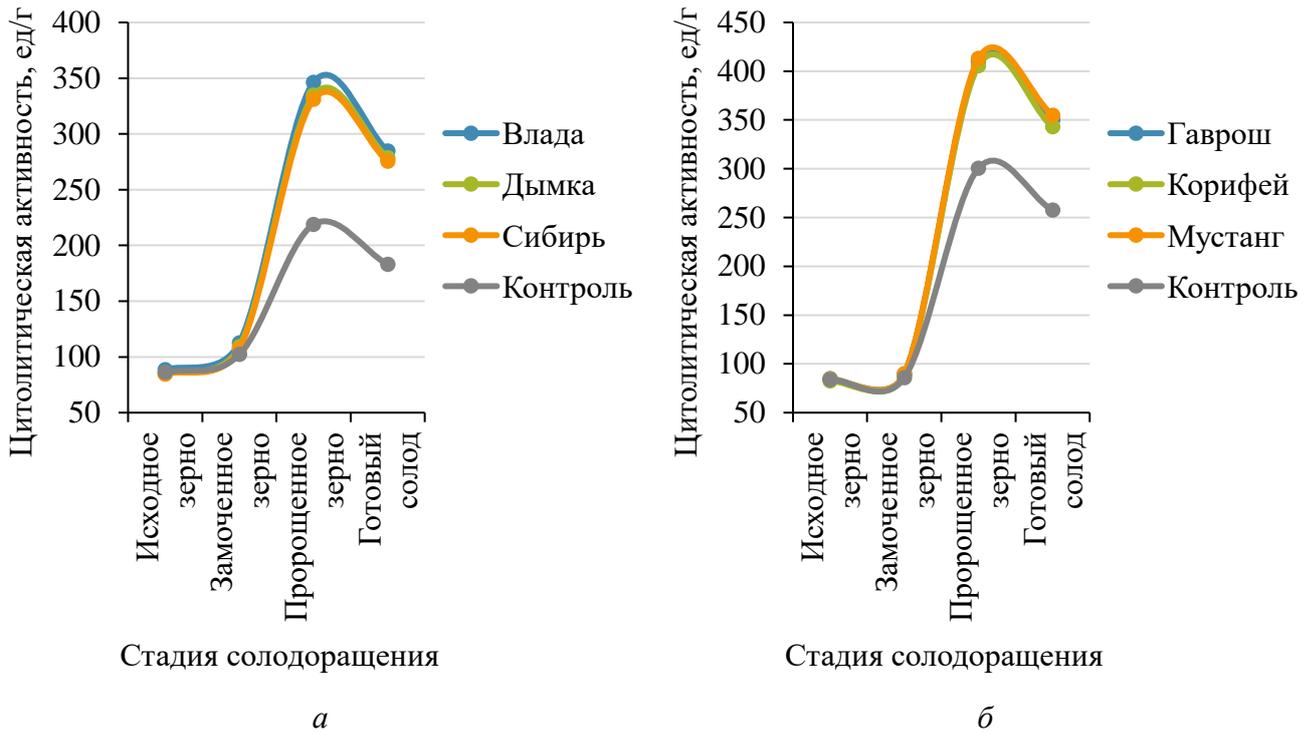


Рисунок 68 – Динамика цитолитической активности ферментов ржи (а) и овса (б) при проращивании с ферментным препаратом «Целмолаза»

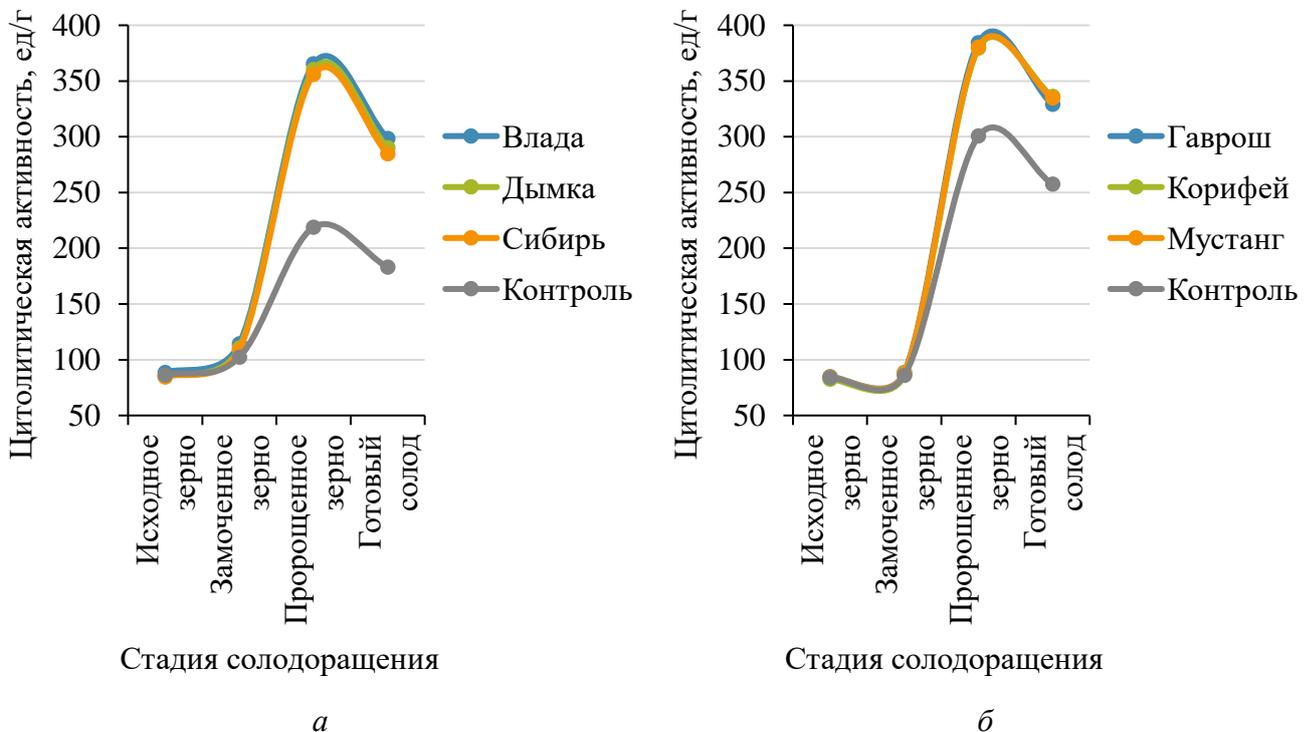


Рисунок 69 – Динамика цитолитической активности ферментов ржи (а) и овса (б) при проращивании с ферментным препаратом «Бирзим БГ»

Таблица 40 – Показатели качества ржаного неферментированного солода, полученного с применением ферментных препаратов

Показатель	Солод на основе сорта						Контроль
	«Влада»		«Дымка»		«Сибирь»		
	«Целмолаза»	«Бирзим БГ»	«Целмолаза»	«Бирзим БГ»	«Целмолаза»	«Бирзим БГ»	
Органолептические показатели	по внешнему виду – однородная зерновая масса без плесневелых зерен, цвет – светло-желтый с сероватым оттенком, свойственный классическому ржаному неферментированному солоду, запах – свойственный, без посторонних запахов, вкус – сладковатый, без посторонних вкусов						
Стандартные показатели							
Массовая доля влаги, %	7,50 ± 0,15	7,40 ± 0,15	7,50 ± 0,15	7,60 ± 0,16	7,40 ± 0,14	7,50 ± 0,15	7,30 ± 0,15
Массовая доля экстракта в сухом солоде (при горячем экстрагировании), %	82,1 ± 1,6	83,1 ± 1,7	83,4 ± 1,7	83,2 ± 1,7	83,6 ± 1,8	83,2 ± 1,7	80,5 ± 1,2
Массовая доля белка, %	11,2 ± 0,2	11,0 ± 0,2	10,8 ± 0,1	10,6 ± 0,1	11,8 ± 0,3	11,7 ± 0,3	12,4 ± 0,4
Кислотность солода (при горячем экстрагировании), к. ед.	12,9 ± 0,3	13,1 ± 0,3	14,1 ± 0,4	14,3 ± 0,5	13,5 ± 0,3	13,8 ± 0,4	13,6 ± 0,3
Цвет солода (при горячем экстрагировании), ц. ед.	2,60 ± 0,05	2,60 ± 0,05	2,80 ± 0,05	2,90 ± 0,06	2,30 ± 0,04	2,40 ± 0,04	2,30 ± 0,04
Продолжительность осахаривания, мин	21,0 ± 0,5	20,0 ± 0,5	22,0 ± 0,5	21,0 ± 0,5	20,0 ± 0,5	19,0 ± 0,5	22,0 ± 0,5
Технологические показатели							
Ферментативная активность, ед/г:							
– амилалитическая	194,2 ± 5,8	199,6 ± 6,0	186,8 ± 5,6	194,2 ± 5,8	198,5 ± 6,0	204,1 ± 6,1	162,9 ± 4,7
– протеолитическая	37,5 ± 0,8	38,9 ± 0,9	39,2 ± 0,9	40,6 ± 1,0	41,0 ± 1,1	41,8 ± 1,2	28,7 ± 0,4
– цитолитическая	284,5 ± 8,5	298,4 ± 9,0	278,5 ± 8,3	290,1 ± 8,7	275,4 ± 8,3	284,6 ± 8,5	186,4 ± 5,5
Показатели биологической ценности							
Содержание аминокислот, мг/100 г белка:							
– незаменимых	3750 ± 70	3810 ± 70	3810 ± 70	3890 ± 70	3890 ± 70	3960 ± 70	3350 ± 70
– заменимых	8820 ± 100	8950 ± 100	9010 ± 100	9080 ± 100	9610 ± 100	9680 ± 100	7880 ± 100

Таблица 41 – Показатели качества ржаного ферментированного солода, полученного с применением ферментных препаратов

Показатель	Солод на основе сорта						Контроль
	«Влада»		«Дымка»		«Сибирь»		
	«Целмолаза»	«Бирзим БГ»	«Целмолаза»	«Бирзим БГ»	«Целмолаза»	«Бирзим БГ»	
Органолептические показатели	По внешнему виду – однородная зерновая масса без плесневелых зерен; цвет светло-желтый с сероватым оттенком, свойственный классическому ржаному неферментированному солоду; запах свойственный, без посторонних запахов; вкус сладковатый, без посторонних вкусов						
Стандартные показатели							
Массовая доля влаги, %	7,30 ± 0,15	7,10 ± 0,13	7,40 ± 0,14	7,20 ± 0,12	7,40 ± 0,15	7,20 ± 0,14	7,10 ± 0,14
Массовая доля экстракта в сухом солоде (при горячем экстрагировании), %	85,2 ± 1,7	85,9 ± 1,7	85,3 ± 1,7	85,7 ± 1,8	85,0 ± 1,6	85,5 ± 1,7	81,4 ± 1,6
Массовая доля белка, %	10,5 ± 0,1	10,5 ± 0,1	10,2 ± 0,1	10,2 ± 0,1	10,9 ± 0,2	10,9 ± 0,2	11,8 ± 0,3
Кислотность солода (при горячем экстрагировании), к. ед.	40,2 ± 0,8	40,5 ± 0,8	39,4 ± 0,7	39,9 ± 0,8	43,3 ± 1,1	43,8 ± 1,2	41,2 ± 1,0
Цвет солода (при горячем экстрагировании), ц. ед.	16,0 ± 0,3	16,0 ± 0,3	17,5 ± 0,4	17,5 ± 0,4	17,7 ± 0,4	17,7 ± 0,4	17,8 ± 0,5
Продолжительность осахаривания, мин	–	–	–	–	–	–	–
Технологические показатели							
Ферментативная активность, ед/г:							
– амилалитическая	184,1 ± 5,5	185,6 ± 5,6	174,2 ± 5,2	179,5 ± 5,4	189,4 ± 5,7	192,4 ± 5,8	154,3 ± 4,6
– протеолитическая	37,1 ± 0,8	37,5 ± 0,8	38,2 ± 0,8	39,1 ± 0,9	38,6 ± 0,8	39,4 ± 0,9	26,7 ± 0,3
– цитолитическая	269,1 ± 8,1	278,2 ± 8,3	265,2 ± 8,0	274,3 ± 8,2	261,8 ± 7,9	273,0 ± 8,2	170,6 ± 5,3
Показатели биологической ценности							
Содержание аминокислот, мг/100 г белка:							
– незаменимых	3890 ± 70	3950 ± 70	4020 ± 70	4080 ± 70	4430 ± 70	4560 ± 70	3420 ± 70
– заменимых	9480 ± 100	9540 ± 100	9310 ± 100	9420 ± 100	9980 ± 100	10080 ± 100	8260 ± 100

Таблица 42 – Показатели качества овсяного солода, полученного с применением ферментных препаратов

Показатель	Солод на основе сорта						Контроль	
	«Гаврош»		«Корифей»		«Мустанг»			
	«Целмолаза»	«Бирзим БГ»	«Целмолаза»	«Бирзим БГ»	«Целмолаза»	«Бирзим БГ»		
Органолептические показатели	По внешнему виду – однородная зерновая масса без плесневелых зерен; цвет светло-желтый, свойственный солоду; запах солодовый, без посторонних запахов; вкус солодовый, сладковатый, без посторонних вкусов							
Стандартные показатели								
Массовая доля влаги, %	5,10 ± 0,02	5,20 ± 0,03	5,30 ± 0,04	5,30 ± 0,04	5,40 ± 0,05	5,30 ± 0,04	5,40 ± 0,05	
Массовая доля экстракта в сухом веществе тонкого помола, %	71,0 ± 1,4	68,5 ± 1,4	65,4 ± 1,3	63,4 ± 1,3	68,6 ± 1,4	64,8 ± 1,3	53,7 ± 1,1	
Массовая доля белка, %	12,1 ± 0,3	12,2 ± 0,3	11,9 ± 0,2	12,0 ± 0,2	10,9 ± 0,2	11,0 ± 0,2	12,6 ± 0,3	
Показатели лабораторного сула: – продолжительность осахаривания, мин – цвет, ц. ед. – кислотность, к. ед. – прозрачность	23,0 ± 0,5 0,17 ± 0,01 1,10 ± 0,02	24,0 ± 0,5 0,17 ± 0,01 1,10 ± 0,01	22,0 ± 0,5 0,17 ± 0,01 1,10 ± 0,01	23,0 ± 0,5 0,17 ± 0,01 1,10 ± 0,02	22,0 ± 0,5 0,18 ± 0,01 1,10 ± 0,02	23,0 ± 0,5 0,18 ± 0,01 1,10 ± 0,02	28,0 ± 0,5 0,17 ± 0,01 1,10 ± 0,01	Прозрачный
Технологические показатели								
Ферментативная активность, ед/г: – амилалитическая – протеолитическая – цитолитическая	131,2 ± 3,9 60,3 ± 1,8 350,2 ± 10,5	130,2 ± 3,9 59,8 ± 1,8 328,9 ± 9,9	136,8 ± 4,1 55,2 ± 1,7 342,8 ± 10,3	135,4 ± 4,1 54,2 ± 1,6 336,1 ± 10,1	140,8 ± 4,2 58,1 ± 1,7 354,9 ± 10,6	138,6 ± 4,2 57,7 ± 1,7 334,6 ± 10,0	127,6 ± 4,0 56,4 ± 1,7 258,6 ± 7,7	
Показатели биологической ценности								
Содержание аминокислот, мг/100 г белка: – незаменимых – заменимых	4750 ± 70 9980 ± 100	4660 ± 70 9890 ± 100	4520 ± 70 9720 ± 100	4470 ± 70 9640 ± 100	4230 ± 70 9310 ± 100	4150 ± 70 9220 ± 100	3880 ± 70 8540 ± 100	

Из полученных результатов следует вывод, что проведенная биохимическая стимуляция ржи и овса позволяет улучшить качественные и технологические показатели ржаных и овсяного солодов. При этом отмечено, что в большей степени технологического эффекта можно добиться при получении ржаных солодов с применением ферментного препарата «Бирзим БГ», овсяного солода – с препаратом «Целмолаза». В первую очередь увеличивается цитолитическая активность солодов, незначительные, но позитивные изменения наблюдаются и в накоплении амилолитической и протеолитической активности.

При получении ржаных солодов с ферментным препаратом «Бирзим БГ» в готовом продукте цитолитическая активность опытных образцов ржаного неферментированного солода выше активности контрольного варианта на 53,6–61,0 % (в большей степени для солода на основе сорта ржи «Влада»), та же активность ферментированного солода в том же сравнении выше на 48,1–50,9 % (в среднем с одинаковым превалированием по солодам всех сортов).

При получении овсяного солода с ферментным препаратом «Целмолаза» активность цитолитических ферментов в опытных образцах выше на 32,2–36,8 % (по всем сортам практически с одинаковым превалированием), чем в контрольном.

Из таблиц 40–42 видно, что любая обработка ферментными препаратами повышает экстрактивность всех солодов, снижает продолжительность осахаривания овсяных солодов, повышает биологическую ценность ржаных и овсяных солодов. При этом в большей степени в тех случаях, когда при получении ржаных солодов использовали на стадии замачивания ржи ферментный препарат «Бирзим БГ», при получении овсяного солода – «Целмолазу». Максимальное содержание аминокислот наблюдается:

– по ржаному неферментированному солоду по сорту «Сибирь» – 13 640 мг/100 г белка, что выше на 21,5 %, чем в контрольном варианте;

– по ржаному ферментированному солоду также по сорту «Сибирь» – 14 640 мг/100 г белка, что выше на 25,3 % контрольного варианта;

– по овсяному солоду по сорту «Гаврош» – 14 730 мг/100 г белка, что выше на 18,6 % в сравнении с контрольным образцом солода.

Выводы по главе 5

На основании ряда проведенных исследований можно сделать вывод о том, что в производстве напитков брожения, в частности ФЗН, возможно применение не только классического ячменного, пшеничного и ржаного сырья, а также нетрадиционных культур – злакового овса и бобовой культуры. Согласно официальным статистическим данным можно говорить о том, что имеющийся отечественный ресурсный потенциал обеспечит предприятия пивобезалкогольной отрасли Сибирского федерального округа сырьем высокого качества, в том числе произрастающего в местном и близлежащих регионах.

Для улучшения качественных и технологических характеристик традиционного сырья, формирования необходимых свойств нетрадиционному сырью необходимо предусмотреть проведение стимулирующих мероприятий на стадиях производства солода. С этой целью можно рекомендовать следующие интенсифицирующие солодоращение подходы:

– в производстве ячменного, пшеничного, ржаного двух типов, овсяного и соевого солодов использовать на стадии замачивания комплекс органических кислот, входящих в цикл Кребса (янтарной, лимонной, яблочной, фумаровой и 2-оксоглутаровой кислот), который рекомендуется вносить в последнюю замочную воду при замачивании в концентрации 10^{-9} моль/дм³. Это позволит повысить ферментативную активность, экстрактивность солодов, а также их биологическую ценность;

– в производстве тех же солодов использовать при замачивании аналогичным образом стимулирующий комплексный препарат «Энерген», позволяющий добиться аналогичного эффекта, как и в случае использования органического комплекса. Рекомендуемая концентрация препарата «Энерген» составляет 0,6 г/дм³ замочной воды;

– в производстве ржаного солода двух типов и овсяного солода использовать цитолитические ферментные препараты «Целмолаза» и «Бирзим БГ», позво-

ляющие активизировать формирование цитолитического комплекса ржи и овса, используемого в дальнейшем для гидролитического растворения некрахмальных полисахаридов. Рекомендуемые концентрации ферментных препаратов: «Целмолаза» – 0,6 %, «Бирзим БГ» – 0,4 % к массе зернового сырья.

Использование химического стимулирования в производстве ячменного и пшеничного солодов способствует сокращению стадии проращивания на 1 сут в случае использования сырья со стандартным содержанием белка. При применении ячменя и пшеницы с высоким содержанием данного компонента продолжительность следует сохранить на уровне 7 сут, что позволит провести протеолиз более глубоко, снизить к концу проращивания количество белка, особенно нежелательной клейковины в пшенице, повысить количество аминокислот в готовом солоде. Таким образом, предложенные химические способы стимуляции ячменя и пшеницы расширят рамки допуска данного сырья по содержанию белка к использованию в производстве напитков брожения.

Использование в производстве соевого солода органического и комплексного препаратов способствует снижению концентрации антипитательных веществ до допустимого уровня по всем сортам сои в первом случае и для сортов «Гармония» и «Лидия» во втором. Без применения стимуляторов соевый солод ввиду повышенного содержания антипитательных веществ не может быть использован в пищевых технологиях, в том числе в производстве ФЗН. Таким образом, как показали исследования, соевый солод, прошедший стимулирование на стадии солодоращения, может быть использован в технологии в достаточно высоком количестве, позволяющем повысить биологическую ценность напитков.

Проведение биохимического стимулирования ржи и овса ферментными препаратами позволит солодам на их основе быть использованными в технологии ФЗН в большем количестве без риска негативного влияния высокого количества некрахмальных соединений на процесс приготовления зернового суслу. В конечном итоге это повлияет на качественные показатели ФЗН. Особенно важным это является для овсяного солода, отличающегося высоким содержанием аминокис-

лот: внесение его в рецептуру в повышенных долях придаст больше биологической ценности готовым напиткам.

Таким образом, предложенные биотехнологические подходы формирования ресурсного элемента через целенаправленную модификацию обоснованно отобранного зернового/бобового сырья по нутриентному составу, компилирующие подбор технологических режимов и стимулирующих препаратов, позволяют получить нутриентно обеспеченный сырьевой элемент с целеориентированными показателями. При этом алгоритмически выстроенный производственный процесс с элементами стимулирования позволяет сформировать модульный элемент системы ФЗН с минимизацией производственных и экономических рисков. Предложенный механизм при производстве традиционных солодов может сократить продолжительность проращивания, интенсифицировать гидролиз белковых веществ, снизить содержание некрахмальных полисахаридов и антипитательных веществ, тем самым исключить технологический риск негативного влияния высокого количества некрахмальных соединений на процесс приготовления суслу для ФЗН, а в конечном итоге – на качественные показатели напитка. Данные преимущества позволяют использовать в технологии ФЗН не только традиционное сырье, но и ранее не востребованное – овес и сою – с целью повышения биологической ценности ФЗН.

Кроме этого, предложенный механизм солодоращения с применением стимуляторов позволяет увеличить выход готовой продукции (солода). В таблице 43 приведены технологические расчеты по производству ячменного солода, полученного в одном случае классическим способом, в другом – с применением комплекса органических кислот.

Представленные данные подтверждают целесообразность использования стимуляторов роста при солодоращении зернового сырья, практическую эффективность, отражающуюся в приросте выхода готовой продукции до 500 т солода в год (увеличение выхода продукции до 3,0 %) за счет снижения технологических потерь при солодоращении при сокращении продолжительности стадии проращивания и снижении потерь на образование ростков.

Таблица 5.37 – Таблица 43 – Расчет продуктов и отходов в производстве ячменного солода (при производительности солодовни 20 000 т в год)

Продукт	Солод классической технологии		Солод с применением стимулятора	
	на 100 кг сортированного ячменя, кг	в год, т	на 100 кг сортированного ячменя, кг	в год, т
Ячмень сортированный	100,00	24 960	100,00	24 960
Ячмень товарный	113,90	29 620	113,90	29 620
Ячмень замоченный	157,14	39 220	157,14	39 220
Солод свежепроросший	143,25	35 760	144,77	36 140
Солод сушеный	80,10	19 900	82,52	20 301
Солод выдержанный	81,83	20 000	83,77	20 474
Ячмень III сорта	7,06	1 762	7,06	1 762
Зерновая примесь, всего	4,78	1 194	4,78	1 194
Сорная примесь, всего	1,82	454	1,82	454
Сплав сырой	1,23	306	1,23	306
Сплав воздушно-сухой	1,00	250	1,00	250
Ростки	3,91	976	2,93	976

Кроме технологического эффекта предприятие получает экономический эффект с производства каждой партии солода за счет сокращения расходов электроэнергии при сокращении стадии проращивания на 1 сут. Это, в свою очередь, повлечет снижение себестоимости солода. При этом оборачиваемость солодорастильного цеха увеличивается на 15 %.

Для введения в рецептуру ФЗН можно рекомендовать следующее сырье:

– ячменный солод на основе сорта ячменя «Ворсинский 2», прошедший обработку комплексом органических кислот, отличающийся высокой экстрактивностью и ферментативной активностью, что является определяющими показателями для данного сырья;

– пшеничный солод на основе сорта пшеницы «Алтайская 100», прошедшую обработку комплексным препаратом «Энерген», отличающийся аналогичными признаками, как и в случае отбора ячменного солода, а также низким содержанием клейковины, высоким содержанием аминокислот;

– ржаной неферментированный солод на основе сорта ржи «Сибирь», обработанный ферментным препаратом «Бирзим БГ», обладающий высокой цитолитической активностью, повышенной биологическую ценность;

– ржаной ферментированный солод на основе сорта ржи «Сибирь», обработанный ферментным препаратом «Бирзим БГ», как солод с самым высоким содержанием аминокислот;

– овсяный солод на основе сорта овса «Гаврош», стимулированный на стадии замачивания ферментным препаратом «Целмолаза», как овсяный солод с самым высоким содержанием аминокислот, что является ключевым признаком отбора данного сырья, а также, как солод с высокой цитолитической активностью, необходимой данному сырью в случае использования такого солода в больших количествах;

– соевый солод предпочтительнее использовать тот, который на стадии солодоращения был подвержен обработке органическими кислотами, в первую очередь обеспечивающей снижение концентрации антипитательных веществ. В данном случае рекомендуется вводить в технологию напитков соевый солод, полученный в том числе на основе сорта сои «Гармония», имеющий низкий уровень фермента уреазы и трипсинингибирующей активности, отличающийся в сравнении с остальными соевыми солодами других сортов сои повышенной ферментативной активностью, и несмотря на то, что данный солод на основе сорта сои «Гармония» находится на третьем месте по содержанию аминокислот среди других солодов, ввиду его повышенной ферментативной активности, экстрактивности, низкой активности фермента уреазы, его долевого содержание в рецептуре может быть увеличено в сравнении с другими солодами.

6 Организация технологии ферментированных зерновых напитков с применением модульно-алгоритмического подхода

Согласно концепции диссертации технология ферментированных зерновых напитков представляет собой комплекс последовательных производственных алгоритмических действий, имманентных технологии напитков брожения, с применением аддитивных технологических решений по отдельным модульным элементам производства напитков, в том числе с целью пролонгирования сроков годности напитков с сохранением приобретенных свойств, и декомпозируется на три основные модуля:

- модуль формирования сусле для ФЗН;
- модуль ферментации сусле для ФЗН;
- модуль превентивных технологических действий.

Производственный процесс ФЗН включает следующие технологические стадии: приготовление сусле; ферментирование сусле; дополнительная обработка ФЗН (рисунок 70).

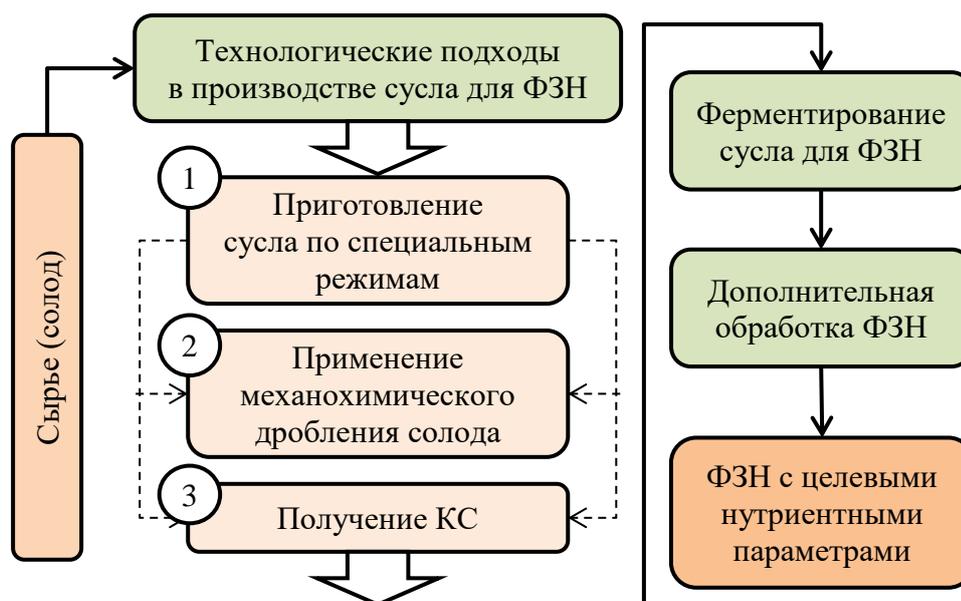


Рисунок 70 – Технологические подходы в производстве ФЗН

Комплементарность нутриентного состава ФЗН достигается формализацией каждого модульного элемента системы с учетом релевантных факторов. Нутриентоориентированное формирование сусла для ФЗН предусматривает опциональность технологических приемов. В первом случае – приготовление из полученных солодов сусла по определенным технологическим параметрам и режимам, во втором – использование механохимического способа измельчения солодов как физического способа оптимизации приготовления сусла, в третьем – получение концентрата сусла (КС) на основе сусла, произведенного по одному из предложенных – первому или второму способов.

Каждый технологический этап производства ФЗН с установленными режимами и параметрами процессов участвуют в формировании нутриентного состава напитков. Поэтапный контроль технологических процессов, опциональные действия при влиянии релевантных факторов, организация управленческого контроля производством по системе менеджмента качества позволят получить качественные и безопасные ФЗН с целеориентированным нутриентным составом.

6.1 Анализ факторов, формирующих нутриентный состав ферментированных зерновых напитков

6.1.1 Анализ факторов стадии приготовления сусла для ферментированных зерновых напитков

Стадия приготовления сусла во многом определяет показатели качества и безопасности будущего напитка. Основными факторами, влияющими на конечный химический состав зернового сусла, являются: используемое сырье (соотношение зернопродуктов) и технологические режимы проведения данной стадии.

При целевой установке максимального обогащения на данном этапе суслу аминокислотами – элементами биологической ценности, необходимо вводить в рецептуру напитков солод, отличающийся повышенным количеством данных соединений. Кроме этого, на ключевой стадии формирования химического состава зернового суслу – затирации, следует создать оптимальные условия для гидролитических процессов высокомолекулярных соединений, не только белков, но и крахмальных и некрахмальных веществ, содержание которых зависит от вида используемого сырья и его количества.

Использование нетрадиционного сырья – овсяного и соевого солодов, а также пшеничного солода с высоким содержанием белка вызывает некоторые опасения, связанные с риском ухудшения ряда показателей сначала зернового суслу, а в конечном итоге и готового напитка. С одной стороны, функциональное сырье с точки зрения биологической ценности следует вносить в максимально возможном количестве, а с другой – следует ограничить его содержание в зерно-смеси с целью сохранения качественных характеристик напитка, в том числе его оригинальных органолептических свойств.

1. Оценка влияния сырьевого фактора

Для определения допустимых норм внесения нестандартного солода в состав рецептуры ФЗН проведен ряд экспериментов по оценке количества внесения пшеничного, овсяного и соевого солодов в модельные заторы на качественные показатели зернового суслу. Все варианты образцов модельных заторов готовили одним способом. Измельченное зерновое сырье смешивали в определенной пропорции согласно таблице 44, затирали классическим способом, т. е. смешанное измельченное сырье с водой при гидромодуле 1:5 последовательно нагревали до температурных пауз 52 °С; 63 °С и 70 °С и выдерживали при этом в течение 30 мин на каждом этапе, затем при температуре 72 °С доводили до полноты осахаривания. Далее заторную массу нагревали до 78 °С и отправляли на фильтрацию. С целью стабилизации химического состава и стерилизации получаемого полупродукта зерновое суслу кипятили в течение 30 мин, охлаждали.

Таблица 6.1 – Таблица 44 – Варианты модельных образцов заторов на основе ячменного и пшеничного/овсяного/соевого солодов

1-я линия приготовления модельных образцов затора			2-я линия приготовления модельных образцов затора			3-я линия приготовления модельных образцов затора		
Образец	Соотношение солодов, %		Образец	Соотношение солодов, %		Образец	Соотношение солодов, %	
	ячменный	пшеничный		ячменный	овсяный		ячменный	соевый
Контроль	100	–	Контроль	100	–	Контроль	100	–
Опыт 1	90	10	Опыт 11	90	10	Опыт 21	90	10
Опыт 2	80	20	Опыт 12	80	20	Опыт 22	80	20
Опыт 3	70	30	Опыт 13	70	30	Опыт 23	70	30
Опыт 4	60	40	Опыт 14	60	40	Опыт 24	60	40
Опыт 5	50	50	Опыт 15	50	50	Опыт 25	50	50
Опыт 6	40	60	Опыт 16	40	60	Опыт 26	40	60
Опыт 7	30	70	Опыт 17	30	70	Опыт 27	30	70
Опыт 8	20	80	Опыт 18	20	80	Опыт 28	20	80
Опыт 9	10	90	Опыт 19	10	90	Опыт 29	10	90
Опыт 10	–	100	Опыт 20	–	100	Опыт 30	–	100

В качестве объектов исследования на данном этапе работы использовали:

- ячменный солод сорта ячменя «Ворсинский 2», обработанный комплексом органических кислот;
- пшеничный солод сорта пшеницы «Алтайская 100», обработанный комплексным препаратом «Энерген»;
- овсяный солод сорта овса «Гаврош», обработанный ферментным препаратом «Целмолаза»;
- соевый солод сорта сои «Гармония», обработанный комплексом органических кислот.

Полученные образцы сушла подвергали физико-химическому анализу по таким определяющим показателям, как массовая доля сухих веществ, содержание мальтозы и аминного азота. Результаты представлены на рисунках 71–73.

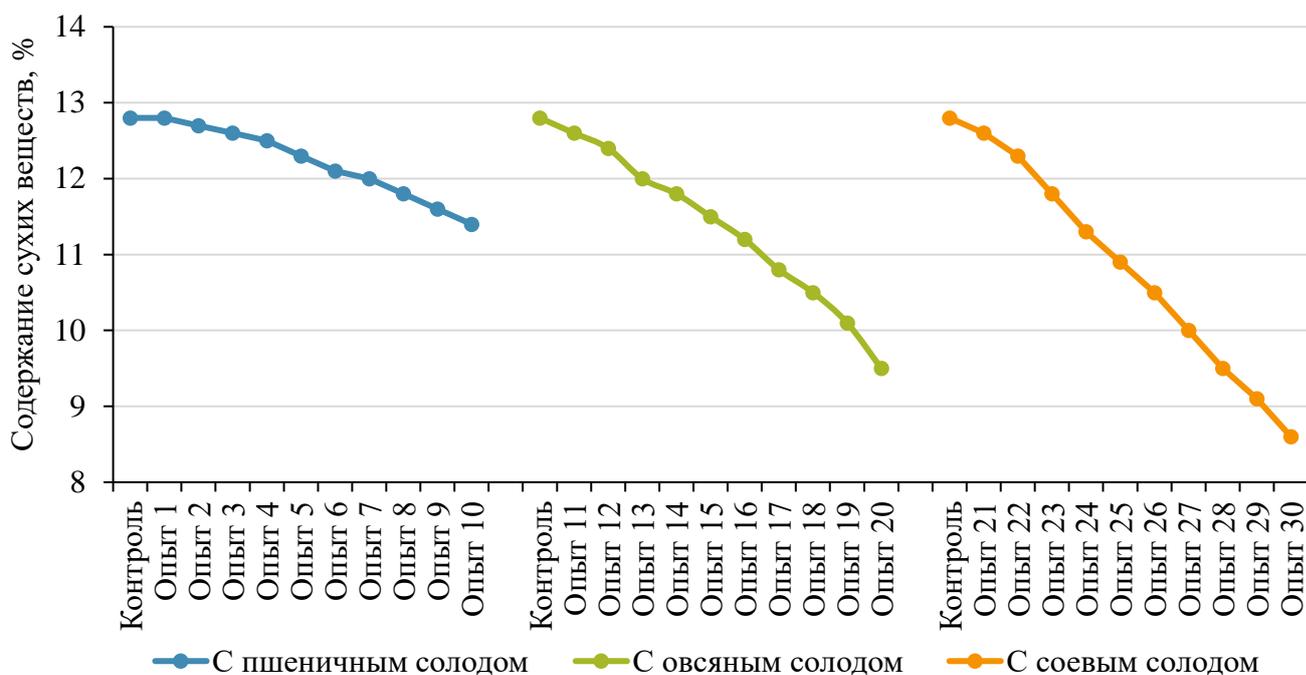


Рисунок 71 – Содержание сухих веществ в сусле при разном соотношении ячменного и пшеничного/овсяного/соевого солодов

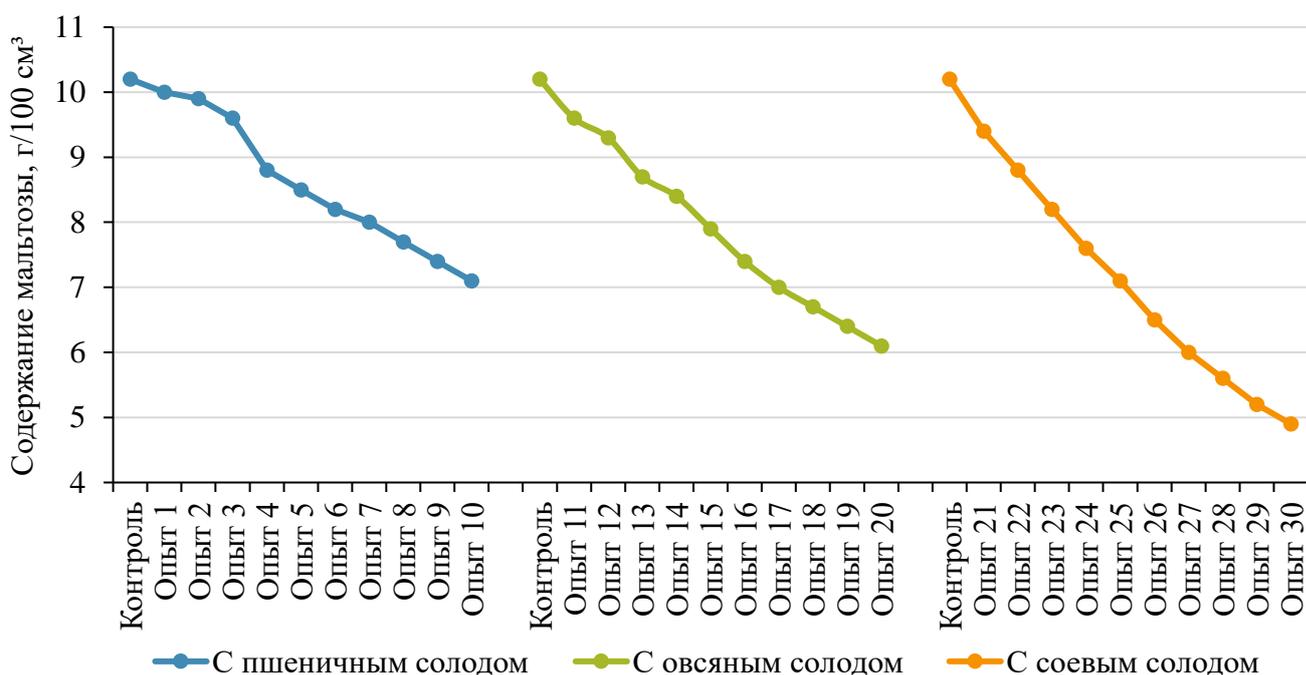


Рисунок 72 – Содержание мальтозы в сусле при разном соотношении ячменного и пшеничного/овсяного/соевого солодов

Во всех трех блоках эксперимента использование нетрадиционного сырья, подвергнувшегося стимулированию на стадии солодоращения, наблюдается следующая положительная динамика:

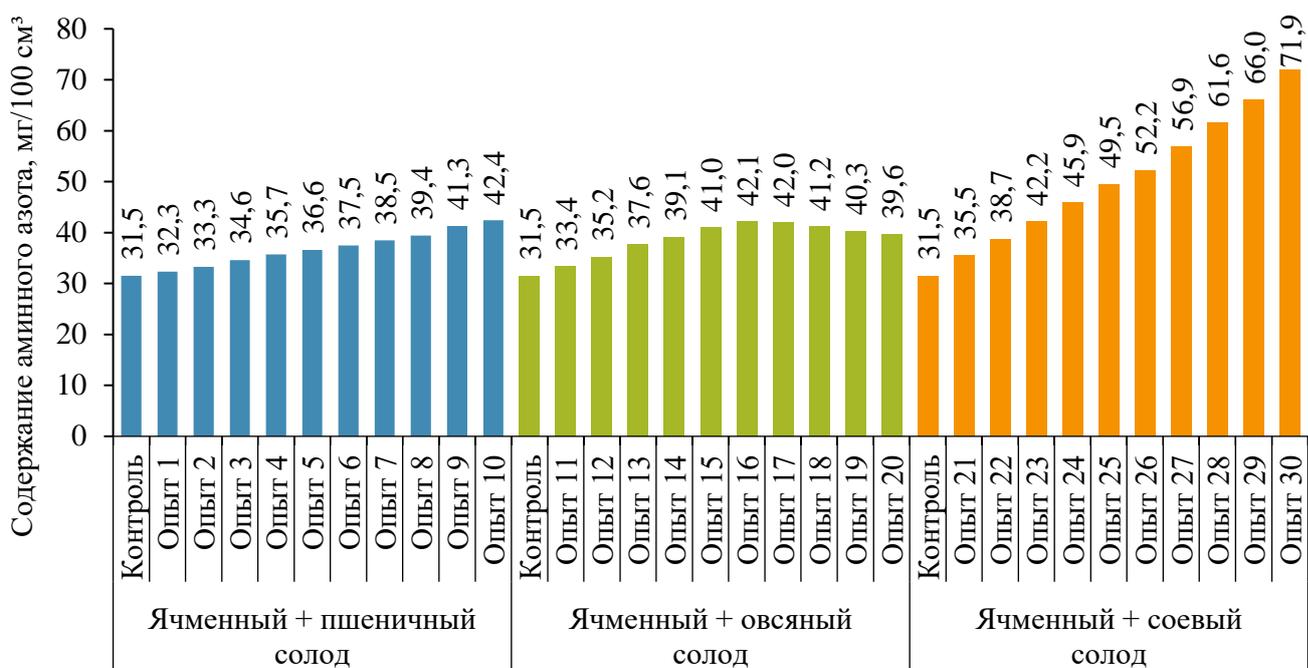


Рисунок 73 – Содержание аминного азота в сусле

1) по содержанию сухих веществ: хотя внесение нетрадиционного солода, в первую очередь овсяного и соевого, снижает данный показатель, тем не менее он находится на допустимом для данного сусла уровне (установленное минимальное содержание сухих веществ по принятой технологии – не менее 8,0 %);

2) по содержанию мальтозы, необходимой при брожении зернового сусла, главным образом при использовании пивных дрожжей, – тенденция, аналогичная предыдущему показателю. В случае добавления пшеничного солода данный показатель находится на высоком уровне даже при полной замене ячменного солода пшеничным. При использовании овсяного солода свыше 70 % и соевого солода более 50 % наблюдается резкое снижение данного ключевого показателя в сравнении с контролем, что может привести к проблемам при сбраживании сусла;

3) по содержанию аминного азота также отмечено увеличение содержания данной низкомолекулярной азотистой фракции во всех образцах модельного сусла при любом соотношении ячменного и нетрадиционных солодов в сравнении с контрольным полностью ячменным вариантом. В случае приготовления сусла на основе ячменного и овсяного солодов наблюдается небольшое снижение данного показателя при внесении овсяного солода свыше 70 %.

При определении оптимального соотношения зернопродуктов учитывались не только вышеприведенные показатели, но и органолептические характеристики суслу, вязкость, продолжительность осахаривания, продолжительность и качество фильтрации.

В серии эксперимента по использованию пшеничного солода следует отметить, что с увеличением доли вносимого пшеничного солода до полной им замены ячменного ярко выраженных вышеописанных показателей не наблюдалось, за исключением появления незначительного помутнения при внесении пшеничного солода свыше 60 % к общей массе. Продолжительность осахаривания составляла 16–17 мин (от 10 % до 100 % замены). С точки зрения органолептической оценки кардинальных изменений не наблюдалось, незначительно ослабевал цвет при большем увеличении доли пшеничного солода. Вязкость модельных растворов обработанных солодов практически не изменялась.

Что касается показателя содержания аминного азота, то следует отметить постепенное равномерное повышение данного показателя при увеличении доли пшеничного солода, при соотношении 50:50 ячменного и пшеничного солодов количество аминного азота увеличивается на 16,2 %, при соотношении 10:90 – на 31,1 %. Учитывая все результаты эксперимента, можно рекомендовать использовать пшеничный солод в качестве заменяющего ячменный солод сырья в доле к массе зернопродуктов, не превышающей 50 %.

Блок эксперимента по использованию при получении зернового суслу (модельного образца) в качестве нетрадиционного сырья овсяного солода демонстрирует возможность использования данного сырья в производстве напитков брожения, так как даже полная замена ячменного солода овсяным позволяет получить суслу с содержанием сухих веществ 9,5 % (при 100 %-м ячменном – 12,8 %) и содержанием мальтозы 6,1 % (при 100 %-м ячменном – 10,2 %). При этом количество аминного азота при любой замене ячменного солода овсяным выше, чем в случае приготовления суслу полностью на основе ячменного солода. Однако следует отметить тот факт, что слишком высокое содержание овсяного солода более 70 %, несмотря на то что в нем преобладают в сравнении с ячменным солодом

азотистые фракции, не способствует большему образованию аминного азота в сусле, что, вероятно, связано с более низкой протеолитической активностью овсяного солода в отличие от ячменного.

С визуальной точки зрения увеличение овсяного солода ослабляло органолептические характеристики сусла, незначительно увеличивалась вязкость сусла с увеличением доли вносимого овсяного солода. Таким образом, рекомендуется использовать овсяный солод с целью повышения содержания аминокислот в напитке, без ухудшения при этом его органолептических характеристик в количестве 20–40 %, это позволит увеличить количество аминокислотной фракции до 24,1 % (по суслу).

Серия исследований по использованию соевого солода свидетельствует о возможности использования при получении сусла для ФЗН и соевого солода, предварительно обработанного стимулирующими препаратами на стадии его производства. С точки зрения перехода из него в сусло аминокислот – основной цели его введения в технологию – следует отметить, с большей его долей содержание аминокислотной фракции увеличивается. Так, при соотношении ячменного солода с соевым 50:50 показатель содержания аминного азота увеличивается на 57,1 % (в сравнении со 100 %-м ячменным суслом), при полной замене ячменного солода соевым – в 2,3 раза.

Ограничивающими факторами слишком высокой доли внесения соевого солода являются пониженный уровень сухих веществ и мальтозы (при соотношении 50:50 ячменного и соевого солодов: на 1,9 % (по абсолютному значению показателя сухих веществ) по сухим веществам и на 3,1 г/100 см³ (на 30,1 % при относительном сравнении значений). Кроме этого, отмечено ухудшение органолептических показателей при внесении соевого солода свыше 50 %. Таким образом, учитывая целевое назначение использования соевого солода в технологии ФЗН и ограничивающие факторы, следует рекомендовать использование соевого солода в количестве 30–40 %, это позволит увеличить количество аминокислотной фракции в 1,5 раза (по суслу).

2. Оценка влияния технологического фактора

Основными технологическими факторами, влияющими на качественные показатели сусла для ФЗН, являются температура и продолжительность пауз затирания, а также дробление сырьевого элемента.

Приготовление зернового сусла, контроль стадии затирания

Температурные режимы затирания подбираются с учетом оптимальных температурных норм для действия всех участвующих в гидролитических процессах ферментов. Для протеолитических ферментов при затирании классическими технологиями предусмотрена температурная пауза 52 °С, позволяющая за определенный, установленный технологией период времени провести гидролиз белков. С целью проведения более глубокого распада высоко- и среднемолекулярных азотсодержащих фракций, особенно в случае использования высокобелковистого сырья, необходимо корректировать технологические параметры стадии затирания – температурный режим и продолжительность пауз.

Для проведения эксперимента отобраны три варианта сусла: ячменно-пшеничное, ячменно-овсяное и ячменно-соевое. Оптимальное соотношение ячменного и нетрадиционного солодов определено на основании результатов предыдущего блока эксперимента, при этом учитывали влияние доли вносимого в отдельных случаях пшеничного, овсяного и соевого солодов на органолептические показатели сусла, а также на выход сухих веществ, накопление мальтозы и аминного азота в сусле. Так, доля вносимого нетрадиционного солода должна быть максимальной с точки зрения выхода аминокислот в сусле, но при этом в среде должно содержаться достаточное количество мальтозы, необходимого сахара для протекания брожения зернового сусла. В то же время внесение пшеничного, овсяного и соевого солодов не должно ухудшать органолептические показатели сусла. Таким образом, отобраны следующие варианты зернового сусла (соотношение солодов, %):

- вариант 1 – ячменно-пшеничное сусле (соотношение солодов 50:50);
- вариант 2 – ячменно-овсяное сусле (соотношение солодов 60:40);
- вариант 3 – ячменно-соевое сусле (соотношение солодов 60:40).

Затираание на стадии белковой паузы проводили в диапазоне температур 50–55 °С с шагом в 1 °С, продолжительность – 30–60 мин с шагом в 10 мин. Результаты эксперимента представлены на рисунках 74–77, при математической обработке факторами являлись: x_1 – температура, x_2 – продолжительность.

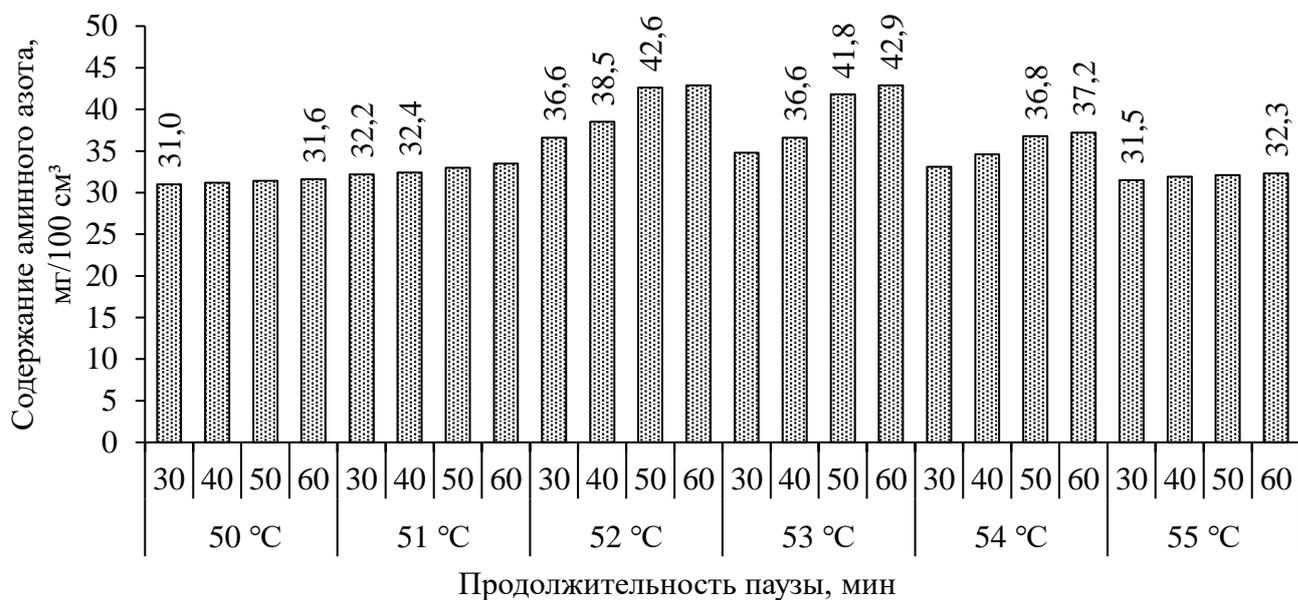


Рисунок 74 – Выход аминного азота в ячменно-пшеничное сусло при разной температуре и продолжительности белковой паузы затираания

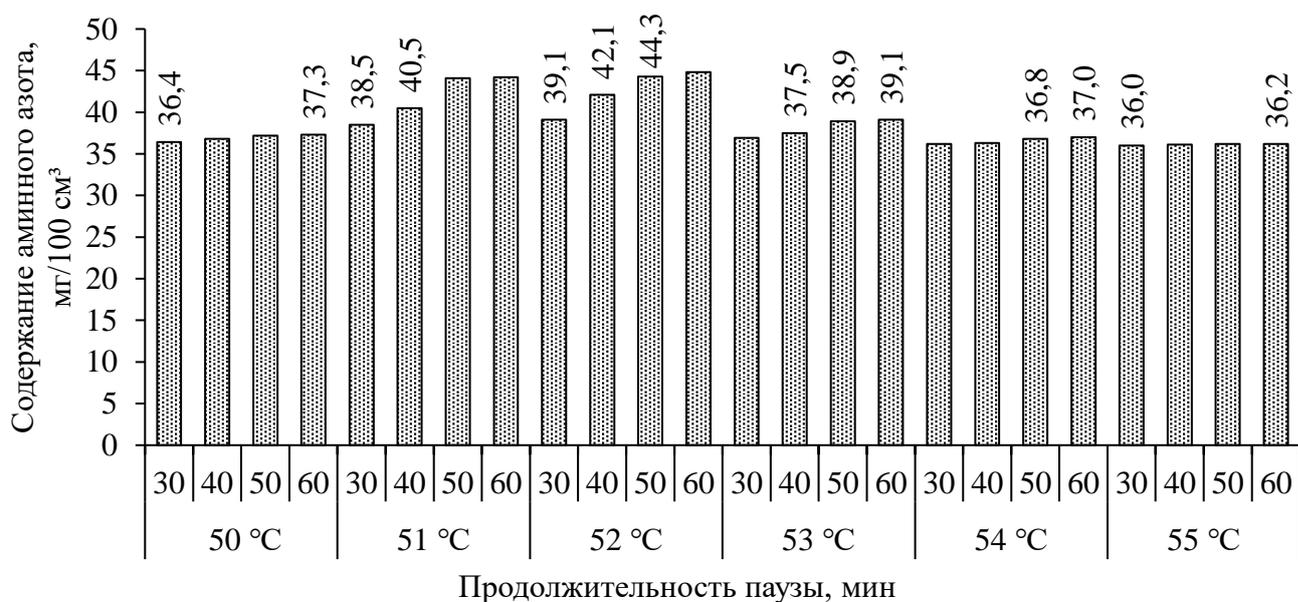


Рисунок 75 – Выход аминного азота в ячменно-овсяное сусло при разной температуре и продолжительности белковой паузы затираания

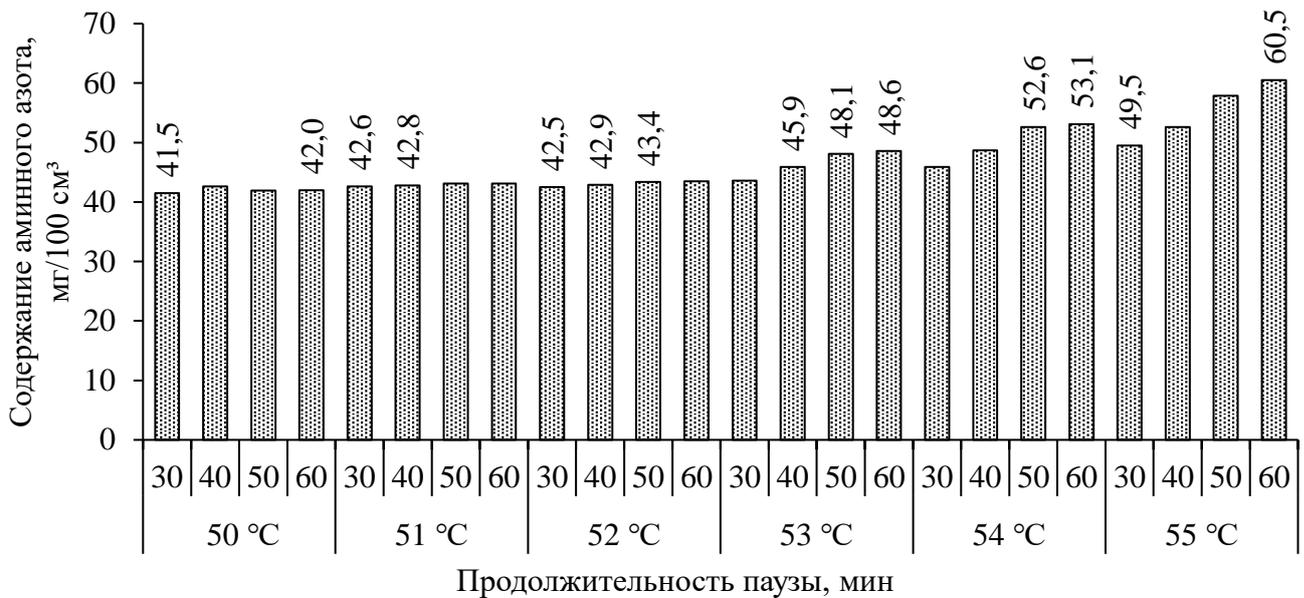


Рисунок 76 – Выход аминного азота в ячменно-соевое сусло при разной температуре и продолжительности белковой паузы затирания

Результаты математической обработки данных подтверждают влияние двух факторов, при этом влияние температурного фактора (x_1) в первом и во втором случаях сначала оказывается положительным, а затем отрицательным. На рисунке 77а, б видно оптимальное значение температурного фактора, при соблюдении которого обеспечивается максимальное содержание аминного азота в сусле. При затирании сусла с добавлением соевого солода (3-й вариант) максимальный выход аминного азота происходит при максимальных значениях заданных параметров. В связи с тем, что дальнейшее увеличение уровня обоих факторов технологически нерационально, можно считать оптимальным пик концентрации аминного азота при предложенных максимальных значениях факторов.

Представленные результаты свидетельствуют о существенном влиянии технологических факторов на выход аминного азота в сусло, и в каждом случае использования нетрадиционного солода эти параметры имеют свои оптимальные значения, что говорит о необходимости составления индивидуальной технологической траектории ведения затирания в зависимости от используемого нетрадиционного солода.

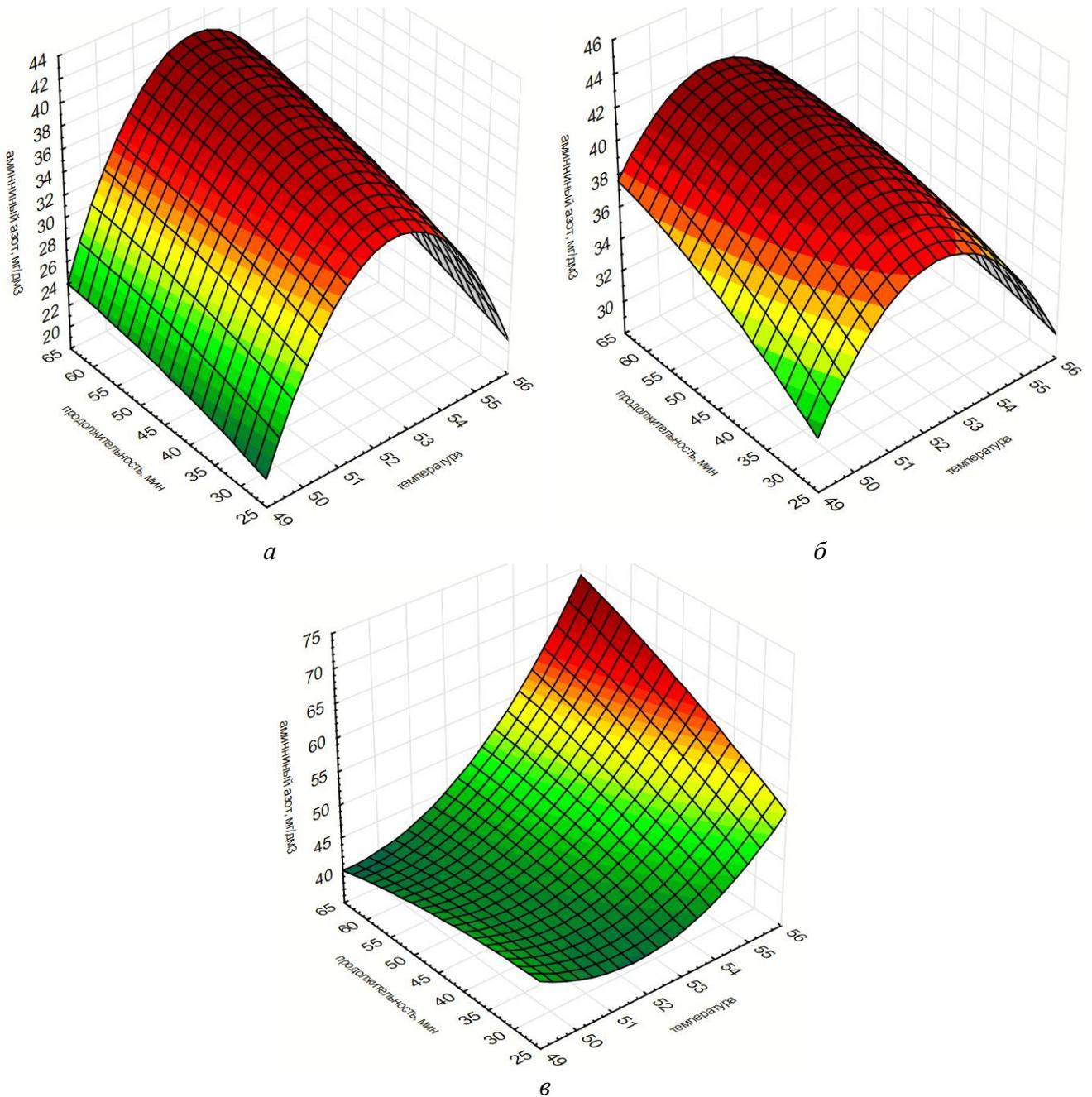


Рисунок 77 – Содержание аминного азота в сусле:
а – ячменно-пшеничном; *б* – ячменно-овсяном; *в* – ячменно-соевом

Уравнения регрессии для содержания аминного азота (АА) в сусле:

– вариант 1:

$$AA = -3336,9575 + 128,4988x - 0,3419y - 1,2259xx + 0,0113xy - 0,0014yy;$$

– вариант 2:

$$AA = -1727,7208 + 66,8348x + 1,3125y - 0,6344xx - 0,0198xy - 0,0021yy;$$

– вариант 3:

$$AA = 1762,1658 - 64,943x - 3,7106y + 0,6098xx + 0,0778xy - 0,0025yy.$$

Так, при добавлении пшеничного солода отмечено, что наибольший выход аминокислот в среду наблюдается при температурах 52–53 °С и продолжительности данной паузы не менее 50 мин. При этом количество аминного азота, образующегося в процессе затираания при температурах 52 °С и 53 °С и продолжительности 50 и 60 мин находится практически на одном уровне. В связи с этим можно рекомендовать проводить белковую паузу при затираании зернопродуктов с добавлением пшеничного солода 50 мин при температуре 52 °С, что позволит увеличить выход аминокислот на 16,4 % в сравнении с классическим подходом ведения затираания по белковой паузе в 30 мин при 52 °С.

Использование в технологии овсяного солода имеет схожие технологические параметры с добавлением пшеничного солода, однако следует отметить, что высокий выход аминного азота в среду происходит уже при 51 °С. При этом также требуется большая продолжительность, чем в классических технологиях, – не менее 50 мин. Это позволяет накопить аминный азот в среде на уровне 44,1 и 44,2 мг/дм³ соответственно при 50 и 60 мин. Повышение температуры до 52 °С увеличивает выход аминокислот на 0,5 % и 1,4 % при 50 и 60 мин выдержки белковой паузы в сравнении с аналогичными показателями при 51 °С. Таким образом, в данном случае можно рекомендовать следующие технологические параметры: температура – 51 °С, продолжительность – 50 мин.

При введении в технологию соевого солода необходимо корректировать температурный и временной факторы следующим образом: температуру следует повысить до 55 °С, продолжительность данного этапа затираания увеличить до 60 мин. При этом образуется максимальный выход аминного азота в сусло – 60,5 мг/дм³, что выше на 42,4 % в сравнении с аналогичным показателем при затираании по классическим технологиям (белковая пауза 52 °С, 30 мин). При этом 40 и 50 мин затираания по данной паузе для ячменно-соевого сусла недостаточно, так как после 50 мин наблюдается выраженный выход аминного азота в сусло.

Таким образом, можно рекомендовать следующие режимы затираания:

1) сусло с добавлением пшеничного солода:

52 °С (50 мин) → 63 °С (30 мин) → 70 °С (30 мин) → 72 °С (доосахаривание);

2) сусло с добавлением овсяного солода (с обязательным добавлением цитолитической паузы 40 °С):

40 °С (30 мин) → 51 °С (50 мин) → 63 °С (30 мин) → 70 °С (30 мин) → 72 °С (доосахаривание);

3) сусло с добавлением соевого солода:

55 °С (60 мин) → 63 °С (30 мин) → 70 °С (30 мин) → 72 °С (доосахаривание);

4) полисолодовое сусло без добавления овсяного солода:

52 °С (30 мин) → 55 °С (30 мин) → 63 °С (30 мин) → 70 °С (30 мин) → 72 °С (доосахаривание);

5) полисолодовое сусло с добавлением овсяного солода:

40 °С (30 мин) → 52 °С (30 мин) → 55 °С (30 мин) → 63 °С (30 мин) → 70 °С (30 мин) → 72 °С (доосахаривание).

Оценка механохимического воздействия на сырьевой элемент

Дробление зернового сырья является важной подготовительной стадией в производстве напитков бродильной отрасли. Состав помола, степень измельчения зерна существенным образом влияют на дальнейшее приготовление зернового сусла. От этого зависит выход экстрактивных веществ, качественный и количественный состав веществ в сусле, скорость и качество фильтрации затора. Традиционно зернопродукты измельчают до четырех фракций со следующим размером частиц: шелуха – более 2,2 мм; крупная крупка – 1,0–2,2 мм; мелкая крупка – 0,56–1,0 мм; мука – менее 0,56 мм. Количественный состав каждой фракции также регламентируется, что позволяет повысить выход сухих веществ при затирании и не затруднить процесс фильтрования на традиционном оборудовании варочного аппарата.

Однако при использовании труднорастворимого сырья, в частности с повышенным содержанием некрахмальных полисахаридов, классические установки по помолу зерна приведут к снижению экстракта, следовательно, к снижению выхода готового напитка. В предлагаемой технологии ФЗН к такому сырью относятся ржаной и овсяный солода. В связи с этим предлагается провести более глу-

бокое измельчение данного сырья с целью увеличения биодоступности технологически и функционально значимых веществ.

Перспективным способом измельчения растительного сырья, позволяющим получить помол с размером частиц менее 0,5 мм, является механохимическая обработка. Механохимическое воздействие на твердую структуру растительного сырья обеспечивает подвижность элементов твердого вещества и накопление энергии, необходимой в этот момент для его химического превращения [142]. Данный способ уже на протяжении нескольких десятков лет является популярным в производстве продуктов питания [16; 17; 125; 318; 338; 366; 385; 389; 394].

Использование в пищевой промышленности механохимической обработки сырья ориентировано на следующие направления: измельчение сырья с целью интенсификации технологических процессов его переработки; разрушение клеточных стенок сырья с целью увеличения выхода технологически значимых веществ; механохимическое превращение крахмальных и некрахмальных полисахаридов, в первую очередь целлюлозы, биологически активных веществ и другие.

Использование механохимической деструкции зерна в спиртовой промышленности до размера частиц менее 250 мкм приводило к технологическому и экономическому эффекту производства за счет исключения операции распаривания сырья, снижения расходов на осахаривающие материалы, уменьшения количества образующегося глицерина, в целом увеличения выхода спирта [144; 291]. В производстве пива измельчение ячменного солода таким способом интенсифицировало процесс и увеличивало выход экстракта [143]. Применение механохимической обработки сырья в производстве продукции переработки плодов и ягод обеспечивало больший выход пектинов, аминокислот, витаминов [279] за счет извлечения данных соединений из кожицы растений.

На данном этапе исследований проведена механохимическая обработка ржаного неферментированного солода, полученного на основе сорта «Сибирь», и овсяного солода, произведенного на основе сорта «Гаврош», не подвергшихся стимулированию на стадии солодоращения. На рисунке 78 представлены фрагменты помола зерна с разными размерами частиц от 25 до 500 мкм.

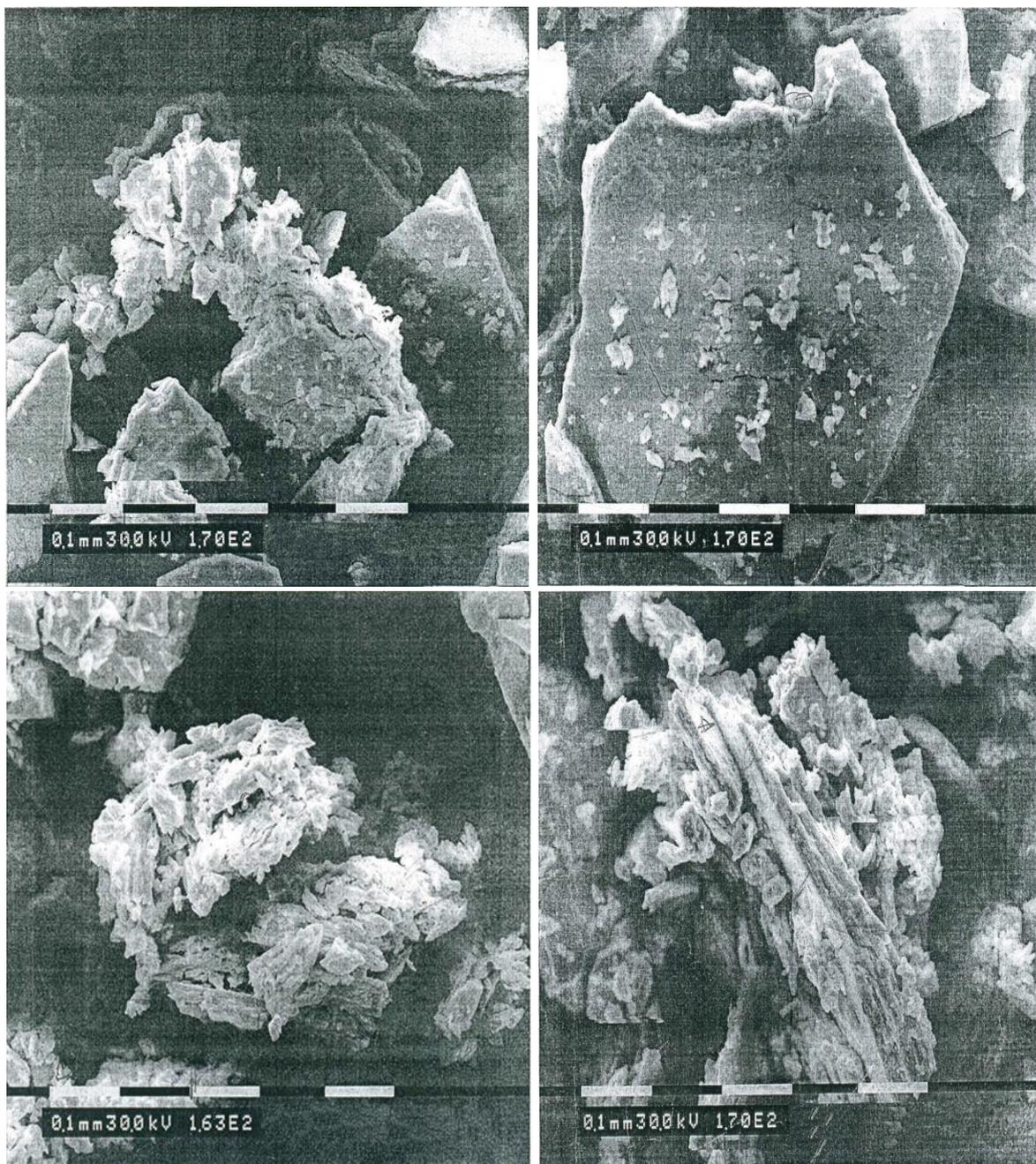


Рисунок 78 – Фрагменты помола зерна с применением механохимического воздействия (1 ед. длины соответствует 100 мкм)

На основе измельченного сырья готовили зерновое сусло, смешивая ржаной и овсяный солод с ячменным солодом обычного помола в разных соотношениях. Затираание проводили по классической траектории, продолжительность каждой паузы затираания составляла 30 мин. В таблице 45 приведен фракционный состав солодового сусла. Максимальное количество вносимого ржаного и овсяного солодов составило 50 % ввиду того, что данные солода в соответствии с предусмотренной технологией ФЗН в большем количестве вносить не планируется.

Таблица 45 – Состав вариантов солодового суслу

Вариант суслу	Содержание солода, % к общей массе зернового сырья		
	ячменный	ржаной	овсяный
1	90	10	–
2	80	20	–
3	70	30	–
4	60	40	–
5	50	50	–
6	90	–	10
7	80	–	20
8	70	–	30
9	60	–	40
10	50	–	50

Все варианты суслу оценивали по показателям содержания сухих веществ, содержанию мальтозы и аминного азота. Данные представлены на рисунках 79–81, контролем служили образцы суслу с аналогичным составом солодов в смеси, полученных обычным помолом зерна (100 % ячменный – суслу, приготовленное полностью на ячменном солоде, служившее в качестве эталона солодового суслу).

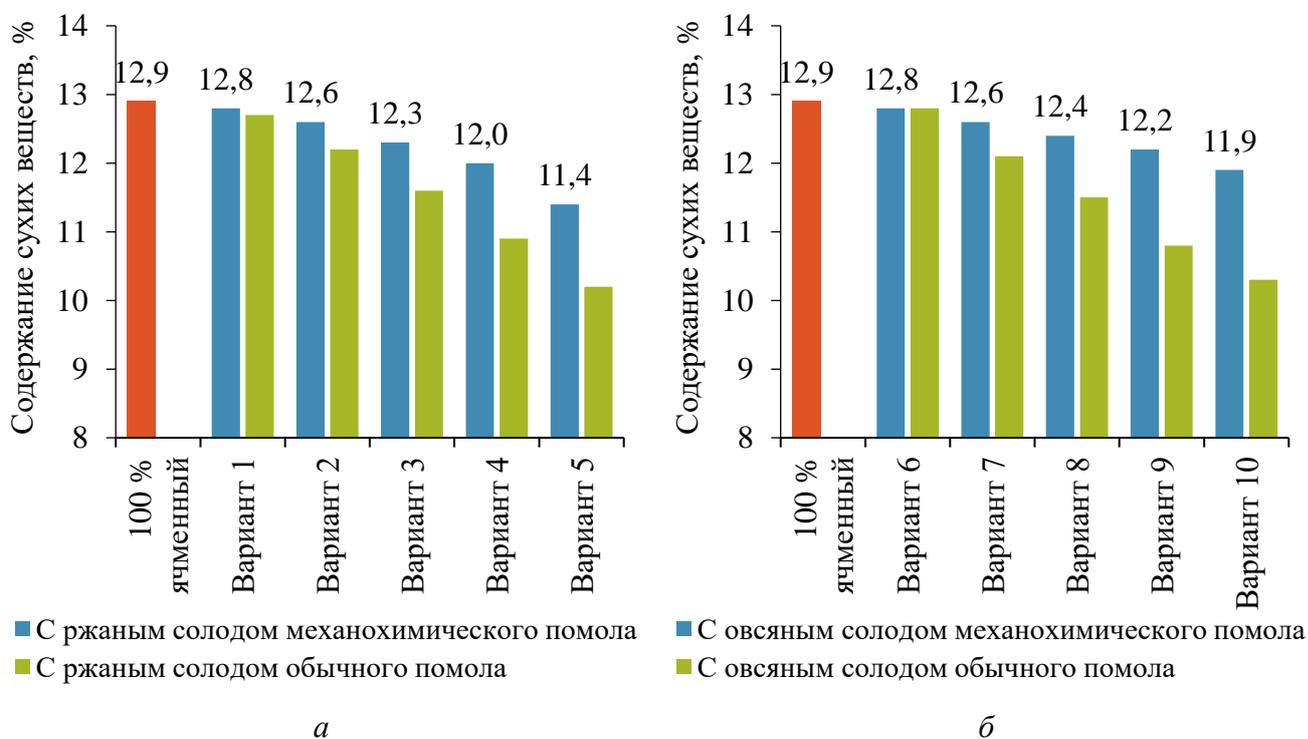


Рисунок 79 – Содержание сухих веществ в суслу при разном соотношении солодов: *а* – ячменного и ржаного; *б* – ячменного и овсяного

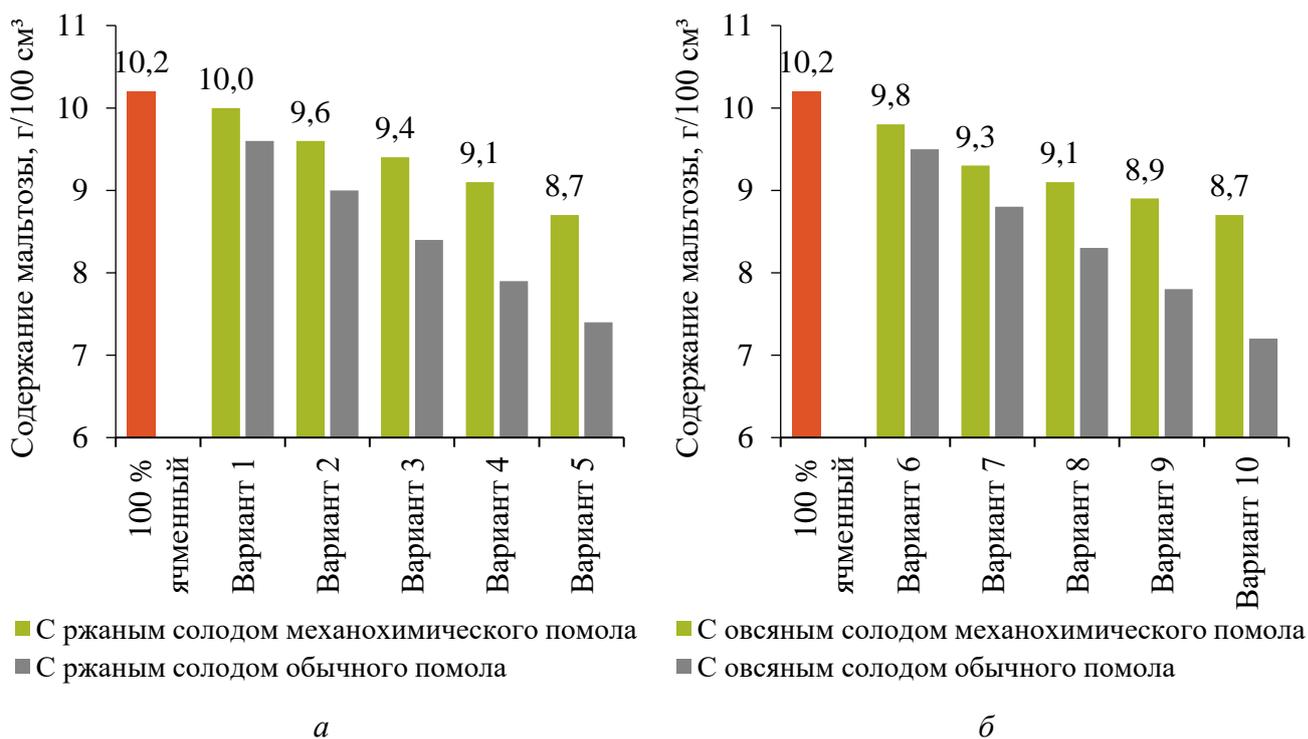


Рисунок 80 – Содержание мальтозы в сусле при разном соотношении солодов:
 а – ячменного и ржаного; б – ячменного и овсяного

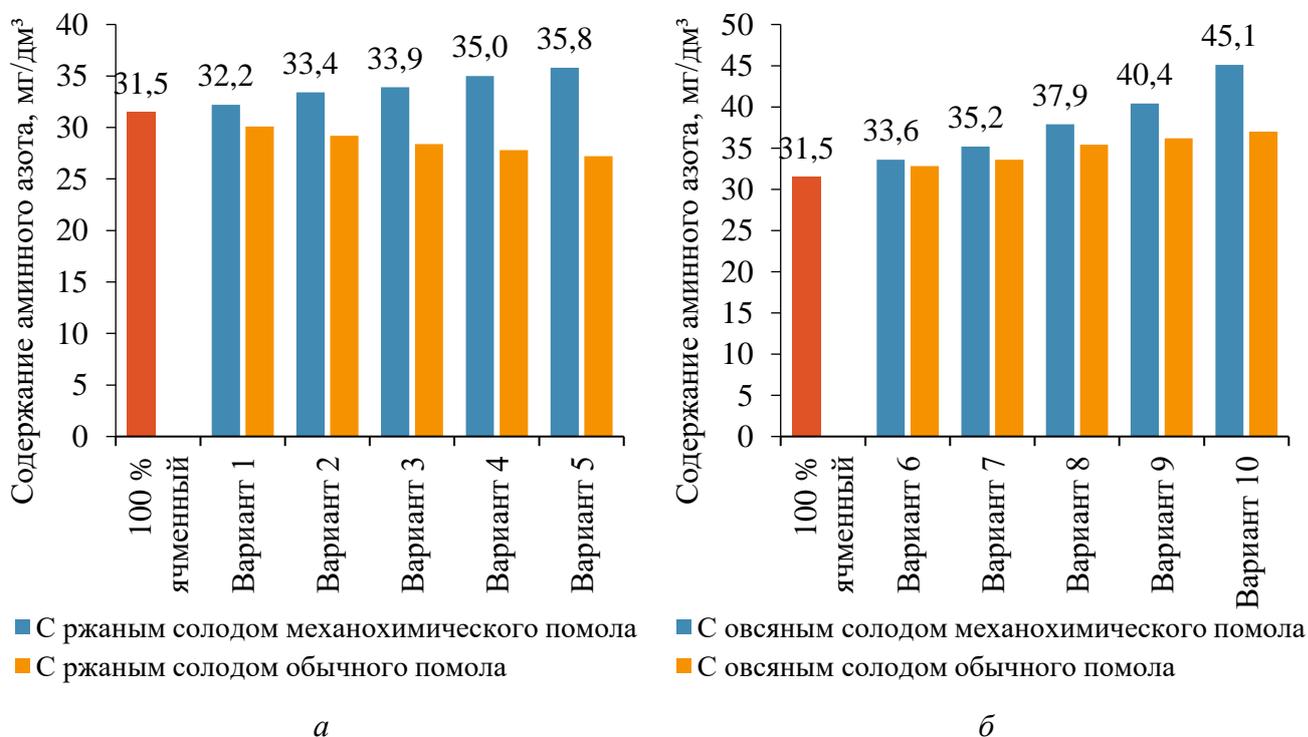


Рисунок 81 – Содержание аминного азота в сусле при разном соотношении солодов:
 а – ячменного и ржаного; б – ячменного и овсяного

Представленные результаты демонстрируют улучшение качественных показателей сусла в обоих случаях: и при использования ржаного солода, и при добавлении к ячменному солоду овсяного. В целом внесение ржаного и овсяного солодов приводит к снижению содержания сухих веществ и мальтозы в частности, что обусловлено химическим составом добавляемого сырья. Однако на примере контрольных вариантов при смешивании солодов обычного помола снижение данных показателей менее выражено. Разница в экстрактивности ячменно-ржаного сусла опытного и контрольного вариантов при соотношении сырья 50:50 составляет 1,2 % (в абсолютном выражении), а ячменно-овсяного при том же соотношении и сравнении – 1,6 %. При этом содержание мальтозы в данных образцах сусла выше на 17,6 % для ячменно-ржаного образца и на 20,8 % для ячменно-овсяного.

Что касается выхода аминного азота, то, в отличие от мальтозы, накопление аминокислотной фракции происходит более выражено при добавлении ржаного или овсяного солодов, даже при обычном помоле. Использование механохимической обработки солодов позволяет усилить выход данных соединений. Так, при максимальном внесении (50 %) ржаного солода механохимического помола содержание аминного азота в сусле увеличивается на 31,6 %, при использовании овсяного солода – на 21,9 %.

Таким образом, предлагаемая механохимическая обработка солода позволяет улучшить качественные показатели зернового сусла, а следовательно, интенсифицировать процесс приготовления сусла для ФЗН.

Концентрирование сусла для ФЗН

С целью сохранения приобретенных свойств сусла для оптимизации производства ФЗН предлагается способ получения концентрата сусла (КС) на основе сусла, полученного из смеси традиционного и нетрадиционных солодов на примере тех же экспериментальных вариантов модельного сусла. Согласно предлагаемой технологии фильтрованное сусло опаривается на упаривание в трехступенчатую вакуум-выпарную установку с последующей термообработкой КС в реакторе с обогревом при температуре 110–112 °С не более 20 мин с целью сохранения аминокислот.

Концентрирование суслу позволит вырабатывать полуфабрикат ФЗН, использование которого в производстве напитков упростит технологическую линию, сократит производственные затраты на приготовление зернового суслу. Для использования КС в технологии необходимо разбавить концентрат подготовленной водой до содержания сухих веществ ($8,0 \pm 0,1$) %. В таблице 46 приведены приоритетные показатели КС и получаемого после разбавления из него суслу.

Таблица 46 – Показатели качества суслу до концентрирования, КС и суслу после разбавления КС

Показатель	Содержание в объекте		
	Исходное суслу	Концентрированное суслу (КС)	Суслу после разбавления КС
Ячменно-пшеничное			
Массовая доля сухих веществ, %	$12,30 \pm 0,24$	$75,1 \pm 1,46$	$8,00 \pm 0,10$
Кислотность, к. ед.	$1,56 \pm 0,02$	$16,00 \pm 0,03$	$1,24 \pm 0,02$
Содержание аминного азота, мг/дм ³	$36,60 \pm 0,73$	$33,90 \pm 0,54^*$	$25,40 \pm 0,60$
Ячменно-овсяное			
Массовая доля сухих веществ, %	$11,80 \pm 0,22$	$74,6 \pm 1,56$	$8,00 \pm 0,10$
Кислотность, к. ед.	$1,74 \pm 0,02$	$16,10 \pm 0,33$	$1,63 \pm 0,02$
Содержание аминного азота, мг/дм ³	$39,10 \pm 1,24$	$34,10 \pm 0,58^*$	$27,2 \pm 0,70$
Ячменно-соевое			
Массовая доля сухих веществ, %	$11,30 \pm 0,20$	$74,10 \pm 1,49$	$8,00 \pm 0,10$
Кислотность, к. ед.	$1,82 \pm 0,02$	$16,10 \pm 0,33$	$1,75 \pm 0,02$
Содержание аминного азота, мг/дм ³	$45,9 \pm 1,4$	$34,2 \pm 0,6^*$	$29,1 \pm 0,8$
Примечание – * мг/100 г.			

Из представленных данных видно, что полученное суслу после разведения КС (до содержания сухих веществ по принятой технологии 8,0 %) содержит в высоком количестве аминокислотную азотистую фракцию, в результате термообработки КС содержание аминного азота в суслу в сравнении с исходным суслу снижается на ($10,0 \pm 1,6$) % (в сравнении с исходным 8 %-м суслу). Таким образом, для совершенствования технологии ФЗН, в случае отсутствия возможности производства напитков на зерновом сырье, можно рекомендовать использовать

концентрированное сусло для ферментирования с предварительным разведением до требуемого содержания сухих веществ, это позволит снизить возможные технологические или агротехнические риски.

6.1.2 Анализ факторов, формирующих нутриентный состав ферментированных зерновых напитков на стадии ферментации суслу

Стадия брожения (ферментация суслу) является отличительной стадией для данной группы напитков среди всех безалкогольных. Элементарный состав готового напитка при одном и том же используемом сырье может быть изменчив, нестандартен. Инвариантность нутриентного состава напитков брожения обеспечивается регламентированием и соблюдением точных технологических параметров данной стадии. Основными факторами, влияющими на химический состав ФЗН, являются:

- технологические – температура брожения и продолжительность;
- вид сбраживающих микроорганизмов и норма их задачи.

С точки зрения реализации модульно-алгоритмического подхода к производству ФЗН на данной стадии алгоритмическими элементами следует оставить классическую температуру брожения, традиционно принятую при сбраживании кваса, и оборудование – бродильный аппарат, также стандартный аппарат, используемый в производстве напитков брожения типа кваса.

Одной из задач диссертационного исследования являлась оценка возможности использования нетрадиционных для производства ФЗН сбраживающих микроорганизмов, подбор для них оптимальных условий ферментации, исследование влияния каждого из них на процесс брожения и физиологическое состояние дрожжей. В качестве сбраживающей микрокультуры согласно предлагаемой концепции отобраны следующие виды дрожжей (все вида *Saccharomyces cerevisiae*):

– первая группа: сухие хлебопекарные дрожжи «Fermipan brown», «Nevada», «Saf-instant», «Saf-levur», «Hasmaya» и «Angel»;

– вторая группа: сухие пивные дрожжи «Saflager S-23» и «Saflager W-34/70».

Стандартные и технологически важные физико-химические показатели дрожжей представлены в таблице 47. Ключевыми показателями являлись показатели ферментативной активности.

Оценка качества сухих дрожжей показала, что их влажность имеет удовлетворительные стандарту значения. Это может обеспечить сохранность их качества при хранении, что является одним из наиболее важных преимуществ использования сухих дрожжей по сравнению с прессованными. При этом не все образцы анализируемых объектов имеют удовлетворяющую нормам подъемную силу. Прежде всего, данное отклонение имеет отношение к дрожжам «Nevada» и «Saf-levur».

В большей степени интерес представляли результаты ферментативной активности дрожжей. Как правило, при качественном анализе дрожжей, используемых для сбраживания зернового суслу в бродильных производствах, оценивают зимазную и мальтазную активности, уровень которых для дрожжей отличного качества должен быть не менее 55 и 8 ед/г соответственно.

Из таблицы 47 видно, что все дрожжи – и хлебопекарные, и пивные – соответствуют отличному качеству по данным показателям. Тем не менее отмечено, что хлебопекарные дрожжи обладают большей зимазной активностью в сравнении с пивными дрожжами, пивные дрожжи отличаются более высокой мальтазной активностью при том же сравнении. При этом наибольшей зимазной активностью отличаются хлебопекарные дрожжи торговых марок «Nevada» и «Angel», мальтазная активность пивных дрожжей находится примерно на одном уровне.

Исследования по возможности использования предложенных сбраживающих культур проводились по трем образцам суслу: на основе ячменного и ржаного (50:50 неферментированного и ферментированного) солодов с добавлением в первом случае пшеничного солода, во втором и третьем соответственно овсяного и соевого солодов.

Таблица 47 – Физико-химические показатели сухих хлебопекарных и пивных дрожжей

Показатель	Торговая марка дрожжей (штамм)							
	«Fermipan brown»	«Nevada»	«Saf-instant»	«Saf-levur»	«Has-maya»	«Angel»	«Saflager S-23»	«Saflager W-34/70»
Массовая доля влаги, %	5,30 ± 0,11	2,70 ± 0,05	4,50 ± 0,09	5,10 ± 0,10	4,80 ± 0,10	4,30 ± 0,09	5,20 ± 0,10	5,60 ± 0,11
Подъемная сила, мин	59,4 ± 1,5	87,6 ± 2,2	38,5 ± 1,0	72,6 ± 1,8	66,4 ± 1,3	68,2 ± 1,6	–	–
Количество клеток в 1 г дрожжей, млн	62,3·10 ⁹	27,8·10 ⁹	16,9·10 ⁹	14,0·10 ⁹	28,9·10 ⁹	26,7·10 ⁹	32,1·10 ⁹	35,8·10 ⁹
Зимазная активность:								
ед/г	133,1 ± 3,9	265,4 ± 7,9	43,5 ± 1,3	153,2 ± 4,6	146,9 ± 4,4	184,5 ± 5,5	85,6 ± 2,6	98,4 ± 2,9
ед·10 ⁻³ / млн кл.	2,14 ± 0,06	9,55 ± 0,31	2,57 ± 0,08	10,94 ± 0,33	5,08 ± 0,15	6,91 ± 0,21	2,67 ± 0,08	2,75 ± 0,08
Мальтазная активность:								
ед/г	12,80 ± 0,38	8,61 ± 0,26	10,12 ± 0,30	11,42 ± 0,34	10,41 ± 0,31	10,60 ± 0,32	16,84 ± 0,51	18,20 ± 0,55
ед·10 ⁻³ / млн кл.	0,21 ± 0,01	0,31 ± 0,01	0,60 ± 0,02	0,81 ± 0,02	0,36 ± 0,01	0,40 ± 0,01	0,52 ± 0,02	0,51 ± 0,02

Компонентный состав зернопродуктов представлен в таблице 48 (отобранные ранее варианты сусла). Контролем служил классический вариант сусла, приготовленный на основе ячменного и ржаного солодов.

Таблица 48 – Компонентный состав вариантов сусла

Вариант сусла	Содержание солода*, % к общей массе зернового сырья				
	ячменный	пшеничный	овсяный	соевый	ржаной
1	50	50	–	–	–
2	60	–	40	–	–
3	60	–	–	40	–
Контроль	50	–	–	–	50

Примечание – * Ржаной солод в зерносмеси состоял из смеси 1:1 ржаного неферментированного солода и ржаного ферментированного солодов, полученных из сорта «Сибирь» с применением ферментного препарата «Бирзим БГ». Ячменный, пшеничный, овсяный и соевый – солода, используемые в экспериментах ранее (параграф 6.1).

Оценку влияния используемых дрожжей на процесс ферментации сусла оценивали по качественным показателям сбраживаемого сусла и по физиологическому состоянию микроорганизмов в процессе брожения. В первом случае контрольными индикаторами служили визуально определяемые характеристики сбраживаемого сусла, на данном этапе, прежде всего, оценивали насыщенность углекислым газом (наличие пузырьков газа, их активное состояние, образование пены), а также массовую долю сухих веществ, во втором – общее количество дрожжевых клеток и процент мертвых из них.

Зерновое сусло всех опытных и контрольного вариантов готовили аналогично приготовлению модельных вариантов сусла, затирание проводили по индивидуальным схемам, разработанным для каждого случая в зависимости от используемого сырья, контрольный вариант – по классической технологии (каждая температурная пауза затирания – по 30 мин).

После охлаждения сусло доводили до одинаковой концентрации сухих веществ – $(8,0 \pm 0,1) \%$. Дрожжи перед введением в сусло подвергали обводнению (растворяли в подготовленной воде и выдерживали в течение 1 ч при температуре

30 °С). Сбраживание проводили при классической температуре брожения 28–30 °С течение 24 ч. Норма введения дрожжей составили 16 млн кл/см³ (при классической технологии норма введения дрожжей составляет 16–20 млн кл/см³). Результаты исследования представлены на рисунках 82–90. Контролем служил вариант суслу, сброженный сухими хлебопекарными дрожжами «Saf-instant».

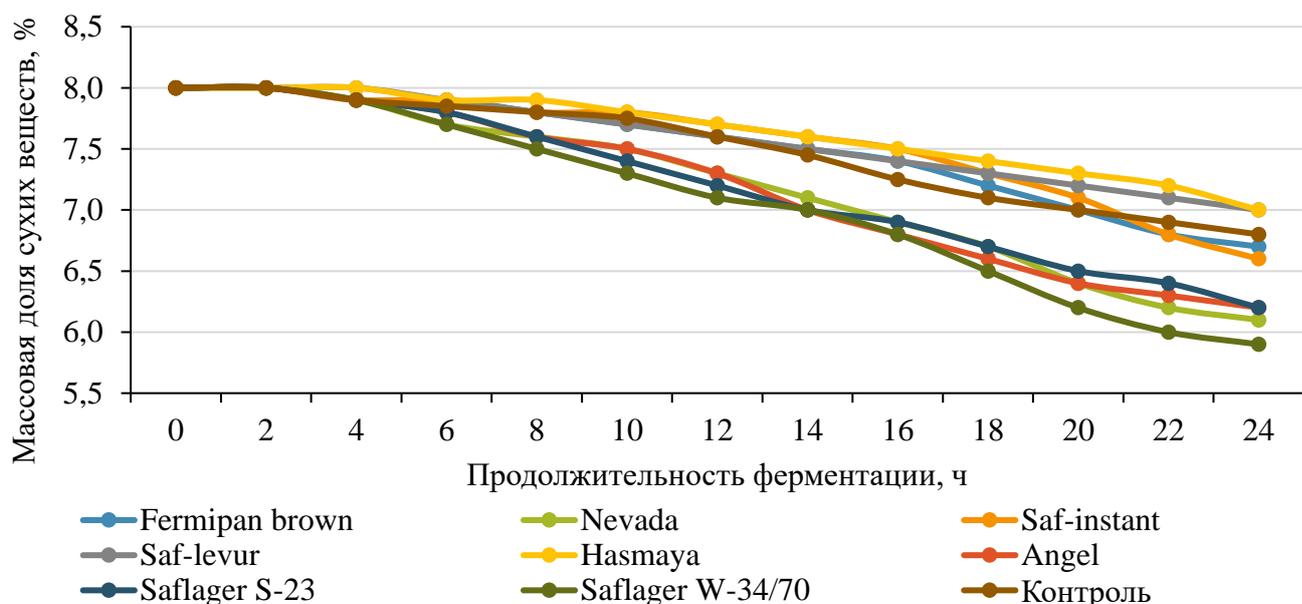


Рисунок 82 – Динамика массовой доли сухих веществ при ферментации суслу варианта 1 (с добавлением пшеничного солода)

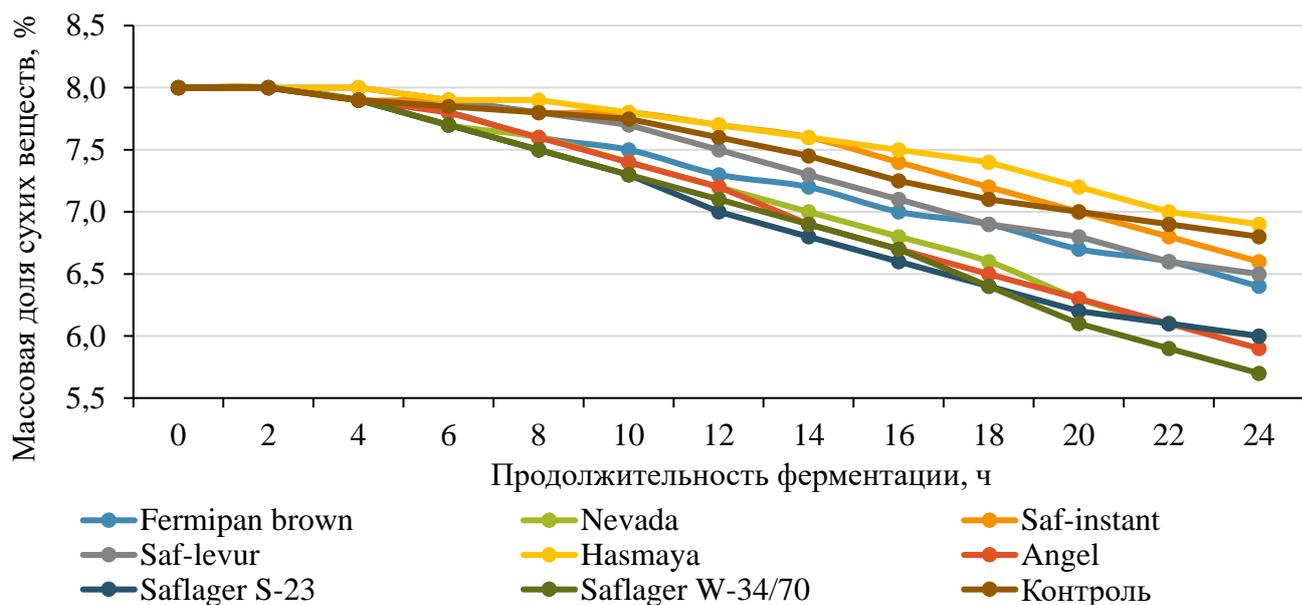


Рисунок 83 – Динамика массовой доли сухих веществ при ферментации суслу варианта 2 (с добавлением овсяного солода)

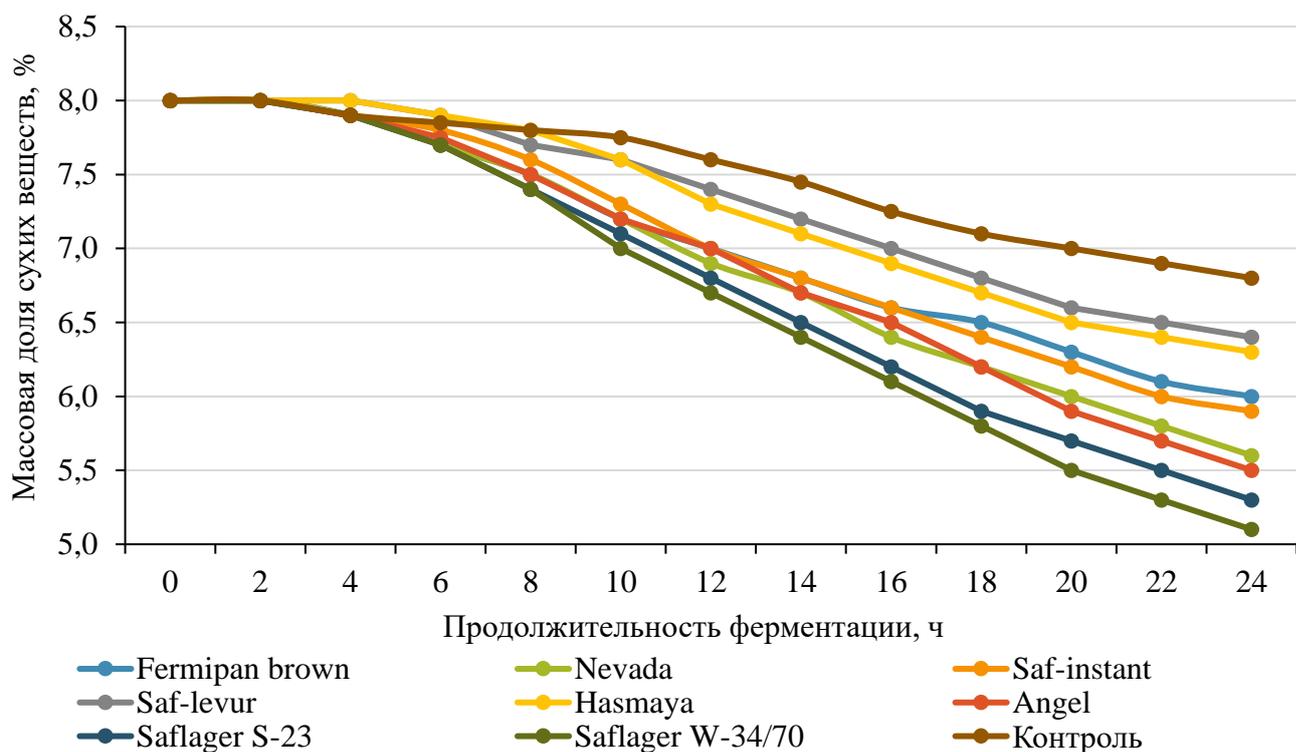


Рисунок 84 – Динамика массовой доли сухих веществ при ферментации сусла варианта 3 (с добавлением соевого солода)

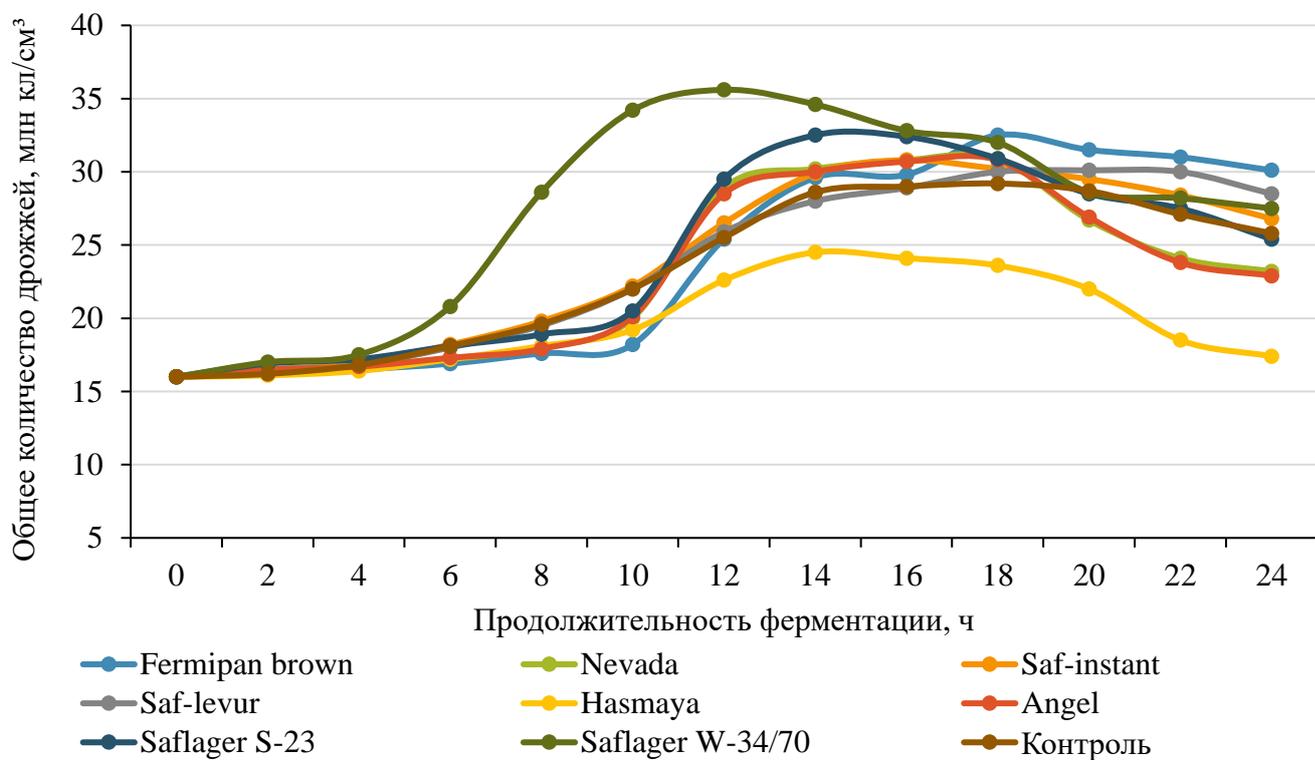


Рисунок 85 – Накопление дрожжевой биомассы при ферментации сусла варианта 1 (с добавлением пшеничного солода)

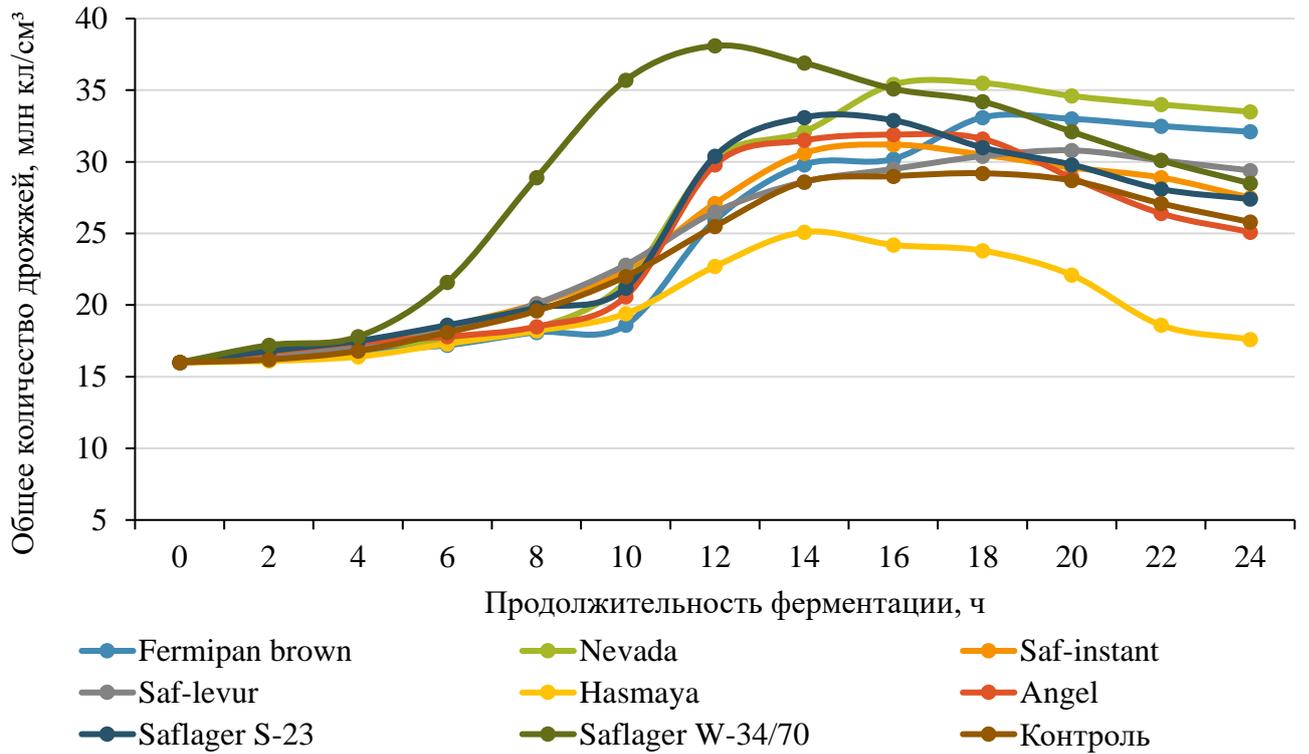


Рисунок 86 – Накопление дрожжевой биомассы при ферментации сула варианта 2 (с добавлением овсяного солода)

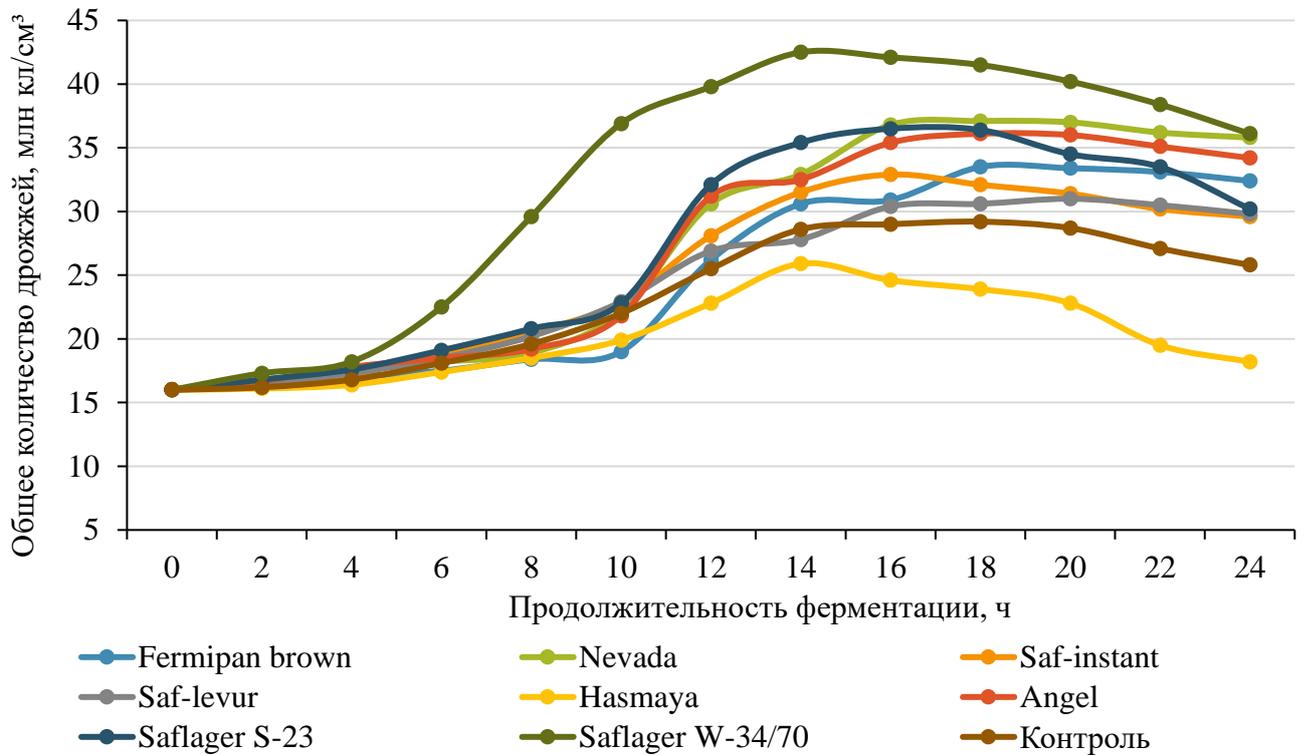


Рисунок 87 – Накопление дрожжевой биомассы при ферментации сула варианта 3 (с добавлением соевого солода)

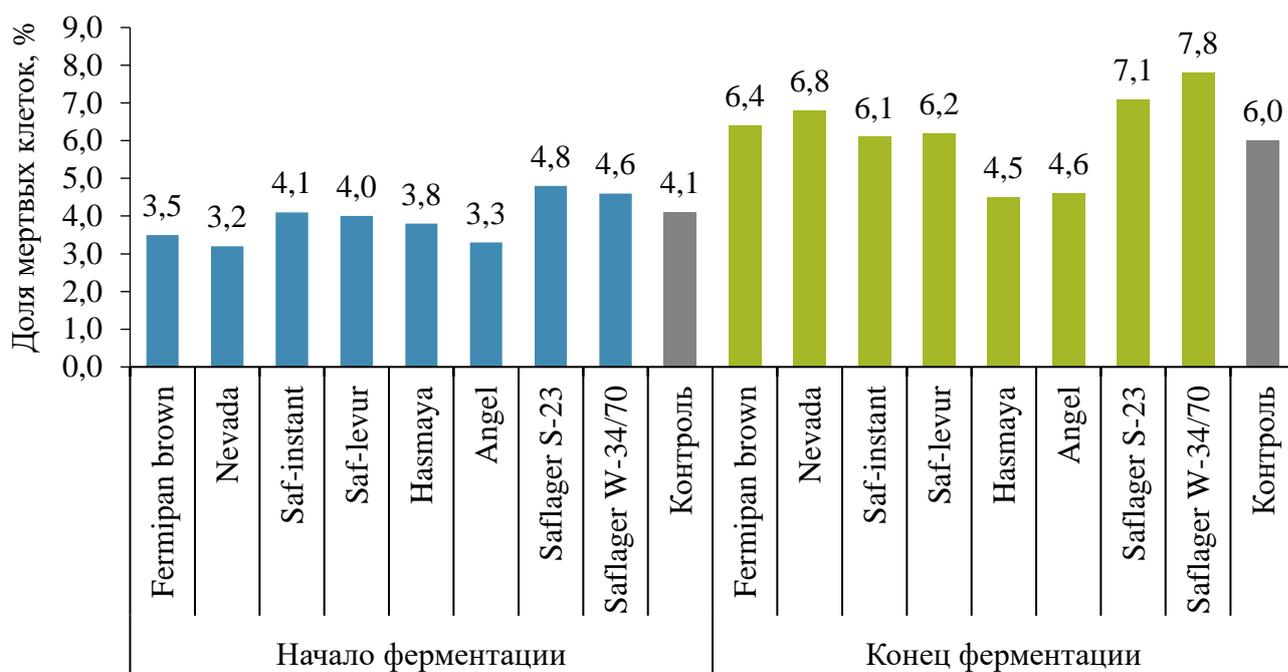


Рисунок 88 – Накопление мертвых дрожжевых клеток в течение ферментации сусле варианта 1 (с добавлением пшеничного солода)

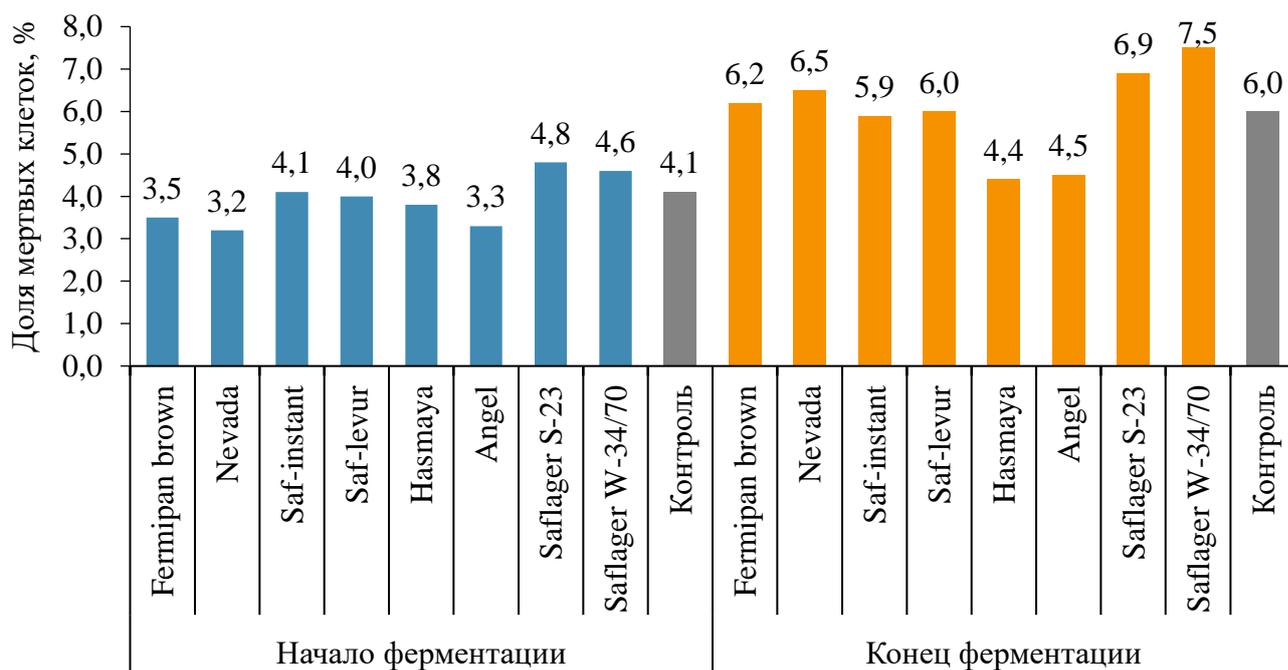


Рисунок 89 – Накопление мертвых дрожжевых клеток в течение ферментации сусле образца 2 (с добавлением овсяного солода)

Представленные данные демонстрируют возможность использования для сбраживания зернового сусле, в том числе с добавлением нетрадиционного сырья, в частности, овсяного и соевого солодов, сухих микроорганизмов, как хлебопекарных, так и пивных дрожжей.

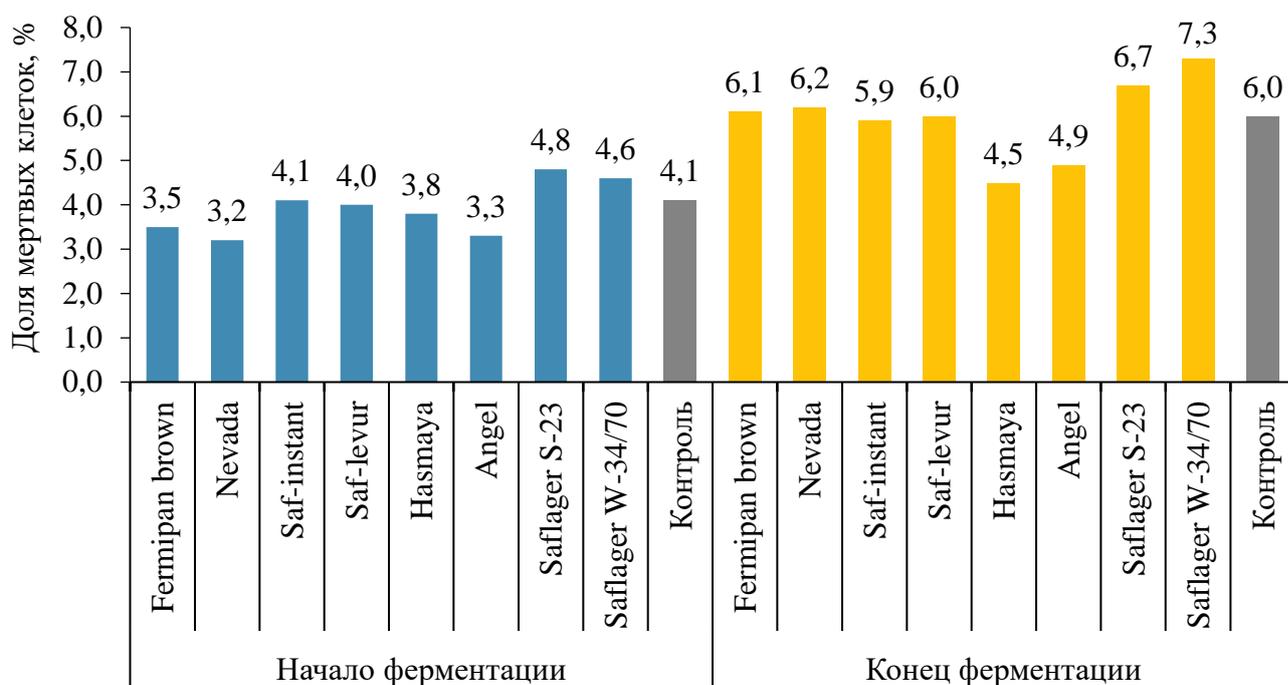


Рисунок 90 – Накопление мертвых дрожжевых клеток в течение ферментации сусла варианта 3 (с добавлением соевого солода)

Сравнивая между собой бродильную активность хлебопекарных дрожжей, интенсивность сбраживания ими сусла, следует отметить, что наиболее активными дрожжевыми культурами во всех случаях ферментации являлись дрожжи торговых марок (штаммов) «Nevada» и «Angel», немного уступали им дрожжи марок «Saf-Instant» и «Fermipan brown». Более интенсивно брожение проходило с этими же дрожжами в варианте 3, с добавлением соевого солода, вероятно, ввиду большего содержания в нем аминного азота. В сравнении с контрольным вариантом образцы сула с использованием нетрадиционных солодов сбраживались более интенсивно, особенно при использовании пивных дрожжей.

Что касается физиологического развития данных дрожжей, то, как видно из рисунков 85–87, накопление дрожжевой биомассы для дрожжей «Nevada» и «Angel» протекало практически одинаково, максимальное содержание клеток приходилось на 14–18 ч брожения. Дрожжи марки «Fermipan brown» набирали максимальную биомассу к 18 ч, дрожжи «Saf-Instant» – к 16 ч, при этом с меньшим количеством дрожжевых клеток. Видимо, данным дрожжам требуется больше времени на адаптацию к среде. К концу ферментации концентрация дрожжевых клеток во всех случаях снижалась, увеличивалось содержание мертвых клеток.

При оценке влияния компонентного состава суслу на процесс ферментации предложенными микроорганизмами отмечена общая тенденция более динамичного развития дрожжевой биомассы, ускорение сбраживания суслу в образцах с содержанием нетрадиционных солодов, обогащенных аминокислотами, в сравнении между собой и с контрольным вариантом.

Кроме этого, проведенный эксперимент показал возможность использования при брожении солодового суслу нетрадиционного состава сухих пивных дрожжей, являющихся популярными в производстве пива и часто встречающихся на пивобезалкогольных предприятиях. Более интенсивно процесс ферментации проходил с использованием пивных дрожжей «Saflager W-34/70», что отмечено и по скорости брожения (убыли сухих веществ), по накоплению дрожжевой биомассы к 12–14 ч сбраживания. При этом, хотя активность жизнедеятельности второго вида пивных дрожжей «Saflager S-23» немного уступала дрожжам «Saflager W-34/70», в целом данные дрожжи позволяли сбродить все три вида солодового суслу за одно время, что и хлебопекарные «Nevada» и «Angel», при этом на несколько часов быстрее, чем сухие хлебопекарные дрожжи «Saf-instant» – контрольный вариант суслу. Это, в свою очередь, свидетельствуют о благоприятном составе среды для активной жизнедеятельности используемых пивных дрожжей.

Накопление мертвых дрожжевых клеток, о чем свидетельствуют результаты, представленные на рисунках 6.23–6.25, происходило типично для данного процесса. Отмечено только, что к концу брожения больше мертвых клеток наблюдалось при сбраживании суслу пивными дрожжами. Возможно, это связано с достаточно большой продолжительностью ферментации суслу данными микроорганизмами.

В связи с тем, что с органолептической точки зрения все образцы имели достаточно близкие характеристики (чуть позже и менее интенсивно выделялся углекислый газ при брожении суслу дрожжами «Saf-instant», «Насмауа» и «Saflevur» в сравнении с другими дрожжами), определяющим фактором выбора дрожжей, предлагаемых к использованию в производстве ФЗН, остается в данном случае технологический фактор – технологические характеристики процесса бро-

жения и физиологическое состояние дрожжей. Таким образом, к использованию в технологии ФЗН предлагаются следующие микроорганизмы:

- хлебопекарные дрожжи «Nevada» и «Angel»;
- пивные дрожжи «Saflager S-23» и «Saflager W-34/70».

Следующим этапом данного блока эксперимента было определение оптимальной нормы внесения дрожжей при сбраживании. В ходе предыдущего эксперимента отмечено, что даже в случае использования интенсивных дрожжей не всегда наблюдалась требуемая степень снижения массовой доли сухих веществ (на 2,0–2,2 %). В связи с этим проведено дополнительное исследование возможности интенсификации процесса ферментации отобранными дрожжами при более высоких концентрациях их введения. С этой целью дрожжи вносили для сравнения в трех дозировках: 1-й вариант – 16 млн кл/см³; 2-й вариант – 20 млн кл/см³; 3-й вариант – 25 млн кл/см³. Динамика сбраживания представлена на рисунках 91–93.

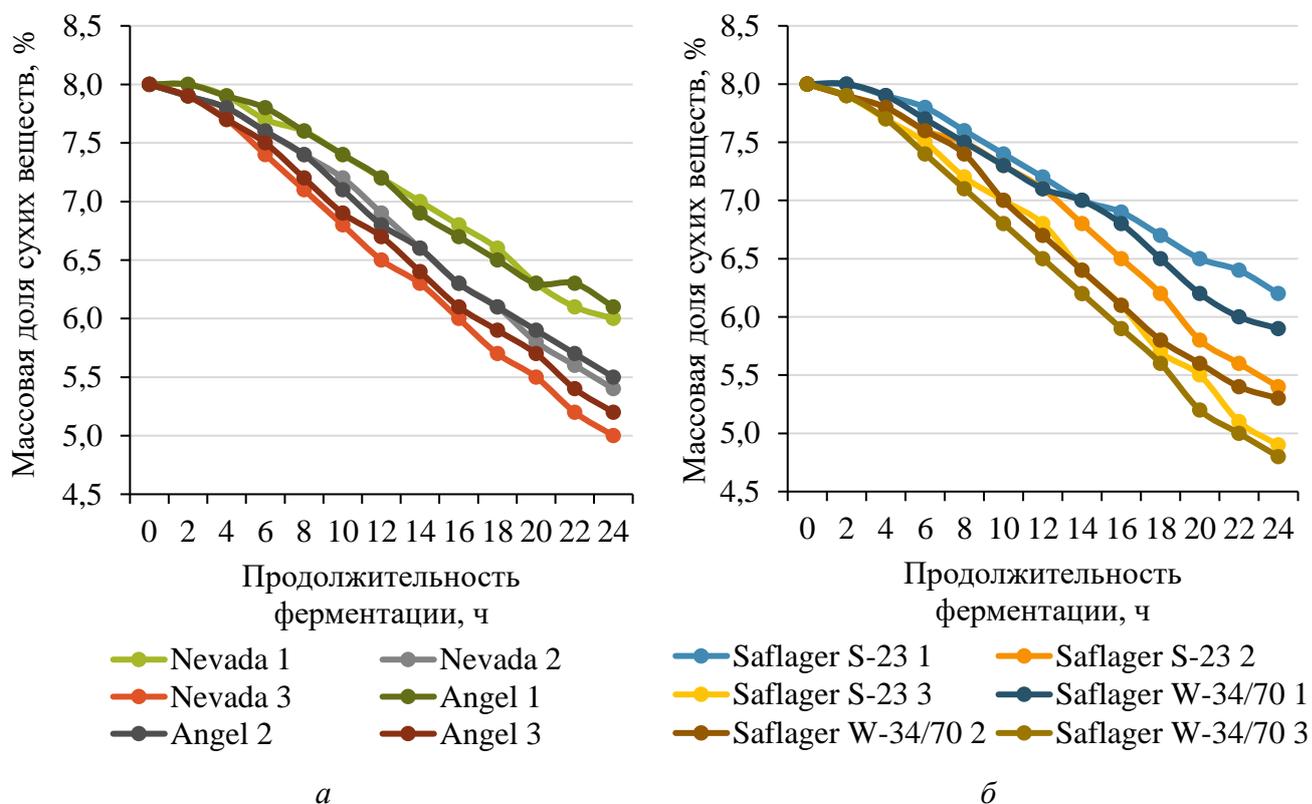


Рисунок 91 – Динамика массовой доли сухих веществ в сусле варианта 1 (с добавлением пшеничного солода) при ферментации хлебопекарными (а) и пивными (б) дрожжами в разной дозировке

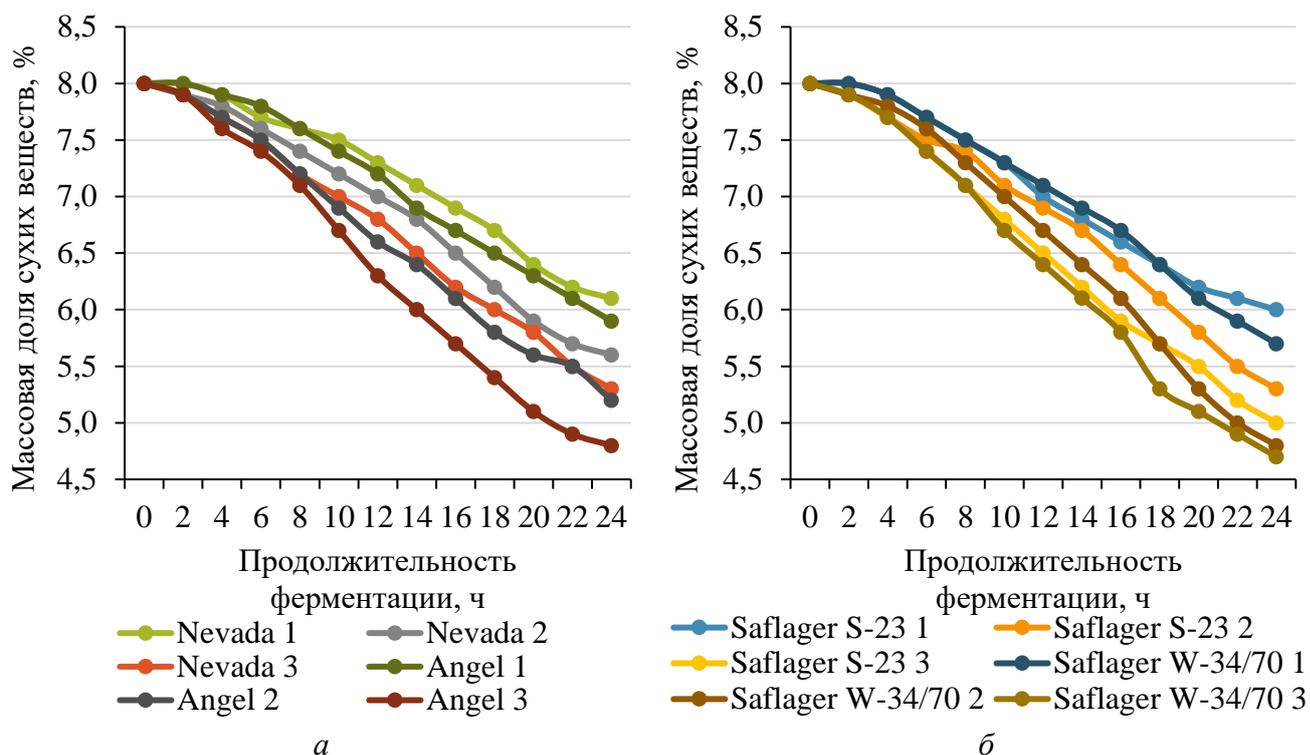


Рисунок 92 – Динамика массовой доли сухих веществ в сусле варианта 2 (с добавлением овсяного солода) при ферментации хлебопекарными (а) и пивными (б) дрожжами в разной дозировке

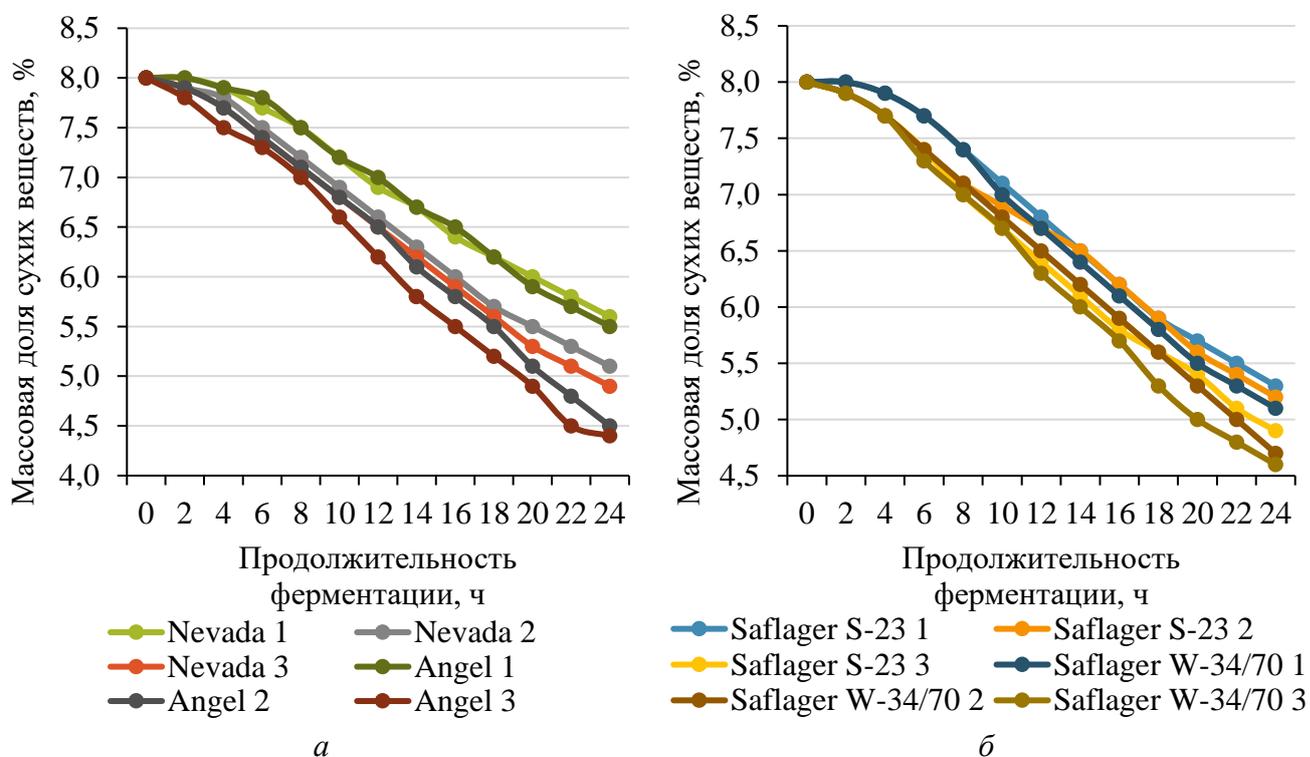


Рисунок 93 – Динамика массовой доли сухих веществ в сусле варианта 3 (с добавлением соевого солода) при ферментации хлебопекарными (а) и пивными (б) дрожжами в разной дозировке

Полученные данные свидетельствуют о том, что увеличение нормы внесения дрожжей в целом интенсифицирует процесс ферментации, ускоряет сбраживание экстрактивных веществ зернового суслу всех трех вариантов.

При сбраживании варианта 1 солодового суслу хлебопекарными дрожжами норма внесения микроорганизмов 16 млн кл/см^3 предопределяет процесс брожения до 5,8–6,0 % (с. в.) продолжительностью более чем 24 ч, отведенные в исследовании. Повышение дозировки дрожжей до 20 млн кл/см^3 позволяет сократить процесс до 20–22 ч, до 25 млн кл/см^3 – до 18–20 ч. Использование в данном эксперименте пивных дрожжей в концентрации 16 млн кл/см^3 на момент внесения в случае дрожжей «Saflager W-34/70» может сбродить сусло до требуемого содержания экстракта за 24 ч, для дрожжей «Saflager S-23» данного периода недостаточно. Увеличение дозировки до 20 млн кл/см^3 в первом случае сокращает продолжительность сбраживания до 18 ч, во втором – до 20 ч. Максимальная дозировка внесения дрожжей позволяет добиться требуемого результата ферментации за 16 и 18 ч соответственно для дрожжей «Saflager W-34/70» и «Saflager S-23».

Исследование сбраживания варианта 2 суслу имеет аналогичную тенденцию, как и при сбраживании суслу 1. Норма внесения дрожжей 16 млн кл/см^3 только в случае использования хлебопекарных дрожжей «Angel» и пивных «Saflager W-34/70» за отведенный период позволяет сбродить сусло на 2,1 % и 2,3 % соответственно. Только при увеличении концентрации вносимых микроорганизмов можно сократить продолжительность брожения: при дозировке 20 млн кл/см^3 – на 2–6 ч при сбраживании хлебопекарными дрожжами (в большей степени при внесении дрожжей «Angel») и на 4–6 ч при сбраживании пивными дрожжами (в большей степени при внесении дрожжей «Saflager W-34/70»); при дозировке 25 млн кл/см^3 – в среднем на 6 ч хлебопекарными и на 8 ч пивными дрожжами.

Анализ исследования сбраживания варианта 3 суслу позволяет сделать следующие выводы. Так же, как и в предыдущих случаях, увеличение нормы внесения дрожжей в сусло во всех случаях сокращает продолжительность процесса ферментации. При этом отличительным моментом данного сбраживания является тот факт, что даже минимальной концентрации вносимых микроорганизмов достаточно, чтобы сбродить сусло с добавлением соевого солода за 20–22 ч хлебо-

пекарными и 18 ч пивными дрожжами. Это, естественно, объясняется отличием химического состава суслу от других вариантов с добавлением пшеничного и овсяного солодов – содержанием большего количества аминокислот. Увеличение нормы внесения дрожжей до 20 млн кл/см³ сокращает продолжительность брожения на 6–8 ч хлебопекарными и пивными дрожжами. Максимальная дозировка дрожжей 25 млн кл/см³ сокращает продолжительность во всех случаях еще на 2 ч.

Динамика накопления дрожжевой биомассы, количество мертвых клеток, изменяющиеся в процессе брожения, приведены на рисунках 6.29-6.34:

– «Nevada 1», «Angel 1», «Saflager S-23 1», «Saflager W-34/70 1» – норма дрожжей 16 млн кл/см³;

– «Nevada 2», «Angel 2», «Saflager S-23 2», «Saflager W-34/70 2» – норма дрожжей 20 млн кл/см³;

– «Nevada 3», «Angel 3», «Saflager S-23 3», «Saflager W-34/70 3» – норма дрожжей 25 млн кл/см³.

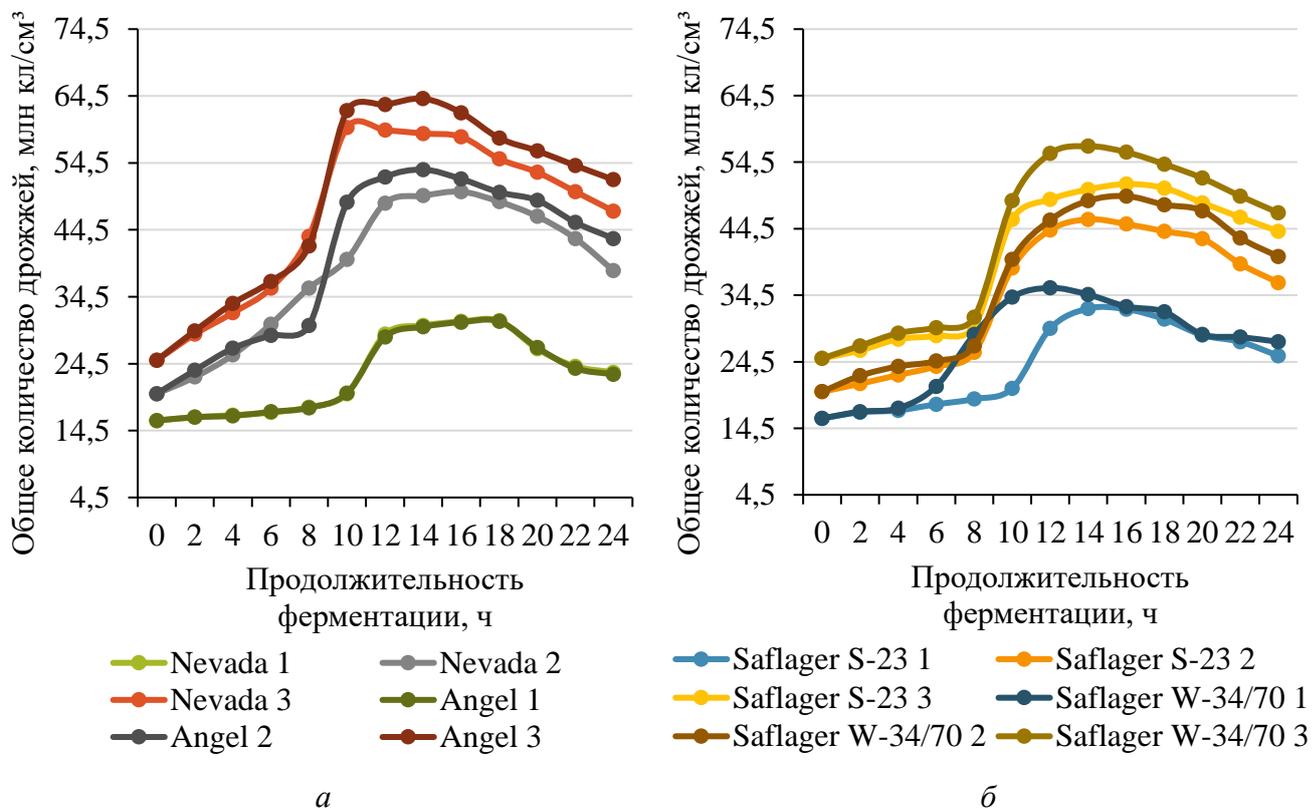


Рисунок 94 – Динамика накопления дрожжей в сусле варианта 1 при ферментации хлебопекарными (а) и пивными (б) дрожжами в разной дозировке

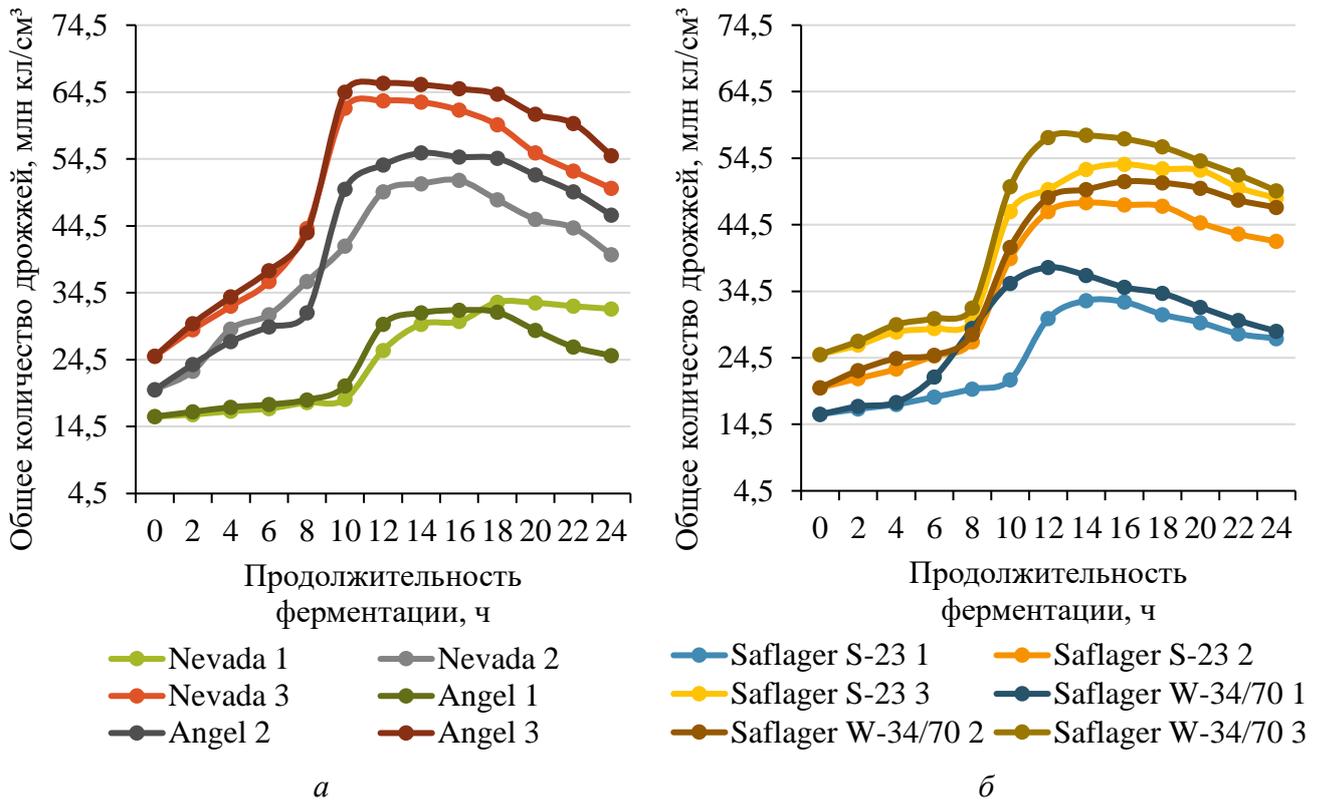


Рисунок 95 – Динамика накопления дрожжей в сусле варианта 2 при ферментации хлебопекарными (а) и пивными (б) дрожжами в разной дозировке

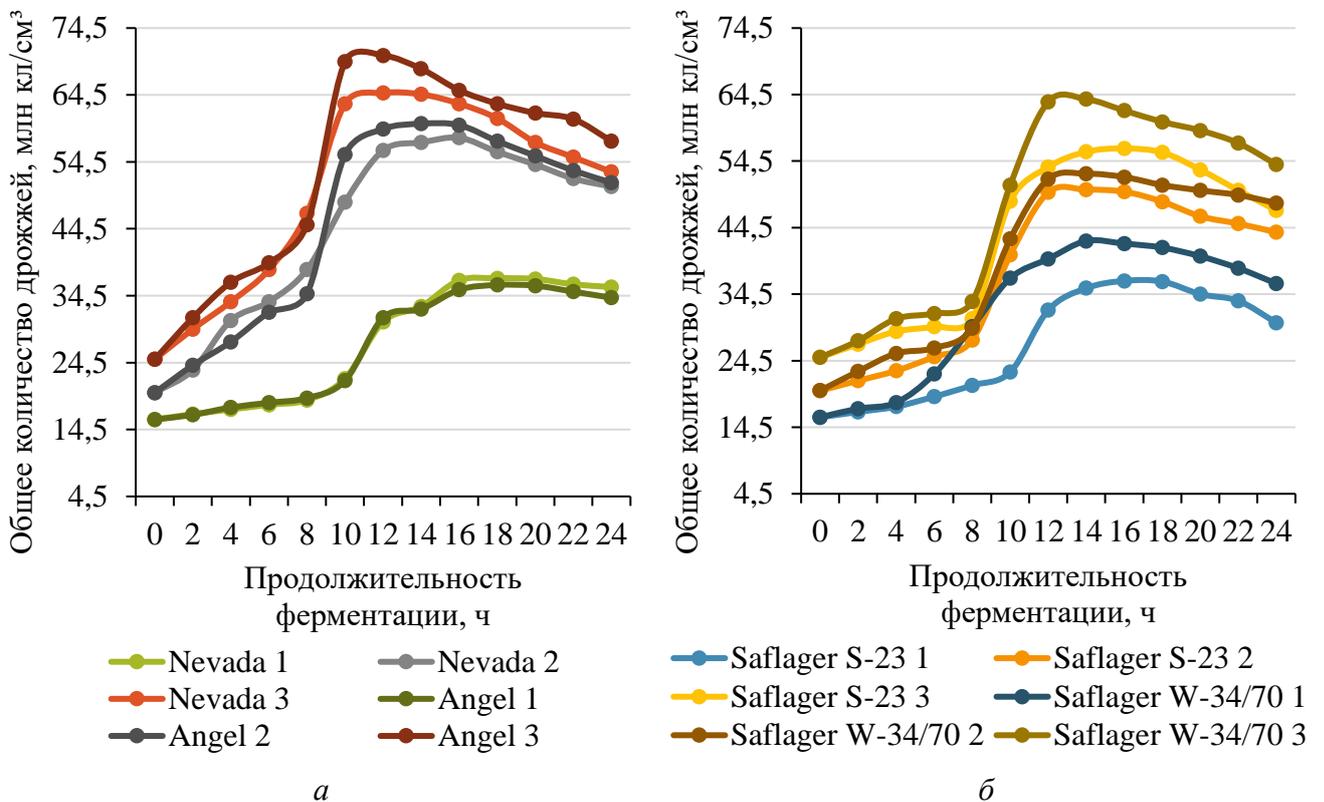


Рисунок 96 – Динамика накопления дрожжей в сусле варианта 3 «соевого» при ферментации хлебопекарными (а) и пивными (б) дрожжами в разной дозировке

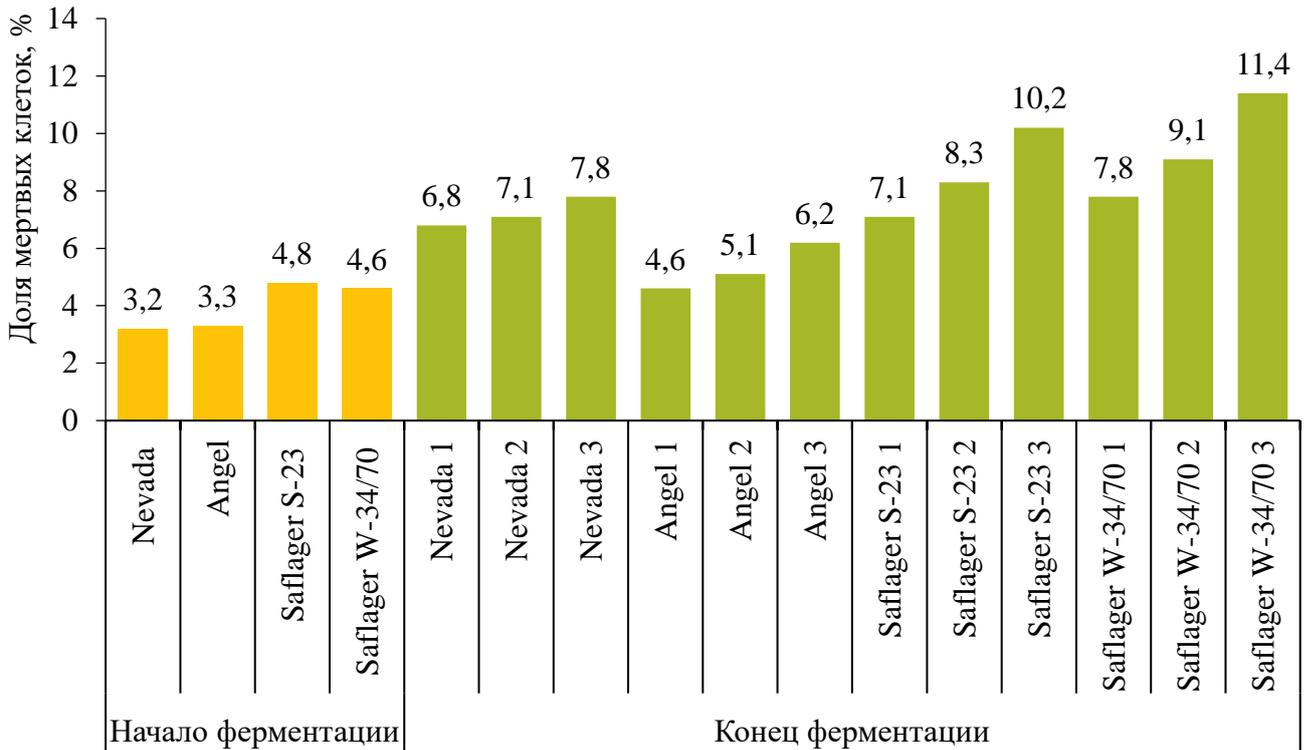


Рисунок 97 – Накопление мертвых дрожжевых клеток в течение ферментации сусле варианта 1 хлебопекарными и пивными дрожжами в разной концентрации

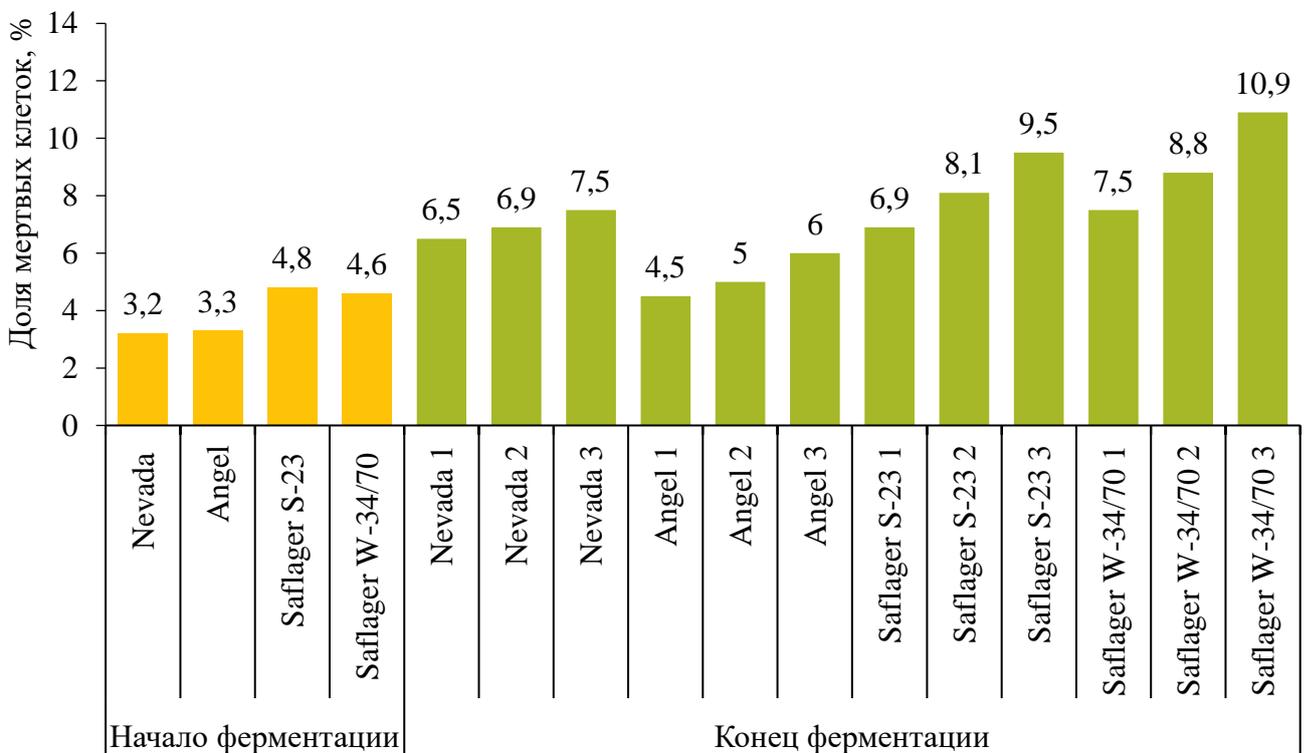


Рисунок 98 – Накопление мертвых дрожжевых клеток в течение ферментации сусле варианта 2 хлебопекарными и пивными дрожжами в разной концентрации

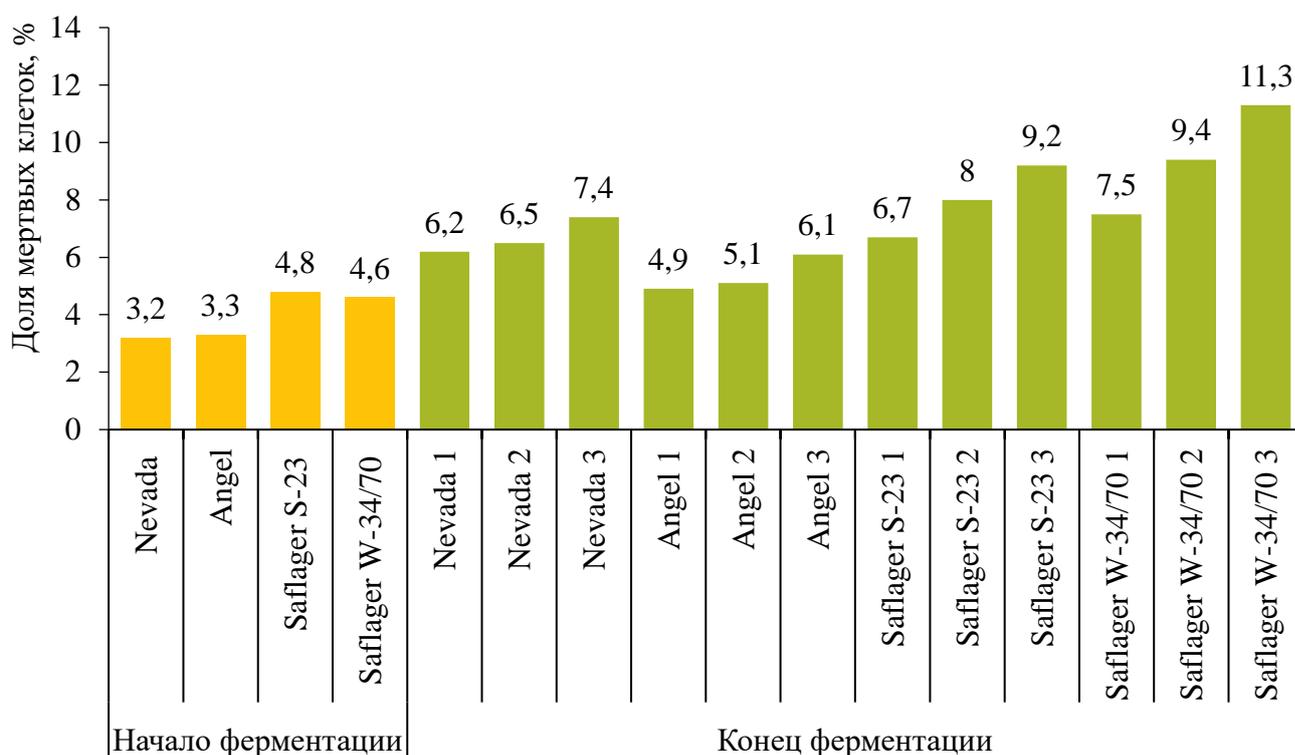


Рисунок 99 – Накопление мертвых дрожжевых клеток в течение ферментации сусла варианта 3 хлебопекарными и пивными дрожжами в разной концентрации

Полученные результаты свидетельствуют о том, что исходная концентрация вносимых микроорганизмов положительным образом влияет на их размножение, в результате чего в разной степени накапливается дрожжевая биомасса отмирание дрожжевых клеток. При этом во всех случаях (сбраживания любого варианта сула) отмечена общая тенденция: с увеличением нормы внесения дрожжевых культур прирост дрожжевой биомассы становится более выраженным и ее максимальное накопление происходит за менее продолжительный период брожения по сравнению с образцами сула, сбраживаемыми дрожжами в минимальной концентрации. Это имеет отношение и к хлебопекарным, и к пивным дрожжам, при этом среди хлебопекарных дрожжей более активно размножаются дрожжи «Angel», среди пивных – «Saflager W-34/70».

Что касается накопления мертвых клеток, то отмечено, что увеличение нормы введения дрожжей приводит к большему образованию мертвых клеток к концу ферментации во всех вариантах сула и для всех видов используемых дрожжей. При этом при максимальной норме внесения дрожжевых микрокультур в сбро-

женных образцах суслу появляется выраженный дрожжевой запах, и дрожжи хуже оседают на дно, в большей степени остаются во взвешенном состоянии по всему объему сброженных образцов. Это может, в свою очередь, ухудшить качественные показатели готовых ФЗН, снизить их биологическую стойкость.

Таким образом, учитывая интенсивность и продолжительность брожения, размножение дрожжей в оптимальных количествах, влияние их дозировки на органолептические показатели, можно рекомендовать при проведении стадии ферментации суслу для ФЗН вносить и хлебопекарные, и пивные дрожжи в количестве 20 млн кл/см³. При этом выбор сбраживающих микроорганизмов можно оставить на предпочтение производителя.

6.2 Рецептурное моделирование и разработка технологии ферментированных зерновых напитков

Технология ФЗН разрабатывалась в соответствии с классической технологической линией производства безалкогольных напитков брожения (кваса), а также с учетом оптимальных режимов проведения отдельных производственных этапов, установленных в ранее проведенных экспериментах на модельных образцах суслу. На данном этапе исследования основным сырьем являлись все солода зернового и бобового сырья, отобранные для проведения эксперимента приготовления и сбраживания модельных образцов суслу (параграф 6.1), ржаной ферментированный и ржаной неферментированный солода – солода, обработанные на стадии солодоращения ферментным препаратом «Бирзим БГ».

В ходе эксперимента опробовано 36 вариантов рецептур ФЗН (с использованием и без использования ржаного солода), ключевым принципом подбора которых являлось создание вариантов напитков с добавлением пшеничного, овсяно-

го и соевого солода в отдельности и вариантов напитков, сочетающих в рецептуре не менее четырех видов солодов.

На первоначальном этапе данного блока исследований в ходе эксперимента отслеживали влияние количества вносимого нетрадиционного сырья на прохождение процесса приготовления зернового суслу (возникновение или отсутствие проблем при фильтровании суслу), его качественные показатели, в том числе содержание аминокислотной фракции.

Приготовление суслу для ФЗН осуществляли аналогично способу, приведенному ранее. Затираание зернового/бобового сырья проводили по режимам, рекомендуемым в параграфе 6.1. В таблице 49 приведены варианты суслу для ФЗН по четырем группам напитков: 1-я группа – ФЗН с добавлением пшеничного солода; 2-я группа – ФЗН с добавлением овсяного солода; 3-я группа – ФЗН с добавлением соевого солода; 4-я группа – многокомпонентные ФЗН.

В таблице приведено соотношение зернового/бобового сырья в образцах с обязательным условием использования ржаного солода в количестве не менее 30 % от общей массы зернопродуктов. При этом опробованы варианты внесения в рецептуру только ржаного неферментированного солода и одновременно ржаного неферментированного и ржаного ферментированного. При составлении рецептуры многокомпонентных ФЗН (4-я группа) преимущество отдавалось содержанию соевого солода.

В ходе приготовления зернового суслу при оценке органолептических показателей во всех группах отмечено, что в целом все напитки имели удовлетворительные характеристики: цвет от светло-коричневого до темно-коричневого в зависимости от использования или неиспользования ржаного ферментированного солода; запах ржаной, свойственный ржаному солоду, в большей степени также выраженный в случае использования ржаного ферментированного солода, в меньшей – при отсутствии в рецептуре вышеупомянутого солода и (или) содержания в большей доле овсяного и соевого солодов, без посторонних запахов. При фильтровании всех образцов не наблюдалось затруднений, продолжительность фильтрации была практически одинаковой для всех случаев.

Таблица 49 – Образцы вариантов суслу из смеси солодов зернового и бобового сырья

Вариант суслу	Содержание солода в зерносмеси, %					
	ячменный	ржаной неферменти- рованный	ржаной ферменти- рованный	пшеничный	овсяный	соевый
1-я группа – ФЗН с добавлением пшеничного солода						
1	40	40	–	20	–	–
2	40	20	20	20	–	–
3	35	35	–	30	–	–
4	35	20	15	30	–	–
5	30	30	–	40	–	–
6	30	15	15	40	–	–
2-я группа – ФЗН с добавлением овсяного солода						
7	40	40	–	–	20	–
8	40	20	20	–	20	–
9	35	35	–	–	30	–
10	35	20	15	–	30	–
11	30	30	–	–	40	–
12	30	15	15	–	40	–
3-я группа – ФЗН с добавлением соевого солода						
13	40	40	–	–	–	20
14	40	20	20	–	–	20
15	35	35	–	–	–	30
16	35	20	15	–	–	30
17	30	30	–	–	–	40
18	30	15	15	–	–	40
4-я группа – многокомпонентные ФЗН						
19	30	15	15	20	20	–
20	20	15	15	25	25	–
21	30	15	15	20	–	20
22	20	15	15	25	–	25
23	30	15	15	–	20	20
24	20	15	15	–	25	25
25	20	15	15	15	15	20
26	20	15	15	10	20	20
27	20	15	15	10	10	30

Выбор оптимальных рецептурных решений основывался на совокупной оценке органолептических и физико-химических показателей зернового суслу, приведенных в таблице 50.

Таблица 50 – Физико-химические показатели суслу

Вариант суслу	Массовая доля сухих веществ, %	Содержание мальтозы, г/100 см ³	Содержание аминного азота, мг/100 см ³	Кислотность, к. ед.
1-я группа – ФЗН с добавлением пшеничного солода				
1	12,6 ± 0,1	9,2 ± 0,1	32,1 ± 0,3	2,4 ± 0,1
2	12,5 ± 0,1	9,0 ± 0,1	33,4 ± 0,3	2,7 ± 0,1
3	12,4 ± 0,1	8,6 ± 0,1	34,2 ± 0,3	2,5 ± 0,1
4	12,3 ± 0,1	8,4 ± 0,1	35,6 ± 0,4	2,8 ± 0,1
5	12,3 ± 0,1	8,3 ± 0,1	35,8 ± 0,4	2,5 ± 0,1
6	12,2 ± 0,1	8,1 ± 0,1	36,0 ± 0,4	2,7 ± 0,1
2-я группа – ФЗН с добавлением овсяного солода				
7	12,1 ± 0,1	8,6 ± 0,1	34,7 ± 0,3	2,6 ± 0,1
8	12,0 ± 0,1	8,4 ± 0,1	35,2 ± 0,4	2,7 ± 0,1
9	11,3 ± 0,1	7,8 ± 0,1	37,1 ± 0,4	2,8 ± 0,1
10	11,2 ± 0,1	7,6 ± 0,1	37,6 ± 0,4	2,9 ± 0,1
11	10,6 ± 0,1	7,2 ± 0,1	38,8 ± 0,4	2,8 ± 0,1
12	10,5 ± 0,1	6,9 ± 0,1	39,4 ± 0,4	2,9 ± 0,1
3-я группа – ФЗН с добавлением соевого солода				
13	11,4 ± 0,1	7,6 ± 0,1	38,3 ± 0,4	2,5 ± 0,1
14	11,3 ± 0,1	7,4 ± 0,1	38,9 ± 0,4	2,6 ± 0,1
15	10,8 ± 0,1	6,8 ± 0,1	42,0 ± 0,4	2,4 ± 0,1
16	10,7 ± 0,1	6,6 ± 0,1	42,6 ± 0,4	2,4 ± 0,1
17	10,3 ± 0,1	6,1 ± 0,1	45,3 ± 0,5	2,3 ± 0,1
18	10,1 ± 0,1	5,8 ± 0,1	45,7 ± 0,5	2,4 ± 0,1
4-я группа – многокомпонентные ФЗН				
19	11,5 ± 0,1	8,1 ± 0,1	34,8 ± 0,3	2,2 ± 0,1
20	11,0 ± 0,1	7,5 ± 0,1	37,7 ± 0,4	2,3 ± 0,1
21	10,9 ± 0,1	7,3 ± 0,1	38,1 ± 0,4	2,0 ± 0,1
22	10,4 ± 0,1	6,9 ± 0,1	39,8 ± 0,4	1,9 ± 0,1
23	10,1 ± 0,1	6,6 ± 0,1	41,4 ± 0,4	1,8 ± 0,1
24	9,5 ± 0,1	6,1 ± 0,1	41,9 ± 0,4	1,7 ± 0,1
25	11,4 ± 0,1	7,5 ± 0,1	35,4 ± 0,3	2,1 ± 0,1
26	11,1 ± 0,1	7,0 ± 0,1	36,1 ± 0,4	2,1 ± 0,1
27	10,7 ± 0,1	6,7 ± 0,1	37,2 ± 0,4	2,0 ± 0,1

Представленные результаты свидетельствуют, что любая комбинация зернового/бобового сырья позволяет получить сусло с достаточно высокими приоритетными физико-химическими показателями. Большое содержание сухих веществ, в том числе мальтозы, отмечается в образцах сусла, полученного с использованием пшеничного солода, более обедненные варианты сусла по содержанию экстрактивных веществ – с добавлением овсяного и соевого солодов. Однако при использовании нетрадиционных овсяного и соевого солодов наблюдается больший выход аминного азота, что для них является первостепенной целью применения, а в определенных нормах их введения содержание сбраживаемого сахара находится на допустимом уровне, достаточном для ферментации сусла для ФЗН.

На основании проведенной оценки качественных показателей сусла отображены семь вариантов зерносмеси, используемых в дальнейшем в производстве ФЗН с добавлением ржаного солода (таблица 51).

Таблица 51 – Рецептурный состав ФЗН с добавлением ржаного солода

Вариант ФЗН	Содержание солода в зерносмеси, %					
	ячменный	ржаной нефермен- тированный	ржаной ферменти- рованный	пшеничный	овсяный	соевый
«Пшеничный»	35	20	15	30	–	–
«Овсяный»	35	20	15	–	30	–
«Соевый»	30	15	15	–	–	40
«Пшенично-овсяный»	20	15	15	25	25	–
«Пшенично-соевый»	20	15	15	25	–	25
«Овсяно-соевый»	20	15	15	–	25	25
«Многокомпонентный»	20	15	15	10	10	30

Предлагаемая в диссертации технология ФЗН отличается от классической технологии отсутствием стадии купаживания, что упрощает технологический процесс, снижает риск возникновения инфицирования напитка. Для исключения стадии купаживания необходимо на ферментацию отправлять сусло с более высоким содержанием сухих веществ, чем в классических производствах. В связи

с этим все образцы зернового суслу доводили подготовленной водой до общей для всех массовой доли сухих веществ в начальном сусле ($8,0 \pm 0,1$ %) и отправляли на брожение сухими хлебопекарными и пивными дрожжами. Параметры ферментации те же, что и при проведении эксперимента по сбраживанию модельных образцов суслу – норма введения дрожжей 20 млн кл/см³, температура 28–30 °С, продолжительность 18–22 ч (в зависимости от вида дрожжей).

В результате ферментирования в образцах ФЗН кроме основных продуктов ферментации (спирта и углекислого газа) накапливались вторичные и побочные продукты брожения (рисунок 100).

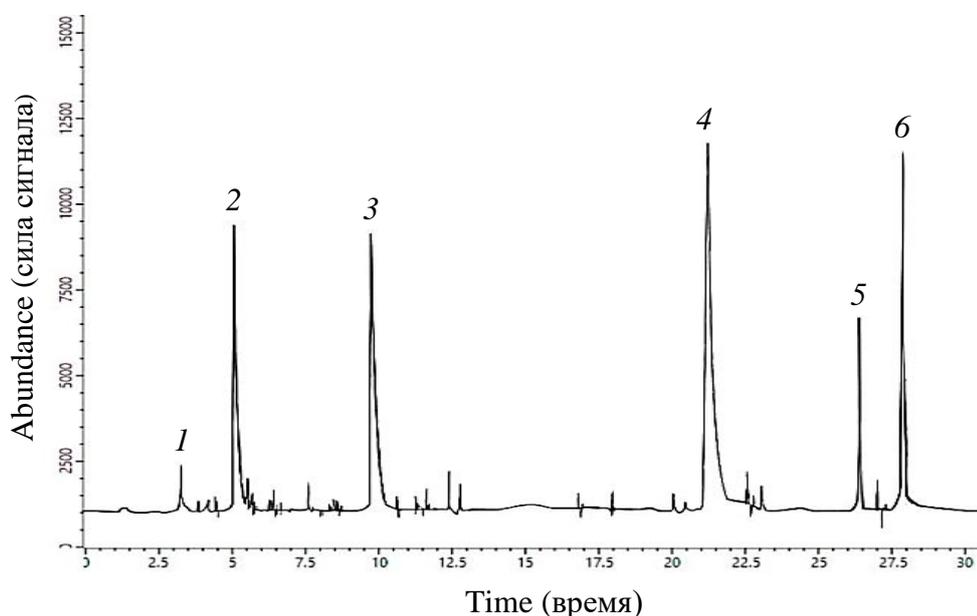


Рисунок 100 – Вторичные и побочные продукты ферментирования суслу:

- 1 – ацетальдегид (следы); 2 – изоамиловый спирт (44,1–50,1 мг/дм³);
 3 – метилацетат (10,0–10,4 мг/дм³); 4 – изоамилацетат (11,9–12,5 мг/дм³);
 5 – пропиловый спирт (12,6–13,4 мг/дм³); 6 – изобутиловый спирт (20,2–22,9 мг/дм³).

Таким образом, в результате сбраживания суслу в напитках образуются два представителя эфиров и три представителя высших спиртов, ацетальдегида – только следы, метиловый спирт не обнаружен.

После ферментации, окончанием которой служил индикатор содержания сухих веществ (согласно предлагаемой технологии содержание СВ должно снижаться на 2,0–2,2 %), сброженные образцы охлаждали в течение 10–12 ч при температуре 4–6 °С, отделяли дрожжевой осадок.

Для обеспечения устойчивости сформированного нутриентного состава ФЗН и пролонгирования сроков годности напитков за счет повышения их биологической стойкости рекомендуется использовать превентивные технологии – дополнительную фильтрацию, в том числе обеспложивающую, или пастеризацию.

Готовые ФЗН подвергали оценке по показателям качества и безопасности. Результаты оценки представлены в главе 7.

Кроме представленных выше рецептур ФЗН в ходе проведенных исследований были опробованы варианты рецептур ФЗН на основе перспективного сырья с точки зрения его биологической ценности без добавления ржаного солода. В таблице 52 представлены некоторые варианты фракционного состава ФЗН. В качестве сырья использовали пшеничный, овсяный и соевый солода, полученные с применением на стадии солодоращения стимулирующей обработки. Для примера демонстрация возможности получения таких напитков использовали те же солода, что и в случае проведения эксперимента с модельными образцами зернового суслу (параграф 6.1).

Таблица 52 – Состав вариантов зернового суслу из смеси солодов без добавления ржаного солода

Вариант суслу	Содержание солода в зерносмеси, %		
	пшеничный	овсяный	соевый
1	70	30	–
2	50	50	–
3	30	70	–
4	70	–	30
5	50	–	50
6	30	–	70
7	50	25	25
8	40	30	30
9	30	35	35

Технология ФЗН на основе представленных вариантов была аналогична технологии, описанной выше – получение ФЗН с использованием ржаного солода. Физико-химические показатели зернового суслу представлены в таблице 53.

Таблица 53 – Физико-химические показатели зернового сусла без добавления ржаного солода

Вариант сусла	Массовая доля сухих веществ, %	Содержание мальтозы, г/100 см ³	Содержание аминного азота, мг/100 см ³	Кислотность, к. ед.
1	11,1 ± 0,1	7,8 ± 0,1	43,9 ± 0,4	1,0 ± 0,1
2	10,6 ± 0,1	7,1 ± 0,1	46,2 ± 0,4	1,0 ± 0,1
3	10,0 ± 0,1	6,4 ± 0,1	48,7 ± 0,5	1,0 ± 0,1
4	10,8 ± 0,1	7,2 ± 0,1	46,8 ± 0,5	1,1 ± 0,1
5	9,9 ± 0,1	6,5 ± 0,1	52,9 ± 0,5	1,1 ± 0,1
6	8,8 ± 0,1	5,6 ± 0,1	69,5 ± 0,7	1,1 ± 0,1
7	10,3 ± 0,1	6,8 ± 0,1	49,8 ± 0,5	1,1 ± 0,1
8	9,8 ± 0,1	6,2 ± 0,1	58,9 ± 0,6	1,1 ± 0,1
9	9,2 ± 0,1	5,6 ± 0,1	62,7 ± 0,6	1,1 ± 0,1

Приготовление зернового сусла и его ферментация на основе предложенных вариантов зерносмеси проходили без возникновения затруднений. К концу брожения и хлебопекарные, и пивные дрожжи хорошо оседали на дно, после охлаждения и осветления напитки были готовы к розливу.

В результате ферментирования в образцах ФЗН накапливались аналогичные вторичные и побочные продукты брожения (рисунок 101).

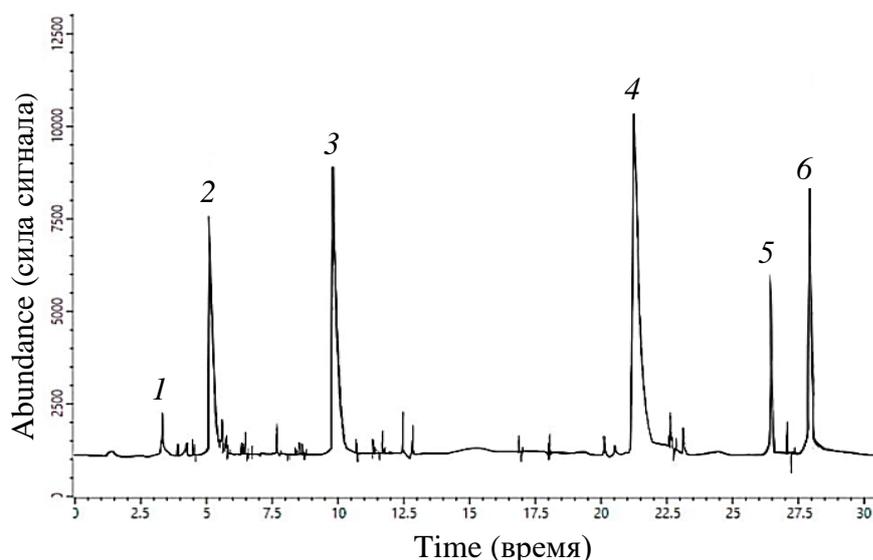


Рисунок 101 – Вторичные и побочные продукты ферментирования сусла без добавления ржаного солода:

- 1 – ацетальдегид (следы); 2 – изоамиловый спирт (44,1–50,1 мг/дм³);
 3 – метилацетат (10,0–10,4 мг/дм³); 4 – изоамилацетат (11,9–12,5 мг/дм³);
 5 – пропиловый спирт (12,6–13,4 мг/дм³); 6 – изобутиловый спирт (20,2–22,9 мг/дм³)

На основании проведенных исследований можно рекомендовать к производству ФЗН следующие варианты напитков (таблица 6.11).

Таблица 6.11 – Таблица 54 – Рецептурный состав ФЗН без добавления ржаного солода

Вариант ФЗН	Содержание солода в зерносмеси, %		
	пшеничный	овсяный	соевый
«Пшенично-овсяный светлый»	50	50	–
«Пшенично-соевый светлый»	50	–	50
«Многокомпонентный светлый»	40	30	30

Оценку готовых образцов ФЗН, полученных без использования ржаного солода, проводили по тем же показателям, что и предыдущие ФЗН, результаты экспертизы представлены в главе 7.

Во всех напитках проведена идентификация содержащихся в них органических кислот (рисунок 102).

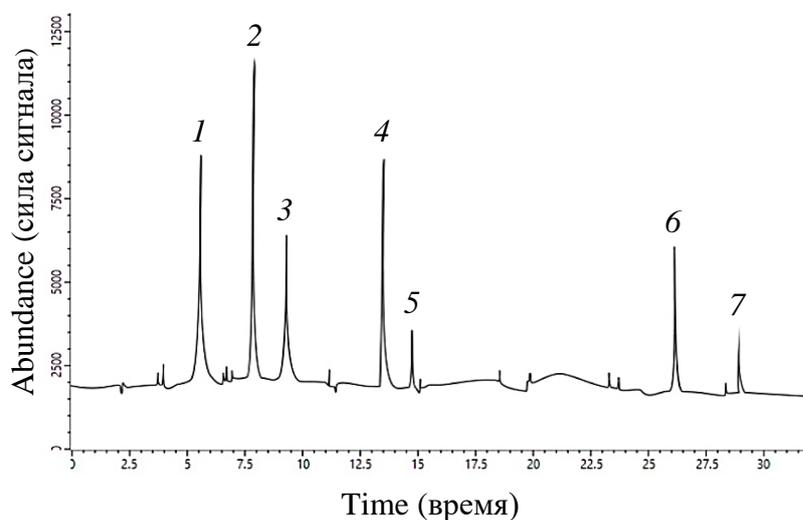


Рисунок 102 – Состав органических кислот ФЗН:
 1 – лимонная; 2 – яблочная; 3 – уксусная; 4 – молочная;
 5 – муравьиная; 6 – янтарная; 7 – щавелевая

Для сравнения изучен состав органических кислот в безалкогольном напитке – квасном напитке «Русский», не подвергавшемся сбраживанию (рисунок 103).

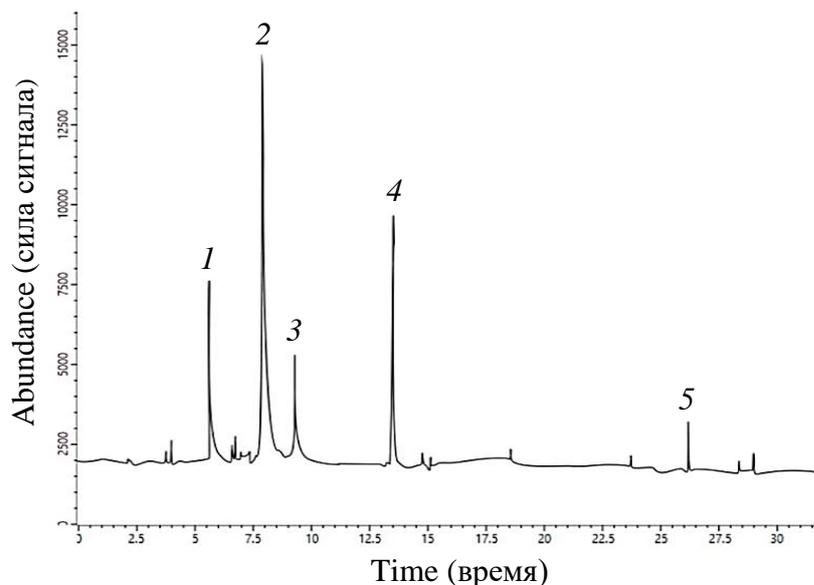


Рисунок 103 – Состав органических кислот в квасном напитке:
 1 – лимонная; 2 – яблочная; 3 – уксусная; 4 – молочная; 5 – янтарная

Представленные данные позволили установить идентификационный признак ФЗН – наличие в больших количествах янтарной кислоты ($300,12\text{--}349,24\text{ мг/дм}^3$), образующейся в результате ферментирования. В напитке сравнения данная кислота содержится в концентрации $(8,45 \pm 2,47)\text{ мг/дм}^3$. В то же время в безалкогольном напитке, «напоминающем» квас, присутствуют в высоком содержании яблочная и лимонная кислоты, вероятно, внесенные в соответствии с рецептурой. Подробная информация по качественному и количественному составу органических кислот ФЗН и напитков сравнения приведена в главе 7.

6.3 Разработка плана мероприятий в соответствии с системой ХАССП, обеспечивающего стабильность показателей качества и безопасности ресурсного элемента и ферментированных зерновых напитков

На протяжении уже многих лет на предприятиях пищевой индустрии обязательным с точки зрения Технического регулирования является система управле-

ния рисками производства ХАССП, основная цель которой – контроль и своевременная корректировка действий по наиболее важным и опасным технологическим производственным точкам, позволяющим исключить вероятность получения продукции с недопустимыми показателями безопасности. В настоящее время обязательность введения системы менеджмента безопасности пищевой продукции на пищевых и перерабатывающих предприятиях предусмотрена Техническим регламентом таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» и ГОСТ Р ИСО 22000-2019 «Системы менеджмента безопасности пищевой продукции. Требования к организациям, участвующим в цепи создания пищевой продукции» [74; 282].

Разработка плана мероприятий ХАССП сводится к выявлению критических контрольных точек (ККТ), установлению допустимых для них пределов, созданию системы мониторинга ККТ и, в случае выхода за допустимые пределы контролируемых параметров ККТ, предусмотрение корректирующих мероприятий.

При производстве ФЗН, как и в других бродильных производствах, необходимо соблюдение технологических инструкций, санитарных норм и правил, химического контроля на всех этапах технологического процесса, а также плана ХАССП и ППОПМ (производственной программы обязательных предварительных мероприятий). В связи с тем, что разработанная технология ФЗН представляет собой алгоритмические производственные действия, необходимости вносить изменения в действующие на предприятии план ХАССП и ППОПМ нет, больший интерес в данном случае представляет организация системы менеджмента безопасности модулей формирования ресурсного элемента системы производства напитков.

На рисунке 104 представлена блок-схема производства солодов, определены классические и нестандартные технологические блоки, требующие дополнительного контроля (С1.1, С9, В1.1, В3).

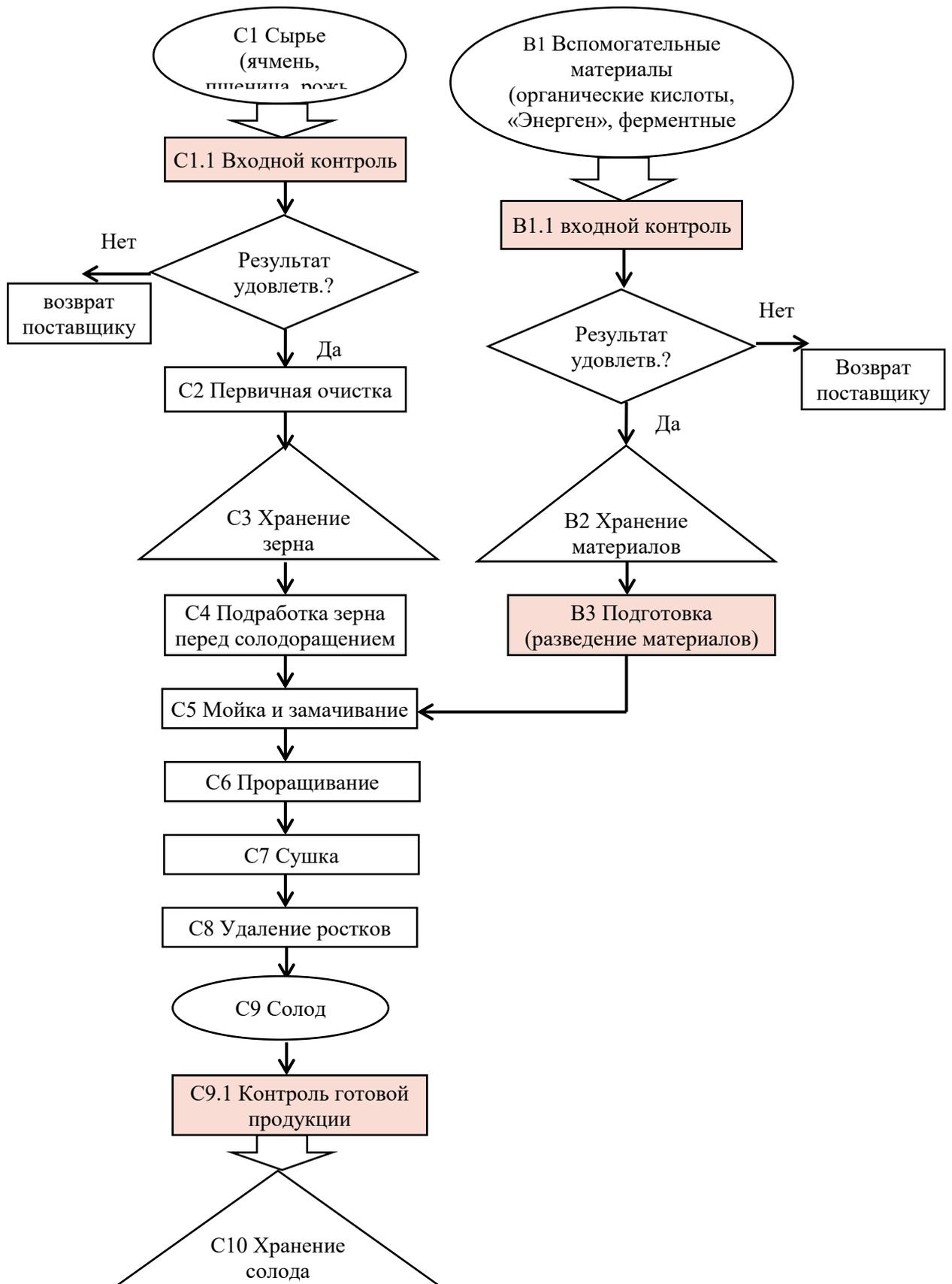


Рисунок 104 – Блок-схема производства солода

Далее проведен анализ опасностей и рисков, определены опасности, входящие в зоны допустимого и недопустимого риска согласно диаграмме анализа рисков [66], установлены дополнительные ККТ и осуществлен выбор действий по каждой ККТ на основе модифицированного дерева принятия решений. Дополнительные контролирующие действия, обеспечивающие качество и безопасность солода, предусмотрены в схеме производственного контроля. В таблицах 55 и 56 соответственно представлены дополнительные действия к схеме производственного контроля производства солода и дополнение к действующему на предприятии плану ХАССП по дополнительным ККТ.

В ходе анализа технологического процесса и выбора мероприятий по управлению с учетом введения дополнительного сырья, нетрадиционного для производства солода и ФЗН на его основе, использования на одной из технологических стадий вспомогательных материалов (стимуляторов роста) были установлены следующие ККТ:

- ККТ 1 – входной контроль сои по уровню уреазы и трипсинингибирующей активности (регламентируемые уровни представлены в таблице 56);
- ККТ 2 – контроль готовой продукции соевого солода по уровню уреазы и трипсинингибирующей активности (регламентируемые уровни представлены в таблице 56).

В схеме производственного контроля, наряду с сохранением всех основных этапов производственного контроля, принятых на предприятии, рекомендуется предусмотреть следующие дополнительные объекты контроля:

- входной контроль сырья по технологическим показателям и показателям безопасности;
- входной контроль вспомогательных материалов по концентрации перед хранением на производстве и использованием в производстве;
- контроль готовой продукции (солода) по показателям качества и безопасности.

Таблица 55 – План дополнительных действий по организации производственного контроля производства солода

Объект контроля	Контролируемый показатель	Периодичность контроля	Метод контроля
Сырье (входной контроль)			
Ячмень	Стандартные технологические показатели: в соответствии с действующей схемой	Каждая партия	В соответствии с ГОСТ 5060-2021
	Показатели безопасности: в соответствии с ТР ТС 015/2011	1 раз в 6 месяцев	Аккредитованная лаборатория
	Дополнительный показатель: Содержание β-глюкана	Каждая партия	Колориметрически с ферментативным гидролизом
Пшеница	Стандартные технологические показатели: в соответствии с действующей схемой	Каждая партия	В соответствии с ГОСТ 9353-2016
	Показатели безопасности: в соответствии с ТР ТС 015/2011	1 раз в 6 месяцев	Аккредитованная лаборатория
Рожь	Стандартные технологические показатели: в соответствии с действующей схемой	Каждая партия	В соответствии с ГОСТ 16990-2017
	Показатели безопасности: в соответствии с ТР ТС 015/2011	1 раз в 6 месяцев	Аккредитованная лаборатория
	Дополнительные показатели: Содержание белка	Каждая партия	ГОСТ 10846-91
	Содержание клетчатки	Каждая партия	ГОСТ 31675-2012
Овес	Цвет, запах, состояние	Каждая партия	ГОСТ 10967-2019
	Влажность	Каждая партия	ГОСТ 13586.5-2015
	Сорная примесь	Каждая партия	ГОСТ 30483-97
	Зерновая примесь	Каждая партия	ГОСТ 30483-97
	Способность прорастания	Каждая партия	ГОСТ 10968-88
	Содержание крахмала	Каждая партия	Поляриметрический метод по Эверсу

Продолжение таблицы 55

Объект контроля	Контролируемый показатель	Периодичность контроля	Метод контроля
	Содержание белка	Каждая партия	ГОСТ 10846-91
	Содержание клетчатки	Каждая партия	ГОСТ 31675-2012
	Экстрактивность	Каждая партия	ГОСТ 12136-77
	Показатели безопасности: в соответствии с ТР ТС 015/2011	1 раз в 6 месяцев	Аккредитованная лаборатория
Соя	Цвет, запах, состояние	Каждая партия	ГОСТ 10967-2019
	Влажность	Каждая партия	ГОСТ 13586.5-2015
	Сорная примесь	Каждая партия	ГОСТ 10854-2015
	Зерновая примесь	Каждая партия	ГОСТ 10854-2015
	Способность прорастания	Каждая партия	ГОСТ 10968-88
	Содержание крахмала	Каждая партия	Поляриметрический метод по Эверсу
	Содержание белка	Каждая партия	ГОСТ 10846-91
	Активность фермента уреазы	Каждая партия	ГОСТ 13979.9-69
	Трипсинингибирующая активность	Каждая партия	ГОСТ 33427-2015
	Показатели безопасности: в соответствии с ТР ТС 015/2011	1 раз в 6 месяцев	Аккредитованная лаборатория
Вспомогательные материалы			
Ферментные препараты «Бирзим БГ» и Целмолаза»	Цитолитическая активность	Каждая партия	Ферментативный гидролиз с последующим определением количества редуцирующих сахаров
Органические кислоты	Концентрация смеси органических кислот	Перед использованием	Расчетный
Препарат «Энерген»	Концентрация препарата	Перед использованием	Расчетный

Продолжение таблицы 55

Объект контроля	Контролируемый показатель	Периодичность контроля	Метод контроля
Готовый солод			
Ячменный солод	Стандартные технологические показатели: в соответствии с действующей схемой	Каждая партия	В соответствии с ГОСТ 29294-2021
	Показатели безопасности: в соответствии с ТР ТС 021/2011	Каждая партия	Аккредитованная лаборатория
	Дополнительные показатели: Амилолитическая активность	Каждая партия	Йодометрический по Виндишу – Кольбаху
	Протеолитическая активность	Каждая партия	Рефрактометрический по Петрову
	Цитолитическая активность	Каждая партия	Титрометрический с ферментативным гидролизом
Пшеничный солод	Стандартные технологические показатели: в соответствии с действующей схемой	Каждая партия	В соответствии с ГОСТ 29294-2021
	Показатели безопасности: в соответствии с ТР ТС 021/2011	Каждая партия	Аккредитованная лаборатория
	Дополнительные показатели: Амилолитическая активность	Каждая партия	Йодометрический по Виндишу – Кольбаху
	Протеолитическая активность	Каждая партия	Рефрактометрический по Петрову
Ржаной солод	Стандартные технологические показатели: в соответствии с действующей схемой	Каждая партия	В соответствии с ГОСТ Р 52061-2003
	Показатели безопасности: в соответствии с ТР ТС 021/2011	Каждая партия	Аккредитованная лаборатория
	Дополнительные показатели: Амилолитическая активность	Каждая партия	Йодометрический по Виндишу – Кольбаху
	Протеолитическая активность	Каждая партия	Рефрактометрический по Петрову
	Цитолитическая активность	Каждая партия	Титрометрический с ферментативным гидролизом
Овсяный солод	Органолептические показатели	Каждая партия	визуально
	Влажность	Каждая партия	ГОСТ 29294-2021

Продолжение таблицы 55

Объект контроля	Контролируемый показатель	Периодичность контроля	Метод контроля
	Массовая доля экстракта в сухом веществе тонкого помола	Каждая партия	ГОСТ 29294-2021
	Продолжительность осахаривания	Каждая партия	ГОСТ 29294-2021
	Цвет лабораторного суслу	Каждая партия	ГОСТ 29294-2021
	Кислотность лабораторного суслу	Каждая партия	ГОСТ 29294-2021
	Прозрачность лабораторного суслу	Каждая партия	ГОСТ 29294-2021
	Амилолитическая активность	Каждая партия	Йодометрический по Виндишу – Кольбаху
	Протеолитическая активность	Каждая партия	Рефрактометрический по Петрову
	Цитолитическая активность	Каждая партия	Титрометрический с ферментативным гидролизом
	Показатели безопасности: в соответствии с ТР ТС 021/2011	Каждая партия	Аккредитованная лаборатория
Соевый солод	Органолептические показатели	Каждая партия	Визуально
	Влажность	Каждая партия	ГОСТ 29294-2021
	Массовая доля экстракта в сухом веществе тонкого помола	Каждая партия	ГОСТ 29294-2021
	Цвет лабораторного суслу	Каждая партия	ГОСТ 29294-2021
	Кислотность лабораторного суслу	Каждая партия	ГОСТ 29294-2021
	Прозрачность лабораторного суслу	Каждая партия	ГОСТ 29294-2021
	Амилолитическая активность	Каждая партия	Йодометрический по Виндишу – Кольбаху
	Протеолитическая активность	Каждая партия	Рефрактометрический по Петрову
	Активность фермента уреазы	Каждая партия	ГОСТ 13979.9-69
	Трипсинингибирующая активность	Каждая партия	ГОСТ 33427-2015
	Показатели безопасности: в соответствии с действующей схемой (ТР ТС 021/2011)	Каждая партия	Аккредитованная лаборатория

Таблица 56 – Дополнительные мероприятия в план ХАССП при производстве солода

Рабочий лист ХАССП ККТ 1, ККТ 2										
Опасный фактор: химический										
Объект контроля			Способы мониторинга				Коррекция и корректирующее действие			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Наименование продукта	Контролируемый параметр	Предельное значение, не более	Процедура	Периодичность	Ответственный	Фиксирующий документ	Процедура	Ответственный	Фиксирующий документ	Процедура оценки эффективности мониторинга
Входной контроль сырья. Соя (ККТ 1)	Уровень уреазы, ед.	0,90 ± 0,01	Методы физико-химического анализа	Каждая партия	Зав. лабораторией	Журнал «Входной контроль сырья»	КД: использование стимуляторов роста при замачивании, контроль 1 раз в сутки уровня уреазы и ТИА	Зав. лабораторией	Журнал «Входной контроль сырья»	При внутренних проверках
	ТИА, мг/г	30,0 ± 0,7								
Контроль готовой продукции. Соевый солод (ККТ 2)	Уровень уреазы, ед.	0,38 ± 0,01	Методы физико-химического анализа	Каждая партия	Зав. лабораторией	Журнал «Контроль готовой продукции»	КД: изменить режимы проращивания и сушки солода, вести контроль уровня уреазы и ТИА при проращивании 1 раз в сутки	Зав. лабораторией	Журнал «Контроль готовой продукции»	При внутренних проверках
	ТИА, мг/г	10,0 ± 0,2								

Выводы по главе 6

Таким образом, проведенные исследования подтверждают возможность производства ФЗН на основе ячменного, пшеничного, ржаных неферментированного и ферментированного, овсяного и соевого солодов сухими хлебопекарными и сухими пивными дрожжами.

На стадии приготовления сусла при затирании зернопродуктов рекомендуется применять классическую модель – настойным способом с постепенным нагреванием до основных пауз затирания и выдержкой при набранной температуре в течение 30 мин, за исключением белковой паузы. С целью углубления протеолиза белковых веществ, способствующих накоплению аминокислот, повышающих биологическую ценность напитков, рекомендуется увеличить продолжительность данной паузы до 50–60 мин, температурный интервал расширить от 51 °С до 55 °С в зависимости от вида используемого солода. При использовании в технологии ржаных и овсяного солодов необходимо предусмотреть цитолитическую паузу затирания – 40 °С с продолжительностью в 30 мин.

При проведении стадии ферментации сусла предпочтение в использовании следует отдавать следующим микроорганизмам: сухим хлебопекарным дрожжам «Nevada» и «Angel» или сухим пивным дрожжам «Saflager W-34/70» и «Saflager S-23», что определяется возможностями производителя. Во всех случаях брожение следует проводить при температуре брожения 28–30 °С и норме внесения дрожжей 20 млн кл/см³.

С учетом улучшения органолептических показателей, в частности по вкусу, проведена корректировка фракционного состава ФЗН с добавлением ржаного солода посредством использования в технологии сахара. Добавление сахара в рецептуры ФЗН без добавления ржаного солода не предусмотрено. Рекомендуемые рецептуры ФЗН представлены в таблице 57.

Таблица 57 – Рецептуры ФЗН

ФЗН	Содержание солода и сахара в квасной смеси, %						
	ячменный	ржаной неферменти- рованный	ржаной ферменти- рованный	пшеничный	овсяный	соевый	сахар
1-я группа ФЗН с добавлением ржаного солода							
«Пшеничный»	28	16	12	24	–	–	20
«Овсяный»	28	16	12	–	24	–	20
«Соевый»	24	12	12	–	–	32	20
«Пшенично-овсяный»	16	12	12	20	20	–	20
«Пшенично-соевый»	16	12	12	20	–	20	20
«Овсяно-соевый»	16	12	12	–	20	20	20
«Многоком-понентный»	16	12	12	8	8	24	20
2-я группа ФЗН без добавления ржаного солода							
«Пшенично-овсяный светлый»	–	–	–	50	50	–	–
«Пшенично-соевый светлый»	–	–	–	50	–	50	–
«Многокомпонентный светлый»	–	–	–	40	30	30	–

При организации постоянного теххимического контроля производства и предлагаемых мероприятий по системе ХАССП разработанные ФЗН смогут отвечать обязательным требованиям по показателям качества и безопасности.

7 Расчет и аналитическая оценка эффективности применения модульно-алгоритмического подхода в производстве ферментированных зерновых напитков

Оценка эффективности применения модульно-алгоритмического подхода в производстве ФЗН проводилась по основным показателям качества, безопасности, функциональности, демонстрирующим целесообразность применения предложенных технологических действий:

- 1) группа органолептических показателей;
- 2) группа показателей качества, регламентируемых стандартом на данную продукцию;
- 3) группа микробиологических показателей, требуемых техническим регламентом на данную продукцию;
- 4) показатели, определяющие биологическую ценность ФЗН;
- 5) группа показателей, демонстрирующих пищевую ценность ФЗН;
- 6) показатели энергетической ценности ФЗН;
- 7) себестоимость ФЗН.

Оценка качества ФЗН по органолептическим свойствам

Наиболее эффективным способом оценки органолептических характеристик пищевой продукции является ее дегустация, которая позволяет не только подтвердить факт соответствия/несоответствия продукции требованиям стандарта, но и определить образцы дегустируемой продукции с лучшими органолептическими характеристиками путем набора определенного количества баллов для каждого дегустируемого напитка. В данном случае проводилась дегустация по всем напиткам по разработанной пятибалльной шкале, методика представлена в главе 2.

Результаты дегустационной оценки ФЗН представлены на рисунках 105 и 106, а также в таблице 58, расчет коэффициентов весомости каждого элемента де-

густационной шкалы из расчета суммы коэффициентов равной 1,0, согласно протоколам дегустационной комиссии, приведены в таблице 59.

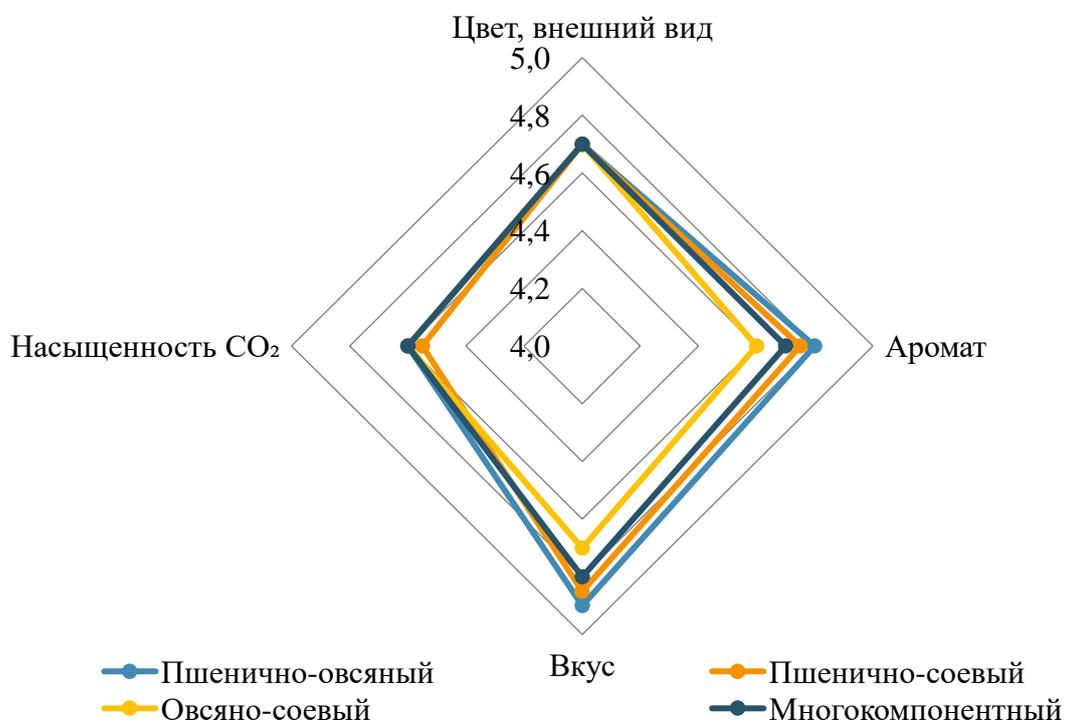
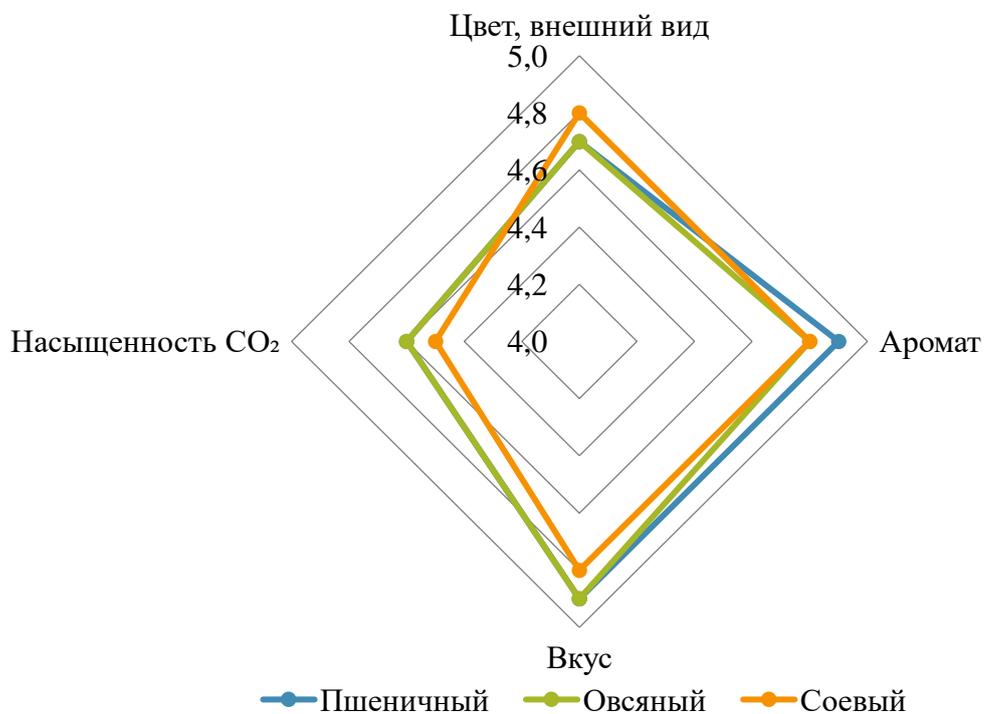


Рисунок 105 – Профилограмма органолептических характеристик 1-й группы ФЗН с добавлением ржаного солода

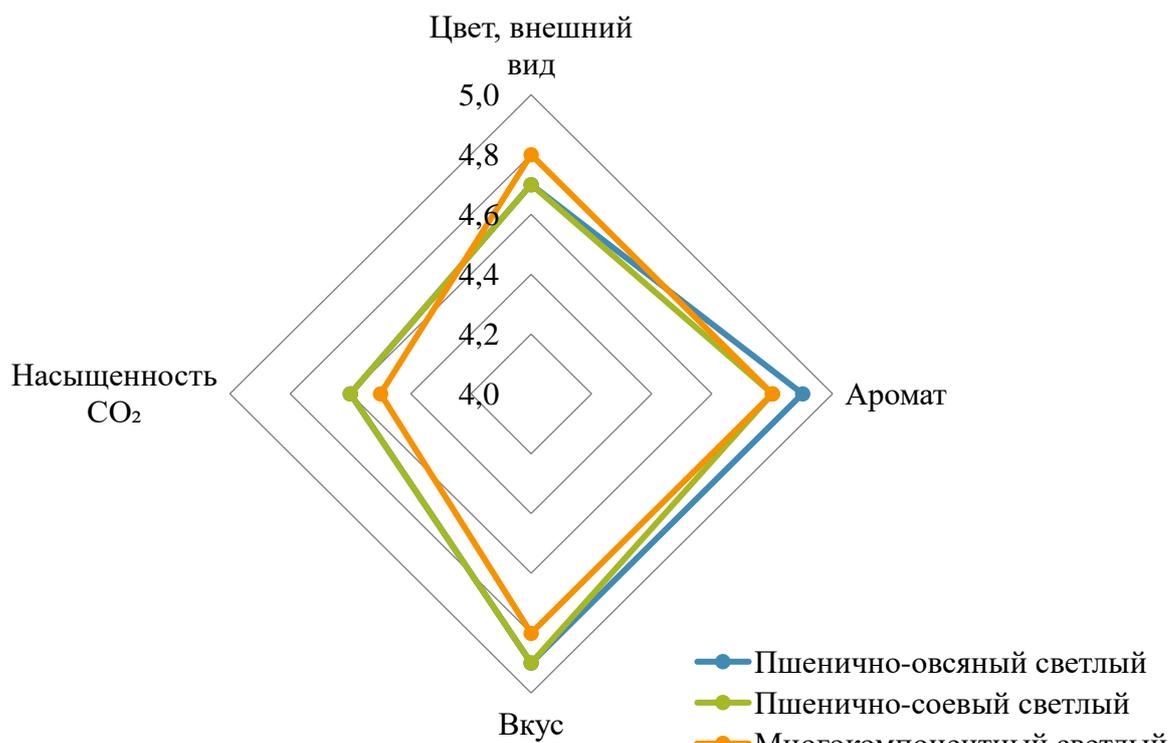


Рисунок 106 – Профилограмма органолептических характеристик 2-й группы ФЗН без добавления ржаного солода

Таблица 58 – Балльная оценка органолептических показателей ФЗН

Наименование напитка (ФЗН)	Среднее значение по каждому элементу шкалы ($X_{ср1}-X_{ср4}$), балл, и коэффициент весомости данного элемента								Сумма баллов
	$X_{1ср}$	k_1	$X_{2ср}$	k_2	$X_{3ср}$	k_3	$X_{4ср}$	k_4	
1-я группа ФЗН с добавлением ржаного солода									
«Пшеничный»	4,7	0,20	4,9	0,29	4,9	0,36	4,6	0,15	4,81
«Овсяный»	4,7		4,8		4,9		4,6		4,78
«Соевый»	4,8		4,8		4,8		4,5		4,76
«Пшенично-овсяный»	4,7		4,8		4,9		4,6		4,78
«Пшенично-соевый»	4,7		4,8		4,9		4,6		4,78
«Овсяно-соевый»	4,7		4,6		4,7		4,6		4,65
«Многокомпонентный»	4,7		4,7		4,8		4,6		4,75
2-я группа ФЗН без добавления ржаного солода									
«Пшенично-овсяный светлый»	4,7	0,20	4,7	0,29	4,8	0,36	4,7	0,15	4,74
«Пшенично-соевый светлый»	4,7		4,7		4,6		4,6		4,62
«Многокомпонентный светлый»	4,6		4,7		4,7		4,6		4,66

Таблица 59 – Расчет коэффициентов весомости элементов дегустационной шкалы органолептической оценки ФЗН

Элемент шкалы	Предложенные дегустаторами коэффициенты (n_i)										k_{cp}
	n_1	n_2	n_3	n_4	n_5	n_6	n_7	n_8	n_9	n_{10}	
Внешний вид, цвет, прозрачность (X_1)	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	$k_1 = 0,20$
Аромат (X_2)	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3	0,3	$k_2 = 0,29$
Вкус (X_3)	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	$k_3 = 0,36$
Степень насыщенности углекислым газом (X_4)	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1	$k_4 = 0,15$

Предлагаемые градации качества ФЗН следующие:

- напитки «отличного качества», получившие 4,7–5,0 балла;
- напитки «хорошего качества», получившие 4,0–4,6 балла;
- напитки «удовлетворительного качества», получившие 3,0–3,9 балла;
- напитки «неудовлетворительного качества», получившие менее 3,0 балла.

При этом при определении уровня качества напитков, так как определяющим показателем качества по оценке органолептических показателей является вкус, рекомендуется придерживаться следующего дополнительного правила: в случае, если напиток по показателю вкуса (X_{3cp}) набрал не более 3,0–3,4 балла, несмотря на высокие оценки по другим трем показателям (X_{1cp} , X_{2cp} , X_{4cp}) и их высокому суммарному значению, максимально возможно отметить напиток только лишь как напиток «удовлетворительного качества», и если напиток по показателю вкуса (X_{3cp}) набрал 2,9 балла и менее, что свидетельствует о том, что некоторыми дегустаторами напиток отмечен неудовлетворительным по вкусу, то по градации качества данный образец должен являться напитком «неудовлетворительного качества». При отсутствии в напитке углекислого газа образец должен сниматься с дегустации.

Оценка качества ФЗН по показателям, регламентированным основными нормативными документами

Основными нормативными документами, определяющими требования к безалкогольным напиткам брожения (ФЗН), а именно к квасу, являются Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 021 «О безопасности пищевой про-

дукции» и межгосударственный стандарт ГОСТ 31494-2012 «Квасы. Общие технические условия». В связи с этим оценку качества ФЗН по показателям качества и безопасности проводили по требованиям данных документов.

Требования по микробиологической безопасности, предъявляемые к напиткам брожения, в частности к квасу, главным образом зависят от применяемого к нему способа обработки перед розливом. В данном случае оценку по микробиологическим показателям проводили для фильтрованных непастеризованных ФЗН, к которым предъявляются следующие требования: по содержанию бактерий группы кишечных палочек (БГКП), количество которых не допускается в 1 см³, и по содержанию патогенных микроорганизмов, в том числе сальмонелл, которые не допускаются в 25 см³. Все разработанные напитки полностью отвечают данному требованию – БГКП и патогенные микроорганизмы не обнаружены. По гигиеническим показателям безопасности (содержанию токсичных элементов) ФЗН также удовлетворяют требованиям ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции»: содержание свинца – $(0,0280 \pm 0,0004)$ мг/кг; содержание мышьяка – $(0,0570 \pm 0,0001)$ мг/кг; содержание кадмия – менее 0,0002 мг/кг; содержание ртути – менее 0,001 мг/кг.

Результаты оценки ФЗН по показателям качества приложены в таблице 60. Кроме основных стандартных показателей, определен качественный и количественный состав вторичных продуктов брожения, представленный в этой же таблице, за исключением данных по содержанию органических кислот, которые приведены ниже, в результатах оценки показателей пищевой ценности, в таблице 62. Данные приведены для ФЗН, сброженных с использованием только одного вида дрожжей:

– 1-я группа ФЗН с добавлением ржаного солода – напитки, сброженные сухими пивными дрожжами «Saflager W-34/70»;

– 2-я группа ФЗН без добавления ржаного солода – напитки, сброженные сухими хлебопекарными дрожжами «Nevada».

Таблица 60 – Показатели качества ФЗН

Наименование ФЗН	Стандартизированные показатели (ГОСТ 31494-2012)			Нестандартизированные показатели (вторичные и побочные продукты брожения)						
	Массовая доля сухих веществ, %	Кислотность, к. ед.	Объемная доля спирта, %	Высшие спирты, мг/дм ³				Эфиры, мг/дм ³		Ацеталь- дегид, мг/дм ³
				изоами- ловый	изобути- ловый	пропи- ловый	мети- ловый	метил- ацетат	изоамил- ацетат	
1-я группа ФЗН с добавлением ржаного солода										
«Пшеничный»	5,9 ± 0,1	3,9 ± 0,1	1,00 ± 0,01	44,1 ± 0,9	20,2 ± 0,4	12,6 ± 0,2	Не обнаружено	10,4 ± 0,2	12,4 ± 0,2	Следы
«Овсяный»	5,8 ± 0,1	4,0 ± 0,1	1,10 ± 0,01	46,8 ± 0,9	21,4 ± 0,4	12,9 ± 0,3		10,2 ± 0,2	12,3 ± 0,2	
«Соевый»	5,7 ± 0,1	3,7 ± 0,1	1,15 ± 0,01	48,7 ± 1,0	22,8 ± 0,5	13,4 ± 0,3		10,1 ± 0,2	12,0 ± 0,2	
«Пшенично-овсяный»	5,8 ± 0,1	3,8 ± 0,1	1,10 ± 0,01	45,7 ± 0,9	20,4 ± 0,4	12,7 ± 0,2		10,3 ± 0,2	12,4 ± 0,2	
«Пшенично-соевый»	5,8 ± 0,1	3,9 ± 0,1	1,10 ± 0,01	49,4 ± 1,0	21,3 ± 0,4	12,8 ± 0,3		10,1 ± 0,2	12,1 ± 0,2	
«Овсяно-соевый»	5,7 ± 0,1	3,5 ± 0,1	1,15 ± 0,01	50,1 ± 1,0	22,9 ± 0,5	13,1 ± 0,3		10,0 ± 0,2	11,9 ± 0,2	
«Многокомпо- нентный»	5,8 ± 0,1	3,7 ± 0,1	1,05 ± 0,01	48,6 ± 1,0	21,9 ± 0,4	12,6 ± 0,0		10,2 ± 0,2	12,5 ± 0,2	
2-я группа ФЗН без добавления ржаного солода										
«Пшенично-овсяный светлый»	5,9 ± 0,1	3,0 ± 0,1	1,05 ± 0,01	39,2 ± 0,8	17,5 ± 0,3	11,4 ± 0,2	Не обнаружено	9,8 ± 0,2	11,6 ± 0,2	Следы
«Пшенично-соевый светлый»	6,1 ± 0,1	2,8 ± 0,1	0,90 ± 0,01	40,6 ± 0,8	18,2 ± 0,4	11,6 ± 0,2		9,6 ± 0,2	11,4 ± 0,2	
«Многокомпонентный светлый»	6,2 ± 0,1	2,7 ± 0,1	0,80 ± 0,01	40,1 ± 0,8	17,6 ± 0,4	11,4 ± 0,2		10,2 ± 0,2	11,4 ± 0,2	

Представленные в таблице 60 результаты подтверждают факт соответствия всех показателей ФЗН обеих групп требованиям действующего стандарта. По показателям количественного состава побочных и части вторичных продуктов брожения отмечено, что большее их содержание приходится на ФЗН, полученных с содержанием в рецептуре напитков ржаного солода (1-я группа ФЗН), что естественным образом связано с более интенсивным протеканием процесса ферментации в напитках 1-й группы. Важным является отсутствие метилового спирта в ФЗН и минимальное содержание ацетальдегида, нежелательного в химическом составе готовых напитков, так как его высокие концентрации «утяжеляют» вкусоароматические характеристики напитков брожения.

Для установления срока годности полученные напитки (фильтрованные непастеризованные) отправляли на хранение при температуре 2–4 °С в течение 7–9 сут. Индикаторами допустимого срока годности для напитков являлись микробиологический показатель (БГКП) и кислотность, регламентируемая стандартом. На рисунке 107 представлена динамика кислотности в процессе хранения, микробиологический показатель на протяжении 7 сут исследования оставался без изменения – БГКП не обнаружены.

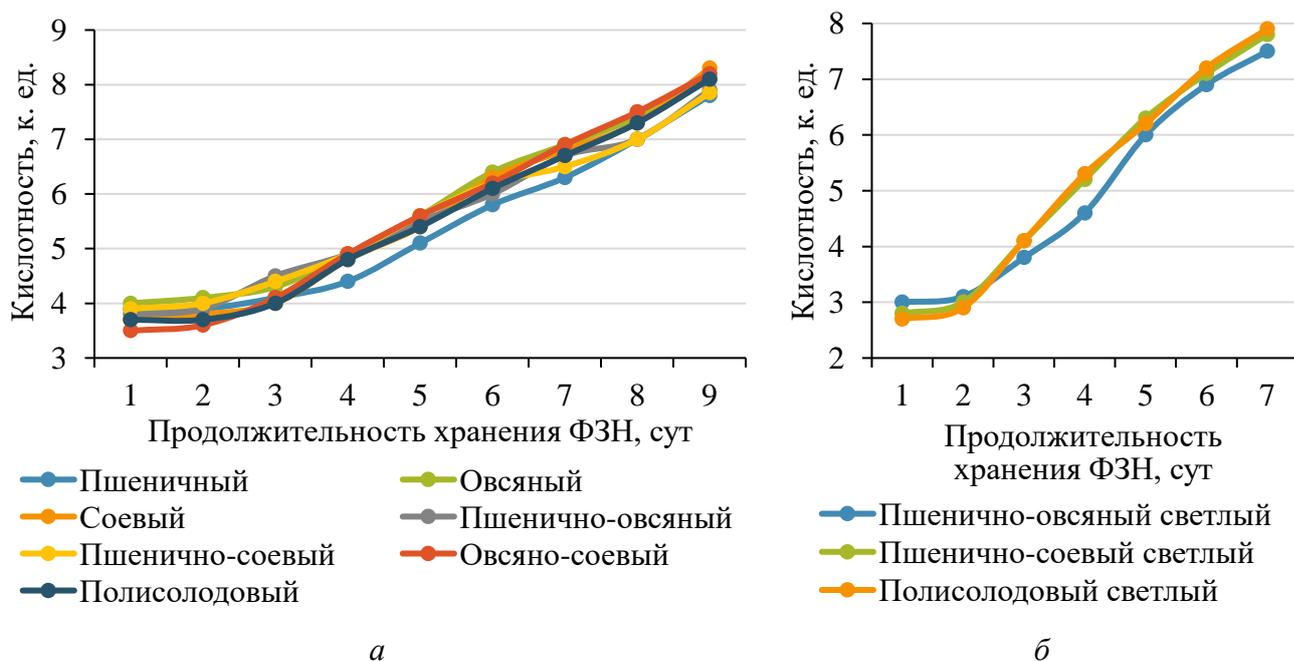


Рисунок 107 – Динамика кислотности ФЗН в процессе хранения:
a – 1-я группа; *б* – 2-я группа

Представленные результаты накопления кислотности позволяют рекомендовать следующие сроки годности напиткам:

- для 1-й группы ФЗН с добавлением ржаного солода – до 7 сут;
- для 2-й группы ФЗН без добавления ржаного солода – не более 5 сут.

При этом после вскрытия упаковки напитка срок хранения при той же температуре составляет не более 1 сут.

С целью повышения срока годности рекомендуется проводить дополнительно обеспложивающую фильтрацию или пастеризацию напитков при температуре 60–70 °С до достижения степени пастеризации 23–25 ПЕ. В первом случае срок годности можно увеличить до 30 сут, во втором – до 90 сут (изменения микробиологических показателей при хранении после обеспложивания и пастеризации представлены на рисунке 108, КМАЭМ не обнаружено).

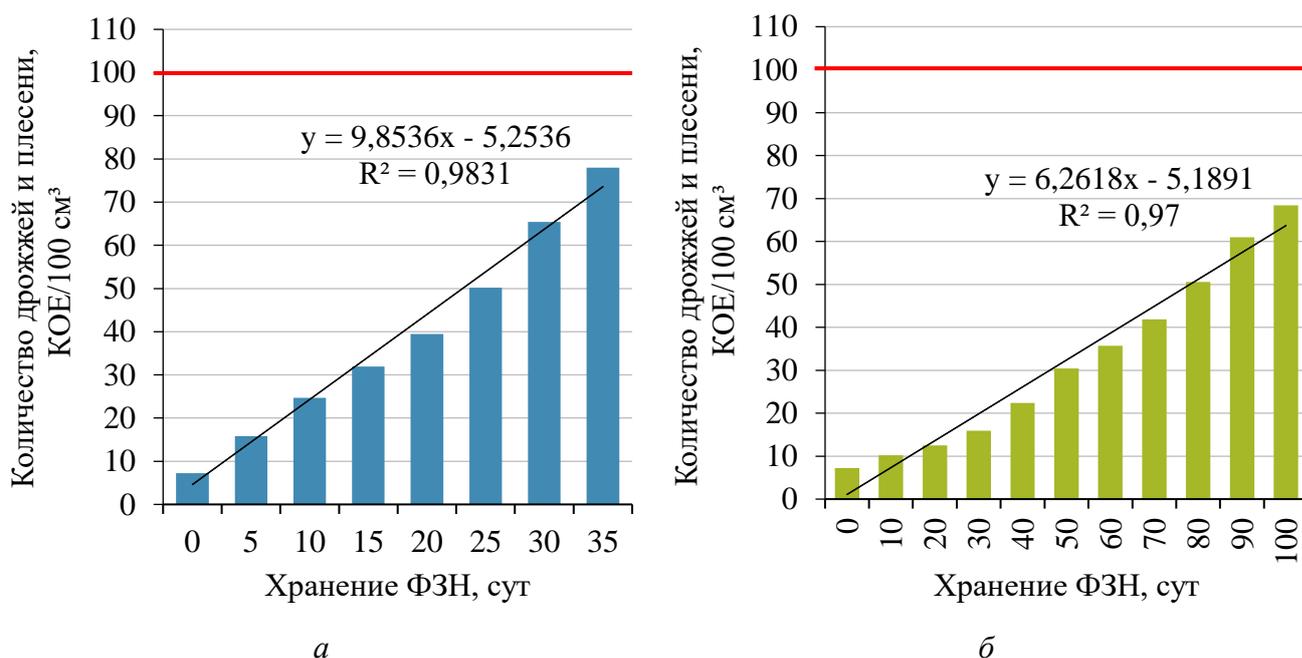


Рисунок 108 – Динамика накопления дрожжей и плесени (суммарно) в ФЗН в процессе хранения: *a* – после обеспложивающей фильтрации; *б* – после пастеризации

Оценка качества ФЗН по показателям биологической и пищевой ценности

Оценку качества ФЗН проводили по содержанию аминокислот, присутствие которых демонстрирует биологическую ценность напитков, и по содержанию ор-

ганических кислот и витаминов, определяющих их пищевую ценность. Результаты представлены в таблицах 61–63. С целью экспонирования улучшения качества напитков по этим показателям за счет предлагаемого концептуального подхода проведен сравнительный анализ оцениваемых критериев с аналогичными показателями, определенными в традиционном квасе, приобретенном в торговой сети г. Новосибирска, приготовленном на основе зернового сырья.

Таблица 61 – Показатели биологической ценности ФЗН, кваса и безалкогольного напитка на зерновой основе

Наименование напитка	Содержание аминокислот, мг/100 см ³		
	незаменимых	заменимых	всего
1-я группа ФЗН с добавлением ржаного солода			
«Пшеничный»	12,05 ± 0,12	20,06 ± 0,23	31,21 ± 0,35
«Овсяный»	12,60 ± 0,18	20,55 ± 0,31	33,15 ± 0,49
«Соевый»	14,87 ± 0,16	25,31 ± 0,28	40,18 ± 0,44
«Пшенично-овсяный»	12,63 ± 0,18	20,61 ± 0,23	33,24 ± 0,41
«Пшенично-соевый»	12,87 ± 0,21	23,04 ± 0,24	35,91 ± 0,45
«Овсяно-соевый»	13,40 ± 0,16	23,89 ± 0,28	37,29 ± 0,44
«Многокомпонентный»	12,55 ± 0,17	20,49 ± 0,21	33,04 ± 0,38
2-я группа ФЗН без добавления ржаного солода			
«Пшенично-овсяный светлый»	15,37 ± 0,15	25,07 ± 0,23	40,44 ± 0,38
«Пшенично-соевый светлый»	16,52 ± 0,28	29,05 ± 0,32	45,57 ± 0,60
«Многокомпонентный светлый»	19,12 ± 0,14	32,83 ± 0,16	51,95 ± 0,30
Напитки сравнения			
Традиционный квас «Русский узор»	6,76 ± 0,11	11,75 ± 0,17	18,51 ± 0,28
Безалкогольный напиток на зерновой основе «Русский»	Ниже предела определения		

Кроме этого, для определения отличительных свойств ФЗН и квасных напитков (безалкогольных напитков без брожения), проявляющихся только в результате сбраживания зернового сула, в обоих случаях проведена оценка качественного и количественного состава вторичных продуктов брожения, а именно органических кислот. Это, в свою очередь, можно рассматривать как идентификационный признак ФЗН – напитков брожения.

Таблица 62 – Показатели пищевой ценности, ФЗН кваса и безалкогольного напитка на зерновой основе в разрезе содержания органических кислот

Наименование напитка	Содержание органической кислоты в напитке, мг/дм ³						
	щавелевая	яблочная	лимонная	муравьиная	янтарная	молочная	уксусная
1-я группа ФЗН с добавлением ржаного солода							
«Пшеничный»	8,11 ± 0,51	110,84 ± 5,82	62,12 ± 5,89	7,18 ± 1,23	312,41 ± 28,56	48,16 ± 5,89	28,64 ± 2,16
«Овсяный»	7,95 ± 0,69	108,14 ± 6,32	49,18 ± 6,29	8,14 ± 2,01	324,17 ± 23,47	46,79 ± 4,97	30,14 ± 1,46
«Соевый»	7,63 ± 0,48	112,26 ± 5,58	56,40 ± 4,12	6,89 ± 1,56	349,24 ± 25,11	43,16 ± 5,43	26,19 ± 1,58
«Пшенично-овсяный»	8,01 ± 0,86	112,36 ± 6,96	60,18 ± 6,18	7,24 ± 1,28	320,46 ± 18,45	49,61 ± 4,18	29,57 ± 2,34
«Пшенично-соевый»	7,89 ± 1,12	106,58 ± 7,71	56,48 ± 5,79	7,59 ± 1,54	334,78 ± 24,13	41,96 ± 5,94	25,16 ± 1,59
«Овсяно-соевый»	7,86 ± 0,67	107,69 ± 6,89	51,14 ± 4,67	8,12 ± 1,36	339,17 ± 26,18	39,16 ± 3,49	26,13 ± 2,10
«Многокомпонентный»	8,16 ± 1,06	112,60 ± 9,12	63,48 ± 8,56	7,54 ± 2,12	318,94 ± 21,69	49,51 ± 4,13	28,26 ± 2,84
2-я группа ФЗН без добавления ржаного солода							
«Пшенично-овсяный светлый»	7,85 ± 0,64	110,23 ± 6,14	54,12 ± 5,46	7,56 ± 2,14	300,12 ± 28,46	45,78 ± 5,14	29,16 ± 1,46
«Пшенично-соевый светлый»	7,69 ± 0,45	105,64 ± 5,78	49,74 ± 5,12	6,89 ± 2,56	314,64 ± 26,17	42,14 ± 6,01	24,78 ± 2,01
«Многокомпонентный светлый»	8,01 ± 1,14	114,91 ± 7,23	51,69 ± 6,01	7,16 ± 2,41	322,11 ± 24,57	46,18 ± 5,12	26,89 ± 2,14
Напитки сравнения							
Традиционный квас «Русский узор»	4,12 ± 0,45	47,28 ± 4,46	30,12 ± 5,14	19,48 ± 4,21	314,14 ± 18,21	24,14 ± 3,10	25,41 ± 2,31
Безалкогольный напиток на зерновой основе «Русский»	Ниже предела определения	287,46 ± 46,78	348,18 ± 64,74	Ниже предела определения	8,45 ± 2,47	64,79 ± 24,86	16,14 ± 6,47

Таблица 63 – Показатели пищевой ценности ФЗН, кваса и безалкогольного напитка на зерновой основе в разрезе содержания витаминов

Наименование напитка	Содержание витаминов, мг/100 см ³			
	B ₁	B ₂	B ₅	B ₆
1-я группа ФЗН с добавлением ржаного солода				
«Пшеничный»	0,19 ± 0,01	0,08 ± 0,01	0,43 ± 0,04	0,21 ± 0,03
«Овсяный»	0,17 ± 0,01	0,08 ± 0,01	0,51 ± 0,03	0,19 ± 0,02
«Соевый»	0,20 ± 0,02	0,10 ± 0,01	0,62 ± 0,05	0,32 ± 0,04
«Пшенично-овсяный»	0,17 ± 0,01	0,08 ± 0,01	0,41 ± 0,02	0,18 ± 0,02
«Пшенично-соевый»	0,18 ± 0,02	0,09 ± 0,01	0,60 ± 0,04	0,31 ± 0,04
«Овсяно-соевый»	0,19 ± 0,02	0,09 ± 0,01	0,54 ± 0,04	0,27 ± 0,03
«Многокомпонентный»	0,21 ± 0,02	0,11 ± 0,02	0,49 ± 0,03	0,21 ± 0,02
2-я группа ФЗН без добавления ржаного солода				
«Пшенично-овсяный светлый»	0,09 ± 0,01	0,02 ± 0,01	0,22 ± 0,02	0,09 ± 0,01
«Пшенично-соевый светлый»	0,14 ± 0,01	0,03 ± 0,01	0,31 ± 0,03	0,17 ± 0,02
«Многокомпонентный светлый»	0,12 ± 0,01	0,03 ± 0,01	0,27 ± 0,02	0,12 ± 0,01
Напитки сравнения				
Традиционный квас «Русский узор»	0,11 ± 0,01	0,06 ± 0,01	0,24 ± 0,02	0,12 ± 0,01
Безалкогольный напиток на зерновой основе «Русский»	Ниже предела определения			

Полученные результаты позволяют констатировать факт присутствия элементов биологической и пищевой ценности в разработанных ФЗН в большем количестве в сравнении с традиционным квасом, приобретенным в торговом предприятии. Отмечено, что с увеличением доли используемого при составлении рецептур высокобелкового сырья данное преимущество более выражено. Наибольшее содержание аминокислот, в том числе незаменимых, наблюдается в ФЗН, приготовленных без использования ржаного солода, а также в тех напитках с добавлением ржаного солода, где присутствует соевый солод. В квасном напитке наличие аминокислот не выявлено.

Что касается содержания органических кислот, то в первую очередь следует отметить, что в большей степени в ФЗН накапливаются янтарная и яблочная кислоты, в меньшей – щавелевая и муравьиная. Лимонная, молочная и уксусная кислоты присутствуют в среднем количестве. Более высокое содержание органиче-

ских кислот отмечается в тех напитках, в рецептуре которых присутствовало больше высокобелкового сырья, что обеспечивало в этом случае зерновое сусло высоким содержанием аминного азота и приводило к более интенсивному брожению, а в конечном итоге – к большему образованию продуктов брожения, в том числе органических кислот. В традиционном квасе, приобретенном в качестве контроля, также отмечается присутствие всех вышеназванных органических кислот, однако некоторых из них в гораздо меньшем содержании, чем в полученных ФЗН.

Следует отметить, что качественный и количественный состав разработанных ФЗН и безалкогольного напитка на зерновой основе отличался более заметно. Во втором случае наблюдалось большее содержание яблочной, лимонной и молочной кислот, очевидно, внесенных в напиток согласно рецептуре. Не были обнаружены щавелевая и муравьиная кислоты, возможно, ввиду их слишком низкой концентрации – ниже порога чувствительности метода определения, содержание янтарной кислоты, которая образуется только в напитках, прошедших полноценно процесс сбраживания сусла, – менее 10 мг/дм^3 напитка (практически в 40 раз меньше, чем в ФЗН), что является и очевидным, так как данный напиток не относится к квасу, а позиционируется как безалкогольный напиток, приготовленный на красителях и ароматизаторах (типа кваса).

По содержанию витаминов группы В также отмечено в большинстве случаев преобладание данных витаминов в разработанных ФЗН в сравнении с традиционным квасом, в безалкогольном напитке на зерновой основе определяемая жизненно важная группа микронутриентов не выявлена. Особенно выражено преимущество по данному показателю для группы ФЗН с добавлением ржаного солода, сброженных сухими пивными дрожжами. В среднем содержание витаминов группы В в напитках, сброженных пивными дрожжами, больше в 1,9 раза, чем в напитках, при брожении которых использовали сухие хлебопекарные дрожжи.

Далее проведены расчеты энергетической ценности и себестоимости полученных ФЗН. Данные по показателям пищевой ценности и рассчитанной энергетической ценности представлены в таблице 64.

Таблица 64 – Расчет энергетической ценности ФЗН

ФЗН	Углеводы, г	Белки, г	Органические кислоты, г	Этиловый спирт, г	Энергетическая ценность, ккал
1-я группа ФЗН с добавлением ржаного солода					
«Пшеничный»	5,7	0,014	0,058	0,79	28,56
«Овсяный»	5,6	0,018	0,057	0,87	28,73
«Соевый»	5,5	0,026	0,060	0,91	28,65
«Пшенично-овсяный»	5,6	0,019	0,059	0,87	28,74
«Пшенично-соевый»	5,6	0,023	0,058	0,87	28,76
«Овсяно-соевый»	5,5	0,028	0,058	0,91	28,66
«Многокомпонентный»	5,6	0,016	0,059	0,83	28,45
2-я группа ФЗН без добавления ржаного солода					
«Пшенично-овсяный светлый»	5,7	0,017	0,055	0,83	28,84
«Пшенично-соевый светлый»	5,9	0,029	0,055	0,71	28,85
«Многокомпонентный светлый»	6,0	0,024	0,058	0,63	28,68
Напитки сравнения					
Традиционный квас «Русский узор»	5,7	0,007	0,046	0,95	29,62
Безалкогольный напиток на зерновой основе «Русский»	10,1	–	0,072	–	40,62

Разработанные напитки можно рекомендовать к употреблению любой возрастной группе населения, также без ограничения людям, страдающим сахарным диабетом, так как напитки произведены из зернового и бобового сырья с низким гликемическим индексом. Кроме этого, в напитках только в 1-й группе в рецептуре предлагается использовать сахар, в рецептуре 2-й группы сахар не предусмотрен. При этом даже в 1-й группе напитков в 100 см³ остается 5,7–5,8 г сухих веществ, включающих декстрины, азотистые соединения, органические кислоты, витамины и глюкозу, максимальное количество которой составит 1,4–1,7 г на 100 см³ напитка.

Расчет себестоимости разработанных ФЗН произведен по статьям калькуляции, учитывающей основные производственные и дополнительные расходы, а именно: основное сырье и материалы, а также дополнительные (вспомогательные) материалы; энергетические производственные расходы; расходы на содержание, ремонт, замену технологического оборудования; расходы на заработную

плату сотрудникам, социальные и прочие выплаты и другие материальные расходы; дополнительные цеховые и общезаводские расходы; прочие внепроизводственные затраты (приложение Ж).

При этом себестоимость за единицу продукции составила, р./дм³:

– для первой группы ФЗН с добавлением ржаного солода: при использовании солода, обработанного стимулирующими препаратами, – 12,44–12,50; при использовании обычного солода без обработки – 12,51–12,84;

– для второй группы ФЗН без добавления ржаного солода: при использовании солода, обработанного стимулирующими препаратами, – 12,81–12,86; при использовании обычного солода без обработки – 13,11–13,54.

Себестоимость традиционного кваса, полученного на основе зернового сырья (ячменного и ржаного солодов и ржаной муки) или концентрата квасного сусла в среднем составляет 10,0–11,0 р./дм³.

Данный расчет позволил с экономической точки зрения подтвердить целесообразность производства предложенных ФЗН виду соразмерности их себестоимости с себестоимостью традиционного кваса.

Выводы по главе 7

В заключение следует отметить, что все разработанные ФЗН отвечают обязательным требованиям, обозначенным в нормативных документах. По органолептическим показателям – с точки зрения оценки данных характеристик по показателям, предусмотренным в действующем стандарте, все образцы также соответствуют предъявляемым требованиям. Для проведения сравнительной оценки полученных вариантов ФЗН между собой разработана пятибалльная дегустационная шкала, показавшая, что большая часть дегустируемых объектов набрала сумму баллов, соответствующую градации «отличного качества» напитков, три образца

– «Овсяно-соевый», «Пшенично-соевый светлый» и «Многокомпонентный светлый» оценены как напитки «хорошего качества».

Биологическую ценность напитков подтверждали присутствием в них заменимых и незаменимых аминокислот. Результаты данной оценки показали преимущество использования в технологии ФЗН нетрадиционных солодов – пшеничного, овсяного и соевого, полученных на основе зернового и бобового сырья с высоким содержанием белка. При этом отмечено, что все разработанные напитки отличаются высокой биологической ценностью в сравнении с традиционным зерновым квасом: содержание аминокислот в первой группе напитков выше, чем в традиционном квасе в среднем в 1,7–2,2 раза, во второй группе напитков еще более выраженное – в 2,2–2,8 раза. При этом самыми обогащенными напитками по данному критерию оценки являлись ФЗН с большим содержанием соевого солода.

Показателями, демонстрирующими пищевую ценность ФЗН, являлись содержание органических кислот и витаминов группы В. При сравнении показателя содержания органических кислот разработанных напитков и традиционного кваса, приобретенного в торговой сети, отмечено, что в целом качественный состав всех образцов одинаковый, по количеству органических кислот традиционный квас незначительно уступает ФЗН, в среднем на 10 %. При том же сравнении ФЗН с безалкогольным напитком на зерновой основе отмечено несовпадение качественного и количественного состава данных органических соединений – низкие концентрации щавелевой, муравьиной и особенно янтарной кислоты, которая образуется только при брожении зернового сусла, и высокие концентрации яблочной, лимонной и молочной кислот, внесенных в напиток в соответствии с рецептурой и предусмотренной технологией.

Что касается содержания витаминов группы В, то выявлено, что их больше содержится в 1-й группе ФЗН, ферментацию которых проводили с использованием сухих пивных дрожжей. Общее содержание витаминов группы В первой группы напитков выше аналогичного показателя второй группы ФЗН, сброженных хлебопекарными дрожжами, в среднем в 1,9 раза, превышение содержания витаминов группы В 1-й группы ФЗН в сравнении с традиционным квасом – анало-

гично. В безалкогольном напитке на зерновой основе витамины группы В не обнаружены.

Проведенный расчет энергетической ценности показал, что полученные ФЗН и традиционный квас имеют практически одинаковую калорийность, обусловленную углеводами, прежде всего моно- и дисахаридами, органическими кислотами, этиловым спиртом и незначительным содержанием белка. В случае аналогичного расчета безалкогольного напитка на зерновой основе отмечена его большая энергетическая ценность в сравнении с напитками брожения, обеспеченная преимущественно углеводами, а именно сахаром, содержание которого указано в составе продукции согласно представленной маркировке, и небольшим количеством присутствующих в нем яблочной, лимонной и молочной кислот.

Произведенный расчет себестоимости ФЗН продемонстрировал конкурентоспособность предлагаемых напитков с экономической точки зрения.

Идентификационными признаками разработанных ФЗН предлагается выделить следующие:

- содержание янтарной кислоты не менее 300 мг/дм³;
- общее содержание органических кислот не менее 500 мг/дм³;
- общее содержание аминокислот не менее 30 мг/100 см³.

На заключительном этапе диссертационного исследования проведена производственная апробация предлагаемой технологии на пивобезалкогольных предприятиях Кемеровской и Новосибирской областей, Алтайского края, выработана опытно-промышленная партия напитков (приложения А и Б). Проведенная производственная апробация технологии солода и ФЗН по разработанной технической документации (ТУ и ТИ) свидетельствует о рассмотрении производителями предлагаемого продукта к внедрению на действующих предприятиях пивобезалкогольной отрасли. В ходе проведения производственных испытаний выпущена партия ФЗН объемом 1350 дал. Отмечено, что предлагаемая технология позволяет увеличить выход готовой продукции на 7,4–10,1 %, повысить производительность предприятия за счет увеличения оборачиваемости производственного цеха – бродильного отделения (на 15–20 %), что приводит к снижению себестоимости про-

дукции и получению дополнительной прибыли. При выработке партии ФЗН 200 дал, дополнительная прибыль составила 4171,7 р., при производстве напитков до 50 тыс. дал в год прибыль может составлять до 1,04 млн р., при производительности предприятия 200 тыс. дал в год – до 4,0 млн р.

Проведенные технологические расчеты по производству солода подтверждают целесообразность использования стимуляторов роста при солодоращении зернового сырья. Практическая эффективность отражается в приросте выхода готовой продукции крупных солодовенных предприятий до 500 т солода в год (увеличение выхода продукции до 3,0 %) за счет снижения технологических потерь при солодоращении при сокращении продолжительности стадии проращивания и снижении потерь на образование ростков. При этом наблюдается экономический эффект производства с каждой партии солода за счет снижения расхода электроэнергии при сокращении стадии проращивания, что повлечет за собой снижение себестоимости солода. Кроме того, увеличивается оборачиваемость солодорастильного цеха на 14–15 %. В результате проведенных производственных испытаний установлено, что предлагаемая стимуляция солода сокращает продолжительность проращивания ячменного солода на 1 сут, что позволяет увеличить оборачиваемость солодовенного цеха на 14,3 %, сократить энергетические расходы. За счет чего при производительности предприятия в 10 тыс. т солода в год выход солода может быть увеличен на 1,2–1,3 тыс. т, что позволит предприятию получить дополнительную прибыль до 17–20 млн в год.

Таким образом, предложенная функциональная концепция формирования ФЗН гибридного типа, с одной стороны, организует функционирование модульных элементов системы за счет консистентного управления технологическими параметрами, исключающего технологические риски, а с другой – алгоритмически выстроенный подход к производственному процессу, позволяющему имплементировать предложенную модель в действующие предприятия пивобезалкогольной отрасли, снижающего социальные, производственные и экономические риски, способствует производству востребованной продукции отечественного производства в виде ФЗН с регулируемым нутриентным составом.

Заключение

1. Разработана методология формирования ФЗН с регулируемым нутриентным составом с применением модульно-алгоритмического подхода. Определены модульные и алгоритмические элементы системы, формирующие пищевую и биологическую ценность, показатели качества ФЗН. Модульные: отбор сырья, биотрансформация сырья с применением стимуляторов роста, технологические приемы формирования нутриентного состава суслу ФЗН (механохимический способ измельчения сырья, технологические режимы получения суслу), релевантный подход к ферментированию суслу ФЗН с использованием разных штаммов сбраживающих микроорганизмов, рецептурное моделирование ФЗН с целевым нутриентным составом. Алгоритмические: организованные технологические процессы биотрансформации сырьевого ресурса (технологические: операционная линия, режимы, параметры), превентивные способы обеспечения устойчивости показателей качества ФЗН, верификация модульных элементов апробированными методами.

2. Обосновано формирование ресурсного элемента системы. Проведен статистический анализ ресурсных возможностей АПК, демонстрирующий способность обеспечения предприятий пивобезалкогольной отрасли зерновым/бобовым сырьем с высокими агротехническими и нутриентными свойствами: стабильная урожайность зернового сырья – 17,2–31,2 ц/га, бобового – 14,8–15,9 ц/га на протяжении пяти лет. На основании сравнительного анализа нутриентного состава сырья обоснован выбор сортов зернового/бобового сырья для использования в производстве ФЗН; ячмень – «Ворсинский 2», пшеница – «Алтайская 100», рожь – «Сибирь», овес – «Гаврош», соя – «Гармония».

3. Научно обоснован технологический модуль формирования ФЗН с декомпозицией его на составные элементы и экспериментально доказана эффективность модульного-алгоритмического подхода к функциональности составных элементов:

а) предложены способы биотрансформации сырья с применением стимулирующих препаратов при солодоращении (комплекса органических кислот, входящих в цикл Кребса (2-оксоглутаровая, лимонная, яблочная, янтарная, фумаровая), комплексного препарата «Энерген», ФП «Целмолаза» и «Бирзим БГ»); экспериментально-математическим способом определены оптимальные концентрации введения стимуляторов при замачивании сырья: комплекса органических кислот – 10^{-9} моль/дм³, препарата «Энерген» – 0,6 г/дм³, ФП «Целмолаза» – 0,6 % и «Бирзим БГ» – 0,4 % (4,8–4,9 ед. по ЦА на 1 г сырья); усовершенствована технология ячменного, пшеничного ржаного неферментированного и ржаного ферментированного солодов, разработана технология овсяного и соевого солодов; установлено, что:

– использование в технологии ячменного солода на основе сорта «Ворсинский 2» комплекса органических кислот в концентрации 10^{-9} моль/дм³ обеспечивает повышение АС на 28,6 %, ПС на 35,2 %, содержание аминокислот на 15,7 %;

– использование в технологии пшеничного солода на основе сорта «Алтайская 100» комплексного препарата «Энерген» в концентрации 0,6 г/дм³ повышает АС на 15,8 %, ПС на 57,5 %, содержание аминокислот на 16,7 %, снижает количество клейковины на 12,3 %;

– применение в технологии ржаного неферментированного и ржаного ферментированного солода на основе сорта «Сибирь» ФП «Бирзим БГ» в количестве 0,4 % (4,9 ед. по ЦА на 1 г сырья) приводит к повышению ЦА в ржаном неферментированном солоде на 52,7 %, в ржаном ферментированном на 60,0 %, увеличению аминокислот в ржаном неферментированном солоде на 21,5 %, в ржаном ферментированном на 25,3 %;

– применение в технологии овсяного солода на основе сорта «Гаврош» цитолитического ФП «Целмолаза» в концентрации 0,6 % (4,8 ед. по ЦА на 1 г сырья) повышает ЦА на 35,4 %, содержание аминокислот на 18,6 %;

– использование в технологии соевого солода на основе сорта «Гармония» комплекса органических кислот в концентрации 10^{-9} моль/дм³ обеспечивает повышение АС на 22,3 % и содержания аминокислот на 27,2 %; снижение уровня

антипитательных веществ в 2,6 раза по активности фермента уреазы и в 4,3 раза по ТИА (в сравнении с исходной соей);

б) определены оптимальные технологические режимы и параметры технологического модуля производства ФЗН, формирующие показатели качества:

– организация стадии затирания зернопродуктов по технологическим параметрам: приготовление сусла с пшеничным солодом – температура 52 °С, продолжительность 50 мин; приготовление сусла с овсяным солодом – температура 51 °С, продолжительность 50 мин; приготовление сусла с соевым солодом – температура 55 °С, продолжительность 60 мин; приготовление многокомпонентного сусла – две температурные паузы 52 °С и 55 °С по 30 мин каждая; при использовании ржаного и (или) овсяного солодов необходимо ввести дополнительную температурную паузу 40 °С с продолжительностью 30 мин;

– организация ферментации сусла с применением сухих хлебопекарных дрожжей «Nevada» и «Angel» или сухих пивных дрожжей «Saflager W-34/70» и «Saflager S-23» (вид *Saccharomyces*) по следующим параметрам: норма внесения дрожжей – 20 млн кл/см³, продолжительность ферментации 18–20 ч;

в) подтверждено применение аддитивных технологий в формировании ФЗН:

– использование механохимического воздействия на ржаной и овсяный солод, позволяющего увеличить выход мальтозы на 17,6–20,8 %, аминного азота – на 21,9–31,6 %;

– применения способа концентрирования сусла до содержания сухих веществ (72,10 ± 1,44) % с целью оптимизации технологического процесса приготовления сусла;

г) разработана технология ФЗН, позволяющая повысить БЦ и ПЦ напитков, оптимизировать производственный процесс (исключить стадию купаживания, сократить продолжительность ферментации с 24 до 18–20 ч, оптимизировать стадию приготовления сбраживающих микроорганизмов); разработаны семь рецептур ФЗН с добавлением ржаного солода, три рецептуры ФЗН без добавления ржаного солода с БЦ и ПЦ; содержание аминокислот в ФЗН увеличивается в 1,7–2,8 раза,

количество органических кислот повышается в ФЗН с добавлением ржаного солода до 18,6 %, содержание витаминов группы В в ФЗН с добавлением ржаного солода, сброженных сухими пивными дрожжами, увеличивается в 1,6–2,3 раза.

4. Разработана система управления технологическими рисками:

– предложен управленческий контроль производства ФЗН с разработкой схемы производственного контроля и плана ХАССП по производству солода, определены дополнительные критические контрольные точки (ККТ 1 – входной контроль сои по уровню уреазы и трипсинингибирующей активности; ККТ 2 – контроль готовой продукции соевого солода по уровню уреазы и трипсинингибирующей активности, контролируемые параметры, установлены критические значения параметров, предложены корректирующие мероприятия;

– применение в технологической линии производства ФЗН превентивных технологических решений: введение обеспложивающей фильтрации или пастеризации напитков;

– установлены сроки годности напитков: ФЗН с добавлением ржаного солода – до 7 сут, ФЗН без добавления ржаного солода – до 5 сут, при использовании обеспложивающей фильтрации – до 30 сут, при проведении пастеризации – до 90 сут.

5. Проведена оценка эффективности функционирования модульно-алгоритмического подхода к производству ФЗН и конкурентоспособности ФЗН:

– проведены маркетинговые исследования по изучению рынка безалкогольных напитков, предложению зерновых напитков в разные сезонные периоды, методом фокус-группы двух целевых аудиторий (первая – разновозрастная аудитория, вторая – молодежная аудитория) проведена оценка потребительских предпочтений к ФЗН. Выявлено положительное отношение респондентов к покупке такого вида напитков с целенаправленно измененным нутриентным составом (80 % первой группы и 100 % второй готовы приобретать ФЗН с новыми вкусовыми и функциональными свойствами);

– проведена оценка ФЗН по регламентируемым показателям качества и безопасности, установлено соответствие показателей требованиям нормативных до-

кументов (ГОСТ 31494-2012, ТР ТС 021/2011). Проведена дегустационная оценка ФЗН по разработанной 5-балльной шкале. Рассчитана энергетическая ценность напитков;

– проведен расчет себестоимости ФЗН: для первой группы ФЗН с добавлением ржаного солода в диапазоне 12,44–12,50 р./дм³; для второй группы ФЗН без добавления ржаного солода – 12,81–12,86 р./дм³, подтверждающий целесообразность производства предложенных напитков ввиду соразмерности их себестоимости с себестоимостью традиционного кваса (10,0–11,0 р./дм³).

6. Проведена производственная апробация и внедрение рецептур и технологий на предприятия пивобезалкогольной промышленности, внедрение результатов исследований в образовательный процесс:

– разработана техническая документация на производство солода и ФЗН: ТУ 11.06.10-065-01597951-2021 «Производство овсяного солода», ТУ 11.06.10-066-01597951-2021 «Производство соевого солода», ТИ 11.06.10-067-01597951-2021 «Технология ячменного, пшеничного, ржаного, овсяного и соевого солодов с применением стимулирующих препаратов», ТИ 11.07.19-068-01597951-2022 «Технология ферментированных зерновых напитков»;

– проведена апробация результатов исследований в производственных условиях на предприятиях пивобезалкогольной отрасли Новосибирской, Кемеровской областей, Алтайского края с рекомендациями дальнейшего их внедрения;

– результаты исследований внедрены в образовательный процесс при подготовке бакалавров и магистров образовательной организации АНОО ВО Центрсоюза РФ «Сибирский университет потребительской кооперации».

Список сокращений и условных обозначений

АС – амилолитическая активность.

БЦ – биологическая ценность.

КС – концентрат сусла.

ПС – протеолитическая активность

ПЦ – пищевая ценность.

ФА – ферментативная активность.

ФЗН – ферментированные зерновые напитки.

ФП – ферментный препарат.

ЦА – цитолитическая активность.

Список литературы

1. Аббазова, В.Н. Применение ферментных препаратов в технологии овощных напитков / В.Н. Аббазова // Конкурентоспособность территорий : материалы XXIV Всерос. экон. форума молодых ученых и студентов (Екатеринбург, 27–30 апр. 2021 г.) : в 4 ч. – Екатеринбург : УрГЭУ, 2021. – Ч. 3. – С. 3–6.
2. Агафонов, В.П. Кавитационное проращивание семян ячменя для ускоренного получения солода / В.П. Агафонов, Е.Г. Иванов, Е.Е. Чавачина // Вестник НГИЭИ. – 2016. – № 8 (63). – С. 55–64.
3. Агафонов, Г.В. Влияние ферментного препарата Церемикс бхтг на показатели качества овсяного солода / Г.В. Агафонов, А.Е. Чусова, А.В. Зеленькова, В.Е. Плотникова // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2018. – № 3. – С. 128–133.
4. Агафонов, Г.В. Возможность применение гречихи в технологии ферментированного солода / Г.В. Агафонов, А.Е. Чусова, Н.С. Ковальчук, Н.В. Зуева // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2018. – Т. 80, № 4 (78). – С. 170–176.
5. Алексеева, М.С. Перспективы использования темного пшеничного солода для производства кваса / М.С. Алексеева, П.Е. Баланов // Вестник студенческого научного общества. – 2018. – Т. 9, № 1. – С. 232–233.
6. Алексеева, М.С. Разработка рецептуры и технологии кваса из пшеничного сырья / М.С. Алексеева // Вестник КрасГАУ. – 2016. – № 10. – С. 151–155.
7. Алексеева, М.С. Сравнение сенсорных и физико-химических свойств кваса из пшеничного и ржаного сырья / М.С. Алексеева // Вестник КрасГАУ. – 2018. – № 3 (138). – С. 273–277.
8. Амакасова, А.З. Особенности современных технологий натуральных квасов / А.З. Амакасова, С.А. Хасанов, И.М. Галин [и др.] // Вестник Башкирского государственного педагогического университета им. М. Акмуллы. – 2018. – № 2(46). – С. 20–26.

9. Бабаева, М.В. Инновационные безалкогольные напитки из натурального растительного сырья / М.В. Бабаева, С.В. Жуковская, Д.А. Казацев [и др.] // Вестник воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2022. – Т. 84, № 1 (91). – С. 118–124.

10. Баланов, П.Е. Российская сырьевая база для производства светлого и темного пшеничного кваса / П.Е. Баланов, И.В. Смотряева, М.С. Алексеева // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2019. – № 54. – С. 80–85.

11. Беличенко, А.М. Развитие экологически безопасного производства солода, пива, безалкогольных напитков и минеральных вод / А.М. Беличенко // Пиво и напитки. – 2009. – № 1. – С. 66–69.

12. Белкина, Р.И. О пищевой ценности зерна овса и продуктов его переработки / Р.И. Белкина // Агропродовольственная политика России. – 2022. – № 1. – С. 2–5.

13. Белокурова, Е.С. Биологически активные безалкогольные напитки / Е.С. Белокурова, А.Д. Севастьянова, Ф.А. Овчинников // Проблемы конкурентоспособности потребительских товаров и продуктов питания : сб. науч. ст. Междунар. науч.-практ. конф. (Курск, 12 апр. 2019 г.). – Курск : ЮЗГУ, 2019. – С. 57–60.

14. Бородина, Е.В. Исследование микробиологических, органолептических и физико-химических показателей кваса / Е.В. Бородина / Технология и продукты здорового питания : материалы 5-й Междунар. науч.-практ. конф. (Саратов, 24–25 окт. 2011 г.). – Саратов : Саратовский ГАУ, 2011. – С. 24–26.

15. Васильева, И.В. Разработка технологии кваса из высокоплотного медового сусла / И.В. Васильева, И.А. Еремина, В.А. Помозова // Техника и технология пищевых производств. – 2012. – № 2. – С. 19–24.

16. Вербицкая, Е.А. Влияние интенсификации технологических процессов на формирование потребительских свойств какао продуктов / Е.А. Вербицкая, В.И. Мартовщук, С.А. Калманович, О.С. Воронцова // Новые технологии. – 2010. – № 2. – С. 20–22.

17. Вербицкая, Е.А. Влияние технологических режимов обработки какао-крупки на качество и выход какао-масла / Е.А. Вербицкая, С.А. Калманович, Е.В. Жирова // Известия вузов. Пищевая технология. – 2006. – № 2–3. – С. 80–81.

18. Верещагин, А.Л. Биологическая активность сверхмалых концентраций ряда природных органических кислот – интермедиатов цикла Кребса / А.Л. Верещагин, В.В. Еремина, Ю.И. Захарьева [и др.] // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. – 2012. – № 2 (3). – С. 72–75.

19. Верещагин, А.Л. Влияние ряда дикарбоновых кислот в сверхмалых концентрациях на барьерную функцию мембраны изолированной вакуоли / А.Л. Верещагин, В.Н. Нурминский, В.В. Еремина [и др.] // Известия Иркутского государственного университета. Серия: Биология. Экология. – 2013. – Т. 6, № 2. – С. 3–7.

20. Верещагин, А.Л. Влияние сверхмалых доз интермедиатов цикла Кребса на рост и развитие ряда двудольных растений : монография / А.Л. Верещагин, В.В. Кропоткина. – Бийск : Бийский филиал АлтГТУ, 2010. – 94 с. – ISBN 978-5-9257-0194-2.

21. Верещагин, А.Л. Влияние сверхмалых концентраций интермедиатов цикла Кребса на рост и развитие чистой культуры *Staphylococcus aureus* / А.Л. Верещагин, Л.Л. Кунец // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. – 2012. – № 2 (3). – С. 143–144.

22. Верещагин, А.Л. Строение анионов кислот цикла Кребса в нано- и фемтомольных концентрациях / А.Л. Верещагин, А.М. Звонок, Ю.И. Захарьева // Южно-Сибирский научный вестник. – 2014. – № 1 (5). – С. 80–85.

23. Вилсон, Л.А. Продукты питания из сои. Из кн.: Руководство по переработке и исследованию сои : пер. с англ. / Л.А. Вилсон. – М. : Колос, 1998. – 42 с. – ISBN 5-10-003528-5.

24. Волкова, М.Н. Перспективы использования соевого пастообразного концентрата в изготовлении сливочного масла / М.Н. Волкова // Наука. Технологии. Инновации : сб. науч. тр. (Новосибирск, 1–5 дек. 2015 г.) : в 9 ч. – Новосибирск : НГТУ, 2015. – Ч. 5. – С. 178–180.

25. Габинская, О.С. Оценка конкурентоспособности кваса / О.С. Габинская, Е.Ф. Пушкарева // Пиво и напитки. – 2011. – № 3. – С. 23–25.

26. Гарькина, П.К. Обоснование применения сока брусники в технологии кваса / П.К. Гарькина, Е.Г. Соболев // Инновационная техника и технология. – 2022. – Т. 9, № 4. – С. 13–16.

27. Гарькина, П.К. Перспективы обогащения напитков брожения / П.К. Гарькина, Д.С. Соколов, Е.Г. Соболев // Инновационная техника и технология. – 2022. – Т. 9, № 2. – С. 10–14.

28. Гарькина, П.К. Применение нетрадиционного сырья в производстве кваса / П.К. Гарькина, Е.Г. Соболев // Инновационная техника и технология. – 2021. – Т. 8, № 2. – С. 5–10.

29. Гернет, М.В. Методы оценки качества зернового сырья для производства квасов / М.В. Гернет, К.В. Кобелев, И.Н. Грибкова // Инновационные пищевые технологии в области хранения и переработки сельскохозяйственного сырья : материалы 3-й Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 20-летию юбилею ГНУ КНИИХЛ Россельхозакадемии (Краснодар, 23–24 мая 2013 г.). – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2013. – С. 254–258.

30. Гернет, М.В. Перспективы расширения ассортимента напитков брожения для пивоваренных заводов малой мощности / М.В. Гернет // Пиво и напитки. – 2017. – № 3. – С. 14–17.

31. Гиренко, Д.А. Безалкогольные напитки вязкой консистенции на основе зернового и плодово-ягодного сырья / Д.А. Гиренко, И.Ю. Сергеева, Ю.Ю. Миллер, Т.Ф. Киселева // Кузбасс: образование, наука, инновации : материалы Инновационного конвента (Кемерово, 9 дек. 2016 г.). – Кемерово : СибГИУ, 2016. – С. 144–146.

32. Гордюшин, М.Г. Определение рационального способа приготовления затора в технологии слабоалкогольного напитка брожения на основе зернового и плодового сырья / М.Г. Гордюшин // Интернаука. – 2022. – № 20-6 (243). – С. 45–47.

33. ГОСТ 10840-2017. Зерно. Метод определения природы : введ. 01.01.2019. – М. : Стандартиформ, 2019. – 15 с.
34. ГОСТ 10846-91. Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка. – введ. 31.05.1993. – М. : Стандартиформ, 2009. – 8 с.
35. ГОСТ 10854-2015. Семена масличные. Методы определения сорной, масличной и особо учитываемой примеси : введ. 01.07.2016 – М. : Стандартиформ, 2021. – 16 с.
36. ГОСТ 10967-2019. Зерно. Методы определения запаха и цвета : введ. 01.09.2020. – М. : Стандартиформ, 2021. – 9 с.
37. ГОСТ 10968-88. Зерно. Методы определения энергии прорастания и способности прорастания : введ. 01.07.1988. – М. : Стандартиформ, 1988. – 4 с.
38. ГОСТ 12136-77. Зерно. Метод определения экстрактивности ячменя : введ. 01.06.1977. – М. : Стандартиформ, 1977. – 5 с.
39. ГОСТ 12280-75. Вина, виноматериалы, коньячные и плодовые спирты. Метод определения альдегидов : введ. 01.07.1977. – М. : Издательство стандартов, 2015. – 10 с.
40. ГОСТ 13586.3-2015. Зерно. Правила приемки и методы отбора проб : введ. 01.07.2016. – М. : Стандартиформ, 2021. – 18 с.
41. ГОСТ 13586.5-2015. Зерно. Метод определения влажности : введ. 01.07.2016. – М. : Стандартиформ, 2016. – 19 с.
42. ГОСТ 13979.9-69. Жмыхи и шроты. Методика выполнения измерений активности уреазы : введ. 01.01.1970. – М. : Стандартиформ, 1970. – 6 с.
43. ГОСТ 14138-2014. Продукция алкогольная и сырье для ее производства. Спектрофотометрический метод определения массовой концентрации высших спиртов : введ. 01.01.2016. – М. : Стандартиформ, 2021. – 13 с.
44. ГОСТ 16990-2017. Рожь. Технические условия : введ. 01.01.2019. – М. : Стандартиформ, 2019. – 13 с.
45. ГОСТ 17109-88. Соя. Требования при заготовках и поставках : введ. 01.06.1997. – М. : Издательство стандартов, 1997. – 4 с.

46. ГОСТ 28188-2014. Напитки безалкогольные. Общие технические условия : введ. 01.01.2016. – М. : Издательство стандартов, 2016. – 12 с.

47. ГОСТ 28673-2019. Овес. Технические условия : введ. 01.09.2020. – М. : Стандартиформ, 2019. – 13 с.

48. ГОСТ 29033-91. Зерно и продукты его переработки. Метод определения жира. – введ. 30.06.1992. – М. : Издательство стандартов, 2004. – 6 с.

49. ГОСТ 29294-2021. Солод пивоваренный. Технические условия : введ. 01.01.2022. – М. : Издательство стандартов, 2021. – 32 с.

50. ГОСТ 30483-97. Зерно. Методы определения общего и фракционного содержания сорной и зерновой примесей; содержания мелких зерен и крупности; содержания зерен пшеницы, поврежденных клопом-черепашкой; содержания металломагнитной примеси : введ. 01.07.1998. – М. : Стандартиформ, 1998. – 22 с.

51. ГОСТ 30712-2001. Продукты безалкогольной промышленности. Методы микробиологического анализа : введ. 01.07.2002. – М. : Стандартиформ, 2015. – 12 с.

52. ГОСТ 31494-2012. Квасы. Общие технические условия : введ. 01.07.2013. – М. : Стандартиформ, 2021. – 12 с.

53. ГОСТ 31675-2012. Корма. Методы определения содержания сырой клетчатки с применением промежуточной фильтрации : введ. 01.07.2013. – М. : Издательство стандартов, 2020. – 22 с.

54. ГОСТ 32042-2012. Премиксы. Определение витаминов группы В : введ. 01.07.2014. – М. : Стандартиформ, 2020. – 24 с.

55. ГОСТ 33427-2015. Корма. Определение трипсинингибирующей активности в продуктах из сои : введ. 01.01.2017. – М. : Стандартиформ, 2020. – 12 с.

56. ГОСТ 5060-86. Ячмень пивоваренный. Технические условия : введ. 01.07.1988. – М. : Издательство стандартов, 2010. – 6 с.

57. ГОСТ 6687.0-86. Продукция безалкогольной промышленности. Правила приемки и методы отбора проб : введ. 01.01.1988. – М. : Издательство стандартов, 2015. – 8 с.

58. ГОСТ 6687.2-90. Продукция безалкогольной промышленности. Методы определения сухих веществ : введ. 01.07.1991. – М. : Издательство стандартов, 2015. – 13 с.

59. ГОСТ 6687.4-86. Напитки безалкогольные, квасы и сиропы. Метод определения кислотности : введ. 01.07.1987. – М. : Издательство стандартов, 2015. – 7 с.

60. ГОСТ 6687.5-86. Продукция безалкогольной промышленности. Методы определения органолептических показателей и объема продукции : введ. 01.07.1987. – М. : Издательство стандартов, 2015. – 9 с.

61. ГОСТ 6687.7-88. Напитки безалкогольные и квасы. Метод определения спирта : введ. 01.07.1989. – М. : Издательство стандартов, 2015. – 7 с.

62. ГОСТ 9353-2016. Пшеница. Технические условия : введ. 01.07.2018. – М. : Издательство стандартов, 2019. – 16 с.

63. ГОСТ ISO 13299-2015. Органолептический анализ. Методология. Общее руководство по составлению органолептического профиля : введ. 01.07.2017. – М. : Стандартинформ, 2016. – 28 с.

64. ГОСТ ISO 3972-2014. Органолептический анализ. Методология. Метод исследования вкусовой чувствительности : введ. 01.01.2016. – М. : Стандартинформ, 2021. – 16 с.

65. ГОСТ ISO 5492-2014. Органолептический анализ. Словарь : введ. 01.01.2016. – М. : Стандартинформ, 2021. – 62 с.

66. ГОСТ Р 51705.1-2001. Системы качества. Управление качеством пищевых продуктов на основе принципов ХАССП. Общие требования : введ. 01.07.2001. – М. : Стандартинформ, 2009. – 12 с.

67. ГОСТ Р 52061-2003. Солод ржаной сухой. Технические условия : введ. 01.07.2004. – М. : Издательство стандартов, 2021. – 30 с.

68. ГОСТ Р 52409-2005. Продукция безалкогольного и слабоалкогольного производства. Термины и определения : введ. 01.01.2007 – М. : Стандартинформ, 2015. – 8 с.

69. ГОСТ Р 54478-2011. Зерно. Методы определения количества и качества клейковины в пшенице : введ. 01.01.2013. – М. : Стандартинформ, 2012. – 25 с.

70. ГОСТ Р 54731-2011. Дрожжи хлебопекарные прессованные. Технические условия : введ. 01.01.2013. – М. : Стандартинформ, 2015. – 16 с.

71. ГОСТ Р 54845-2011. Дрожжи хлебопекарные сушеные. Технические условия : введ. 01.01.2013. – М. : Стандартинформ, 2015. – 16 с.

72. ГОСТ Р 8.736-2011. Государственная система обеспечения единства измерений. Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения : введ. 01.01.2013. – М. : Стандартинформ, 2019. – 25 с.

73. ГОСТ Р ИСО 20252-2014 Исследование рынка, общественного мнения и социальных проблем. Словарь и сервисные требования : введ. 01.08.2015. – М. : Стандартинформ, 2015. – 46 с.

74. ГОСТ Р ИСО 22000-2019. Системы менеджмента безопасности пищевой продукции. Требования к организациям, участвующим в цепи создания пищевой продукции : введ. 01.01.2020. – М. : Стандартинформ, 2019. – 42 с.

75. Грибкова, И.Н. Биохимические свойства белков овса, применяемых в технологиях бродильных производств / И.Н. Грибкова, Е.А. Казакова, М.Н. Елисеев // Пиво и напитки. – 2009. – № 5. – С. 18–19.

76. Гумеров, Т.Ю. Безалкогольные напитки функционального назначения / Т.Ю. Гумеров, Н.В. Клинцева, К.Ю. Швинк // Неделя науки СПбПУ : материалы науч. конф. с междунар. участием (Санкт-Петербург, 19–24 нояб. 2018 г.). – СПб. : СПбПУ, 2018. – С. 133–135.

77. Дамдинсурен, А. Ферментные препараты при производстве светлого пивоваренного солода / А. Дамдинсурен, Е.Д. Фараджева, С.В. Востриков // Пиво и напитки. – 2003. – № 6. – С. 22–23.

78. Догаева, Л.А. Методы совершенствования классификации и идентификация функциональных безалкогольных напитков / Л.А. Догаева, Н.Т. Пехтерева // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2010. – № 5. – С. 77–83.

79. Догаева, Л.А. О классификации функциональных безалкогольных напитков / Л.А. Догаева, Н.Т. Пехтерева // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2012. – № 2. – С. 53-58.

80. Дойко, И.В. Безалкогольные напитки на основе нетрадиционного растительного сырья / И.В. Дойко // Региональные рынки потребительских товаров: качество, экологичность, ответственность бизнеса : материалы III Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием (Красноярск, 10–11 дек. 2020 г.). – Красноярск : СФУ, 2020. – С. 19–22.

81. Доктрина продовольственной безопасности : утверждена указом Президента Российской Федерации от 21 января 2020 г. № 20.

82. Доценко, С.М. Использование соевой муки из отходных фракций в технологии приготовления оладий и блинчиков / С.М. Доценко, Ю.А. Гужель, И.В. Агафонов // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2016. – № 2 – С. 50–54.

83. Дроздова, Т.М. Физиология питания / Т.М. Дроздова, П.Е. Влощинский, В.М. Позняковский. – Новосибирск : Сиб. унив. изд-во, 2007. – 352 с. – ISBN 978-5-94087-693-9.

84. Елисеев, М.Н. Квасы брожения – напитки, содержащие биологически активные вещества / М.Н. Елисеев, Д.С. Лычников, Л.К. Емельянова, Т.И. Кузичкина // Пиво и напитки. – 2006. – № 3 – С. 32.

85. Елисеев, М.Н. Состав квасов брожения и квасного напитка / М.Н. Елисеев, А.Е. Паталаха, С.В. Волкович // Пиво и напитки. – 2008. – № 5. – С. 46–47.

86. Ермолаева, Г.А. Справочник работника лаборатории пивоваренного предприятия / Г.А. Ермолаева. – СПб. : Профессия, 2004. – 536 с. – ISBN 5-93913-055-0.

87. Ефимов, Л.А. Безалкогольные напитки функционального назначения / Л.А. Ефимов, К.Р. Хасанова, А.А. Назмиева, Т.Ю. Гумеров // Товаровед продовольственных товаров. – 2021. – № 6. – С. 438–441.

88. Жумабекова, Б.К. Технология получения чайного кваса с добавлением экстракта душицы / Б.К. Жумабекова, К.А. Жумабекова // *Фундаментальные исследования*. – 2015. – № 2. – С. 2370–2373.

89. Заворохина, Н.В. Моделирование рецептуры травяных квасов / Н.В. Заворохина, О.В. Чугунова, В.М. Позняковский // *Пиво и напитки*. – 2012. – № 6. – С. 112–114.

90. Заворохина, Н.В. Растительное сырье Уральского региона для производства безалкогольных напитков антиоксидантной направленности / Н.В. Заворохина, М.П. Соловьева, О.В. Чугунова [и др.] // *Пиво и напитки*. – 2013. – № 3. – С. 34–37.

91. Зарубина, Е.П. Влияние частоты переменного тока на солодоращение ячменя / Е.П. Зарубина, С.Ф. Данькова, Т.Н. Данильчук [и др.] // *Пиво и напитки*. – 2003. – № 4. – С. 14–15.

92. Захарова, А.В. Технологическая оценка видов хлебных квасов, произведенных по различным технологиям / А.В. Захарова, С.А. Масловский // *Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук*. – 2016. – № 3-1. – С. 80–83.

93. Захарьева, Ю.И. Изменение электропроводности водных растворов органических кислот цикла Кребса при разбавлении и ультразвуковой обработке / Ю.И. Захарьева, А.Л. Верещагин // *Южно-Сибирский научный вестник*. – 2014. – № 1 (5). – С. 88–89.

94. Зеленькова, А.В. Изменение ферментативной активности безглютенового солода в процессе проращивания и сушки / А.В. Зеленькова, Г.В. Агафонов, А.Е. Чусова, Ю.В. Пожалова // *Вестник ВГУИТ*. – 2017. – № 2. – С. 198–203.

95. Зенькова, М.Л. Разработка технологии консервированных продуктов из пророщенного зерна пшеницы и тритикале / М.Л. Зенькова, М.Ю. Бойко, Е.Н. Урбанчик // *Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов*. – 2015. – № 1 (30). – С. 42–46.

96. Зинцова, Ю.С. Разработка рецептуры и исследование свойств безалкогольных напитков брожения на основе поликультуры рисового гриба / Ю.С. Зин-

цова, Е.Д. Рожнов, М.Н. Школьников // Товаровед продовольственных товаров. – 2015. – № 7. – С. 12–16.

97. Иванова, Е.Г. Технология квасов брожения / Е.Г. Иванова, Л.В. Киселева, Н.Г. Ленец // Пиво и напитки. – 2006. – № 2. – С. 50–51.

98. Иванченко, О.Б. Использование сахарозаменителей в технологии хлебного кваса / О.Б. Иванченко, М.М. Данина // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. – 2019. – № 2. – С. 11–18.

99. Игнатенко, И.С. Способ увеличения выхода солода в пивоварении путем синхронизации прорастания семян ярового ячменя / И.С. Игнатенко, С.Ю. Козяева, А.С. Казакова // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2011. – № 1-1. – С. 113–117.

100. Исаева, В.С. Органолептические свойства хлебных квасов. Современные представления / В.С. Исаева, Б.В. Иванова, Л.М. Думбрава // Пиво и напитки. – 2009. – № 1. – С. 34–36.

101. Каменская, Е.П. Использование микроорганизмов-пробиотиков в технологии приготовления квасов брожения / Е.П. Каменская, М.В. Обрезкова // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2015. – № 6 (35). – С. 24–30.

102. Каменская, Е.П. Использование экстрактов стевии медовой в производстве квасов брожения / Е.П. Каменская, М.В. Обрезкова, В.А. Сташкова // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2017. – № 5 (46). – С. 32–37.

103. Каменская, Е.П. Перспективы использования полисолодовых экстрактов в технологии производства квасов брожения / Е.П. Каменская, М.В. Обрезкова, В.А. Вагнер // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2019. – № 3 (56). – С. 19--25.

104. Каменская, Е.П. Применение фруктозо-глюкозных сиропов из клубней топинамбура в технологии производства хлебного кваса / Е.П. Каменская, М.В. Обрезкова // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2017. – № 1 (42). – С. 32–37.

105. Карпенко, Д.В. Влияние нанопрепаратов на развитие дрожжевых популяций / Д.В. Карпенко, А.О. Комолова, А.А. Хоменко // Пиво и напитки. – 2017. – № 1. – С. 14–17.

106. Кацурба, Т.В. Исследование методом ик-спектроскопии процесса солодоращения ячменя, обогащенного селенитом натрия / Т.В. Кацурба, В.К. Франтенко // Вестник КрасГАУ. – 2021. – № 12 (177). – С. 232–237.

107. Кацурба, Т.В. Селенит натрия как интенсификатор солодоращения для пивоваренного ячменя / Т.В. Кацурба, С.Н. Евстафьев, В.К. Франтенко, А.И. Демина // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. – 2018. – Т. 8, № 1 (24). – С. 67–73.

108. Келенкова, Е.С. Использование сухих экстрактов плодово-ягодного сырья для повышения пищевой ценности квасов брожения / Е.С. Келенкова, Е.Ю. Егорова // Известия высших учебных заведений. пищевая технология. – 2021. – № 1 (379). – С. 35–39.

109. Киселев, И.В. Инновационная технология низкокалорийного светлого пива с использованием овса и цикория / И.В. Киселев, О.В. Беспалова, А.Д. Ладыгин, Ю.В. Руднев // Пиво и напитки. – 2011. – № 6. – С. 28–29.

110. Киселева, Т.Ф. Влияние проращивания на содержание антипитательных веществ в семенах сои / Т.Ф. Киселева, Н.Ф. Ульянкина, Ю.Ю. Миллер [и др.] // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2013. – № 6. – С. 28–30.

111. Киселева, Т.Ф. Возможность интенсификации солодоращения посредством использования комплекса органических кислот / Т.Ф. Киселева, Ю.Ю. Миллер, Ю.В. Гребенникова, Е.И. Стабровская // Техника и технология пищевых производств. – 2016. – № 1 (40). – С. 11–17.

112. Киселева, Т.Ф. Использование соевого и пшеничного солодов в производстве напитков брожения / Т.Ф. Киселева, Ю.В. Гребенникова, Ю.Ю. Миллер, А.А. Орлов // Пищевая промышленность. – 2019. – № 5. – С. 10–14.

113. Киселева, Т.Ф. Исследование возможности использования органического стимулятора в производстве пшеничного солода / Т.Ф. Киселева,

Ю.Ю. Миллер, А.Л. Верещагин, О.В. Голуб // Современная наука и инновации. – 2019. – № 1 (25). – С. 161–167.

114. Киселева, Т.Ф. Исследование возможности применения биологически активных веществ в производстве нетрадиционных солодов / Т.Ф. Киселева, Ю.Ю. Миллер, А.Л. Верещагин, Ю.В. Гребенникова // Ползуновский вестник. – 2019. – № 1. – С. 23–27.

115. Киселева, Т.Ф. Исследование возможности применения органического стимулятора в производстве нетрадиционных солодов / Т.Ф. Киселева, Ю.В. Гребенникова, И.Ю. Резниченко [и др.] // Пищевая промышленность. – 2019. – № 10. – С. 32–36.

116. Киселева, Т.Ф. Совершенствование технологии овсяного солода / Т.Ф. Киселева, Ю.Ю. Миллер, С.В. Степанов [и др.] // Пиво и напитки. – 2014. – № 1. – С. 28–30.

117. Киселева, Т.Ф. Совершенствование технологии пшеничного солода / Т.Ф. Киселева, В.А. Помозова, Ю.Ю. Миллер, А.Л. Верещагин // Пиво и напитки. – № 4. – С. 22–27.

118. Киселева, Т.Ф. Формирование технологических и социально значимых потребительских свойств напитков: теоретические и практические аспекты / Т.Ф. Киселева. – Кемерово : КемТИПП, 2006. – 270 с. – ISBN 5-89289-386-3.

119. Кияшкина, Л.А. Использование аронии черноплодной в производстве кваса / Л.А. Кияшкина, В.Б. Цугкиева, Л.Х. Тохтиева [и др.] // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2018. – № 2 (57). – С. 124–130.

120. Клещевский, Ю.Н. Рынок безалкогольных напитков: состояние и перспективы развития / Ю.Н. Клещевский, Л.В. Карташова, М.А. Николаева, О.А. Рязанова // Вестник Кемеровского государственного университета. Серия: Политические, социологические и экономические науки. – 2018. – № 4. – С. 86–94.

121. Климов, Р.В. Аспекты разработки технологии и рецептур напитков брожения как функциональных продуктов / Р.В. Климов // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2010. – № 3. – С. 44–47.

122. Кобелев, К.В. Исследование сравнительных характеристик кваса / К.В. Кобелев // Пиво и напитки. – 2018. – № 2. – С. 38–41.

123. Колесниченко, М.Н. Перспективы использования плодов жимолости в производстве хлебного кваса / М.Н. Колесниченко, Е.П. Каменская // Ползуновский вестник. – 2020. – № 1. – С. 13–20.

124. Коновалов, А.И. Интенсификация процесса спиртовой и водно-спиртовой экстракции клюквы и рябины в роторно-пульсационном аппарате нового типа / А.И. Коновалов, В.Ф. Миронов, Н.Н. Симонова // Современные ресурсо- и энергосберегающие технологии в спиртовой и ликеро-водочной промышленности : тез. докл. науч.-практ. конф. – Казань, 2000. – С. 53–54.

125. Корнен, Н.Н. Технология получения биологически активной добавки из семян винограда / Н.Н. Корнен // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2012. – № 6 (17). – С. 49–54.

126. Коростылева, Л.А. Живой квас с использованием нетрадиционного сырья / Л.А. Коростылева, Т.В. Парфенова [и др.] // Пиво и напитки. – 2013. – № 1. – С. 20–23.

127. Коростылева, Л.А. Квас с использованием гречишной лузги / Л.А. Коростылева, Т.В. Парфенова, Л.А. Текутьева // Пиво и напитки. – 2015. – № 5. – С. 50–52.

128. Коротких, Е.А. Безглютеновый квас / Е.А. Коротких, И.В. Новикова, Г.В. Агафонов, В.В. Хрипушин // Пиво и напитки. – 2013. – № 5. – С. 46–50.

129. Коротких, Е.А. Водопоглощение зерна гречихи при получении солода для функциональных напитков / Е.А. Коротких, С.В. Востриков // Труды ТГТУ. – 2010. – № 23. – С. 147–148.

130. Коротких, Е.А. Квас специального назначения / Е.А. Коротких, И.В. Новикова, Г.В. Агафонов, В.В. Хрипушин // Вестник ВГУИТ. – 2013. – № 2. – С. 134–140.

131. Коротких, Е.А. Оптимизация условий солодоращения гречихи / Е.А. Коротких, С.В. Востриков, И.В. Новикова // Пиво и напитки. – 2011. – № 5. – С. 16–17.

132. Коротких, Е.А. Хлебный квас на основе порошкообразного полисолодового экстракта / Е.А. Коротких, С.В. Востриков, И.В. Новикова // Пиво и напитки. – 2011. – № 4. – С. 26–27.

133. Котик, О.А. Перспективы использования растительных экстрактов с высокой антиоксидантной активностью в квасах брожения / О.А. Котик // Известия вузов. Пищевая технология. – 2012. – № 4. – С. 26–29.

134. Котик, О.А. Разработка технологии кваса с функциональными свойствами на основе экстрактов эфиромасличных растений / О.А. Котик, А.А. Колобаева, Н.В. Королькова [и др.] // Пиво и напитки. – 2016. – № 5. – С. 18–22.

135. Кретьова, Ю.И. Разработка инновационных технологических приемов для решения задачи повышения качества солода / Ю.И. Кретьова // Товаровед продовольственных товаров. – 2015. – № 3. – С. 34–39.

136. Кретьова, Ю.И. Совершенствование технологии обработки зернового сырья в процессе солодоращения / Ю.И. Кретьова // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. – 2015. – Т. 3, № 2. – С. 27–32.

137. Кретьович, В.Л. Биохимия растений / В.Л. Кретьович. – М. : Высшая школа, 1986. – 503 с.

138. Кунце, В. Технология солода и пива : пер. с нем. / В. Кунце, Г. Мит. – 3-е изд., перераб. и доп. – СПб. : Профессия, 2009. – 1064 с. – ISBN 978-5-93913-162-9.

139. Кылычбекова, К.М. Производство безалкогольного, национального, зерно-бобового напитка «ТОО-БУРЧАК» / К.М. Кылычбекова // Ежеквартальный научно-информационный журнал «Экономический вестник». – 2020. – № 1–2. – С. 9–14.

140. Литвиненко, О.В. Перспективы использования новых сортов сои селекции Всероссийского НИИ сои в производстве соево-шоколадного напитка / О.В. Литвиненко, Н.Ю. Корнева // Вестник МГТУ. Труды Мурманского государственного технического университета. – 2019. – Т. 22, № 3. – С. 413–420.

141. Лобков, В.Т. Эффективность влияния биогенных препаратов на структуру урожая, урожайность и качественные показатели яровой пшеницы в условиях применения минимальной обработки почвы / В.Т. Лобков, С.Ю. Сорокина, И.Ю. Сушенкова // Вестник аграрной науки. – 2020. – № 4 (85). – С. 16–22.

142. Ломовский, О.И. Механохимия в решении экологических задач: аналитический обзор / О.И. Ломовский, В.В. Болдырев. – Новосибирск : ГПНТБ СО РАН, 2006. – 221 с. – ISBN 5-94560-112-8. – (Экология, вып. 79).

143. Ляшенко, Е.С. Получение пивных заторов из сверхтонких помолов зернопродуктов / Е.С. Ляшенко, А.Е. Мелентьев // Дезинтеграторная технология : тез. докл. VII Всесоюз. семинара. – Киев : КТИПП, 1991. – С. 78.

144. Мариниченко, В.А. Использование дезинтеграторов в производстве спирта / В.А. Мариниченко // X Юбилейный всесоюзный симпозиум по механоэмиссии и механохимии твердых тел (Ростов-на-Дону, 24-26 сент. 1986) : тез. докл. – М., 1986. – С. 183–184.

145. Марченко, А.В. Значение культуры овса и оценка его целевого применения / А.В. Марченко // Московский экономический журнал. – 2019. – № 9. – Ст. 85. – URL: <https://qje.su/ekonomicheskaya-teoriya/moskovskij-ekonomicheskij-zhurnal-9-2019-35/> (дата обращения: 06.08.2023).

146. Меледина, Т.В. Биохимические процессы при производстве солода / Т.В. Меледина, И.П. Прохорчик, Л.И. Кузнецова. – СПб. : НИУ ИТМО ; ИХиБТ, 2013. – 89 с.

147. Меледина, Т.В. Несоложенные материалы в пивоварении / Т.В. Меледина, И.В. Митюков, А.В. Федоров. – СПб. : Университет ИТМО, 2017. – 66 с.

148. Меренкова, С.П. Актуальные аспекты производства напитков на растительном сырье / С.П. Меренкова, Н.В. Андросова // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. – 2018. – Т. 6, № 3. – С. 57–67.

149. Микова, Д.С. Безалкогольные напитки на основе чая и растительных экстрактов / Д.С. Микова // Новые технологии – нефтегазовому региону : матери-

алы междунар. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых (Тюмень, 24–28 апр. 2017 г.). – Тюмень : ТИУ, 2017. – Т. V. – С. 166–170.

150. Микулинич, М.Л. Оптимизация технологических параметров получения суслу с использованием овса голозерного при производстве полисолодовых экстрактов / М.Л. Микулинич, П.В. Болотова // Вестник Могилевского государственного университета продовольствия. – 2020. – № 2 (29). – С. 44–55.

151. Миллер, Ю.Ю. Биотехнологический подход к интенсификации производства соевого солода / Ю.Ю. Миллер, Т.Ф. Киселева // Биотехнология. – 2022. – Т. 38, № 6. – С. 84–89.

152. Миллер, Ю.Ю. Влияние неорганической обработки при солодоращении на ферментативную активность пшеничного солода / Ю.Ю. Миллер, Т.Ф. Киселева, Л.В. Пермякова, Ю.В. Арышева // Пищевая промышленность. – 2022. – № 1. – С. 42–45.

153. Миллер, Ю.Ю. Возможность получения высокоферментированного ржаного солода с применением органической обработки / Ю.Ю. Миллер, Т.Ф. Киселева // Пиво и напитки. – 2021. – № 2. – С. 14–48.

154. Миллер, Ю.Ю. Интенсификация солодоращения ржи с применением метода ферментативного биокатализа / Ю.Ю. Миллер, Т.Ф. Киселева, В.А. Помозова // Пищевая промышленность. – 2023. – № 5. – С. 81–83.

155. Миллер, Ю.Ю. Напитки брожения типа кваса на основе меда / Ю.Ю. Миллер, Н.Н. Елонова, И.А. Еремина // Пиво и напитки. – 2007. – № 3. – С. 28–29.

156. Миллер, Ю.Ю. Получение пшеничного солода с добавлением неорганического стимулятора роста / Ю.Ю. Миллер // Инновационный конвент «Образование, наука, инновации. Молодежный вклад в развитие научно-образовательного центра „Кузбасс“»: материалы (Кемерово, 13 дек. 2019 г.). – Кемерово : КемГУ, 2019. – С. 187–190.

157. Миллер, Ю.Ю. Применение обработанного комплексом органических кислот ржаного солода в технологии кваса / Ю.Ю. Миллер, О.В. Голуб, А.А. Ор-

лов // Вестник Могилевского государственного университета продовольствия. – 2020. – № 1 (28). – С. 22–30.

158. Миллер, Ю.Ю. Применение экстракта *Agrimonia eupatoria* L. для производства кваса / Ю.Ю. Миллер, О.В. Голуб, К.В. Захарова // Индустрия питания. – 2020. – Т. 5, № 3. – С. 35–43.

159. Миллер, Ю.Ю. Совершенствование технологии солода нетрадиционных злаков, используемых в производстве сброженных безалкогольных напитков. : монография / Ю.Ю. Миллер. – Новосибирск : СибУПК, 2018. – 160 с.

160. Миллер, Ю.Ю. Современные подходы в технологии солода и напитков брожения на его основе : монография / Ю.Ю. Миллер, Т.Ф. Киселева, Ю.В. Арышева. – Новосибирск : СибУПК, 2023. – 160 с. – ISBN 978-5-334-00286-9.

161. Миллер, Ю.Ю. Теоретическое обоснование использования нетрадиционного зернового сырья в производстве напитков : монография / Ю.Ю. Миллер, С.В. Степанов. – Кемерово : КемТИПП, 2015. – 109 с.

162. Миллер, Ю.Ю. Технология кваса с использованием солодов специальной обработки / Ю.Ю. Миллер, В.И. Бакайтис, А.А. Орлов, Т.Ф. Киселева // Пищевая промышленность. – 2021. – № 10. – С. 34–37.

163. Миллер, Ю.Ю. Формирование качественных характеристик соевого солода посредством использования активатора роста органической природы / Ю.Ю. Миллер, Т.Ф. Киселева, Ю.В. Арышева // Техника и технология пищевых производств. – 2021. – Т. 51, № 2. – С. 248–259.

164. Миракова, И.С. Повышение ферментативной активности светлого ячменного солода путем использования в технологии солодоращения некогерентного красного света / И.С. Миракова, О.В. Савина, С.А. Руделев // Естественные и технические науки. – 2012. – № 2. – С. 16–21.

165. Миракова, И.С. Совершенствование технологии производства светлого ячменного солода с использованием некорегентного красного цвета / И.С. Миракова, О.В. Савина // Современные аспекты использования возобновляемых природных ресурсов в технологии пищевых продуктов функционального и специализированного назначения. – СПб. : ЛЕМА, 2012. – С. 180–193.

166. Миснянкин, Д.А. Влияние экструзионной обработки на качество ферментированного ржаного солода / Д.А. Миснянкин. Б.А. Андрущенко, Д.А. Угримова // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – 2019. – Т. 19, № 2. – С. 153–159.

167. Митрюшина, О.Д. Эффективность раствора Энерген аква при замачивании семян гороха сахарного / О.Д. Митрюшина // Молодежная наука 2021: технологии, инновации : материалы Всерос. науч.-практ. конф. молодых ученых, аспирантов и обучающихся, посвященной Году науки и технологий в Российской Федерации (Пермь, 9–12 марта 2021 г.). – Пермь : Прокрость, 2021. – Ч. 1. – С. 295–297.

168. Моисеева, М.В. Напитки на основе овощного сырья / М.В. Моисеева, М.К. Алтуньян // Молодой ученый. – 2013. – № 5. – С. 86–88.

169. Мукайлов, М.Д. Способ улучшения качества солода / М.Д. Мукайлов, М.Б. Хоконова // Проблемы развития АПК региона. – 2018. – № 3 (35). – С. 181–184.

170. Нарцисс, Л. Пивоварение. Т. 1: Технология солодоращения : пер. с нем. / Л. Нарцисс. – СПб. : Профессия, 2007. – 584 с. – ISBN 5-93913-118-2.

171. Николаева, Н.Ю. Перспективы применения биопрепаратов для предпосевной обработки семян яровой пшеницы / Н.Ю. Николаева, Д.В. Иванов // Теория и практика современной аграрной науки : сб. V Нац. (всерос.) науч. конф. с междунар. участием (Новосибирск, 28 февр. 2022 г.). – Новосибирск : Золотой колос, 2022. – С. 145–149.

172. Нормы физиологических потребностей в энергии пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации : методические рекомендации МР 2.3.1.0253-21 : утверждены Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека 22 июля 2021 г.

173. Ньеменим, Л.М. Способ получения солода из гречихи / Л.М. Ньеменим, М.В. Гернет // Общеуниверситетская научная конференция молодых ученых и специалистов МГУПП : сб. материалов (Москва, 28–29 апр. 2009 г.). – М. : МГУПП, 2009. – С. 135–140.

174. Обрезкова, М.В. Разработка рецептуры кваса брожения с использованием концентрата свекольного сока / М.В. Обрезкова, Е.П. Каменская, В.А. Вагнер // Вестник КрасГАУ. – 2019. – № 9. – С. 158–165.

175. Общероссийские классификаторы – коды, поиск, расшифровка. – URL: <https://classifikators.ru> (дата обращения: 17.11.2022).

176. Овчинников, Ф.А. Безалкогольные напитки, регулирующие уровень редокс-потенциала организма человека / Ф.А. Овчинников, Е.С. Беокурова // Неделя науки СПбПУ : материалы науч. конф. с междунар. участием (Санкт-Петербург, 18–23 нояб. 2019 г.) : в 2 ч. 2019. – СПб. : СПбПУ, 2019. – Ч. 1. – С. 157–160.

177. Оганесянц, Л.А. Инновационные напитки здорового питания с использованием концентрированных основ / Л.А. Оганесянц, К.В. Кобелев, А.В. Бойков // Вопросы питания. – 2014. – Т. 83, № S3. – С. 192.

178. Однодушнова, Е.М. Использование препарата Энерген аква при выращивании свеклы столовой / Е.М. Однодушнова, Т.В. Ерофеева, Ю.В. Однодушнова // Современные научно-практические решения в АПК, лесном хозяйстве и сфере гостеприимства : материалы нац. конф. (Рязань, 21 окт. 2021 г.). – Рязань : РГАТУ, 2021. – С. 81–87.

179. Омашева, А.Ч. Исследование влияния растительных добавок на качество лечебного кваса / А.Ч. Омашева, А.Ю. Бейсенбаев, К.А. Уразбаева [и др.] // Успехи современного естествознания. – 2015. – № 1. – С. 822–826.

180. Отрадный, А.И. Использование регионального плодово-ягодного сырья для обогащения квасов брожения / А.И. Отрадный, Ю.В. Мороженко, Е.Ю. Егорова // Ползуновский вестник. – 2018. – № 2. – С. 32–36.

181. Отрадный, А.И. Разработка технологии квасов брожения с использованием настоев сушеных ягод / А.И. Отрадный, Ю.В. Мороженко, Е.Ю. Егорова // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2019. – № 2 (55). – С. 3–9.

182. Павлов, А.А. Активация пивных дрожжей смесью органических кислот / А.А. Павлов, В.А. Помозова, Л.В. Пермякова, А.Л. Верещагин // Современные

проблемы науки и образования. – 2013. – № 5. – Ст. 127. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=20992188> (дата обращения: 06.08.2023).

183. Павлов, А.А. Активация пивных дрожжей смесью органических кислот / А.А. Павлов, В.А. Помозова, Л.В. Пермякова, А.Л. Верещагин // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 2. – Ст. 97. – URL: <https://science-engineering.ru/ru/article/view?id=488> (дата обращения: 06.08.2023).

184. Павлов, И.Н. Повышение качества купажированного кваса / И.Н. Павлов, В.П. Смагин, Е.В. Быковский, Е.В. Керноз // Технологии и оборудование химической, биотехнологической и пищевой промышленности : материалы 3-й Всерос. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых с междунар. участием (Бийск, 28–30 апр. 2010 г.). – Бийск : Бийский филиал АлтГТУ, 2010. – Ч. 2. – С. 405–408.

185. Палагина, М.В. Использование дальневосточных минеральных и растительных пищевых ресурсов в производстве квасов функционального назначения / М.В. Палагина, Е.А. Исаенко, А.А. Набокова, Е.С. Фищенко // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2014. – № 4. – С. 72–75.

186. Патент № 2205213 Российская Федерация, МПК С12С 12/00, С12С 7/00. Способ производства светлого специального пива «Балтика пшеничное» № 8 : № 2001131566/13 : заявл. 23.11.2001 : опубл. 27.05.2003 / Т.К. Боллоев, А.А. Тлехурай, А.Т. Дедегкаев.

187. Патент № 2214105 Российская Федерация, МПК А23L 1/24. Способ получения майонеза соевого : № 2001134849/13 : заявл. 25.12.2001 : опубл. 20.10.2003 / Л.В. Раковчук, Н.Н. Кузнецова, А.В. Маркова [и др.].

188. Патент № 2231265 Российская Федерация, МПК А23С 19/08, А23С 19/082. Способ производства плавленого сыра с соевой окаррой : № 2002108467/13 : заявл. 03.04.2002 : опубл. 27.06.2004 / И.В. Буянова, Л.М. Захарова, В.А. Зиновьева.

189. Патент № 2231269 Российская Федерация, МПК А23L 1/20. Способ обработки окарры : № 2001124716/13 : заявл. 10.09.2001 : опубл. 27.06.2004 / А.В. Котровский, А.И. Дыгай, Ю.С. Усков [и др.].

190. Патент № 2348179 Российская Федерация, МПК А23L 1/20. Способ обработки соевого зерна : № 2007135559/13 : заявл. 25.09.2007 : опубл. 10.03.2009 / С.М. Доценко, О.В. Скрипко, О.В. Филонова, О.И. Любимова.

191. Патент № 2352178 Российская Федерация, МПК А23L 2/00, С12G 3/02. Способ изготовления концентрата кваса и кваса из него : № 2007117491/13 : заявл. 10.05.2007 : опубл. 20.04.2009 / О.Г. Бухарин.

192. Патент № 2359467 Российская Федерация, МПК А23L 1/20. Способ производства консервов «жаркое из тофу и брокколи» : № 2008117821/13 : заявл. 07.05.2008 : опубл. 27.06.2009.

193. Патент № 2359468 Российская Федерация, МПК А23L 1/20, А23L 1/28. Способ производства консервов «паштет из грибов и тофу» : № 2008117816/13 : заявл. 07.05.2008 : опубл. 27.06.2009 / О.И. Квасенков, М.В. Мамонтова.

194. Патент № 2359527 Российская Федерация, МПК А23L 1/39. Способ производства консервов «грибной суп с тофу» : № 2008117828/13 : заявл. 07.05.2008 : опубл. 27.06.2009 / О.И. Квасенков, М.В. Мамонтова.

195. Патент № 2414506 Российская Федерация, МПК С12С 1/18. Способ получения полисолодового концентрата : № 2009149050/10 : заявл. 30.12.2009 : опубл. 20.03.2011 / А.А. Кочетов.

196. Патент № 2421006 Российская Федерация, МПК А23С 11/10, А23L 1/20. Способ получения соевого молока из соевой муки и его применение : № 2008142540/13 : заявл. 27.03.2007 : опубл. 20.06.2011 / М. Янагисава, Т. Косеки, А. Йура, Т. Нисимура.

197. Патент № 2442443 Российская Федерация, МПК А23L 2/02. Способ производства кваса «Первый зимний» с брусничным соком : № 2010148310/13 : заявл. 26.11.2010 : опубл. 20.02.2012 / В.С. Левандовский.

198. Патент № 2457685 Российская Федерация, МПК А23J 1/14. Способ получения продукта из сои : № 2010131316/10 : заявл. 26.07.2010 : опубл. 10.08.2012 / С.М. Доценко, О.В. Скрипко, В.А. Тильба.

199. Патент № 2494626 Российская Федерация, МПК A21D 13/02, A21D 8/02. Способ производства зернового хлеба : № 2011150967/13 : заявл. 14.12.2011 : опубл. 10.10.2013 / С.Я. Корячкина, Е.А. Кузнецова, Л.В. Черепнина.

200. Патент № 2525525 Российская Федерация, МПК A23L 1/315. Способ производства консервов «салат из курицы с тофу и сельдереем» : № 2013134535/10 : заявл. 24.07.2013 : опубл. 20.08.2014 / О.И. Квасенков, М.Н. Куликова.

201. Патент № 2529321 Российская Федерация, МПК A23L 1/315. Способ производства консервов «салат из курицы с тофу» : № 2013134539/02 : заявл. 24.07.2013 : опубл. 27.09.2014 / О.И. Квасенков.

202. Патент № 2531249 Российская Федерация, МПК A23L 1/20. Способ производства консервов «салат из тофу с рисом» : № 2013139581/10 : заявл. 27.08.2013 : опубл. 20.10.2014 / О.И. Квасенков.

203. Патент № 2531903 Российская Федерация, МПК A23L 1/20, A23J 1/14, A23J 3/16. Способ получения сухого соевого концентрата : № 2013100663/13 : заявл. 09.01.2013 : опубл. 27.10.2014 / А.А. Ивлев.

204. Патент № 2536921 Российская Федерация, МПК A23L 2/00. Газированный напиток, включающий соевую муку или соевое молоко : № 2012107540/13 : заявл. 30.07.2010 : опубл. 27.12.2014 / Х. Кицутака, С. Хорио Сатио, Х. Одагири [и др.].

205. Патент № 2540141 Российская Федерация, МПК A23L 1/212, A23L 1/00. Способ производства консервов «салат из помидоров с тофу и луком» : № 2013142711/10 : заявл. 20.09.2013 : опубл. 10.02.2015 / О.И. Квасенков, А.Н. Петров.

206. Патент № 2547715 Российская Федерация, МПК A22C 11/00. Способ изготовления полукопченой колбасы с биоактивированным зерном пшеницы : № 2013148341/13 : заявл. 29.10.2013 : опубл. 10.04.2015 / В.П. Долгушина, В.Г. Ермохин, В.А. Углов [и др.].

207. Патент № 2553521 Российская Федерация, МПК A23J 1/14, A23J 3/16, A23L 1/20. Способ приготовления белково-углеводных продуктов :

№ 2013136997/10 : заявл.06.08.2013 : опубл. 20.06.2015 / С.М. Доценко, О.В. Скрипко.

208. Патент № 2555480 Российская Федерация, МПК А23L 1/162. Цельно-зерновые макаронные изделия быстрого приготовления : № 2011146554/13 : заявл. 07.04.2010 : опубл. 10.07.2015 / Д. Баттаини.

209. Патент № 2557295 Российская Федерация, МПК А23L 1/20, А23J 1/14, А23J 3/14. Способ получения продукта белкового на основе сои : № 2012148694/10 : заявл. 15.11.2012 : опубл. 20.07.2015 / В.А. Юстус.

210. Патент № 2561270 Российская Федерация, МПК А23L 1/20, А23J 1/14. Способ приготовления соевых белковых продуктов : № 2014111543/13 : заявл. 25.03.2014 : опубл. 27.08.2015 / С.М. Доценко, Г.В. Кубанкова, С.А. Иванов.

211. Патент № 2579220 Российская Федерация, МПК А23L 27/50. Соевый соус : № 2015113490/13 : заявл. 14.04.2015 : опубл. 10.04.2016 / Е.С. Фищенко, М.В. Палагина, М.В. Лихошерст [и др.].

212. Патент № 2588459 Российская Федерация, МПК А23J 3/16, А23J 1/14. Способы производства сыра тофу : № 2015121253/10 : заявл. 03.06.2015 : опубл. 27.06.2016 / И.Н. Ким, А.А. Костенко.

213. Патент № 2592553 Российская Федерация, МПК А23L 27/50. Соевый соус : № 2015113488/13 : заявл. 14.04.2015 : опубл. 27.07.2016 / М.В. Палагина, Е.С. Фищенко, М.В. Лихошерст [и др.].

214. Патент № 2596028 Российская Федерация, МПК А23L 27/50, А23L 11/00. Соевый соус : № 2015113487/13 : заявл. 14.04.2015 : опубл. 27.08.2016 / М.В. Палагина, Е.С. Фищенко, М.В. Лихошерст [и др.].

215. Патент № 2606033 Российская Федерация, МПК А23С 20/02, А23J 3/16, А23J 3/28. Способ получения сыра тофу : № 2015149609 : заявл. 18.11.2015 : опубл. 10.01.2017 / И.Н. Ким, А.А. Костенко, Ю.М. Позднякова.

216. Патент № 2610671 Российская Федерация, МПК С23G 3/02. Способ промышленного производства напитка квас : № 2011138713 : заявл. 22.09.2011 : опубл. 27.03.2013 / В. Берманн, Е. Андрияко, Н. Макарова [и др.].

217. Патент № 2631698 Российская Федерация, МПК A23L 2/00, C12G 3/02. Способ производства яблочного кваса брожения : № 2016122149 : заявл. 03.06.2016 : опубл. 26.09.2017 / Г.С. Качмазов.

218. Патент № 2632650 Российская Федерация, МПК A23J 1/14, A23J 3/14. Способ получения тофу : № 2016126256 : заявл. 22.06.2016 : опубл. 06.10.2017 / В.А. Юстус.

219. Патент № 2679834 Российская Федерация, МПК A23C 11/10, A23L 11/00. Способ получения соевого молока : № 2018125801 : заявл. 12.07.2018 : опубл. 13.02.2019 / Н.А. Тихомирова, В.Е. Тарасов, С.С. Калманович [и др.].

220. Патент № 2687337 Российская Федерация, МПК A23C 11/10, A23J 3/16, A23L 19/00. Способ получения напитка на основе соевого молока : № 2018125802 : заявл. 12.07.2018 : опубл. 13.05.2019 / Н.А. Тихомирова, В.Е. Тарасов, О.А. Корнева, В.И. Хилько.

221. Патент № 2705285 Российская Федерация, МПК C12C 7/00, C12C 5/00, C12C 11/02, C12C 12/00. Способ производства поликомпонентного солодового сброженного напитка : № 2018147816 : заявл. 29.12.2018 : опубл. 06.11.2019 / Ю.Ю. Миллер.

222. Патент № 2706540 Российская Федерация, МПК C12C 1/047, C12C 1/02. Способ производства ржаного неферментированного солода : № 2019104665 : заявл. 19.02.2019 : опубл. 19.11.2019 / Ю.Ю. Миллер, О.В. Голуб, Т.Ф. Киселева [и др.].

223. Патент № 2710436 Российская Федерация, МПК A23L 27/50, A23L 23/10. Соевая соусоподобная жидкая приправа и способ ее получения : № 2018122799 : заявл. 24.12.2015 : опубл. 26.12.2019 / Д. Такеити, А. Комура, Т. Накахару.

224. Патент № 2723957 Российская Федерация, МПК A21D 2/36. Способ производства хлеба с использованием пророщенного зерна пшеницы : № 2019133259 : заявл. 17.10.2019 : опубл. 18.06.2020 / И.Ю. Потороко, Н.В. Науменко, И.В. Калинина.

225. Патент № 2724499 Российская Федерация, МПК А23С 11/10, А23С 20/02. Способ переработки соевых бобов : № 2019136609 : заявл. 14.11.2019 : опубл. 23.06.2020 / Т.М. Бикбов, А.А. Богомолов, И.М. Попова.

226. Патент № 2773493 Российская Федерация, МПК С12С 1/02, С12С 1/047, С12С 1/18. Способ производства соевого солода : № 2021112090 : заявл. 26.04.2021 : опубл. 07.06.2022 / Ю.Ю. Миллер, Т.Ф. Киселева, Ю.В. Арышева [и др.].

227. Пашинский, В.А. Влияние обработки пивоваренного ячменя переменным электрическим полем на экстрактивность солода / В.А. Пашинский, Н.Ф. Бондарь, О.В. Бондарчук // Агропанорама. – 2013. – № 4 (98). – С. 28–30.

228. Пашинский, В.А. Моделирование и оптимизация процесса электрофизической стимуляции пивоваренного ячменя для повышения его экстрактивности / В.А. Пашинский, О.В. Бондарчук // Вестник Могилевского государственного университета продовольствия. – 2019. – № 2 (27). – С. 38–49.

229. Перевышина, Т.А. Перспективы применения овса в процессе производства сула для новых сортов пива / Т.А. Перевышина, С.А. Емельянов // Вестник АПК Ставрополя. – 2014. – № 3 (15). – С. 31–35.

230. Пермякова, Л.В. Активация пивных дрожжей с помощью комплексной дрожжевой подкормки / Л.В. Пермякова, В.А. Помозова, Д.С. Апенцова, Р.В. Русских // Пиво и напитки. – 2012. – № 1. – С. 18–22.

231. Пермякова, Л.В. Использование местных сырьевых ресурсов – залог развития регионального пивоварения / Л.В. Пермякова, Т.Ф. Киселева, Ю.Ю. Миллер, И.Ю. Сергеева // АПК России. – 2023. – Т. 30, № 1. – С. 108–115.

232. Пермякова, Л.В. Классификация стимуляторов жизненной активности дрожжей / Л.В. Пермякова // Техника и технология пищевых производств. – 2016. – Т. 42, № 3. – С. 46–55.

233. Пермякова, Л.В. Применение смеси кислот цикла Кребса в сверхнизких концентрациях для активации культуры пивных дрожжей / Л.В. Пермякова, В.А. Помозова, А.Л. Верещагин // Пиво и напитки. – 2018. – № 1. – С. 20–24.

234. Петрова, А.С. Возможность производства кваса из нетрадиционного овощного сырья / А.С. Петрова // Рациональное питание, пищевые добавки и биостимуляторы. – 2016. – № 1. – С. 130–131.

235. Петухова, Е.В. Перспективность использования продуктов переработки овса в производстве мясных полуфабрикатов / Е.В. Петухова, М.И. Данилова // Вестник Технологического университета. – 2017. – Т. 20, № 12. – С. 139–142.

236. Пименова, И.С. Исследования по технологии хлебного кваса с функциональными свойствами / И.С. Пименова, Л.С. Байдалинова // Вестник молодежной науки – 2012 : сб. науч. ст. студентов, аспирантов и молодых ученых. – Калининград, 2012. – С. 227–231.

237. Помозова, В.А. К вопросу о функциональных напитках / В.А. Помозова, И.В. Бирик, Ю.А. Гужель, Н.В. Бирик // Пиво и напитки. – 2012. – № 6. – С. 10–11.

238. Помозова, В.А. Новый вид дрожжей для производства медовых напитков / В.А. Помозова, И.А. Еремина, Т.Ф. Киселева [и др.] // Пиво и напитки. – 2005. – № 6. – С. 32–34.

239. Помозова, В.А. Производство кваса и безалкогольных напитков / В.А. Помозова. – 2-е изд., стер. – Кемерово : КемТИПП, 2006. – 147 с. – ISBN 5-89289-334-0.

240. Помозова, В.А. Сравнительная оценка качества сухих хлебопекарных дрожжей для производства кваса / В.А. Помозова, Т.Ф. Киселева, А.А. Зарубина, Д.А. Зарубин // Пиво и напитки. – 2008. – № 2. – С. 58–61.

241. Потапов, А.Н. Исследование процесса получения пивных основ в роторно-пульсационном аппарате / А.Н. Потапов, М.В. Пономарева, Е.А. Овсянникова // Вестник КрасГАУ. – 2012. – № 12. – С. 187–190.

242. 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.

243. Рожнов, Е.Д. Подходы к разработке рецептур каротиноидосодержащих безалкогольных напитков / Е.Д. Рожнов // Индустрия питания. – 2019. – Т. 1, № 4. – С. 37-43.

244. Роздобудько, Б.В. Влияние режимов солодоращения на содержание диметилсульфида и его предшественников в солоде / Б.В. Роздобудько, Б.И. Хиврич, Е.В. Шульга // Пиво и напитки. – 2014. – № 4. – С. 50–53.

245. Ростовская, М.Ф. Влияние параметров солодоращения на качество пшеничного солода / М.Ф. Ростовская, А.Н. Извекова, Н.Н. Извекова // Пиво и напитки. – 2014. – № 4. – С. 54–56.

246. Ростовская, М.Ф. Влияние условий замачивания ячменя на содержание белковых веществ в солоде / М.Ф. Ростовская, М.Д. Боярова, А.Г. Клыкова // Техника и технология пищевых производств. – 2020. – Т. 50, № 2. – С. 319–328.

247. Ростовская, М.Ф. Накопление амилолитических ферментов в зерне пшеницы в процессе проращивания при получении пшеничного солода / М.Ф. Ростовская, А.Н. Извекова, А.Г. Клыков // Химия растительного сырья. – 2014. – № 2. – С. 255–260.

248. Роценко, А.С. Влияние режимов сушки на амилолитическую активность гречишного солода / А.С. Роценко, Т.В. Танашкина, В.П. Корчагин [и др.] // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2012. – № 5. – С. 34–37.

249. Румянцева, В.В. Гидролизат овса как стабилизатор при изготовлении мучных кондитерских изделий / В.В. Румянцева, А.Ю. Туркова // Кондитерское производство. – 2013. – № 1. – С. 20–21.

250. Салимова, Д.Р. Безалкогольные энергетические напитки / Д.Р. Салимова // Междисциплинарные исследования: опыт прошлого, возможности настоящего, стратегии будущего : сб. избр. ст. междунар. науч.-практ. конф. – Екатеринбург : Научный взгляд, 2020. – С. 23–30.

251. Самченко, О.Н. Сравнительная оценка безалкогольных газированных напитков российского и импортного производства / О.Н. Самченко // Тенденции развития науки и образования. – 2019. – № 46. – С. 62–66.

252. Семенюта, А.А. Безглютеновый квас из гречишных красящих солодов / А.А. Семенюта, Т.В. Танашкина, В.Н. Семенюта // Индустрия питания. – 2021. – Т. 6, № 2. – С. 43–49.

253. Семенюта, А.А. Солодоращение гречихи: способы замачивания зерна и их влияние на качество солода / А.А. Семенюта, Т.В. Танашкина // Вестник КрасГАУ. – 2021. – № 1 (166). – С. 143–149.

254. Сергеева, И.Ю. Направления совершенствования технологии кваса брожения на основе анализа современных научно-технических разработок / И.Ю. Сергеева, Т.А. Унщикова, В.Ю. Рысина // Техника и технология пищевых производств. – 2014. – № 3. – С. 69–78.

255. Серкова, А.Е. Перспективы использования изолята соевого белка при изготовлении кисломолочных соусов / А.Е. Серкова, И.В. Мгербришвили, Т.Э. Чипликова, А.С. Пашкевич // Современные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции : сб. ст. по материалам III Науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященной 95-летию КубГАУ (Краснодар, 20 марта 2017 г.). – Краснодар : КубГАУ, 2017. – С. 124–128.

256. Сиюхов, Х.Р. Решения вопросов системы ХАССП при производстве кваса живого брожения / Х.Р. Сиюхов, О.В. Мариненко, И.Е. Бойко, Д.П. Викторова // Новые технологии. – 2020. – Т. 16, № 5. – С. 34–44.

257. Скурихин, И.М. Все о пище с точки зрения химика / И.М. Скурихин, А.П. Нечаев. – М. : Высш. шк., 1991. – 287 с. – ISBN 5-06-000673-5.

258. Снегирева, А.В. Использование пророщенного зерна овса голозерного в технологии смузи / А.В. Снегирева, Л.Е. Мелешкина // Ползуновский вестник. – 2022. – № 4. – С. 187–193.

259. Современные аспекты производства кваса (теория, исследования, практика) / В.С. Исаева, Т.В. Иванова, Н.М. Степанова [и др.]. – М. : Пиво и напитки XXI век, 2009. – 304 с.

260. Соломко, О.Б. Влияние природного стимулятора роста Энерген на урожайность семян ярового рапса / О.Б. Соломко, А.В. Кондратюк // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур : сб. ст. по материа-

лам XV Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 100-летию заслуженного агронома БССР, почетного профессора БГСХА А.М. Богомолова (Горки, 20–21 дек. 2019 г.). – Горки : БГСХА, 2020. – С. 377–380.

261. Сорока, А.В. Влияние нетрадиционных способов предпосевной обработки на прорастание семян клевера лугового / А.В. Сорока, А.С. Шик, А.С. Антонюк [и др.] // Земледелие и селекция в Беларуси. – 2017. – № 53. – С. 154–159.

262. Соя (генетика, селекция, семеноводство) / А.К. Лещенко, В.И. Сичкарь, В.Г. Михайлов, В.Ф. Марьюшкин. – Киев : Наукова думка, 1987. – 255 с.

263. Соя / под ред. Ю.П. Мякушко, В.Ф. Баранова. – М. : Колос, 1984. – 332 с.

264. Старовойтова, О.В. Влияние янтарной кислоты на рост и биотехнологические показатели дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* / О.В. Старовойтова, С.В. Борисова // Вестник Казанского технологического университета. – 2011. – № 16. – С. 167–172.

265. Стаценко, Е.С. Оценка технологических свойств зерна сои сортов селекции Всероссийского НИИ сои и продуктов его переработки для определения их пригодности к использованию в пищевом производстве / Е.С. Стаценко, О.В. Литвиненко // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. – 2019. – Т. 7, № 3. – С. 31–40.

266. Стаценко, Е.С. Разработка технологии производства продуктов функционального назначения на основе сои и тыквы / Е.С. Стаценко, О.В. Литвиненко, Н.Ю. Корнева [и др.] // Пищевая промышленность. – 2021. – № 7. – С. 41–45.

267. Степовой, А.В. Развитие безалкогольной промышленности в России в направлении производства функциональных напитков / А.В. Степовой // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2010. – № 1 (113). – С. 20.

268. Степура, М.В. Активные сухие дрожжи, используемые в виноделии. Способы реактивации / М.В. Степура, Т.С. Полянина, Н.Ю. Качаева, Л.И. Стрибжева // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2011. – № 4 (322) – С. 7.

269. Стратегия повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 г. : утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 29 июня 2016 г. № 1364-р.

270. Стратегия развития пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации : утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 17 апреля 2012 г. № 559-р

271. Субботина, Н.А. Использование соевой муки в технологии производства пшеничного хлеба / Н.А. Субботина // Инновационные пути в разработке ресурсосберегающих технологий хранения и переработки сельскохозяйственной продукции : материалы Всерос. науч.-практ. конф. (Лесниково, 6 апр. 2017 г.). – Лесниково : Курганская ГСХА, 2017. – С. 165–169.

272. Тананайко, Т.М. Новые квасы брожения с повышенной антиоксидантной активностью / Т.М. Танайко, В.В. Соловьев // Пищевая промышленность: наука и технологии. – 2014. – № 1 (23). – С. 29–36.

273. Тананайко, Т.М. Новые функциональные безалкогольные напитки брожения / Т.М. Тананайко, А.А. Юрченко // Эпоха науки. – 2019. – № 20. – С. 204–213.

274. Тананайко, Т.М. Разработка способа повышения стойкости кваса брожения / Т.М. Тананайко, В.В. Романченко, Г.Г. Садовничая // Пиво и напитки. – 2012. – № 5. – С. 30–33.

275. Терентьев, С.Е. Азотное питание и качество пивоваренного солода / С.Е. Терентьев, Н.В. Птицина, Е.В. Можекина // Пиво и напитки. – 2017. – № 6. – С. 14–17.

276. 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.

277. Титоренко, Е.Ю. Разработка программного обеспечения процесса производства функциональных продуктов / Е.Ю. Титоренко, Н.Б. Трофимова,

Е.О. Ермолаева [и др.] // Техника и технология пищевых производств. – 2021. – Т. 51, № 4. – С. 905–914.

278. Титоренко, Е.Ю. Разработка системы менеджмента безопасности пищевых продуктов при производстве функционального напитка / Е.Ю. Титоренко, Е.О. Ермолаева, Ю.В. Устинова, Е.С. Семьянова // Пиво и напитки. – 2021. – № 3. – С. 7–11.

279. Тоатер, Т.Э. Использование дезинтеграторной технологии в производстве безалкогольных напитков с плодовой мякотью / Т.Э. Тоатер. – Таллинн, 1989. – 125 с.

280. Толмачев, О.А. Разработка и анализ эффективности системы менеджмента качества и безопасности при производстве безалкогольных напитков / О.А. Толмачев, Е.О. Ермолаева, И.В. Сурков [и др.] // Пищевая промышленность. – 2019. – № 12. – С. 8–12.

281. Тосунов, Я.К. Эффективность применения препаратов Славол и Энерген аква на кукурузе // Я.К. Тосунов, Н.В. Чернышева, А.Я. Барчукова // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2020. – № 83. – С. 136–140.

282. ТР ТС 021/2011. Технический регламент таможенного союза «О безопасности пищевой продукции». – URL: <https://docs.cntd.ru/document/902320560>.

283. Трихина, В.В. Научное обоснование к разработке специализированных безалкогольных напитков, обогащенных незаменимыми нутриентами / В.В. Трихина, Н.С. Романенко // Ползуновский вестник. – 2011. – № 3/2. – С. 231–235.

284. Троценко, А.С. Изменение амилолитической активности при солодо-ращении разных сортов гречихи / А.С. Троценко, Т.В. Тананшкина, В.П. Корчагин [и др.] // Новые технологии переработки сельскохозяйственного сырья в производстве продуктов общественного питания : сб. материалов междунар. конф. с элементами научной школы для молодежи (Владивосток, 21–22 окт. 2010 г.). – Владивосток : ТГЭУ, 2010. – С. 210–214.

285. Троценко, А.С. Особенности технологии свежепроросшего гречишного солода / А.С. Троценко, Т.В. Тананшкина, В.П. Корчагина [и др.] // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2012. – № 4. – С. 10–13.

286. Уваров, Ю.А. Воздействие наночастиц серебра на прорастание ячменя и качество свежепросоженного солода / Ю.А. Уваров, Д.В. Карпенко // Пиво и напитки. – 2012. – № 3. – С. 32–33.

287. Урбанчик, Е.Н. Динамика свойств зерна овса и гречихи в технологии проращивания / Е.Н. Урбанчик, В.А. Шаршунов, М.Н. Галдова, Л.В. Шустова // Вестник Алматинского технологического университета. – 2022. – № 4. – С. 106–114.

288. Урбанчик, Е.Н. Изменение активности альфа-амилазы в зерне ржи белорусской селекции в процессе проращивания / Е.Н. Урбанчик, М.Н. Галдова, А.И. Масальцева // Техника и технология пищевых производств : материалы XIII Междунар. науч.-техн. конф. (Могилев, 23–24 апр. 2020 г.) : в 2 т. – Могилев : Могилевский гос. ун-т продовольствия, 2020. – Т. 1. – С. 109–110.

289. Урбанчик, Е.Н. Изучение влияния функциональности биополимеров зернобобового сырья на качество получаемых безалкогольных напитков / Е.Н. Урбанчик, М.Н. Галдова, А.И. Масальцева // Современные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции : сб. ст. по материалам VI Междунар. науч.-практ. конф. (Краснодар, 31 марта 2020 г.). – Краснодар : КубГАУ, 2020. – С. 349–357.

290. Урбанчик, Е.Н. Энзиматическая активность зернобобовых культур / Е.Н. Урбанчик, А.Л. Желудков, А.И. Масальцева // Экспертиза. Качество. Технологии : сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 65-летию СибУПК (Новосибирск, 12 нояб. 2020 г.). – Новосибирск : СибУПК, 2020. – С. 170–173.

291. Устинников, Б.А. Эффективность применения УДА-технологии для измельчения при подготовке сырья к осахариванию в спиртовом производстве / Б.А. Устинников // УДА-технология : тез. докл. III семинара (4–6 сент. 1984 г.). – Тамбов, 1984. – С. 111–113.

292. Ушакова, А.С. Безалкогольные напитки на основе сухофруктов – здоровая альтернатива сокосодержащим напиткам / А.С. Ушакова, Д.С. Микова,

Т.Ф. Киселева // Инновационный Конвент «Кузбасс: Образование, Наука, Инновации»: сборник материалов. – Новокузнецк : СибГИУ, 2014. – С. 193–194.

293. Федеральная служба государственной статистики : сайт. – URL: <https://rosstat.gov.ru> (дата обращения: 16.03.2022).

294. Филиппова, А.А. Исследование свойств напитка брожения «Облепиховый» на основе меда / А.А. Филиппова, О.Б. Иванченко, Р.Э. Хабибуллин // Вестник Технологического университета. – 2017. – Т. 20, № 2. – С. 173–176.

295. Филонов, М. Безалкогольные медовые напитки / М. Филонов // Пчеловодство. – 2017. – № 1. – С. 50–51.

296. Филонова, Г.Л. Зерновое, бобовое и овощное сырье в концентратах для напитков, адекватных геродиетическим / Г.Л. Филонова, Н.А. Комракова, Е.В. Никифорова // Пиво и напитки. – 2009. – № 6. – С. 28–30.

297. Харламова, Л.Н. Исследование идентификационных показателей промышленных образцов кваса / Л.Н. Харламова, Т.Н. Волкова, И.В. Лазарева [и др.] // Пищевая промышленность. – 2020. – № 4. – С. 43–47.

298. Химико-технологический контроль производства солода и пива / П.М. Мальцев, Е.И. Великая, М.В. Зазирная, П.В. Колотуша ; под ред. П.М. Мальцева. – М. : Пищевая промышленность, 1976. – 445 с.

299. Ходунова, О.С. Использование пророщенных зерен овса при производстве мягкого сыра / О.С. Ходунова, Л.А. Силантьева // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2016. – № 2–3 (350–351). – С. 35–37.

300. Хоконова, М.Б. Использование дополнительных ферментных препаратов при соложении / М.Б. Хоконова // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В.М. Кокова. – 2019. – № 2 (24). – С. 87–90.

301. Хоконова, М.Б. Применение ферментных препаратов в производстве пивоваренного солода / М.Б. Хоконова // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В.М. Кокова. – 2016. – № 1. – С. 50–54.

302. Хорунжина, С.И. Биохимические и физико-химические основы технологии солода и пива / С.И. Хорунжина. – М. : Колос, 1999. – 312 с. – ISBN 5-10-003466-1.

303. Цед, Е.А. Голозерный овес – новый перспективный вид зернового сырья / Е.А. Цед, С.В. Волкова, Л.М. Королева // Производство спирта и ликероводочных изделий. – 2006. – № 4. – С. 30–31.

304. Цед, Е.А. Совершенствование технологии получения концентрата квасного суслу с оригинальным ароматическим профилем / Е.А. Цед // Вестник Могилевского государственного университета продовольствия. – 2020. – № 1 (28). – С. 12–21.

305. Чалдаев, П.А. Использование овса и продуктов его переработки в хлебопечении / П.А. Чалдаев, А.В. Зимичев // Хлебопечение России. – 2012. – № 2. – С. 22–23.

306. Часовщиков, А.Р. Состав органических кислот напитков на зерновом сырье / А.Р. Часовщиков, В.А. Помозова, А.А. Ходжамкулова [и др.] // Техника и технология пищевых производств. – 2011. – № 4. – С. 126–130.

307. Чекина, М.С. Перспективы использования овса в производстве продуктов специального назначения / М.С. Чекина, Т.В. Меледина, Г.А. Баталова // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2016. – № 43. – С. 20–25.

308. Чугунова, О.В. Направления использования зернового сырья в производстве продуктов общественного питания / О.В. Чугунова, А.С. Пономарев, А.В. Пастушкова // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. – 2022. – № 4. – С. 45–52.

309. Чусова, А.Е. Подбор оптимальных условий получения солода из гречихи / А.Е. Чусова, Т.И. Романюк, Г.В. Агафонов [и др.] // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2021. – Т. 83, № 2 (88). – С. 93–101.

310. Шаболкина, Е.Н. Использование зерна овса голозерного в хлебопечении / Е.Н. Шаболкина, Н.В. Анисимкина, С.Н. Шевченко [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2019. – Т. 33, № 11. – С. 74–77.

311. Шабурова, Г.В. Применение овсяных отрубей и овощного сырья в рецептуре сдобного печенья / Г.В. Шабурова, Ю.С. Кулькова // Инновационная техника и технология. – 2019. – № 3 (20). – С. 36–41.

312. Шаршунов, В.А. Комплексная оценка качества и интенсификация процесса проращивания овса голозерного белорусской селекции / В.А. Шаршунов, Е.Н. Урбанчик, А.И. Масальцева, М.Н. Галданова // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – № 3. – С. 144–148.

313. Шаршунов, В.А. Оптимизация режимов проращивания семян маша, нута и сои для получения высокобелковых концентратов / В.А. Шаршунов, Е.Н. Урбанчик, Л.И. Сапунова [и др.] // Вестник Национальной академии наук Беларуси. Серия аграрных наук. – 2021. – Т. 59, № 4. – С. 501–512.

314. Шевченко, Т.В. Воздействие микроволнового излучения на зерновые культуры / Т.В. Шевченко, Ю.В. Устинова, Е.О. Ермолаева, Д.С. Горлов // Пищевая промышленность. – 2022. – № 4. – С. 19–21.

315. Школьников, М.Н. К вопросу повышения пищевой ценности квасов / М.Н. Школьников, Н.В. Заворохина, О.В. Чугунова // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. – 2017. – Т. 5, № 2. – С. 93–99.

316. Шлыкова, А.П. Исследование растительных экстрактов как сырья для производства квасов брожения / А.П. Шлыкова, А.А. Колобаева, О.А. Котик // Современные наукоемкие технологии. – 2013. – № 8-2. – С. 319–320.

317. Шурова, М.В. Функциональные безалкогольные напитки на основе местного растительного сырья и родниковых вод республики Алтай / М.В. Шурова, Г.В. Ларина, В.В. Олифиренко // Пиво и напитки. – 2018. – № 4. – С. 76–79.

318. Яцына, А.Н. Использование дезинтеграторной технологии в виноделии / А.Н. Яцына // УДА-технология : тез. докл. III семинара (4–6 сент. 1984 г.). – Тамбов, 1984. – С. 100–104.

319. Abera, T. Low-cost production and healthy preservation of malt drink using Melkassa-7 and Moringa oleifera leaf extract / T. Abera, M.R. Tamtam, R. Koutava-

rapu, J. Shim // International journal of gastronomy and food science. – 2022. – Vol. 29. – Art. no. 100568.

320. Agu, R.C. Effect of potassium bromate on diastase, cellulase and hemicellulase development in Nigerian malted millet (*Pennisetum maiwa*) / R.C. Agu, B.C. Okeke // Process biochemistry. – 1992. – Vol. 27. – P. 335–338.

321. Aguilar, J. Malting process as an alternative to obtain high nutritional quality quinoa flour / J. Aguilar, A.C. Miano, J. Obregon [et al.] // Journal of cereal science. – 2019. – Vol. 90. – Art. no. 102858.

322. Agullo, V. The use of alternative sweeteners (sucralose and stevia) in healthy soft – drink beverages, enhances the bioavailability of polyphenols relative to the classical caloric sucrose / V. Agullo, C. García-Viguera, R. Dominguez-Perles // Food chemistry. – 2022. – Vol. 370. – Art. no. 131051.

323. Alu'datt, M.H. Fermented malt beverages and their biomedical health potential: classification, composition, processing, and bio-functional properties / M.H. Alu'datt, T. Rababah, M.N. Alhamad [et al.] // Fermented beverages, vol. 5: The Science of Beverages / eds. A.M. Grumezescu, A.M. Holban. – Amsterdam : Woodhead, 2019. – P. 369–400.

324. Ataev, R. Technological production of kvass from whey on a scientific basis / R. Ataev, L. Ergeshova, T. Annaeva, G. Mammetnurova // Internauka. – 2022. – Vol. 20-11, iss. 243. – P. 17–19.

325. Bailliere, J. 10 unmalted alternative cereals and pseudocereals: a comparative analysis of their characteristics relevant to the brewing process / J. Bailliere, D. Laureys, P. Vermeir [et al.] // Journal of cereal science. – 2022. – Vol. 106. – Art. no. 103482.

326. Basinci, F. Mitigation of acrylamide formation during malt processing / F. Basinci, B.A. Mogol, S. Guler [et al.] // Journal of cereal science. – 2022. – Vol. 106. – Art. no. 103485.

327. Basinskiene, L. Cereal-based nonalcoholic beverages / L. Basinskiene, D. Cizeikiene // Trends in Non-alcoholic Beverages / ed. C.M. Galanakis. – New York : Academic Press, 2020. – P. 63–99.

328. Brenna O.V. Antioxidant capacity of some caramel-containing soft drinks / O.V. Brenna, E.L.M. Ceppi, G. Giovanelli // Food chemistry. – 2009. – Vol. 115. – P. 119–123.

329. Byanju, B. Effect of high-power sonication pretreatment on extraction and some physicochemical properties of proteins from chickpea, kidney bean, and soybean / B. Byanju, M.M. Rahman, M.P. Hojilla-Evangelista, B.P. Lamsal // International journal of biological macromolecules. – 2020. – Vol. 14515. – P. 712–721.

330. Byeon, Y.S. Metabolite profile and antioxidant potential of wheat (*Triticum aestivum* L.) during malting / Y.S. Byeon, Y. Hong, H. Kwak [et al.] // Food chemistry. – 2022. – Vol. 384. – Art. no. 132443.

331. Calvi, A. Malting process optimization of an Italian common wheat landrace (*Triticum aestivum* L.) through response surface methodology and desirability approach / A. Calvi, G. Preiti, M. Gastl [et al.] // LWT. – 2023. – Vol. 173. – Art. no. 114242.

332. Cao, Z. Bioactivity of soy-based fermented foods: a review / Z. Cao, J.M. Green-Johnson, N.D. Buckley, Q. Lin // Biotechnology Advances. – 2019. – Vol. 37. – P. 223–238.

333. Carle, R. Physikalische und chemische Stabilität von ACE-Getranken / R. Carle // Flussiges Obst. – 1999. – № 66. – S. 231–236.

334. Степовой, А.В. Зерновые напитки – перспективное направление в безалкогольной промышленности / А.В. Степовой, Л.Я. Родионова, О.Н. Кострюкова // Инновационные направления в пищевых технологиях : материалы IV Междунр. науч.-практ. конф. (Пятигорск, 19–22 окт. 2010 г.). – Пятигорск : РИА-КМВ, 2010. – С. 200–203.

335. Dodd, J.G. Effect of ozone treatment on the safety and quality of malting barley / J.G. Dodd, A. Vegi, A. Vashisht [et al.] // Journal of food protection. – 2011. – Vol. 74. – P. 2134–2141.

336. Dongmo, S.N. Flavor of lactic acid fermented malt based beverages: current status and perspectives / S.N. Dongmo, S. Procopio, B. Sacher, T. Becker // Trends in Food Science & Technology. – 2016. – Vol. 54. – P. 37–51.

337. Evans, B. Process aids: clarification and stabilization / B. Evans // *Brewers Guardian*. – 2002. – October. – P. 3–6.

338. Fan, L. Mechanochemical assisted extraction as a green approach in preparation of bioactive components extraction from natural products – a review / L. Fan, W. Fan, Y. Mei [et al.] // *Trends in Food Science & Technology*. – 2022. – Vol. 129. – P. 98–110.

339. Farinon, B. Effect of malting on nutritional and antioxidant properties of the seeds of two industrial hemp (*Cannabis sativa* L.) cultivars / B. Farinon, L. Costantini, R. Molinari [et al.] // *Food chemistry*. – 2022. – Vol. 370. – Art. no. 131348.

340. Farzaneh, V. The impact of germination time on some selected parameters through malting process / V. Farzaneh, A. Ghodsvali, H. Bakhshabadi [et al.] // *International journal of biological macromolecules*. – 2017. – Vol. 94. – P. 663–668.

341. Finn, D.A. Fermentation characteristic of dried yeast effect of drying on flocculation / D.A. Finn, G.G. Stewart // *Journal of the American Society of Brewing Chemists*. – 2002. – Vol. 60, iss. 3. – P. 60135–60139.

342. Fleming, S. Fine principles / S. Fleming // *Small beer*. – 1996. – March. – P. 7–8.

343. Freeman, G. Finings optimization: a simple solution / G. Freeman, J. Baron // *Brewers Gardian*. – 2002. – January. – P. 24–28.

344. Gasinski, A. Malting procedure and its impact on the composition of volatiles and antioxidative potential of naked and covered oat varieties / A. Gasinski, J. Kawa-Rygielska, J. Blazewicz, D. Leszczyńska // *Journal of cereal science*. – 2022. – Vol. 107. – Art. no. 103537.

345. Hattingh, M. Malting of barley with combinations of *Lactobacillus plantarum*, *Aspergillus niger*, *Trichoderma reesei*, *Rhizopus oligosporus* and *Geotrichum candidum* to enhance malt quality / M. Hattingh, A. Alexander, I. Meijering [et al.] // *International journal of food microbiology*. – 2017. – Vol. 173. – P. 36–40.

346. Hejazi, S.N. Improvement of the in vitro protein digestibility of amaranth grain through optimization of the malting process / S.N. Hejazi, V. Orsat, B. Azadi, S. Kubow // *Journal of cereal science*. – 2016. – Vol. 68. – P. 59–65.

347. Herberg W. Separator vor Filtration / W. Herberg, F. Flamme // *Brauindustrie*. – 1996. – № 81. – S. 654–655.

348. Hübner, F. Influence of germination time and temperature on the properties of rye malt and rye malt based worts / F. Hübner, B.D. Schehl, K. Gebruers [et al.] // *Journal of cereal science*. – 2010. – Vol. 52. – P. 72–79.

349. Ispiryan, L. Fundamental study on changes in the FODMAP profile of cereals, pseudo-cereals, and pulses during the malting process / L. Ispiryan, R. Kuktaite, E. Zannini, E.K. Arendt // *Food chemistry*. – 2021. – Vol. 343. – Art. no. 128549.

350. Jayachandran, M. An insight into the health benefits of fermented soy products / M. Jayachandran, B. Xu // *Food chemistry*. – 2019. – Vol. 271. – P. 362–371.

351. Jiang, Z. Oat protein solubility and emulsion properties improved by enzymatic deamidation / Z. Jiang, T.S. Sontag-Strohm, H.O. Salovaara [et al.] // *Journal of cereal science*. – 2015. – Vol. 64. – P. 126–132.

352. Kalita, D. Influence of germination conditions on malting potential of low and normal amylose paddy and changes in enzymatic activity and physico chemical properties / D. Kalita, B. Sarma, B. Srivastava // *Food chemistry*. – 2017. – Vol. 220. – P. 67–75.

353. Kerpes, R. Gluten-specific peptidase activity of barley as affected by germination and its impact on gluten degradation / R. Kerpes, V. Knorr, S. Procopio [et al.] // *Journal of cereal science*. – 2016. – Vol. 68. – P. 93–99.

354. Kiselev, V.M. The role of geographic information systems in ensuring food security in countries during epidemiological crises / V.M. Kiselev, T.F. Kiseleva, L.P. Lipatova [et al.] // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. – 2021. – Vol. 666, iss. 2. – Art. no. 022088.

355. Kiseleva, T.F. Technological assessment of the suitability of domestic raw materials for beer production as an important link in the country's food security / T.F. Kiseleva, L.V. Permyakova, I.Yu. Sergeeva [et al.] // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. – 2021. – Vol. 640. – Art. no. 062033.

356. Kiseleva, T.F. The elaboration of the technology of polymalt beverages recommended to the population of kemerovo region under the conditions of negative eco-

logical environment / T.F. Kiseleva, Y.V. Grebennikova, Y.Y. Miller [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2019. – Vol. 224. – Art. no. 012002.

357. Kohajdová, Z. Fermented cereal products / Z. Kohajdová // Current developments in biotechnology and bioengineering. Food and beverages industry / eds. A. Pandey [et al.]. – Amsterdam : Elsevier, 2017. – P. 91–117.

358. Koner, S. Natural and artificial beverages: exploring the pros and cons / S. Koner, P. Dash, V. Priya, V.D. Rajeswari // Natural beverages. – 2019. – Vol. 13. – P. 427–445.

359. Larsson, M. Malting of oats in a pilot-plant process. Effects of heat treatment, storage and soaking conditions on phytate reduction / M. Larsson, A.S. Sandberg // Journal of cereal science. – 1995. – Vol. 21. – P. 87–95.

360. Lautaro, F.B. Covalent immobilization of soybean seed hull urease on chitosan mini-spheres and the impact on their properties / F.B. Lautaro, J.L. Gustavo, N. Urtasun [et al.] // Biocatalysis and agricultural biotechnology. – 2019. – Vol. 18. – Art. no. 101093.

361. Lazo-Vélez, M.A. Optimization of wheat sprouting for production of selenium enriched kernels using response surface methodology and desirability function / M.A. Lazo-Vélez, J. Avilés-González, S.O. Serna-Saldivar, M.C. Temblador-Pérez // LWT – Food Science and Technology. – 2016. – Vol. 65. – P. 1080–1086.

362. Li, S. Effect of solid-state fermentation with *Lactobacillus casei* on the nutritional value, isoflavones, phenolic acids and antioxidant activity of whole soybean flour / S. Li, Z. Jin, D. Hu [et al.] // LWT. – 2020. – Vol. 125. – Art. no. 109264.

363. Ma, X. Effects of replacing soybean meal, soy protein concentrate, fermented soybean meal or fish meal with enzyme-treated soybean meal on growth performance, nutrient digestibility, antioxidant capacity, immunity and intestinal morphology in weaned pigs / X. Ma, Q. Shang, J. Hu [et al.] // Livestock. – 2019. – Vol. 225. – P. 39–46.

364. Mantegazza, G. Use of kefir-derived lactic acid bacteria for the preparation of a fermented soy drink with increased estrogenic activity / G. Mantegazza, A.D. Via, A. Licata [et al.] // Food research international. – 2023. – Vol. 164. – Art. no. 112322.

365. Marconi, O. Effects of malting process on molecular weight distribution and content of total and water-extractable arabinoxylan in barley / O. Marconi, V. Alfeo, I. Tomasi [et al.] // *Journal of cereal science*. – 2022. – Vol. 107. – Art. no. 103532.

366. Menshova, Y.O. Obtaining antioxidant mechanocomposite additive from green tea for functional products / Y.O. Menshova, I.O. Lomovskiy, O.I. Lomovsky [et al.] // *Materials Today: Proceedings*. – 2019. – Vol. 12. – P. 74–77.

367. Miller, Yu.Yu. The use of high-protein vegetable raw materials in the production of fermented drinks / Yu.Yu. Miller, T.F. Kiseleva, L.V. Permyakova, V.A. Pomozova // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. – 2022. – Vol. 1052. – Art. no. 012003.

368. Mokhawa, G. Electrophoretic analysis of malting degradability of major sorghum reserve proteins / G. Mokhawa, C.K. Kerapeletswe-Kruger, L.I. Ezeogu // *Journal of cereal science*. – 2013. – Vol. 58. – P. 191–199.

369. Motta, C. Impact of cooking methods and malting on amino acids content in amaranth, buckwheat and quinoa / C. Motta, I. Castanheira, G.B. Gonzales [et al.] // *Journal of food composition and analysis*. – 2019. – Vol. 76. – P. 58–65.

370. Munoz-Insa, A. Malting process optimization of spelt (*Triticum spelta* L.) for the brewing process / A. Munoz-Insa, H. Selciano, M. Zarnkow [et al.] // *LWT – Food Science and Technology*. – 2013. – Vol. 50. – P. 99–109.

371. Nachvak, S.M. Soy, soy isoflavones, and protein intake in relation to mortality from all causes, cancers, and cardiovascular diseases: a systematic review and dose-response meta-analysis of prospective cohort studies / S.M. Nachvak, S. Moradi, J. Anjom-shoae [et al.] // *Journal of the Academy of nutrition and dietetics*. – 2019. – Vol. 119, iss. 9. – P. 1483–1500.

372. Oliveira, P. Lactic acid bacteria bioprotection applied to the malting process. Part II: Substrate impact and mycotoxin reduction / P. Oliveira, B. Brosnan, F. Jacob [et al.] // *Food control*. – 2015. – Vol. 51. – P. 444–452.

373. Oseguera-Toledo, M.E. Physicochemical changes of starch during malting process of sorghum grain / M.E. Oseguera-Toledo, B. Contreras-Jimenez, E. Hernan-

dez-Becerra, M.E. Rodriguez-Garcia // Journal of cereal science. – 2020. – Vol. 95. – Art. no. 103069.

374. Phiarais, B.P.N. Malting and brewing with gluten-free cereals / B.P.N. Phiarais, E.K. Arendt // Gluten-free cereal products and beverages. Food science and technology / eds. E.K. Arendt, F. Dal Bello. – New York : Academic Press, 2008. – P. 347–372.

375. Platzman, A. Functional foods: figuring out the facts / A. Platzman // Food product design. – 1999. – № 9. – P. 32–62.

376. Quek, W.P. Starch structure-property relations as a function of barley germination times / W.P. Quek, W. Yu, K. Tao [et al.] // International journal of biological macromolecules. – 2019. – Vol. 136. – P. 1125–1132.

377. Schehl, B. Malting of sorghum and buckwheat for brewing purposes – a gluten-free alternative to barley? / B. Schehl, A. Mauch, E.K. Arendt // The Science of Gluten-Free Foods and Beverages / eds. E.K. Arendt, F. Dal Bello. – Cambridge : Woodhead, 2009. – P. 119–123.

378. Shaluk, D. Effects of variable grain hydration during steeping on the content and physicochemical properties of non-starch polysaccharides in malt and wort / D. Shaluk, S. Bazin, A. Chepurna, M.S. Izydorczyk // Food research international. – 2019. – Vol. 116. – P. 430–440.

379. Singh, S.K. Modeling and optimizing the effect of extrusion processing parameters on nutritional properties of soy white flakes-based extrudates using response surface methodology / S.K. Singh, P. Singha, K. Muthukumarappan // Animal feed science and technology. – 2019. – Vol. 254. – Art. no. 114197.

380. Sperber, W.H. The modern HACCP system / W.H. Sperber // Food technology. – 1991. – Vol. 45, № 6. – P. 116–120.

381. Stranska, M. Influence of pulsed electric field treatment on the fate of *Fusarium* and *Alternaria* mycotoxins present in malting barley / M. Stranska, N. Prusova, A. Behner [et al.] // Food control. – 2023. – Vol. 145. – Art. no. 109440.

382. Tang, C. Nanostructured soy proteins: fabrication and applications as delivery systems for bioactives (a review) / C. Tang // Food hydrocolloids. – 2019. – Vol. 91. – P. 92–116.

383. Tang, C. Nanostructured soy proteins: fabrication and applications as delivery systems for bioactives (a review) / C. Tang // *Food hydrocolloids*. – 2019. – Vol. 91. – P. 92–116.

384. Terpinc, P. LC–MS analysis of phenolic compounds and antioxidant activity of buckwheat at different stages of malting / P. Terpinc, B. Cigic, T. Polak [et al.] // *Food chemistry*. – 2016. – Vol. 210. – P. 9–17.

385. Tian, X. Mechanochemical effects on the structural properties of wheat starch during vibration ball milling of wheat endosperm / X. Tian, Z. Wang, X. Wang, S. Ma, B. Sun, F. Wang // *International journal of biological macromolecules*. – 2022. – Vol. 206. – P. 306–312.

386. Tokpohozin, S.E. Optimization of malting conditions for two landraces of West African sorghum and influence of mash bio-acidification on saccharification improvement / S.E. Tokpohozin, S. Fischer, T. Becker // *Journal of cereal science*. – 2019. – Vol. 85. – P. 192–198.

387. Torado, A. Use of concentrated fruit juice extracts to improve the antioxidant properties in a soft drink formulation / A. Todaro, E. Arena, R. Timpone [et al.] // *International journal of gastronomy and food science*. – 2023. – Vol. 31. – Art. no. 100649.

388. Wu, J. Effects of laccase and cellulase on saccharification of barley malt / J. Wu, Z. Lu, J. Wang [et al.] // *Heliyon*. – 2022. – Vol. 8. – Art. no. e10744.

389. Wu, K. Mechanochemical assisted extraction: a novel, efficient, eco-friendly technology / K. Wu, T. Ju, Y. Deng, J. Xi // *Trends in Food Science & Technology*. – 2017. – Vol. 66. – P. 166–175.

390. Yalcin, S. Effects of infrared treatment on urease, trypsin inhibitor and lipooxygenase activities of soybean samples / S. Yalcin, A. Basman // *Food chemistry*. – 2015. – Vol. 16915. – P. 203–210.

391. Yang, B. Effect of germination time on the compositional, functional and antioxidant properties of whole wheat malt and its end-use evaluation in cookie-making / B. Yang, Y. Yin, Ch. Liu [et al.] // *Food chemistry*. – 2021. – Vol. 349. – Art. no. 129125.

392. Zdaniewicz, M. The effect of different oat (*Avena sativa* L.) malt contents in a top-fermented beer recipe on the brewing process performance and product quality / M. Zdaniewicz, A. Pater, A. Knapik, R. Dulinski // *Journal of cereal science*. – 2021. – Vol. 101. – Art. no. 103301.

393. Zdaniewicz, M. Tritordeum malt: An innovative raw material for beer production / M. Zdaniewicz, A. Pater, O. Hrabia [et al.] // *Journal of cereal science*. – 2020. – Vol. 96. – Art. no. 103095.

394. Zhang, K. Influences of grinding on structures and properties of mung bean starch and quality of acetylated starch / K. Zhang, Y. Dai, H. Hou [et al.] // *Food chemistry*. – 2019. – Vol. 294. – P. 285–292.

395. Zou, J. UPLC-Q-TOF-MS/MS analysis on the chemical composition of malts under different germination cycles and prepared with different processing methods / J. Zou, S. Wu, B. Sheng [et al.] // *Fitoterapia*. – 2023. – Vol. 165. – Art. no. 105313.

396. Zuluaga-Calderon, B. Multi-step ozone treatments of malting barley: Effect on the incidence of *Fusarium graminearum* and grain germination parameters / B. Zuluaga-Calderon, H.H.L. Gonzalez, S.M. Alzamora, M.B. Coronel // *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. – 2023. – Vol. 83. – Art. no. 103219.

Приложение А (справочное)

Акты внедрения и проведения производственных испытаний по производству ферментированных зерновых напитков



ООО «ТОРГОВЫЙ ДОМ «ЗОЛОТАЯ СОВА»

650070, Россия, г. Кемерово, ул. Тухачевского. 56 А, тел. (3842) 31-31-01, 31-30-29
Email: zsova@bk.ru, Url: zolotayasova.com
ИНН 4205036566 КПП 420501001 ОКПО 10905334 ОГРН 1024200679502

Утверждаю
Заместитель генерального директора
«Золотая Сова»
Шкуратов



2022г.

АКТ

выработки опытно-промышленной партии ферментированных зерновых напитков

Настоящий акт составлен главным технологом ООО ТД «Золотая Сова» Русецкой М.М. и кандидатом технических наук, доцентом кафедры товароведения и экспертизы товаров Сибирского университета потребительской кооперации Миллер Ю.Ю. на основании проведения производственных испытаний 7 предлагаемых рецептур ферментированных зерновых напитков с добавлением ячменного, пшеничного, ржаного, овсяного и соевого солодов: «Пшеничный», «Овсяный», «Соевый», «Пшенично-овсяный», «Пшенично-соевый», «Овсяно-соевый», «Многокомпонентный». Производственные испытания по получению напитков проводились с 06.06.2022 по 24.06.2022 в соответствии с разработанной автором технологией (ТИ 11.07.19-068-01597951-2022).

В период опытно-промышленных испытаний выработана партия напитков объемом 400 дал по разработанным Миллер Ю.Ю. технологии и рецептурам на основании диссертационных исследований. Установлено, что в производстве безалкогольных напитков брожения кроме ячменного и ржаного солода возможно применение нетрадиционных для данного напитка солодов – пшеничного, овсяного и соевого.

При средней производственной себестоимости напитков 125,6 руб. за 1 дал и выпуске в 200 тыс. дал в год стоимость продукции составит 25,12 млн. руб. При сокращении производственного цикла за счет ускорения стадии брожения себестоимость продукции может быть снижена на 15-17 %, что позволит предприятию получить дополнительную прибыль до 4,0 млн. в год при производительности завода 200 тыс. дал в год.

Все ферментированные зерновые напитки по показателям качества полностью соответствуют требованиям нормативного документа ГОСТ 31494-2012 «Квасы. Общие технические условия»: массовая доля сухих веществ – 5,8-5,9 %, объемная доля этилового спирта – 1,0-1,1 %; кислотность – 3,8-4,1 к.ед.

Предложенные рецептуры и технология ферментированных зерновых напитков с использованием нетрадиционного сырья рекомендованы к внедрению.

Главный технолог ООО ТД «Золотая Сова»  Русецкая М.М.

Доцент кафедры товароведения
и экспертизы товаров
канд. техн. наук, доцент



Миллер Ю.Ю.

ИП Каныгин Анатолий Александрович



Юр. Адрес: 656048, Алтайский край, г. Барнаул, ул. Смородиновая, 39 Факт. Адрес: 656067, Алтайский край, г. Барнаул, ул. Сиреневая 23 ИНН 226900135786, ОГРНИП 309222326700051, Р/счет 40802810309520000230 К/счет 30101810100000000850, БАНК «ЛЕВОБЕРЕЖНЫЙ» (ПАО), г. НОВОСИБИРСК
БИК 045004850

Утверждаю
ИП Каныгин Анатолий Александрович

29.07.2022



АКТ о внедрении

Настоящий акт составлен начальником производства ИП «Каныгин Анатолий Александрович», Туренко Светланой Алексеевной и кандидатом технических наук, доцентом кафедры товароведения и экспертизы товаров Сибирского университета потребительской кооперации Миллер Ю.Ю. и подтверждает внедрение результатов диссертационных исследований Миллер Ю.Ю.

В период с 06.07.2022 по 29.07.2022 г. проведены производственные испытания трех рецептур ферментированных зерновых напитков («Пшеничный», «Овсяный», «Пшенично-овсяный»), изготовленных по разработанной Миллер Ю.Ю. технологической инструкции ТИ 11.07.19-068-01597951-2022 по производству ферментированных зерновых напитков.

В рецептуры напитков входили ячменный, пшеничный, овсяный и ржаной солода. Согласно технологической инструкции зернопродукты измельчали, затирали настойным способом, затем затор фильтровали, сусло кипятили, охлаждали и сбраживали сухими пивными дрожжами.

Ферментированные зерновые напитки были проверены на соответствие требованиям ГОСТ 31494-2012 «Квасы. Общие технические условия»: массовая доля сухих веществ – 5,8-5,9 %; кислотность – 3,8-4,0 к.ед.; об. доля этилового спирта – 1,0-1,1 %; органолептические показатели соответствуют требованиям стандарта.

В ходе испытаний установлено, что предлагаемая технология позволяет сократить производственные расходы по приготовлению сусла (энергетические ресурсы) за счет использования высокоферментированных пшеничного и овсяного солодов, а также по его сбраживанию (сокращению продолжительности брожения с 24 часов до 18-20 часов). Это позволяет повысить оборачиваемость бродильного отделения на 15-20 %. Кроме этого, высокий выход сухих веществ в сусло 11,3-12,4 % приводит к увеличению выхода готовой продукции на 7,4-10,1 %.

За период производственных испытаний была выпущена партия ферментированных зерновых напитков «Пшенично-овсяный» «Пшеничный» и «Овсяный» объемом 350 дал. Разработанные Миллер Ю.Ю. ферментированные зерновые напитки в рамках выполнения докторской диссертации приняты к внедрению.

Начальник производства



Туренко С.А.

Доцент кафедры товароведения
и экспертизы товаров
канд. техн. наук, доцент



Миллер Ю.Ю.

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «ПИВОВАРНЯ КАЙЗЕР»

658700, Алтайский край, г. Камень-на-Оби,
ул. Алтайская, д.43
ИНН: 5032219980
КПП: 220701001
Тел.: +7 (38584) 2-29-77, +7 (910) 413-90-30



Лебедев С.А.

АКТ

проведения производственных испытаний и выработки партии ферментированных зерновых напитков

Настоящий акт составлен зав. лабораторией ООО «ПИВОВАРНЯ КАЙЗЕР» Григорьевой Е.Б. и кандидатом технических наук, доцентом кафедры товароведения и экспертизы товаров Сибирского университета потребительской кооперации Миллер Ю.Ю. на основании проведения производственных испытаний предлагаемых рецептур и технологии ферментированных зерновых напитков «Пшеничный», «Овсяный» и «Пшенично-овсяный» с использованием ячменного, пшеничного, ржаного и овсяного солодов с 16.05.2022 по 24.05.2022 г.

Производственные испытания проводились в соответствии с разработанной автором технологической инструкцией ТИ 11.07.19-068-01597951-2022 по производству ферментированных зерновых напитков, при получении напитков использовали имеющиеся на предприятии пивные дрожжи. Рецептуры и технология напитков разработаны на основании проведенных результатов исследований при выполнении диссертационной работы.

Результаты производственных испытаний показали возможность получения ферментированных зерновых напитков с использованием нетрадиционного сырья (пшеничного и овсяного солодов), что позволит повысить пищевую и биологическую ценность безалкогольных напитков брожения, расширить его ассортимент на рынке продовольственной продукции.

В ходе производственных испытаний выработана партия ферментированных зерновых напитков объемом 200 дал. Себестоимость напитков составила 12,48-12,50 руб./дм³, стоимость выпущенной партии – 24980 руб. За счет сокращения продолжительности брожения (с 24 часов до 20 часов) увеличивается оборачиваемость варочного цеха на 16,7 %, что приводит к снижению себестоимости продукции. По выработанной партии прибыль составила 4171,7 руб. (на 200 дал). При производительности предприятия по производству ферментированных зерновых напитков до 50 тыс. дал в год прибыль может составлять до 1,04 млн. руб.

По органолептическим и физико-химическим показателям полученные напитки соответствуют требованиям ГОСТ 31494-2012 «Квасы. Общие технические условия».

Предложенные рецептуры и технология ферментированных зерновых напитков с использованием нетрадиционного сырья приняты к внедрению.

Зав. лабораторией

Григорьева Е.Б.

Доцент кафедры товароведения
и экспертизы товаров
канд. техн. наук, доцент

Миллер Ю.Ю.

Утверждаю
 Директор ООО «Импульс»
 Доронцов В.А.



АКТ

проведения производственных испытаний технологического процесса получения
 полисолодовых квасов

Настоящий акт составлен технологом ООО «Импульс» Зиновьевым И.М. и кандидатом технических наук, доцентом кафедры товароведения и экспертизы товаров Сибирского университета потребительской кооперации Миллер Ю.Ю. на основании проведения производственных испытаний 4 предлагаемых рецептов и технологии полисолодовых квасов «Пшеничный», «Овсяный», «Пшенично-овсяный», «Полисолодовый» с использованием ячменного, пшеничного, ржаного и овсяного солодов, полученных по разработанной автором технологии в период с 01.08.2022 по 05.08.2022 г.

Рецептуры и технология полисолодовых квасов разработаны на основании полученных результатов исследований при выполнении диссертационной работы.

Производственные испытания по получению полисолодовых квасов проводились в соответствии с разработанной технологической инструкцией ТИ 11.07.19-068-01597951-2022 по производству полисолодовых квасов.

В результате проведения производственных испытаний было установлено, что возможно использовать пшеничный и овсяный солод в комбинации с ячменным и ржаным для получения напитков повышенной пищевой и биологической ценности.

Все образцы полисолодовых квасов по органолептическим и физико-химическим показателям соответствуют требованиям ГОСТ 31494-2012 «Квасы. Общие технические условия».

Предложенные рецепты и технология полисолодовых квасов с использованием нетрадиционного сырья рекомендованы к внедрению.

Технолог ООО «Импульс»

Доцент кафедры товароведения
 и экспертизы товаров
 канд. техн. наук, доцент



Зиновьев И.М.



Миллер Ю.Ю.

Приложение Б (справочное)

Акты проведения производственных испытаний по производству солода

ИП Каныгин Анатолий Александрович



Юр. Адрес: 656048, Алтайский край, г. Барнаул, ул. Смородиновая, 39 Факт. Адрес: 656067, Алтайский край, г. Барнаул, ул. Сиреневая 23 ИНН 226900135786, ОГРНИП 309222326700051, Р/счет 40802810309520000230
К/счет 30101810100000000850, БАНК «ЛЕВОБЕРЕЖНЫЙ» (ПАО), г. НОВОСИБИРСК
БИК 045004850

Утверждаю
ИП Каныгин Анатолий Александрович
30.03.2022

АКТ

проведения производственных испытаний технологического
процесса получения солода

Настоящий акт составлен начальником производства ИП «Каныгин Анатолий Александрович» Туренко Светланой Алексеевной и кандидатом технических наук, доцентом кафедры товароведения и экспертизы товаров Сибирского университета потребительской кооперации Миллер Ю.Ю. на основании проведения производственных испытаний предлагаемых двух способов технологии светлого ячменного солода с применением комплекса органических кислот и комплексного препарата «Энерген», полученных по разработанной автором технологии в период с 10.03.2022 по 30.03.2022 г.

Технология ячменных солодов разработана на основании проведенных результатов исследований при выполнении диссертационной работы.

Производственные испытания по получению светлого ячменного солода проводились в соответствии с разработанной технологической инструкцией ТИ 11.06.10-067-01597951-2021 по производству солода.

В результате проведения производственных испытаний было установлено, что использование стимулирующих препаратов позволяет получить светлый ячменный солод с высокой экстрактивностью и ферментативной активностью. Оба варианта светлого ячменного солода по органолептическим и физико-химическим показателям соответствуют требованиям ГОСТ 29294-2021 «Солод пивоваренный. Технические условия». Полученный солод можно рекомендовать в производстве напитков брожения.

Отмечено, что предлагаемая обработка позволяет сократить продолжительность проращивания на 1 сутки, что увеличит оборачиваемость солодовенного цеха на 14,3 % и снизит энергетические расходы на производство солода. Расчетным путем установлено, что при производительности солодовенного предприятия 10 тыс. тонн солода в год выход солода может быть увеличен на 1,2-1,3 тыс. тонн, следовательно, это позволит получить предприятию дополнительную прибыль в 17-20 млн. в год.

Предложенные технологии светлого ячменного солода с использованием стимулирующих препаратов комплекса органических кислот и препарата «Энерген» можно рекомендовать к внедрению на солодовенных предприятиях.

Начальник производства



Туренко С.А.

Доцент кафедры товароведения
и экспертизы товаров
канд. техн. наук, доцент



Миллер Ю.Ю.

Утверждаю
Заместитель директора по качеству
ООО «РСГ»
Сорокина Ольга Владимировна



АКТ

проведения производственных испытаний технологического процесса получения солода

Настоящий акт составлен технологом ООО «РСГ» Поповым Александром Сергеевичем и кандидатом технических наук, доцентом кафедры товароведения и экспертизы товаров Сибирского университета потребительской кооперации Миллер Ю.Ю. на основании проведения производственных испытаний предлагаемых двух способов технологии светлого ячменного солода с применением комплекса органических кислот и комплексного препарата «Энерген», полученных по разработанной автором технологии в период с 21.02.2022 по 07.03.2022 г.

Технология солодов разработана на основании проведенных результатов исследований при выполнении диссертационной работы.

Производственные испытания по получению светлого ячменного солода проводились в соответствии с разработанной технологической инструкцией ТИ 11.06.10-067-01597951-2021 по производству солода.

В результате проведения производственных испытаний было установлено, что использование стимулирующих препаратов позволяют получить светлый ячменный солод (пшеничный) с высокой экстрактивностью и ферментативной активностью. Полученный солод можно рекомендовать в производстве напитков брожения, в том числе в производстве кваса.

Все образцы светлого ячменного солода по органолептическим и физико-химическим показателям соответствуют требованиям ГОСТ 29294-2021 «Солод пивоваренный. Технические условия».

Предложенные технологии светлого ячменного солода с использованием стимулирующих препаратов комплекса органических кислот и препарата «Энерген» рекомендованы к внедрению.

Технолог

Доцент кафедры товароведения
и экспертизы товаров
канд. техн. наук, доцент

Попов А.С.

Миллер Ю.Ю.

Приложение В (справочное)

Акт внедрения материалов диссертации в учебный процесс



автономная некоммерческая образовательная организация
высшего образования Центросоюза Российской Федерации
«Сибирский университет потребительской кооперации»


 УТВЕРЖДАЮ
 Проректор по учебной работе
 Ватлина Л.В.
 « 05 » 2022 г.

Акт внедрения
материалов диссертации Миллер Юлии Юрьевны в учебный процесс
кафедр торгово-технологического факультета

Настоящим удостоверяем, что материалы диссертационной работы Миллер Ю.Ю. «Научно-практическое обоснование биотехнологических подходов к производству ферментированных зерновых напитков с регулируемым нутриентным составом» используются в учебном процессе при подготовке бакалавров и магистрантов, обучающихся по направлениям 19.03.04 «Технология продукции и организация общественного питания», 19.04.04 «Технология продукции и организация общественного питания», 38.03.07 «Товароведение» в АНОО ВО Центросоюза РФ «Сибирский университет потребительской кооперации».

Заместитель декана
торгово-технологического факультета

Е.Ю. Надточина

Начальник отдела магистратуры и
аспирантуры научного управления,
канд. техн. наук

Л.Б. Ратникова

Приложение Г
(справочное)

Техническая документация на солод



автономная некоммерческая образовательная организация
высшего образования Центросоюза Российской Федерации
«Сибирский университет потребительской кооперации»



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
Ватлина Л.В.
2021 г.

ОВСЯНЫЙ СОЛОД
ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

ТУ 11.06.10-065-01597951-2021

РАЗРАБОТАНО:
АНОО ВО Центросоюза РФ
«СибУПК»

Доцент кафедры товароведения
и экспертизы товаров,
канд. техн., наук, доцент

 Ю.Ю. Миллер



автономная некоммерческая образовательная организация
 высшего образования Центросоюза Российской Федерации
 «Сибирский университет потребительской кооперации»



УТВЕРЖДАЮ
 Проректор по учебной работе
 Ватлина Л.В.
 2021 г.

СОЕВЫЙ СОЛОД
 ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

ТУ 11.06.10-066-01597951-2021

РАЗРАБОТАНО:
 АНОО ВО Центросоюза РФ
 «СибУПК»
 Доцент кафедры товароведения
 и экспертизы товаров,
 канд. техн., наук, доцент
 Ю.Ю. Миллер

Новосибирск - 2021



автономная некоммерческая образовательная организация
 высшего образования Центросоюза Российской Федерации
 «Сибирский университет потребительской кооперации»



УТВЕРЖДАЮ
 Проректор по учебной работе

Ватлина Л.В.

2021 г.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ИНСТРУКЦИЯ
 ПО ПРОИЗВОДСТВУ СОЛОДА
 (ЯЧМЕННОГО, ПШЕНИЧНОГО, РЖАНОГО, ОВСЯНОГО, СОЕВОГО)

ТИ 11.06.10-067-01597951-2021

РАЗРАБОТАНО:
 АНОО ВО Центросоюза РФ
 «СибУПК»

Доцент кафедры товароведения
 и экспертизы товаров,
 канд. техн., наук, доцент

 Ю.Ю. Миллер

Новосибирск - 2021

Приложение Д
(справочное)

Техническая документация на ферментированные зерновые напитки



автономная некоммерческая образовательная организация
высшего образования Центросоюза Российской Федерации
«Сибирский университет потребительской кооперации»



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
Валгина Л.В.
2022 г.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ИНСТРУКЦИЯ
ПО ПРОИЗВОДСТВУ ФЕРМЕНТИРОВАННЫХ ЗЕРНОВЫХ НАПИТКОВ

ТИ 11.07.19-068-01597951-2022

РАЗРАБОТАНО:
АНОО ВО Центросоюза РФ
«СибУПК»

Доцент кафедры товароведения
и экспертизы товаров,
канд. техн., наук, доцент

 Ю.Ю. Миллер

Приложение Е
(справочное)

Патенты на изобретение



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) **RU** (11) **2 705 285⁽¹³⁾ C1**

(51) МПК
C12C 7/00 (2006.01)
C12C 5/00 (2006.01)
C12C 11/02 (2006.01)
C12C 12/00 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(52) СПК
C12C 7/00 (2019.08); *C12C 5/00* (2019.08); *C12C 11/02* (2019.08); *C12C 12/00* (2019.08)

(21)(22) Заявка: 2018147816, 29.12.2018

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
29.12.2018Дата регистрации:
06.11.2019

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 29.12.2018

(45) Опубликовано: 06.11.2019 Бюл. № 31

Адрес для переписки:
630075, г. Новосибирск, ул. Танковая, 34, кв.
322, Миллер Ю.Ю.

(72) Автор(ы):

Миллер Юлия Юрьевна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Миллер Юлия Юрьевна (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: МИЛЛЕР Ю.Ю. Формирование качественных характеристик нетрадиционных солодов для сброженных полисолодовых напитков, Новосибирск, 2017, с.47-51, 62-65, 84-85, 90-93, 97-111. ГРЕБЕННИКОВА Ю.В. и др. Особенности получения сусла на основе зернового сырья. Пути интенсификации пр-ва и перераб. с.-х. продукции в соврем. условиях. перераб. с.-х. сырья и (см. прод.)

(54) СПОСОБ ПРОИЗВОДСТВА ПОЛИКОМПОНЕНТНОГО СОЛОДОВОГО СБРОЖЕННОГО НАПИТКА**(57) Формула изобретения**

Способ производства поликомпонентного солодового сброженного напитка, предусматривающий приготовление овсяного, ячменного солодов путем затирания зернопродуктов по настойному способу, доведение до температуры 72°C, фильтрование заторной массы, кипячение солодового сусла в течение 10-15 минут; охлаждение до температуры брожения, сбраживание сусла хлебопекарными дрожжами «Saf-instant», охлаждение, осветление и розлив напитка, отличающийся тем, что способ дополнительно включает соевый солод в качестве источника незаменимых аминокислот при следующем содержании исходных компонентов, мас. %:

Овсяный солод 42-47,
 Ячменный солод 31-40,
 Соевый солод 18-22.

(56) (продолжение):
 пищевых продуктов. Поволж науч-исслед. ин-т пр-ва и перераб. мясомол. продукции, 2014, с.263-266. МИЛЛЕР Ю.Ю. и др. Получение сброженных безалкогольных напитков с использованием различного зернового сырья. Пищевые инновации и биотехнологии. Материалы Междунар.науч. конф. ФГБОУ ВО КемТИПП, 2015, с.99-100. RU 2433753 C1, 20.11.2011. CA 2605368 C, 27.05.2014.

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2773493

СПОСОБ ПРОИЗВОДСТВА СОЕВОГО СОЛОДА

Патентообладатели: *Миллер Юлия Юрьевна (RU), Щербинин Вячеслав Вадимович (RU)*

Авторы: *Миллер Юлия Юрьевна (RU), Киселёва Татьяна Федоровна (RU), Арышева Юлия Владимировна (RU), Углов Владимир Александрович (RU), Щербинин Вячеслав Вадимович (RU), Мотовилов Олег Константинович (RU)*

Заявка № 2021112090
 Приоритет изобретения 26 апреля 2021 г.
 Дата государственной регистрации
 в Государственном реестре изобретений
 Российской Федерации 07 июня 2022 г.
 Срок действия исключительного права
 на изобретение истекает 26 апреля 2041 г.

Руководитель Федеральной службы
 по интеллектуальной собственности

Ю.С. Зубов



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) **RU** (11) **2 773 493** ⁽¹³⁾ **C1**(51) МПК
C12C 1/02 (2006.01)
C12C 1/047 (2006.01)
C12C 1/18 (2006.01)ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**(12) ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**(52) СПК
C12C 1/02 (2022.02); C12C 1/047 (2022.02); C12C 1/18 (2022.02)

(21)(22) Заявка: 2021112090, 26.04.2021

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
26.04.2021Дата регистрации:
07.06.2022Приоритет(ы):
(22) Дата подачи заявки: 26.04.2021

(45) Опубликовано: 07.06.2022 Бюл. № 16

Адрес для переписки:
630075, г. Новосибирск, ул. Танковая, 34, кв.
322, Миллер Ю.Ю.(72) Автор(ы):
Миллер Юлия Юрьевна (RU),
Киселёва Татьяна Федоровна (RU),
Арышева Юлия Владимировна (RU),
Углов Владимир Александрович (RU),
Щербинин Вячеслав Вадимович (RU),
Мотовилов Олег Константинович (RU)(73) Патентообладатель(и):
Миллер Юлия Юрьевна (RU),
Щербинин Вячеслав Вадимович (RU)(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2706540 C1, 19.11.2019. Киселева
Т.Ф. и др. Солодоращение как способ
снижения уровня антипитательных веществ
в сое, Труды XIV Международной научно-
практической конференции "Пища. Экология.
Качество", Новосибирск, 8-10 ноября 2017,
С.280-282. UA 12583 U, 15.02.2006. Кунце В.,
Мит Г. Технология солода и пива, пер. с нем.,
СПб, Профессия, 2001, (см. прод.)**(54) СПОСОБ ПРОИЗВОДСТВА СОЕОВОГО СОЛОДА****(57) Формула изобретения**

Способ производства соевого солода, включающий мойку сырья водопроводной водой при температуре 16°C в течение 4 часов, обеззараживание сои перманганатом калия в количестве 0,05 кг/т в течение 1-2 часов, замачивание сои неорганическим стимулятором роста растений, замачивание сои под слоем воды при температуре 16°C в течение 34 часов, проращивание в течение 3-х суток при температуре воздуха 16-18°C с периодическим ворошением и орошением зерна водой, сушку солода при температуре 40°C в течение 12 часов, повторную сушку при температуре 70°C продолжительностью 12 часов, удаление ростков солода, отлежку в течение 12-24 часов, отличающийся тем, что в последнюю замочную воду вносят «Энерген Extra» в растворенном виде из расчета 0,6-0,7 г/дм³.

(56) (продолжение):
С.179.

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2706540

СПОСОБ ПРОИЗВОДСТВА РЖАНОГО
НЕФЕРМЕНТИРОВАННОГО СОЛОДА

Патентообладатели: *Миллер Юлия Юрьевна (RU), Щербинин Вячеслав Вадимович (RU)*

Авторы: *Миллер Юлия Юрьевна (RU), Голуб Ольга Валентиновна (RU), Киселёва Татьяна Федоровна (RU), Углов Владимир Александрович (RU), Щербинин Вячеслав Вадимович (RU), Мотовилов Олег Константинович (RU)*

Заявка № 2019104665

Приоритет изобретения 19 февраля 2019 г.

Дата государственной регистрации в
Государственном реестре изобретений

Российской Федерации 19 ноября 2019 г.

Срок действия исключительного права
на изобретение истекает 19 февраля 2039 г.

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Г.П. Ивлиев Г.П. Ивлиев



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) **RU** (11) **2 706 540⁽¹³⁾ C1**(51) МПК
C12C 1/047 (2006.01)
C12C 1/02 (2006.01)ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**(12) ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**(52) СПК
C12C 1/047 (2019.08); C12C 1/02 (2019.08)

(21)(22) Заявка: 2019104665, 19.02.2019

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
19.02.2019Дата регистрации:
19.11.2019Приоритет(ы):
(22) Дата подачи заявки: 19.02.2019

(45) Опубликовано: 19.11.2019 Бюл. № 32

Адрес для переписки:
630075, г. Новосибирск, ул. Танковая, 34, кв.
322, Миллер Ю.Ю.(72) Автор(ы):
Миллер Юлия Юрьевна (RU),
Голуб Ольга Валентиновна (RU),
Киселёва Татьяна Федоровна (RU),
Углов Владимир Александрович (RU),
Щербинин Вячеслав Вадимович (RU),
Мотовилов Олег Константинович (RU)(73) Патентообладатель(и):
Миллер Юлия Юрьевна (RU),
Щербинин Вячеслав Вадимович (RU)(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2105793 C1, 27.02.1998.
КИСЕЛЕВА Т.Ф. и др. Возможность
интенсификации солодоращения посредством
использования комплекса органических
кислот, Техника и технология пищевых
производств, 2016, Т.40, N 1, с.11-17. KZ 22435
A4, 15.04.2010. RU 2337543 C2, 10.11.2008. RU
2147313 C1, 10.04.2000.

R U 2 7 0 6 5 4 0 C 1

(54) СПОСОБ ПРОИЗВОДСТВА РЖАНОГО НЕФЕРМЕНТИРОВАННОГО СОЛОДА**(57) Формула изобретения**

Способ производства ржаного неферментированного солода, предусматривающий, мойку зерна, замачивание зерна ржи в присутствии стимулятора роста растений, проращивание и сушку, отличающийся тем, что в качестве стимулятора роста используют «Энерген» в концентрации 0,4-0,6 г/дм³ воды, а на стадии мойки ржи применяют перманганат калия для обеззараживания зерна в количестве 0,04-0,05 кг/т.

Приложение Ж
(справочное)

Расчеты себестоимости ферментированных зерновых напитков

Таблица Ж.1 – Расчет потребности и стоимости сырья и основных материалов (при условно принятой производительности предприятия по 10 тыс. дал в год по каждому напитку)

Наименование продукции и видов сырья, выход	Годовой выпуск продукции, тыс. дал	Расход сырья на 1 дал		Потребность в сырье на весь объем		Оптовая цена единицы сырья, р.	Стоимость сырья, тыс. р.	
		Солод с обработкой	Солод без обработки	Солод с обработкой	Солод без обработки		Солод с обработкой	Солод без обработки
«Пшеничный»								
Солод ячменный светлый, кг	10	0,3131	0,3206	3131	3206	35,4	110,84	113,49
Солод ржаной неферментированный, кг		0,1789	0,1832	1789	1832	38,7	69,23	70,90
Солод ржаной ферментированный, кг		0,1342	0,1374	1342	1374	39,4	52,86	54,14
Солод пшеничный, кг		0,2683	0,2748	2683	2748	36,2	97,13	99,48
Сахар, кг		0,2236	0,2289	2236	2289	29,1	65,07	66,61
Дрожжи, кг		0,00062	0,00062	6,2	6,2	743,0	4,61	4,61
Вода, м ³		0,0095	0,0095	95,0	95,0	36,1	3,43	3,43
<i>Итого</i>					403,17			

Наименование продукции и видов сырья, выход	Годовой выпуск продукции, тыс. дал	Расход сырья на 1 дал		Потребность в сырье на весь объем		Оптовая цена единицы сырья, р.	Стоимость сырья, тыс. р.	
		Солод с обработкой	Солод без обработки	Солод с обработкой	Солод без обработки		Солод с обработкой	Солод без обработки
«Овсяный»								
Солод ячменный светлый, кг	10	0,3241	0,3467	3241	3467	35,4	114,73	122,73
Солод ржаной неферментированный, кг		0,1852	0,1981	1852	1981	38,7	71,67	76,66
Солод ржаной ферментированный, кг		0,1389	0,1486	1389	1486	39,4	54,73	57,51
Солод овсяный, кг		0,2778	0,2972	2778	2972	32,1	89,17	95,40
Сахар, кг		0,2315	0,2476	2315	2746	29,1	67,37	79,91
Дрожжи, кг		0,00062	0,00062	6,2	6,2	743,0	4,61	4,61
Вода, м ³		0,0095	0,0095	95,0	95,0	36,1	3,43	3,43
<i>Итого</i>		405,71						440,25
«Соевый»								
Солод ячменный светлый, кг	10	0,2869	0,2996	2869	2996	35,4	101,56	106,06
Солод ржаной неферментированный, кг		0,1434	0,1498	1434	1498	38,7	55,50	57,97
Солод ржаной ферментированный, кг		0,1434	0,1498	1434	1498	39,4	55,50	57,97
Солод соевый, кг		0,3825	0,3994	3825	3994	28,6	109,40	114,23
Сахар, кг		0,2392	0,2496	2392	2496	29,1	69,61	72,63
Дрожжи, кг		0,00062	0,00062	6,2	6,2	743,0	4,61	4,61
Вода, м ³		0,0095	0,0095	95,0	95,0	36,1	3,43	3,43
<i>Итого</i>		399,61						416,9

Наименование продукции и видов сырья, выход	Годовой выпуск продукции, тыс. дал	Расход сырья на 1 дал		Потребность в сырье на весь объем		Оптовая цена единицы сырья, р.	Стоимость сырья, тыс. р.	
		Солод с обработкой	Солод без обработки	Солод с обработкой	Солод без обработки		Солод с обработкой	Солод без обработки
«Пшенично-овсяный»								
Солод ячменный светлый, кг	10	0,1844	0,1955	1844	1955	35,4	65,28	69,21
Солод ржаной неферментированный, кг		0,1382	0,1467	1382	1467	38,7	53,48	56,77
Солод ржаной ферментированный, кг		0,1382	0,1467	1382	1467	39,4	54,45	57,80
Солод пшеничный, кг		0,2304	0,2444	2304	2444	36,2	83,40	88,47
Солод овсяный, кг		0,2304	0,2444	2304	2444	32,1	73,96	78,45
Сахар, кг		0,2304	0,2444	2304	2444	29,1	67,05	71,12
Дрожжи, кг		0,00062	0,00062	6,2	6,2	743,0	4,61	4,61
Вода, м ³		0,0095	0,0095	95,0	95,0	36,1	3,43	3,43
<i>Итого</i>		405,66						429,86
«Пшенично-соевый»								
Солод ячменный светлый, кг	10	0,1867	0,1931	1867	1931	35,4	66,09	68,36
Солод ржаной неферментированный, кг		0,1400	0,1449	1400	1449	38,7	54,18	56,08
Солод ржаной ферментированный, кг		0,1400	0,1449	1400	1449	39,4	55,16	57,09
Солод пшеничный, кг		0,2334	0,2415	2334	2415	36,2	84,49	87,42
Солод соевый, кг		0,2334	0,2415	2334	2415	28,6	66,75	69,07
Сахар, кг		0,2334	0,2415	2334	2415	29,1	67,92	70,28
Дрожжи, кг		0,00062	0,00062	6,2	6,2	743,0	4,61	4,61
Вода, м ³		0,0095	0,0095	95,0	95,0	36,1	3,43	3,43
<i>Итого</i>		402,63						416,34

Наименование продукции и видов сырья, выход	Годовой выпуск продукции, тыс. дал	Расход сырья на 1 дал		Потребность в сырье на весь объем		Оптовая цена единицы сырья, р.	Стоимость сырья, тыс. р.	
		Солод с обработкой	Солод без обработки	Солод с обработкой	Солод без обработки		Солод с обработкой	Солод без обработки
«Овсяно-соевый»								
Солод ячменный светлый, кг	10	0,1924	0,2074	1924	2074	35,4	68,11	73,42
Солод ржаной неферментированный, кг		0,1443	0,1556	1443	1556	38,7	55,84	60,22
Солод ржаной ферментированный, кг		0,1443	0,1556	1443	1556	39,4	56,85	61,31
Солод овсяный, кг		0,2405	0,2592	2405	2592	32,1	77,20	83,20
Солод соевый, кг		0,2405	0,2592	2405	2592	28,6	68,78	74,13
Сахар, кг		0,2405	0,2592	2405	2592	29,1	69,99	75,43
Дрожжи, кг		0,00062	0,00062	6,2	6,2	743,0	4,61	4,61
Вода, м ³		0,0095	0,0095	95,0	95,0	36,1	3,43	3,43
<i>Итого</i>		401,38						432,32
«Многокомпонентный»								
Солод ячменный светлый, кг	10	0,1906	0,2010	1906	2010	35,4	67,47	71,15
Солод ржаной неферментированный, кг		0,1429	0,1507	1429	1507	38,7	55,30	58,32
Солод ржаной ферментированный, кг		0,1429	0,1507	1429	1507	39,4	56,30	59,38
Солод пшеничный, кг		0,0953	0,1005	953	1005	36,2	34,50	36,38
Солод овсяный, кг		0,0953	0,1005	953	1005	32,1	30,59	32,26
Солод соевый, кг		0,2859	0,3015	2859	3015	28,6	81,77	86,23
Сахар, кг		0,2382	0,2512	2382	2512	29,1	69,32	73,10
Дрожжи, кг		0,00062	0,00062	6,2	6,2	743,0	4,61	4,61
Вода, м ³		0,0095	0,0095	95,0	95,0	36,1	3,43	3,43
<i>Итого</i>		403,29						424,86

Наименование продукции и видов сырья, выход	Годовой выпуск продукции, тыс. дал	Расход сырья на 1 дал		Потребность в сырье на весь объем		Оптовая цена единицы сырья, р.	Стоимость сырья, тыс. р.	
		Солод с обработкой	Солод без обработки	Солод с обработкой	Солод без обработки		Солод с обработкой	Солод без обработки
«Пшенично-овсяный светлый»								
Солод пшеничный, кг	10	0,6342	0,7339	6342	7339	36,2	229,58	265,67
Солод овсяный, кг		0,6342	0,7339	6342	7339	32,1	203,58	235,59
Дрожжи, кг		0,00062	0,00062	6,2	6,2	743,0	4,61	4,61
Вода, м ³		0,0095	0,0095	95,0	95,0	36,1	3,43	3,43
<i>Итого</i>		441,2						
«Пшенично-соевый светлый»								
Солод пшеничный, кг	10	0,6611	0,7081	6611	7081	36,2	239,32	256,33
Солод соевый, кг		0,6611	0,7081	6611	7081	28,6	189,07	202,52
Дрожжи, кг		0,00062	0,00062	6,2	6,2	743,0	4,61	4,61
Вода, м ³		0,0095	0,0095	95,0	95,0	36,1	3,43	3,43
<i>Итого</i>		436,43						
«Многокомпонентный светлый»								
Солод пшеничный, кг	10	0,5270	0,5990	5270	5990	36,2	190,77	216,84
Солод овсяный, кг		0,3952	0,4492	3952	4492	32,1	126,86	144,19
Солод соевый, кг		0,3952	0,4492	3952	4492	28,6	113,03	128,47
Дрожжи, кг		0,00062	0,00062	6,2	6,2	743,0	4,61	4,61
Вода, м ³		0,0095	0,0095	95,0	95,0	36,1	3,43	3,43
<i>Итого</i>		438,7						

Таблица Ж.2 – Расчет потребности и стоимости тары и упаковочных материалов (при условно принятой производительности предприятия по 10 тыс. дал в год по каждому напитку) при розливе в кеги

Наименование продукции и видов сырья, выход	Годовой выпуск продукции, тыс. дал	Расход сырья на 1000 дал	Потребность в сырье на весь объем	Оптовая цена единицы сырья, р.	Стоимость сырья, тыс. р.
«Пшеничный»					
Кизельгур, кг	10	20,6	206	91,19	18,79
Фильтр-элемент, шт.		0,3	3	200,97	0,60
Фильтр-пластины, шт.		0,35	3,5	9 836,18	34,42
Этикетка, шт.		200	2000	0,17	0,34
Клей, кг		2	20	156,10	3,12
<i>Итого</i>		57,27			

Таблица Ж.3 – Расчет потребности и стоимости электроэнергии

Показатель	Значение
Годовой выпуск продукции, тыс. дал	10
Норма расхода энергии на 1 дал продукции, кВт/ч	0,705
Потребность в электроэнергии на годовой выпуск, кВт/ч	7050
Тариф за 1 кВт/ч, р.	4,6
Общая стоимость электроэнергии, тыс. р.	32,43
Затраты на электроэнергию на 1 дал продукции, р.	3,24

Таблица Ж.4 – Расчет себестоимости ФЗН и прибыли в зависимости от используемого сырья

Статья калькуляции	На обработанном солоде		На классическом солоде	
	на 1 дал, р.	на выпуск (10 тыс. дал) тыс. р.	на 1 дал, р.	на выпуск (10 тыс. дал) тыс. р.
«Пшеничный»				
Сырье и основные материалы	40,317	403,17	41,266	412,66
Вспомогательные материалы	5,727	57,27	5,727	57,27
Энергия на технологические цели	3,24	7050	3,24	7050
Заработная плата производственных рабочих	5,68	56,80	5,68	56,80
Отчисления на социальные нужды	1,70	17,00	1,70	17,00
Общепроизводственные расходы	22,32	223,20	22,32	223,20

Статья калькуляции	На обработанном солоде		На классическом солоде	
	на 1 дал, р.	на выпуск (10 тыс. дал) тыс. р.	на 1 дал, р.	на выпуск (10 тыс. дал) тыс. р.
Цеховая себестоимость	78,98	789,80	79,93	799,30
Общехозяйственные расходы	14,47	144,70	14,47	144,70
Производственная себестоимость	93,45	934,50	94,40	944,00
Коммерческие расходы	31,31	313,10	31,31	313,10
Полная себестоимость	124,76	1247,60	125,71	1257,10
<i>Прибыль от выпуска</i>	9,50 тыс. р.			
«Овсяный»				
Сырье и основные материалы	40,571	405,71	44,025	440,25
Вспомогательные материалы	5,727	57,27	5,727	57,27
Энергия на технологические цели	3,24	7050	3,24	7050
Заработная плата производственных рабочих	5,68	56,80	5,68	56,80
Отчисления на социальные нужды	1,70	17,00	1,70	17,00
Общепроизводственные расходы	22,32	223,20	22,32	223,20
Цеховая себестоимость	79,238	792,38	82,692	826,92
Общехозяйственные расходы	14,47	144,70	14,47	144,7
Производственная себестоимость	93,708	937,08	97,162	971,62
Коммерческие расходы	31,31	313,10	31,31	313,10
Полная себестоимость	125,018	1250,18	128,472	1284,72
<i>Прибыль от выпуска</i>	34,54 тыс. р.			
«Соевый»				
Сырье и основные материалы	39,961	399,61	41,690	416,9
Вспомогательные материалы	5,727	57,27	5,727	57,27
Энергия на технологические цели	3,24	7050	3,24	7050
Заработная плата производственных рабочих	5,68	56,80	5,68	56,80
Отчисления на социальные нужды	1,70	17,00	1,70	17,00
Общепроизводственные расходы	22,32	223,20	22,32	223,20
Цеховая себестоимость	78,628	786,28	80,357	803,57
Общехозяйственные расходы	14,47	144,70	14,47	144,70
Производственная себестоимость	93,098	930,98	94,827	948,27
Коммерческие расходы	31,31	313,10	31,31	313,10
Полная себестоимость	124,408	1244,08	126,137	1261,37
<i>Прибыль от выпуска</i>	17,29 тыс. р.			

Статья калькуляции	На обработанном солоде		На классическом солоде	
	на 1 дал, р.	на выпуск (10 тыс. дал) тыс. р.	на 1 дал, р.	на выпуск (10 тыс. дал) тыс. р.
«Пшенично-овсяный»				
Сырье и основные материалы	40,566	405,66	42,986	429,86
Вспомогательные материалы	5,727	57,27	5,727	57,27
Энергия на технологические цели	3,24	7050	3,24	7050
Зарплата производственных рабочих	5,68	56,80	5,68	56,80
Отчисления на социальные нужды	1,70	17,00	1,70	17,00
Общепроизводственные расходы	22,32	223,20	22,32	223,20
Цеховая себестоимость	79,233	792,33	81,653	816,53
Общехозяйственные расходы	14,47	144,70	14,47	144,70
Производственная себестоимость	93,70	937,00	96,123	961,23
Коммерческие расходы	31,31	313,10	31,31	313,10
Полная себестоимость	125,013	1250,13	127,433	1274,00
<i>Прибыль от выпуска</i>	23,87 тыс. р.			
«Пшенично-соевый»				
Сырье и основные материалы	40,263	402,63	41,634	416,34
Вспомогательные материалы	5,727	57,27	5,727	57,27
Энергия на технологические цели	3,24	7050	3,24	7050
Зарплата производственных рабочих	5,68	56,80	5,68	56,80
Отчисления на социальные нужды	1,70	17,00	1,70	17,00
Общепроизводственные расходы	22,32	223,20	22,32	223,20
Цеховая себестоимость	78,93	789,30	80,301	803,01
Общехозяйственные расходы	14,47	144,70	14,47	144,70
Производственная себестоимость	93,4	934,00	94,771	947,71
Коммерческие расходы	31,31	313,10	31,31	313,10
Полная себестоимость	124,71	1247,1	126,081	1260,81
<i>Прибыль от выпуска</i>	13,71 тыс. р.			
«Овсяно-соевый»				
Сырье и основные материалы	40,138	401,38	43,232	432,32
Вспомогательные материалы	5,727	57,27	5,727	57,27
Энергия на технологические цели	3,24	7050	3,24	7050
Зарплата производственных рабочих	5,68	56,80	5,68	56,80
Отчисления на социальные нужды	1,70	17,00	1,70	17,00
Общепроизводственные расходы	22,32	223,20	22,32	223,20

Статья калькуляции	На обработанном солоде		На классическом солоде	
	на 1 дал, р.	на выпуск (10 тыс. дал) тыс. р.	на 1 дал, р.	на выпуск (10 тыс. дал) тыс. р.
Цеховая себестоимость	78,805	788,05	81,899	818,99
Общехозяйственные расходы	14,47	144,70	14,47	144,70
Производственная себестоимость	93,275	932,75	96,369	963,69
Коммерческие расходы	31,31	313,10	31,31	313,10
Полная себестоимость	124,585	1245,85	127,679	1276,79
<i>Прибыль от выпуска</i>	30,94 тыс. р.			
«Многокомпонентный»				
Сырье и основные материалы	40,329	403,29	42,486	424,86
Вспомогательные материалы	5,727	57,27	5,727	57,27
Энергия на технологические цели	3,24	7050	3,24	7050
Заработная плата производственных рабочих	5,68	56,80	5,68	56,80
Отчисления на социальные нужды	1,70	17,00	1,70	17,00
Общепроизводственные расходы	22,32	223,20	22,32	223,20
Цеховая себестоимость	78,996	789,96	81,153	811,53
Общехозяйственные расходы	14,47	144,70	14,47	144,70
Производственная себестоимость	93,466	934,66	95,623	956,23
Коммерческие расходы	31,31	313,10	31,31	313,10
Полная себестоимость	124,776	1247,76	126,933	1269,33
<i>Прибыль от выпуска</i>	21,57 тыс. р.			
«Пшенично-овсяный светлый»				
Сырье и основные материалы	44,12	441,20	50,93	509,30
Вспомогательные материалы	5,727	57,27	5,727	57,27
Энергия на технологические цели	3,24	7050	3,24	7050
Заработная плата производственных рабочих	5,68	56,80	5,68	56,80
Отчисления на социальные нужды	1,70	17,00	1,70	17,00
Общепроизводственные расходы	22,32	223,20	22,32	223,20
Цеховая себестоимость	82,787	827,87	89,597	895,97
Общехозяйственные расходы	14,47	144,70	14,47	144,70
Производственная себестоимость	97,257	972,57	104,067	1040,67
Коммерческие расходы	31,31	313,10	31,31	313,10
Полная себестоимость	128,567	1285,67	135,377	1353,77
<i>Прибыль от выпуска</i>	68,10 тыс. р.			

Статья калькуляции	На обработанном солоде		На классическом солоде	
	на 1 дал, р.	на выпуск (10 тыс. дал) тыс. р.	на 1 дал, р.	на выпуск (10 тыс. дал) тыс. р.
«Пшенично-соевый светлый»				
Сырье и основные материалы	43,643	436,43	46,689	466,89
Вспомогательные материалы	5,727	57,27	5,727	57,27
Энергия на технологические цели	3,24	7050	3,24	7050
Заработная плата производственных рабочих	5,68	56,80	5,68	56,80
Отчисления на социальные нужды	1,70	17,00	1,70	17,00
Общепроизводственные расходы	22,32	223,20	22,32	223,20
Цеховая себестоимость	82,31	823,10	85,356	853,56
Общехозяйственные расходы	14,47	144,70	14,47	144,70
Производственная себестоимость	96,78	967,80	99,826	998,26
Коммерческие расходы	31,31	313,10	31,31	313,10
Полная себестоимость	128,09	1280,9	131,136	1311,36
<i>Прибыль от выпуска</i>	30,46 тыс. р.			
«Многокомпонентный светлый»				
Сырье и основные материалы	43,87	438,70	49,754	497,54
Вспомогательные материалы	5,727	57,27	5,727	57,27
Энергия на технологические цели	3,24	7050	3,24	7050
Заработная плата производственных рабочих	5,68	56,80	5,68	56,80
Отчисления на социальные нужды	1,70	17,00	1,70	17,00
Общепроизводственные расходы	22,32	223,20	22,32	223,20
Цеховая себестоимость	82,537	825,37	88,421	884,21
Общехозяйственные расходы	14,47	144,70	14,47	144,70
Производственная себестоимость	97,007	970,07	102,891	1028,91
Коммерческие расходы	31,31	313,10	31,31	313,10
Полная себестоимость	128,317	1283,17	134,201	1342,01
<i>Прибыль от выпуска</i>	58,84 тыс. р.			