

На правах рукописи



Иванова Елена Александровна

**НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ
ФУНКЦИОНАЛЬНОГО БЕЗАЛКОГОЛЬНОГО НАПИТКА
НА ОСНОВЕ МИКРОБНОЙ БИОТРАНСФОРМАЦИИ
ЭКСТРАКТОВ ВЫЖИМОК ВИНОГРАДА**

4.3.3 Пищевые системы

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Краснодар – 2026

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия» (ФГБНУ СКФНЦСВВ).

Научный руководитель: **Першакова Татьяна Викторовна**
доктор технических наук, доцент

Официальные оппоненты: **Левгерова Надежда Станиславовна**
доктор сельскохозяйственных наук, сектор
технологической оценки сортов лаборатории
биохимической и технологической оценки
сортов и хранения ФГБНУ «Всероссийский
научно-исследовательский институт селекции
плодовых культур», заведующий

Миронова Елена Алексеевна
кандидат технических наук, доцент, кафедра
садоводства и переработки растительного
сырья им. профессора Н.М. Куренного
ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный
аграрный университет», доцент

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образова-
ния «Кабардино-Балкарский государственный
аграрный университет имени В.М. Кокова»,
г. Нальчик

Защита диссертации состоится « 10 » ноября 2026 г. в 10⁰⁰ часов на
заседании диссертационного совета 24.1.209.01 при ФГБНУ
«Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства,
виноделия» по адресу: 350901, г. Краснодар, ул. им. 40-летия Победы, 39.

С диссертацией и авторефератом можно ознакомиться в библиотеке и
на сайтах: ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр
садоводства, виноградарства, виноделия» <https://www.kubansad.ru> и ВАК
<https://vak.gisnauka.ru>.

Автореферат разослан «___» _____ 2026 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
кандидат сельскохозяйственных наук



Е.Н. Якименко

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Актуальность диссертационной работы по разработке технологии функционального безалкогольного напитка на основе микробной биотрансформации выжимок винограда продиктована необходимостью решения ряда приоритетных задач агропромышленного комплекса.

Во-первых, проблема утилизации вторичных ресурсов виноделия (выжимок винограда) может быть эффективно решена путем их вовлечения в глубокую переработку. Такой подход соответствует принципам ресурсосбережения, вовлечения вторичных ресурсов в хозяйственный оборот и минимизации отходов, что повышает рентабельность производства. Во-вторых, работа отвечает запросу потребителей на расширение ассортимента качественных функциональных безалкогольных напитков, а также способствует импортозамещению зарубежной продукции. В-третьих, несмотря на ценный биохимический состав, потенциал выжимок винограда в настоящее время раскрыт не в полной мере. Исследование механизмов микробной биотрансформации позволит получать из указанного сырья биологически активные вещества, что и определяет научную и практическую значимость работы.

Применение математического моделирования и методов оптимизации для управления технологическими процессами соответствует стратегическим приоритетам Российской Федерации в области цифровой трансформации АПК, что позволяет перейти от эмпирического подхода к научно обоснованному проектированию пищевых продуктов.

Степень разработанности темы. Проблема переработки вторичных ресурсов АПК, в частности выжимок винограда, активно изучается. Химический состав выжимок и их потенциал как источника БАВ глубоко исследован (Агеева Н.М., Миронова Е.А., Тихонова А.Н., Чекмарева М.Г., и др.). Разработан ряд методов экстракции БАВ из растительного сырья (Егорова Е.Ю., Мусифулина В.М., Wani K.M., Renovato-Núñez J., Soquetta M.B.). Широко применяются различные микробные культуры для ферментации, при этом интерес вызывают полисимбиотические культуры, такие как *Orizamyces indicī*, способные к синтезу комплекса БАВ (Куприец А.А., Степанова А.А. и др.). Имеются работы по их применению для ферментации плодово-ягодного сырья (Сапарбекова А.А., Шевцова Т.В.). Накоплен значительный опыт моделирования пищевых производств с использованием методов оптимизации (Липатов Н.Н., Лисин П.А., Донских Н.В., Муратова Е.И.). Анализ литературы выявил следующие пробелы: отсутствие системной связи между параметрами экстракции БАВ из виноградных выжимок Анапо-Таманской зоны и эффективностью их последующей биотрансформации; фрагментарность данных о кинетике роста *Orizamyces indicī* на таких экстрактах и биотрансформации полифенольного комплекса, отсутствие математических моделей для прогнозирования качества напитка на основе технологических параметров экстракции и ферментации, что препятствует созданию стандартизированных функциональных продуктов. Таким образом, целенаправленное регулирование параметров экстракции и биотрансформации экстрактов полисимбиотической культурой *Orizamyces indicī* с последующим математическим моделированием позволит создать воспроизводи-

мую технологию получения функционального безалкогольного напитка с прогнозируемыми свойствами и повышенным содержанием БАВ.

Цель исследований. Разработка технологии функционального безалкогольного напитка на основе микробной биотрансформации экстрактов выжимок винограда полисимбиотической культурой *Orizamyces indici* с применением математического моделирования для оптимизации технологических режимов.

Задачи исследований:

- провести систематический анализ научно-технической литературы по составу и способам переработки выжимок винограда; методам экстракции биологически активных веществ; микробной биотрансформации растительного сырья с акцентом на применение полисимбиотической культуры *Orizamyces indici*; математическому моделированию технологических процессов;
- обосновать выбор перспективных для производства функционального безалкогольного напитка видов выжимок винограда путем сравнительного анализа биохимического состава и органолептических свойств их экстрактов;
- исследовать влияние степени измельчения выжимок винограда, температуры, продолжительности, интенсивности перемешивания и методов предварительной обработки (ультразвук, электромагнитное поле) в процессе экстракции на выход полифенолов, сахаров и органолептические показатели экстрактов, установить оптимальные режимы процесса экстрагирования биологически активных веществ;
- установить зависимости влияния температуры, продолжительности ферментации, дозировки сахарозы и инокулята на динамику роста биомассы *Orizamyces indici*, биохимические процессы и формирование органолептического профиля; определить оптимальные режимы микробной биотрансформации;
- разработать математические модели и цифровые инструменты для прогнозирования качества экстрактов и оптимизации режимов процессов экстрагирования и микробной биотрансформации, включая функциональное моделирование в нотации IDEF0 и программные средства для автоматизированного расчета органолептических показателей и скорости сбраживания субстрата;
- разработать рецептуру и технологию производства функционального безалкогольного напитка на основе биотрансформированного экстракта, провести оценку его потребительских свойств;
- провести опытно-промышленную апробацию разработанных технологических решений и оценить экономическую эффективность от их внедрения.

Объект исследования. Технологический процесс производства функционального безалкогольного напитка, включающий совокупность операций экстрагирования биологически активных веществ из выжимок винограда и их микробной биотрансформации полисимбиотической культурой *Orizamyces indici*, обеспечивающих получение целевого продукта.

Предмет исследования. Зависимости между технологическими режимами процессов экстрагирования и органолептическими и биохимическими показателями экстрактов; зависимости влияния режимов микробной биотрансформации на рост и развитие полисимбиотической культуры *Orizamyces indici*, биотрансформацию биологически активных веществ, формирование органолептических свойств напитка; математические модели оптимизации технологи-

ческих режимов для получения напитка с заданными функциональными свойствами; потребительские свойства готового продукта.

Научная новизна

Впервые установлены зависимости влияния сортовых особенностей и способов обеспечения сохраняемости выжимок винограда Анапа-Таманской зоны на биохимический состав и органолептические свойства водных экстрактов.

Впервые доказано положительное влияние предварительной ультразвуковой обработки и воздействия электромагнитного поля крайне низкой частоты (ЭМП КНЧ) на интенсификацию процесса экстракции биологически активных веществ из выжимок винограда; установлено, что ультразвуковая обработка наиболее эффективна для сброженных выжимок винограда красных сортов, увеличивая выход полифенолов.

Впервые установлены и количественно охарактеризованы зависимости биохимических показателей экстракта из сброженных выжимок винограда красных сортов от способа обработки; доказано, что ультразвуковая обработка является более эффективным методом интенсификации экстракции полифенольных веществ по сравнению с обработкой электромагнитным полем крайне низкой частоты (ЭМП КНЧ).

Впервые выявлены и количественно охарактеризованы эффекты микробной биотрансформации экстракта сброженных выжимок винограда красных сортов культурой *Orizamyces indic*i – увеличение антиоксидантной активности, биосинтез витаминов В₇ и В₉;

Впервые разработаны адекватные математические модели (регрессионные уравнения второго порядка) процессов экстрагирования выжимок винограда и микробной биотрансформации экстрактов, позволяющие с высокой точностью прогнозировать выход целевых биологически активных веществ и органолептические показатели в зависимости от технологических режимов.

Практическая значимость. Разработаны технология и рецептура функционального безалкогольного напитка. Создан комплект технической документации (ТУ 11.07.19-093-17021101-2025, ТИ 11.07.19.133-093-17021101-2025), позволяющий организовать промышленное производство безалкогольного функционального напитка «Юланта-БИО». Подготовлены рекомендации для винодельческих предприятий по организации безотходного производства и диверсификации продукционной линейки, Разработаны программные модули для оптимизации технологических параметров экстракции и микробной биотрансформации экстрактов выжимок винограда (свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024687729 и № 2025684773).

Теоретическая значимость. Проведенное исследование вносит вклад в развитие научных основ пищевой биотехнологии и технологии функциональных продуктов.

Методология и методы исследования. Методология исследования основана на системном подходе, включавшем последовательное изучение сырья, оптимизацию технологических процессов и комплексную оценку готового продукта. В процессе исследования применялись стандартные физико-химические, хроматографические, спектрофотометрические и органолептические методы анализа, математическое моделирование, статистическое планирование экспе-

риментов для оптимизации параметров экстракции и ферментации. Для оценки эффективности применялись, технологические расчеты (продуктовые, аппаратные) и методы экономического анализа.

Положения, выносимые на защиту:

1. Результаты выбора выжимок винограда в качестве перспективного источника полифенолов, разработанные технологические режимы их экстрагирования, обеспечивающие максимальный выход полифенольных соединений и высокие органолептические показатели экстракта.

2. Разработанные оптимальные режимы микробной биотрансформации экстракта выжимок винограда с применением полисимбиотической культуры *Orizamyces indici*, обеспечивающие максимальный прирост биомассы, формирование сбалансированного органолептического профиля, биотрансформацию полифенольных соединений и биосинтез витаминов В₇ и В₉.

3. Разработанные регрессионные модели, описывающие зависимость выхода полифенолов и сахаров от режимов экстрагирования, а также прироста биомассы и органолептической оценки от условий ферментации экстракта.

4. Разработанные технология и рецептура функционального безалкогольного напитка «Юланта-БИО», результаты оценки его потребительских свойств.

Степень достоверности и апробация результатов исследований подтверждается: применением комплекса взаимодополняющих методов исследования, соответствующих современным стандартам (ГОСТ, ISO) и апробированных в научной практике; репрезентативным объемом выборок и проведением серий параллельных экспериментов с последующей статистической обработкой данных методами вариационной статистики и определением достоверности различий ($p < 0,05$); воспроизводимостью полученных результатов в повторных экспериментах; использованием современного аналитического оборудования с поверенной и аттестованной методической базой; корреляцией данных, полученных различными методами (физико-химические, микробиологические, органолептические, математические), подтверждающими их объективность и взаимосвязь.

Разработанные технология и рецептура прошли успешную опытно-производственную апробацию на базе Славянского РСПК (г. Славянск-на-Кубани, Краснодарский край), что подтверждено соответствующим актом внедрения.

Основные результаты работы представлены на международных конференциях: II Международная научно-практическая конференция «Научное обеспечение технологического развития и повышения конкурентоспособности в пищевой и перерабатывающей промышленности», (Краснодар, 2022); VI Международная научно-практическая конференция, посвященная 40-летию кафедры общественного питания и сервиса и в рамках Десятилетия науки и технологий «Инновации в индустрии питания и сервисе», (Краснодар, 2024); а также на научно-практических конференциях: «Точки научного роста: на старте десятилетия науки и технологии», (Краснодар, 2022); «Образование – Наука – Практика», (Краснодар, 2024); «Точки научного роста: на старте десятилетия науки и технологии», (Краснодар, 2024).

Личное участие автора. Автор лично осуществлял все этапы научного исследования, включая разработку концепции и постановку задач исследова-

ния, планировании и проведении экспериментальных исследований, обработку и интерпретацию результатов: сбор, систематизацию и статистическую обработку первичных экспериментальных данных, разработку регрессионных и функциональных моделей, разработку и программирование цифровых инструментов для оптимизации технологических режимов, разработку технологии и рецептуры, оценку экономической эффективности.

Публикации результатов исследования. По материалам диссертационной работы опубликовано 15 научных работ, в том числе 4 научные статьи в изданиях, рекомендованных ВАК при Минобрнауки РФ, 11 публикаций в других изданиях и в материалах конференций, получено 2 свидетельства на программы для ЭВМ.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, 4 глав, заключения и 8 приложений. Работа изложена на 159 страницах машинописного текста, содержит 41 таблицу и 28 рисунков. Список литературы включает 124 источника, из которых 49 на иностранном языке.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1 Современное состояние исследований в области производства безалкогольных напитков на основе микробной биотрансформации растительного сырья. Проведенный анализ литературных источников выявил, что, несмотря на обширные исследования в области переработки выжимок винограда, экстракции БАВ и микробной биотрансформации, до сих пор отсутствует целостная методика, научно обосновывающая связь между оптимизированными параметрами экстракции БАВ из конкретных сортов сырья и последующей управляемой биотрансформацией и требует комплексного исследования для создания безалкогольного функционального напитка с заданными свойствами. С учетом этого обоснованы задачи исследований.

2 Объекты и методы исследований. Объектами исследования служили выжимки винограда Анапо-Таманской зоны (сортов Саперави, Каберне Совиньон, Цитронный Магарача, Первенец Магарача); водные экстракты из выжимок винограда, полученные при различных технологических режимах; экстракты, биотрансформированные полисимбиотической культурой *Orizamyces indic*; разработанный функциональный безалкогольный напиток.

Использовались следующие методы:

- физико-химические показатели экстрактов и готового напитка определялись по методикам действующих на территории РФ ГОСТ и ГОСТ Р;
- органолептическая оценка проводилась с учетом ГОСТ 6687.5-86 по разработанным шкалам (5-балльные шкалы для экстрактов, 10-балльная шкала для готового напитка);
- микробиологические показатели определялись в соответствии с ГОСТ ISO 7218-2015 и требованиями ТР ТС 021/2011, токсикологические – в соответствии с ГОСТ 30178-96, ГОСТ 26930-86 и ГОСТ 26927-86;
- для планирования экспериментов использовались методы математической статистики: однофакторные эксперименты и центральные композиционные ротатабельные планы для двух факторов.

На рисунке 1 приведена структурная схема исследований.

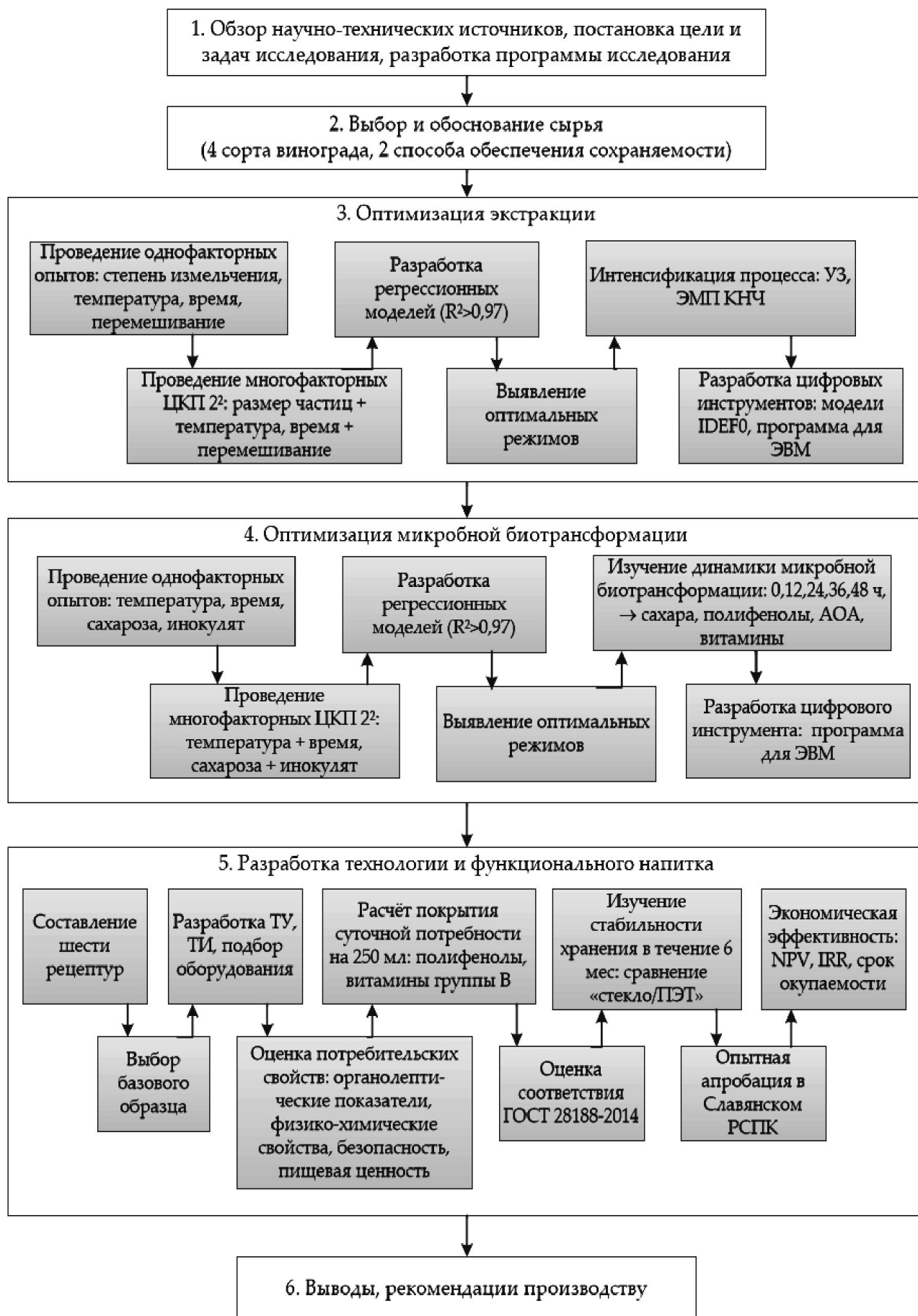


Рисунок 1 – Структурная схема исследований

3 Экспериментальное исследование и моделирование технологических процессов получения и биотрансформации экстрактов выжимок винограда. Был выполнен сравнительный скрининг экстрактов 12 вариантов выжимок четырех сортов винограда (Саперави, Каберне Совиньон, Цитронный Магарача, Первенец Магарача), двух типов сырья (сладкие и сброженные) и двух способов обеспечения сохраняемости (замораживание при -18°C и сушка до остаточной влажности 8–10 %). Образцы выжимок хранились в стандартных контролируемых условиях в течение 6 месяцев.

Общие потери БАВ в процессе хранения сведены в таблице 1, а абсолютные концентрации БАВ после 6 месяцев хранения – в таблице 2.

Таблица 1 – Общие потери БАВ после 6 месяцев хранения

Сорт винограда	Тип выжимок	Способ обеспечения сохраняемости	Общие потери полифенолов, %	Общие потери общих сахаров, %	Общие потери аскорбиновой кислоты, %
Саперави	Сладкие	Заморозка	$4,8 \pm 0,5$	$3,1 \pm 0,3$	$19,7 \pm 1,0$
		Сушка	$40,2 \pm 3,8$	$9,8 \pm 1,6$	$70,3 \pm 4,2$
	Сброженные	Заморозка	$5,3 \pm 0,4$	$2,9 \pm 0,3$	$20,1 \pm 1,1$
		Сушка	$36,4 \pm 3,9$	$3,0 \pm 0,3$	$74,8 \pm 4,7$
Каберне Совиньон	Сладкие	Заморозка	$5,1 \pm 0,6$	$3,2 \pm 0,3$	$19,8 \pm 0,9$
		Сушка	$44,7 \pm 3,7$	$10,1 \pm 1,7$	$72,2 \pm 4,3$
	Сброженные	Заморозка	$4,5 \pm 0,5$	$2,8 \pm 0,3$	$20,4 \pm 1,0$
		Сушка	$43,3 \pm 4,1$	$3,0 \pm 0,3$	$77,9 \pm 4,8$
Цитронный Магарача	Сладкие	Заморозка	$4,9 \pm 0,5$	$3,0 \pm 0,3$	$20,0 \pm 1,0$
		Сушка	$41,8 \pm 3,6$	$8,2 \pm 1,5$	$70,1 \pm 4,1$
Первенец Магарача	Сладкие	Заморозка	$5,5 \pm 0,4$	$2,9 \pm 0,3$	$20,2 \pm 0,9$
		Сушка	$38,2 \pm 3,5$	$7,9 \pm 1,4$	$68,4 \pm 4,0$

Таблица 2 – Биохимические показатели экстрактов выжимок винограда

Сорт винограда	Способ стабилизации	Массовая концентрация полифенольных соединений, мг/дм ³	Массовая концентрация титруемых кислот, г/дм ³ (в пересчете на винную)	Массовая доля общих сахаров, %	Массовая доля растворимых сухих веществ, %	Массовая концентрация аскорбиновой кислоты, мг/дм ³
1	2	3	4	5	6	7
Сладкие выжимки						
Саперави	Замораживание	1068 ± 43	$5,8 \pm 0,1$	$12,5 \pm 0,6$	$13,0 \pm 0,5$	$4,0 \pm 0,3$
Саперави	Сушка	640 ± 26	$5,2 \pm 0,1$	$11,3 \pm 0,5$	$12,0 \pm 0,5$	$1,2 \pm 0,1$
Каберне Совиньон	Замораживание	931 ± 37	$5,0 \pm 0,1$	$11,2 \pm 0,6$	$12,5 \pm 0,5$	$3,8 \pm 0,3$
Каберне Совиньон	Сушка	515 ± 21	$4,5 \pm 0,1$	$10,1 \pm 0,5$	$11,5 \pm 0,5$	$1,1 \pm 0,1$
Цитронный Магарача	Замораживание	712 ± 28	$3,8 \pm 0,1$	$8,8 \pm 0,6$	$10,0 \pm 0,5$	$3,5 \pm 0,3$
Цитронный Магарача	Сушка	414 ± 17	$3,4 \pm 0,1$	$8,1 \pm 0,5$	$9,3 \pm 0,5$	$1,0 \pm 0,1$

Окончание таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7
Первенец Магарача	Замораживание	425 ± 17	$3,6 \pm 0,1$	$7,5 \pm 0,6$	$8,5 \pm 0,5$	$3,2 \pm 0,3$
Первенец Магарача	Сушка	263 ± 11	$3,2 \pm 0,1$	$6,9 \pm 0,5$	$7,8 \pm 0,5$	$1,0 \pm 0,1$
Сброженные выжимки						
Саперави	Замораживание	928 ± 37	$5,5 \pm 0,1$	$0,68 \pm 0,03$	$2,2 \pm 0,5$	$3,5 \pm 0,3$
Саперави	Сушка	623 ± 25	$5,0 \pm 0,1$	$0,66 \pm 0,03$	$2,1 \pm 0,5$	$0,9 \pm 0,1$
Каберне Совиньон	Замораживание	887 ± 35	$4,8 \pm 0,1$	$0,44 \pm 0,03$	$1,8 \pm 0,5$	$3,2 \pm 0,3$
Каберне Совиньон	Сушка	503 ± 20	$4,3 \pm 0,1$	$0,43 \pm 0,03$	$1,7 \pm 0,5$	$0,7 \pm 0,1$

Установлено, что замораживание обеспечивает минимальные потери массовой концентрации полифенолов, массовой доли общих сахаров, массовой концентрации аскорбиновой кислоты. Сушка вызывает значительную деградацию аскорбиновой кислоты, а также сахаров в сладких выжимках винограда. По массовой концентрации полифенольных соединений в высушенных образцах сброженные выжимки теряют на 2–5 % меньше, чем сладкие.

Данные таблицы 2 подтверждают, что сброженные сухие выжимки Саперави сохраняют 623 мг/дм^3 массовой концентрации полифенольных соединений при практически полном отсутствии сбраживаемых сахаров (0,66 %), тогда как сладкие сухие выжимки Цитронного Магарача содержат 8,1 % общих сахаров. Таким образом, выбранные объекты представляют собой контрастные субстраты – полифенольный концентрат и углеводсодержащую матрицу, пригодную для прямой микробной биотрансформации.

Совместный анализ биохимических и технико-экономических показателей показывает, что сушка является экономически и технологически целесообразным методом стабилизации, обеспечивающим после 6 месяцев хранения остаточное содержание полифенолов, достаточное для получения экстрактов.

Среди высушенных образцов сброженные выжимки Саперави выделяются максимальной концентрацией полифенольных соединений (623 мг/дм^3) в сочетании с их минимальными потерями (36 %), что при низкой себестоимости делает их оптимальным источником фенольных антиоксидантов. Сладкие высушенные выжимки Цитронного Магарача, сохраняя около 8 % сахаров, представляют собой готовый углеводный субстрат для биотрансформации. Поэтому для дальнейших исследований выбраны два объекта – сброженные сухие выжимки сорта Саперави и сладкие сухие выжимки сорта Цитронный Магарача.

Для определения оптимальной степени измельчения сырья для экстрагирования выжимки винограда измельчали и разделяли на фракции. Оценка органолептических и физико-химических показателей экстрактов показала, что предпочтительным является размер частиц 2,0 мм. Физико-химические показатели полученных экстрактов представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Влияние степени измельчения на физико-химические характеристики экстрактов, экстракция при температуре 60 °С.

Образец / размер частиц, мм	Массовая концентра- ция титру- емых кис- лот, г/дм ³	Массовая доля рас- творимых сухих ве- ществ, %	Массовая концентрация полифеноль- ных соедине- ний, мг/дм ³	Массовая концен- трация ас- корбино- вой кисло- ты, мг/дм ³	Массовая доля общих сахаров, %	Массовая доля реду- цирующих сахаров, %
Сапериави (высушенные, сброженные)						
Контроль/>3,5	5,0 ± 0,1	2,1 ± 0,5	623 ± 25	0,9 ± 0,1	0,66 ± 0,03	0,43 ± 0,04
Фракция 1/1,0	5,6 ± 0,1	2,3 ± 0,2	758 ± 30	0,6 ± 0,1	0,72 ± 0,04	0,50 ± 0,04
Фракция 2/2,0	5,3 ± 0,1	2,3 ± 0,2	691 ± 27	0,8 ± 0,1	0,69 ± 0,04	0,47 ± 0,04
Фракция 3/3,5	5,1 ± 0,1	2,2 ± 0,2	652 ± 25	0,9 ± 0,1	0,57 ± 0,04	0,44 ± 0,04
Цитронный Магараха (высушенные, сладкие)						
Контроль/>3,5	3,4 ± 0,1	9,3 ± 0,5	414 ± 17	1,0 ± 0,1	8,1 ± 0,5	7,2 ± 0,5
Фракция 1/1,0	4,2 ± 0,1	11,6 ± 1,4	523 ± 20	0,4 ± 0,2	10,1 ± 0,5	8,5 ± 0,5
Фракция 2/2,0	3,9 ± 0,1	10,8 ± 1,4	462 ± 18	0,7 ± 0,2	9,4 ± 0,5	7,8 ± 0,5
Фракция 3/3,5	3,7 ± 0,1	10,3 ± 1,4	425 ± 16	0,9 ± 0,2	9,1 ± 0,5	7,5 ± 0,5

Чтобы оценить влияние температуры экстрагирования, проводили экстракцию при фиксированном размере частиц 2,0 мм, варьируя температуру в интервале 30–85 °С. Результаты приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Влияние температуры экстрагирования на физико-химические показатели экстрактов

Темпе- ратура, °С	Массовая концентрация титруемых кислот, г/дм ³	Массовая доля рас- творимых сухих ве- ществ, %	Массовая концентрация полифеноль- ных соедине- ний, мг/дм ³	Массовая концентра- ция асмор- биновой кислоты, мг/дм ³	Массовая доля общих сахаров, %	Массовая доля реду- цирующих сахаров, %
Сапериави (высушенные, сброженные)						
30	4,2 ± 0,1	1,6 ± 0,2	550 ± 22	0,8 ± 0,1	0,49 ± 0,03	0,38 ± 0,03
45	4,6 ± 0,1	1,8 ± 0,2	609 ± 24	1,0 ± 0,1	0,56 ± 0,03	0,44 ± 0,03
60	5,3 ± 0,1	2,3 ± 0,2	691 ± 27	0,9 ± 0,1	0,69 ± 0,04	0,47 ± 0,04
85	5,6 ± 0,1	1,9 ± 0,2	687 ± 27	0,4 ± 0,2	0,71 ± 0,03	0,48 ± 0,03
Цитронный Магараха (высушенные, сладкие)						
30	2,9 ± 0,1	8,4 ± 0,5	331 ± 15	0,9 ± 0,1	7,9 ± 0,5	6,4 ± 0,5
45	3,3 ± 0,1	9,2 ± 0,5	364 ± 16	1,1 ± 0,1	8,3 ± 0,5	6,9 ± 0,5
60	3,9 ± 0,1	10,8 ± 1,4	462 ± 18	0,9 ± 0,2	9,4 ± 0,5	7,8 ± 0,5
85	4,0 ± 0,1	11,5 ± 0,5	434 ± 20	0,5 ± 0,1	9,6 ± 0,5	8,1 ± 0,5

Для обоих типов сырья с ростом температуры от 30 до 85 °С увеличивается извлечение полифенольных соединений, титруемых кислот, общих и редуцирующих сахаров, а также растворимых сухих веществ. Однако массовая концентрация аскорбиновой кислоты достигает максимума в диапазоне 45–60 °С и резко снижается при дальнейшем нагреве, что указывает на термодеградацию

витамина. Также при температурах выше 60 °С снижаются органолептические свойства экстрактов, появляются уваренные тона, терпкость и мутность. Исходя из баланса показателей, оптимальной температурой экстрагирования является интервал 60–65 °С.

Для выбора компромиссной комбинации факторов проведен многофакторный эксперимент. Поскольку характер влияния степени измельчения и температуры на выход БАВ для обоих сортов идентичен, эксперимент и дальнейшие исследования ограничены репрезентативным сортом Саперави. Область определения факторов установлена на основе результатов предыдущих опытов с учетом сохранения высоких органолептических свойств: размер частиц – от 1,0 до 3,5 мм; температура – от 45 до 75 °С. В качестве откликов выбраны: массовая концентрация полифенольных соединений, мг/дм³; массовая доля редуцирующих сахаров, %. Для каждого отклика рассчитаны коэффициенты регрессионного уравнения второго порядка и построены поверхности отклика (рисунок 2).

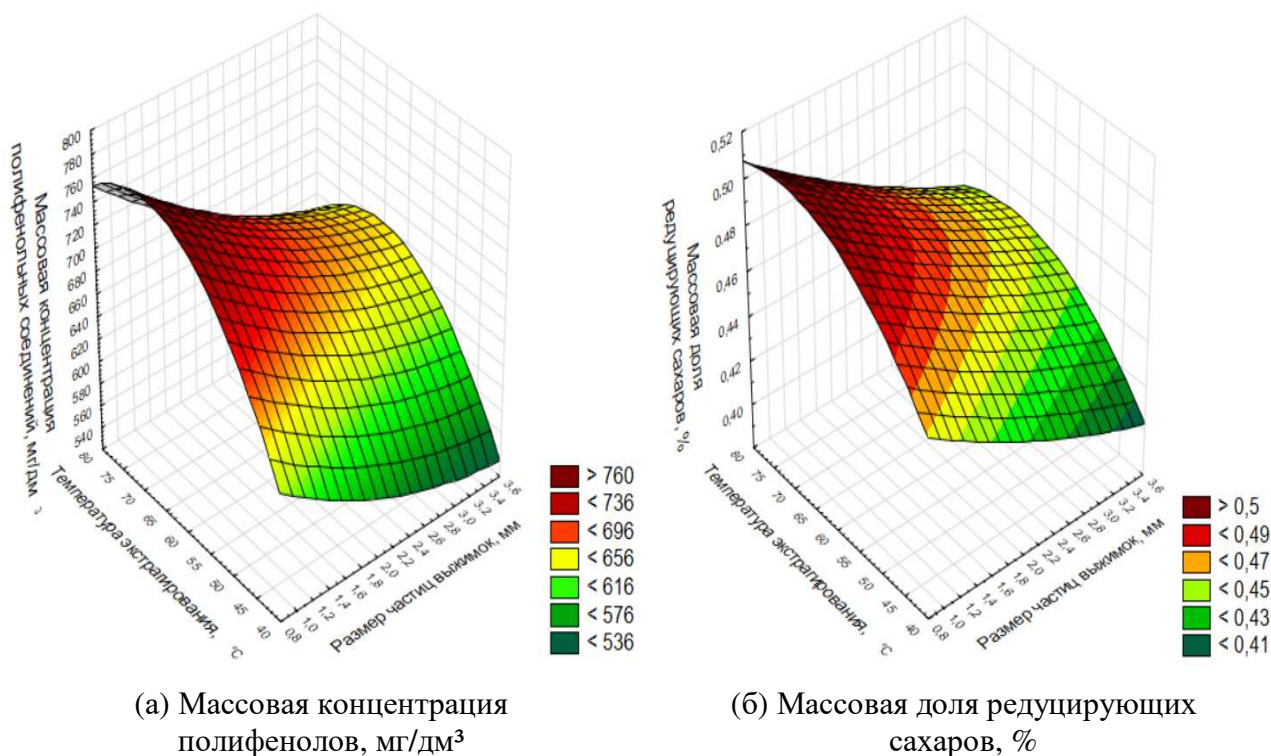


Рисунок 2 – Поверхности отклика для многофакторного эксперимента 1

Для одновременной оптимизации двух критериев использован метод построения компромиссной области. С учетом того, что органолептическая оценка экстракта обратно пропорциональна степени измельчения выжимок, в качестве рабочей точки, выбраны: $X_{1, \text{опт}} = 1,5$ мм, $X_{2, \text{опт}} = 65$ °С. При этом прогнозируемые значения откликов составляют: $\hat{Y}_1 = 724$ мг/дм³, $\hat{Y}_2 = 0,49$ %.

Органолептическая оценка экстракта, полученного при оптимальных параметрах (размер частиц 1,5 мм, температура 65 °С), составила 5,0 баллов.

Для получения количественных зависимостей откликов от продолжительности экстрагирования и скорости перемешивания реализован многофакторный эксперимент. В качестве независимых переменных выступают: про-

должительность экстракции; скорость перемешивания. В качестве откликов оставлены те же показатели, что и ранее. Эксперименты выполнены при ранее установленных оптимальных условиях. Поверхности отклика, построенные на основе полученных уравнений, представлены на рисунке 3.

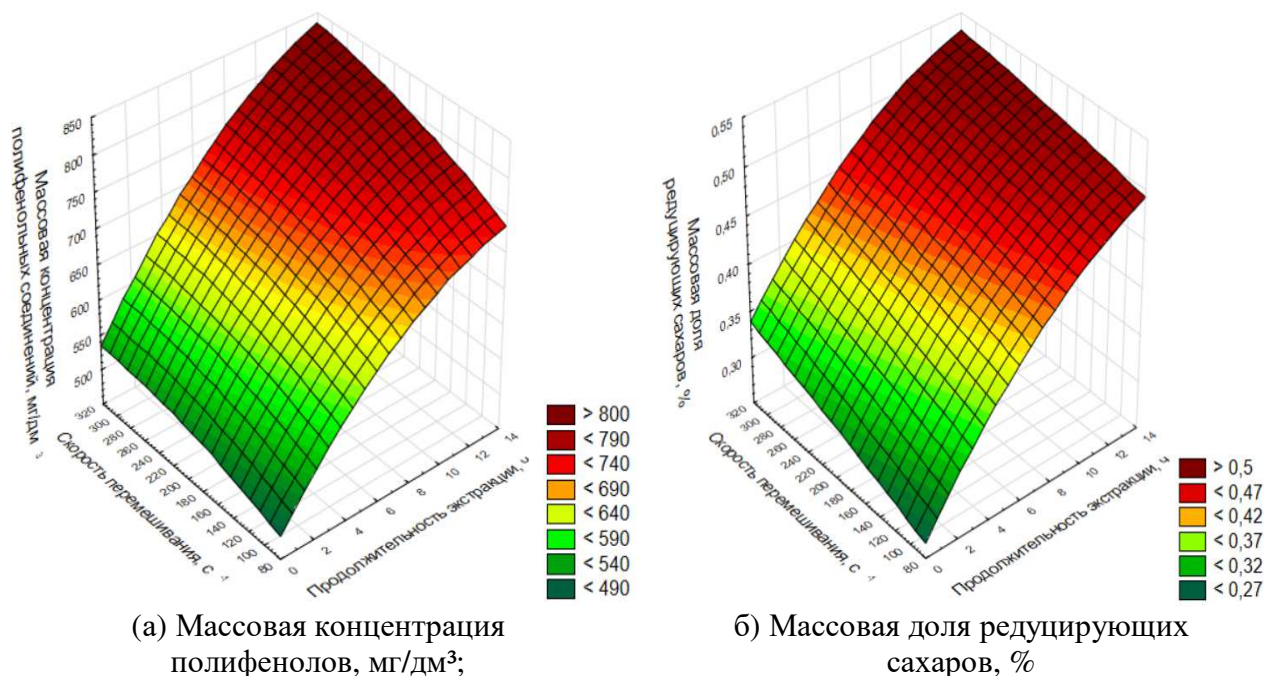


Рисунок 3 – Поверхности отклика для многофакторного эксперимента 2

Одновременная оптимизация по трем критериям – максимум массовой концентрации полифенольных соединений, максимум массовой доли редуцирующих сахаров и высокая органолептическая оценка (не ниже 4,8 балла) выявила оптимальные параметры: продолжительность 5,5 ч, скорость перемешивания 200 с⁻¹. При этом массовая концентрация полифенольных соединений составляет не менее 675 мг/дм³, массовая доля редуцирующих сахаров – не менее 0,42 %, органолептическая оценка – 4,9 балла.

В экспериментальных образцах перед экстракцией осуществляли предварительную обработку выжимок: ультразвуком с частотой 22 кГц, интенсивностью 100 Вт/л, продолжительностью 15 мин; электромагнитным полем крайне низкой частоты (30 Гц) при напряженности 100 А/м в течение 30 мин. Ультразвуковая обработка позволила достичь максимальных оценок по органолептическим показателям. Обработка ЭМП КНЧ привела к положительному результату, но в меньшей степени – интегральная оценка составила 4,5 балла. Физико-химические характеристики полученных экстрактов приведены в таблице 5.

Анализ показал, что ультразвуковая обработка обеспечивает максимум массовой концентрации полифенольных соединений (прирост 19 %) и массовой доли сахаров (18 %), однако приводит к заметным потерям аскорбиновой кислоты (на 22 %). ЭМП КНЧ действует мягче, увеличивает массовую концентрацию полифенольных соединений и массовую долю сахаров на 7–10 %, практически не снижая массовую концентрацию витамина С. Выбор метода предварительной обработки должен определяться типом сырья и целевыми приоритетами.

ми. Так, для выжимок винограда сорта Саперави, требующего более интенсивного воздействия для извлечения прочно связанных полифенолов, ультразвук является предпочтительным методом.

Таблица 5 – Физико-химические показатели экстрактов из выжимок винограда сорта Саперави при различных способах предварительной обработки

Образец, способ обработки	Массовая концентрация титруемых кислот, г/дм ³	Массовая доля растворимых сухих веществ, %	Массовая концентрация полифенольных соединений, мг/дм ³	Массовая концентрация аскорбиновой кислоты, мг/дм ³	Массовая доля общих сахаров, %	Массовая доля редуцирующих сахаров, %
Контроль (без обработки)	$5,4 \pm 0,1$	$1,9 \pm 0,2$	675 ± 27	$0,9 \pm 0,1$	$0,60 \pm 0,03$	$0,42 \pm 0,03$
Ультразвук	$6,1 \pm 0,1$	$2,3 \pm 0,2$	805 ± 32	$0,7 \pm 0,1$	$0,71 \pm 0,03$	$0,58 \pm 0,03$
ЭМП КНЧ	$5,7 \pm 0,1$	$2,1 \pm 0,2$	740 ± 30	$0,9 \pm 0,1$	$0,64 \pm 0,03$	$0,51 \pm 0,03$

Процесс экстрагирования был формализован с помощью функциональной модели IDEF0, декомпозированной на 4 этапа – подготовка сырья; экстракция БАВ; очистка и концентрирование; стандартизация и контроль качества (рисунок 4).

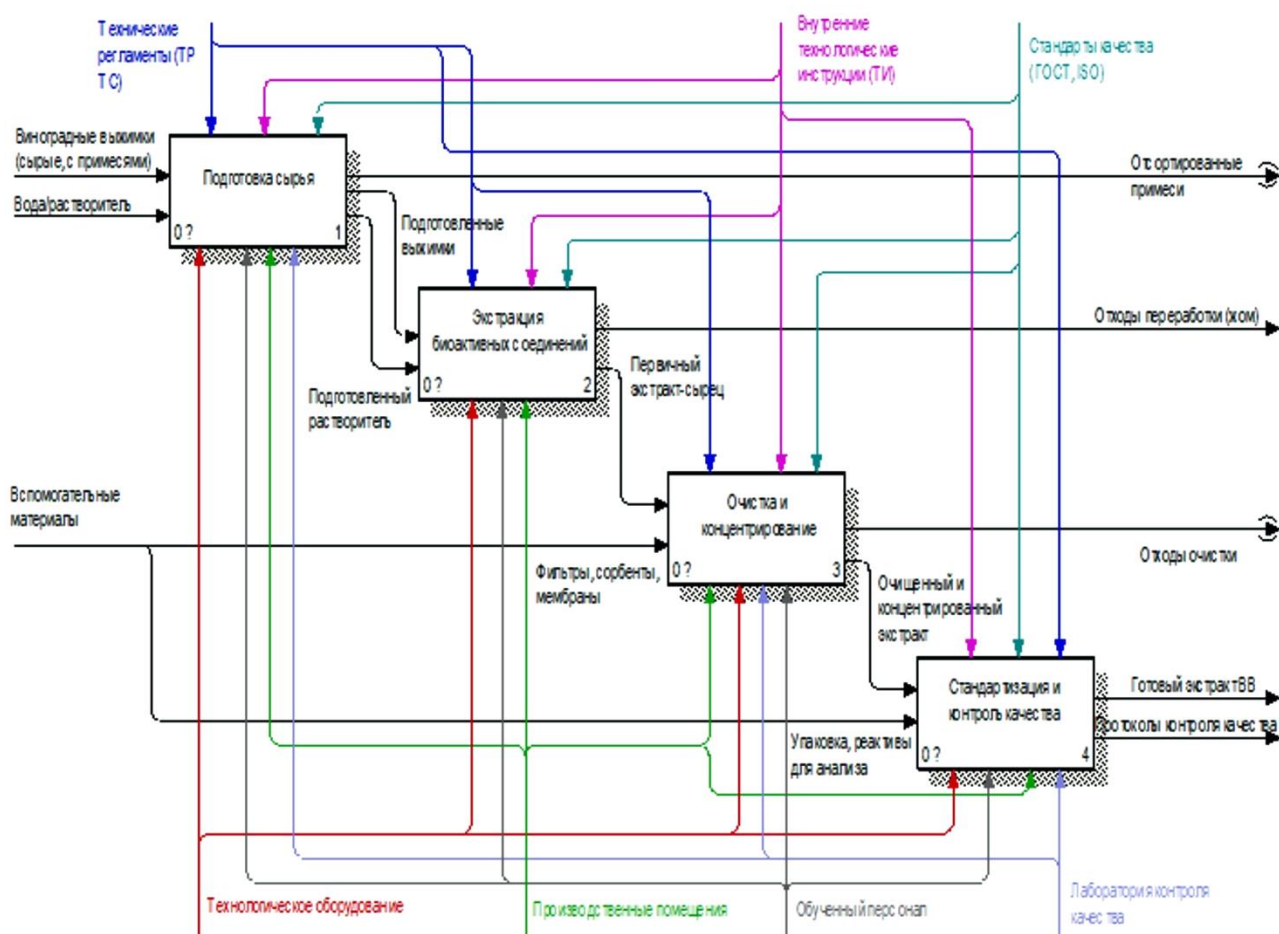
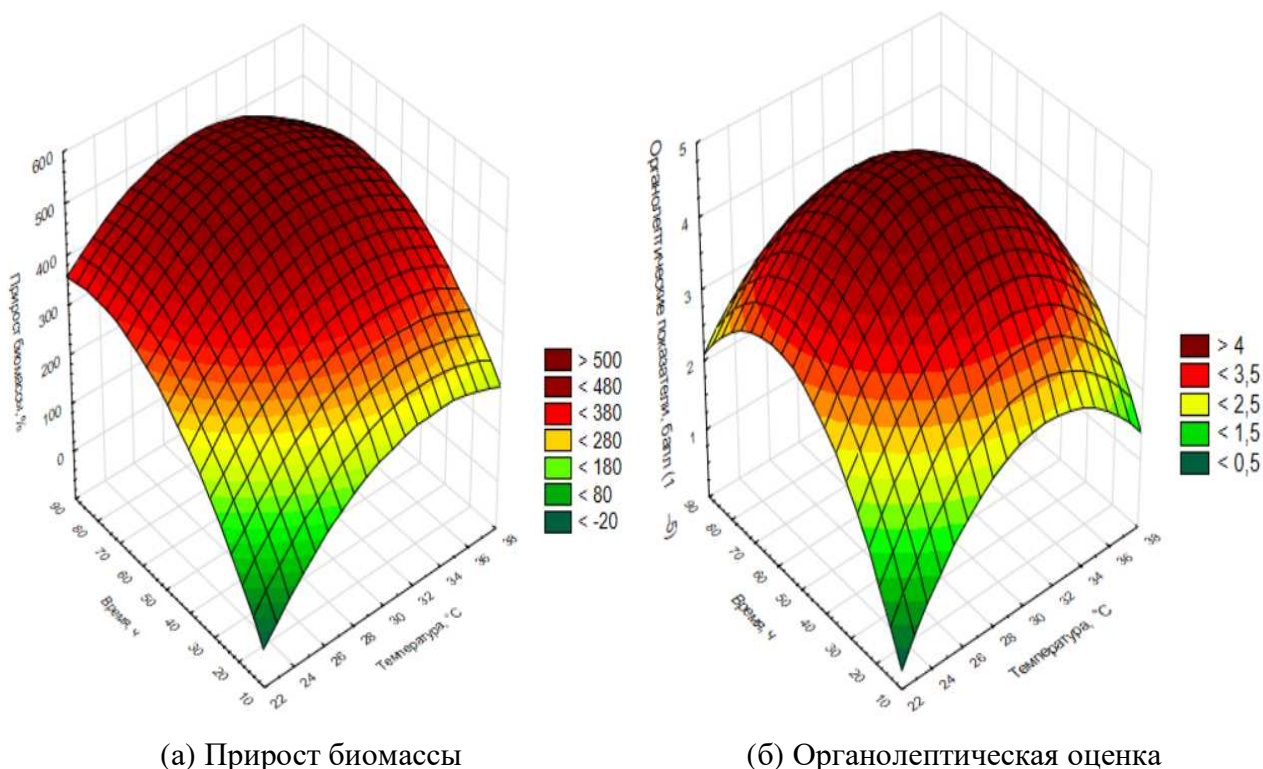


Рисунок 4 – IDEF0-модель процесса получения экстракта из выжимок винограда (первый уровень декомпозиции)

Также была разработана программа ЭВМ, позволяющая прогнозировать органолептические показатели напитка на основе содержания сахара в экстракте из выжимок.

В процессе изучения влияния технологических режимов на процесс микробной биотрансформации был реализован ротатабельный центральный композиционный план для определения оптимальных показателей температуры (x_1) и продолжительности процесса (x_2). В качестве откликов выступали: прирост биомассы и органолептическая оценка. Графическое представление поверхностей отклика приведено на рисунке 5.



(а) Прирост биомассы

(б) Органолептическая оценка

Рисунок 5 – Поверхности отклика для многофакторного эксперимента 3

В результате были выявлены оптимальные параметры процесса – температура 28–32 °С; время 45–48 ч. При данных условиях достигается прирост биомассы 82,1–83,0% (конечная сухая биомасса 2,4–2,5 г/дм³) и органолептическая оценка 4,6–4,7 балла по 5-балльной шкале.

В следующей серии экспериментов варьировали массовую долю сахарозы при фиксированной дозировке биокультуры. Результаты представлены в таблице 6.

Установлено оптимальное значение массовой доли сахарозы 7 %, при котором наблюдаются максимальный прирост биомассы (85,3 %) скорости роста (1,78 %/ч). Органолептическая оценка также выявила оптимальную массовую долю сахарозы 7 %.

Для определения оптимального количества вносимого инокулята проведена серия опытов с фиксированной массовой долей сахарозы 7 % и варьированием массовой доли *Orizomyces indicis* от 0 до 8 %. Установлено, что оптимальной является дозировка 6 %, при которой достигаются максимальные оценки по всем параметрам.

Таблица 6 – Влияние массовой доли сахарозы в экстракте на активность роста *Orizamyces indic* (дозировка биокультуры 5 %, ферментация при температуре 30 °С в течение 48 ч)

Массовая доля сахарозы, %	Прирост биомассы за 48 ч, %	Скорость роста, %/ч	Потребление сахарозы, %	Конечная кислотность, рН	Образование этанола, %
3	45,2 ± 2,3	0,94 ± 0,05	78,5 ± 3,9	4,2 ± 0,2	0,8 ± 0,04
5	68,5 ± 3,4	1,43 ± 0,07	82,3 ± 4,1	3,9 ± 0,2	1,5 ± 0,08
7	85,3 ± 4,3	1,78 ± 0,09	85,6 ± 4,3	3,6 ± 0,2	2,2 ± 0,11
9	72,8 ± 3,6	1,52 ± 0,08	79,2 ± 4,0	3,4 ± 0,2	2,8 ± 0,14
11	58,9 ± 2,9	1,23 ± 0,06	72,5 ± 3,6	3,2 ± 0,2	3,3 ± 0,17
13	42,3 ± 2,1	0,88 ± 0,04	65,8 ± 3,3	3,1 ± 0,2	3,7 ± 0,19

Для установки влияния факторов с учетом их взаимодействия был реализован Центральный композиционный план (ЦКП), в результате которого рекомендованы оптимальные технологические режимы ферментации экстракта, обеспечивающие одновременно высокий выход биомассы (не менее 80 %) и отличные сенсорные характеристики (не ниже 4,5 балла): концентрация сахарозы 7,0 %, дозировка полисимбиотической культуры 5,5 %.

Результаты исследования динамики биохимических показателей в процессе ферментации приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Динамика физико–химических и биохимических показателей при микробной биотрансформации экстракта выжимок винограда в течение 48 часов при температуре 30 °С

Параметр	0 ч (старт)	12 ч	24 ч	36 ч	48 ч (финиш)
Массовая доля растворимых сухих веществ, %	8,4 ± 0,5	7,0 ± 0,5	4,8 ± 0,5	3,1 ± 0,5	2,4 ± 0,5
Массовая концентрация титруемых кислот, г/дм ³ (в пересчете на винную)	4,8 ± 0,1	5,1 ± 0,1	5,6 ± 0,1	6,0 ± 0,1	6,3 ± 0,1
рН	3,7 ± 0,1	3,6 ± 0,1	3,5 ± 0,1	3,4 ± 0,1	3,4 ± 0,1
Массовая концентрация общих сахаров, г/дм ³	72,3 ± 3,6	57,8 ± 2,9	36,2 ± 1,8	19,3 ± 1,0	12,1 ± 0,6
Массовая концентрация редуцирующих сахаров, г/дм ³	4,1 ± 0,3	6,2 ± 0,3	4,4 ± 0,3	2,4 ± 0,2	1,4 ± 0,1
Массовая концентрация общих полифенолов, мг/дм ³ GAE	677 ± 24	722 ± 27	749 ± 30	770 ± 30	756 ± 30
Массовая концентрация флавоноидов, мг/дм ³ катехина	299 ± 13	319 ± 15	342 ± 17	333 ± 15	324 ± 14
Массовая концентрация антоцианов, мг/дм ³	136 ± 6	145 ± 7	151 ± 7	137 ± 6	127 ± 5
Массовая концентрация аскорбиновой кислоты, мг/дм ³	0,9 ± 0,1	0,75 ± 0,1	0,62 ± 0,05	0,36 ± 0,02	0,25 ± 0,02
Массовая концентрация витаминов группы В (суммарно), мкг/дм ³	790 ± 40	850 ± 43	900 ± 45	1120 ± 56	1150 ± 58
Антиоксидантная активность, ммоль/дм ³ ТЕАС	12,1 ± 0,6	14,0 ± 0,7	16,0 ± 0,8	14,1 ± 0,7	13,5 ± 0,7

Анализ показал, что оптимальная продолжительность микробной биотрансформации находится в диапазоне 36–48 часов. При 36 часах достигается максимальная массовая концентрация общих полифенолов, сохраняется высокий уровень флавоноидов, а остаточная массовая концентрация сахаров существенно снижена, при этом потери отдельных лабильных компонентов (аскорбиновой кислоты, антоцианов) остаются в допустимых пределах.

Для моделирования и оптимизации процесса микробной биотрансформации было разработано приложение для автоматизации расчета скорости сбраживания субстрата поликультурой *Orizamyces Indici* в зависимости от изменения pH среды и содержания редуцирующих сахаров.

4 Разработка и апробация технологии функционального безалкогольного напитка. Для разработки вариативных рецептов на основе анализа технологических и функциональных свойств выбраны экстракты цитрусовых, пектин яблочный, мальтодекстрин, ягодный концентрат. На основании комплекса исследований были разработаны рецептура, технические условия ТУ 11.07.19-098-17021101-2025» и технологическая инструкция по производству напитка «Юланта-БИО» ТИ 11.07.19.133-098-17021101-2025. Процесс производства напитка представлен на рисунке 6.

Исследованы показатели качества и безопасности напитка. Обеспечение суточной потребности в компонентах рациона трудоспособного населения (мужчины 18–29 лет, I группа физической активности, КФА = 1,4) при потреблении 250 мл напитка согласно МР 2.3.1.0253–21 приведено в таблице 8.

Таблица 8 – Обеспечение суточной потребности в нутриентах при потреблении 250 мл напитка «Юланта-БИО»

Показатель	Среднее содержание в 250 мл	Суточная потребность*	Процент покрытия
Энергетическая ценность, ккал	50,7	2400	2,1
Белки, г	0,58 ± 0,03	72	0,8
Жиры, г	0,13 ± 0,004	81	0,2
Углеводы (общие), г	10,75 ± 0,8	303	3,5
Пищевые волокна, г	0,25 ± 0,01	20	1,3
Органические кислоты, г	2,04 ± 0,02	—**	—
Общие полифенолы, мг GAE	130,1 ± 3,8	800**	16,3
Флавоноиды, мг катехина	49,8 ± 1,6	—	—
Антоцианы, мг	18,74 ± 0,45	—	—
Витамин С, мг	0,07 ± 0,04	100	0,07
Витамины группы В:			
В ₁ (тиамин), мкг	19,7 ± 0,31	1500	1,3
В ₂ (рибофлавин), мкг	25,3 ± 0,6	1800	1,4
В ₃ (ниацин), мкг	54,8 ± 1,4	20000	0,27
В ₅ (пантотеновая кислота), мкг	29,7 ± 1,1	5000	0,6
В ₆ (пиридоксин), мкг	21,1 ± 0,6	2000	1,0
В₇ (биотин), мкг	12,1 ± 0,4	50	24,2
В₉ (фолаты), мкг	130,5 ± 2,4	400	32,6

Примечание: * – Согласно МР 2.3.1.0253-21; ** – Ориентировочный уровень потребления (адекватный уровень потребления) согласно документу *.

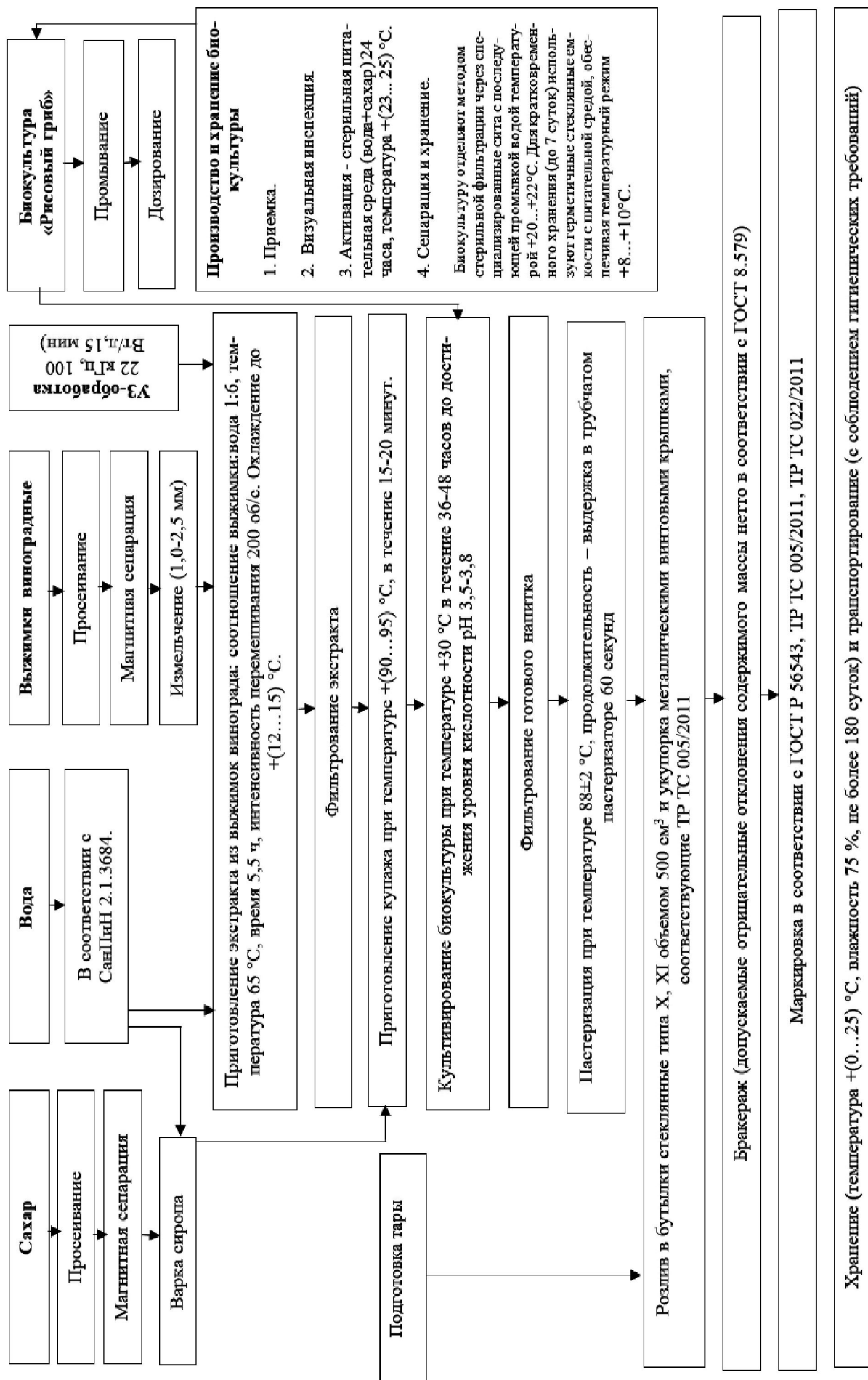


Рисунок 6 – Структурно-функциональная схема производства напитка

Анализ нутриентного состава напитка «Юланта-БИО» позволяет его позиционировать как функциональный продукт с выраженными антиоксидантными свойствами и сбалансированным нутриентным профилем, соответствующий современным концепциям здорового питания.

С целью научного обоснования и подтверждения срока годности напитка были проведены комплексные экспериментальные исследования, которые подтвердили его стабильность в течение 6 месяцев. Разработанные технологические решения и рецептурные композиции напитка «Юланта-БИО» прошли апробацию в производственных условиях на базе Славянского РСПК (г. Славянск, Краснодарский край). Оценка экономической эффективности позволила сделать вывод, что рассматриваемый проект эффективен. Дисконтированный период окупаемости составит 3,3 года.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании проведенного диссертационного исследования, направленного на достижение поставленной цели, сформулированы следующие выводы, соответствующие решенным задачам.

1. Проведенный анализ научно-технической литературы показал, что выжимки винограда являются перспективным вторичным сырьем для создания функциональных безалкогольных напитков, а полисимбиотическая культура *Orizamyces indicī* обладает уникальным биотрансформационным потенциалом, однако отсутствуют комплексные исследования, связывающие параметры экстракции с последующей ферментацией, недостаточно изучена кинетика роста *Orizamyces indicī* на экстрактах выжимок винограда, и не разработаны прогнозные математические модели, что обосновывает необходимость проведения собственных экспериментальных исследований по оптимизации технологических режимов получения функционального безалкогольного напитка.

2. На основании комплексного сравнительного анализа химического состава и органолептических свойств экстрактов из выжимок винограда четырех технических сортов Анапа-Таманской зоны, сохраняемых с применением сушки или замораживания, установлено, что наиболее перспективными видами вторичного сырья для производства функциональных напитков являются высушенные сброженные выжимки винограда красного сорта Саперави, характеризующиеся максимальным содержанием полифенольных соединений (623–660 мг/дм³) и высокой антиоксидантной активностью, а также высушенные сладкие выжимки винограда белого сорта Цитронный Магарача, обладающие уникальными органолептическими характеристиками (мускатный аромат, гармоничный вкус). В качестве основного объекта для разработки технологии функционального безалкогольного напитка выбраны выжимки сорта Саперави, что обосновано не только максимальным выходом полифенолов, но и стабильностью сырьевой базы вследствие широкой распространенности данного сорта в регионе.

3. Экспериментально определены и научно обоснованы оптимальные параметры процесса экстрагирования, обеспечивающие максимальный выход биологически активных веществ при сохранении высоких органолептических свойств: степень измельчения выжимок 1,5 мм, температура 65 °С, продолжительность 5,5 ч, скорость перемешивания 200 с⁻¹. Доказано, что применение методов предварительной обработки (ультразвук для красных сортов) позволяет дополнительно повысить эффективность экстракции. Ультразвуковая обработка увеличивает выход полифенолов на 19,4–33,5%.

4. Экспериментально установлены и математически обоснованы оптимальные режимы микробной биотрансформации экстрактов высушенных сброженных выжимок винограда сорта Саперави полисимбиотической культурой *Orizamyces indicii*: температура 28–30 °С, продолжительность 48 ч, массовая концентрация сахарозы 7,0 %, дозировка инокулята 5,5 % от объема среды. Реализация данных режимов обеспечивает максимальный прирост биомассы (82–85 %) и формирование сбалансированного органолептического профиля (4,5–4,7 балла по 5-балльной шкале). Доказано, что в процессе ферментации происходит биотрансформация полифенольного комплекса, сопровождающаяся увеличением антиоксидантной активности на 31,8 % (к 24 ч культивирования) и биосинтезом витаминов группы В (В₇ и В₉) с суммарным приростом 45,6 % за 48 ч, что подтверждает целесообразность применения данного биотехнологического приема для создания функциональных напитков.

5. Разработаны адекватные регрессионные модели второго порядка ($R^2 > 0,96...0,99$), с высокой точностью описывающие зависимость содержания целевых компонентов от исследуемых технологических режимов. На их основе созданы программы для ЭВМ, позволяющие прогнозировать органолептические показатели экстракта и скорость сбраживания субстрата, что обеспечивает научно-обоснованное управление технологическим процессом и сокращение затрат на натурные эксперименты. Функциональное моделирование в нотации IDEF0 позволило формализовать технологический процесс и создать основу для его цифровизации.

6. Разработаны технология и рецептура функционального безалкогольного напитка «Юланта-БИО». Оценка потребительских свойств подтвердила соответствие требованиям безопасности и повышенную биологическую ценность. Потребление 250 мл напитка обеспечивает 16,3 % адекватного уровня потребления полифенолов, 24,2 % суточной нормы биотина (В₇) и 32,6 % – фолатов (В₉). Экспериментально обоснован срок годности 6 месяцев, доказано преимущество стеклянной тары для сохранения качества.

7. Технология и рецептура прошли опытно-производственную апробацию на базе Славянского РСПК (Краснодарский край). Экономическая эффективность проекта обоснована положительным чистым дисконтированным доходом (22,7 млн руб.) и сроком окупаемости 3,3 года. Создан полный комплект технической документации (ТУ 11.07.19-098-17021101-2025, ТИ 11.07.19.133-098-17021101-2025).

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи, опубликованные в научных изданиях, рекомендованных ВАК при Минобрнауки РФ

1. Першакова, Т.В. Методики и модели проектирования продуктов питания с заданным составом / Т.В. Першакова, **Е.А. Иванова** // Плодоводство и виноградарство Юга России. – 2023. – № 80(2). – С. 1–22.

2. Изучение зависимости органолептических и физико–химических показатели экстракта виноградных выжимок от размера фракций / А.А. Тягушева, Ю.Н. Чернявская, **Е.А. Иванова**, Т.В. Першакова // Известия Дагестанского ГАУ. – 2025. – № 2(26). – С. 366–372.

3. **Иванова, Е.А.** Моделирование и разработка цифрового инструмента для автоматизации расчета органолептических показателей экстракта выжимок винограда в зависимости от температуры экстрагирования / Е.А. Иванова, А.С. Бородихин, Т.В. Першакова // Новые технологии. – 2025. – Т. 21. – № 4. – С. 40–51.

4. **Иванова, Е.А.** Разработка технологии производства безалкогольного функционального напитка путем микробиологической биотрансформации экстрактов виноградных выжимок / Е.А. Иванова // Плодоводство и виноградарство Юга России. – 2026. – № 97(1). – С. 98–110.

Статьи, опубликованные в других изданиях

5. Обоснование и выбор упаковочных материалов для напитков брожения / М.В. Самойленко, М.В. Бабакина, Е.С. Семиряжко, **Е.А. Иванова** // Научное обеспечение технологического развития и повышения конкурентоспособности в пищевой и перерабатывающей промышленности: Сборник материалов 2-й Международной научно-практической конференции. – Краснодар : ФГБНУ «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, 2022. – С. 255–258.

6. Першакова, Т.В. Разработка функционально–структурной модели процесса проектирования продуктов для персонализированного питания / Т.В. Першакова, **Е.А. Иванова** // Плодоводство и виноградарство Юга России. – 2023. – № 79(1). – С. 12–33.

7. **Иванова, Е.А.** Цифровые инструменты проектирования продуктов питания с заданным составом / Е.А. Иванова // Точки научного роста: на старте десятилетия науки и технологии: материалы ежегодной научно-практической конференции преподавателей по итогам НИР за 2022 г., Краснодар, 12 мая 2023 года. – Краснодар : Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2023. – С. 554–556.

8. Семиряжко, Е.С. Оптимизация дозировки симбиотического консорциума бактерий и дрожжей при производстве кондитерских изделий / Е.С. Семиряжко, **Е.А. Иванова**, М.В. Бабакина // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2023. – № 191. – С. 76–85.

9. **Иванова, Е.А.** Исследование экстрактов виноградных выжимок / Е.А. Иванова, Ю.Н. Чернявская, А.А. Тягущева // Научные труды Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия. – 2024. – Т. 38. – С. 69–74.

10. **Иванова, Е.А.** Математическое моделирование процессов экстракции виноградных выжимок / Е.А. Иванова, Т.В. Першакова, М.В. Бабакина // Образование – Наука – Практика: сборник статей I Всероссийской научно-практической конференции обучающихся, преподавателей, практических работников. – Краснодар : АНОО ВО Кубанский институт профессионального образования, 2024. – С. 240–244.

11. Исследование влияния температуры экстрагирования виноградных выжимок на органолептические показатели экстрактов / Т.В. Першакова, Ю.Н. Чернявская, А.А. Тягущева, **Е.А. Иванова** // Субтропическое и декоративное садоводство. – 2025. – № 92. – С. 42–56.

12. Исследование органолептических и физико-химических показателей экстрактов виноградных выжимок при культивировании *Oryzomyces indicī* / Т.В. Першакова, Ю.Н. Чернявская, А.А. Тягущева, **Е.А. Иванова** // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2025. – № 209. – С. 527–537.

13. **Иванова, Е.А.** Перспективные направления цифровизации процесса проектирования рецептур функциональных продуктов питания / Е.А. Иванова // Сборник статей по материалам ежегодной научно-практической конференции преподавателей по итогам НИР за 2024 год: сборник трудов конференции. – Краснодар : Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, 2025. – С. 511–513.

14. Першакова, Т.В. К вопросу разработки инструментальных средств для проектирования рецептур продуктов функционального назначения / Т.В. Першакова, **Е.А. Иванова** // Инновации в индустрии питания и сервисе: сборник материалов VI Международной научно-практической конференции, посвященной 40-летию кафедры общественного питания и сервиса и в рамках Десятилетия науки и технологий. – Краснодар : Кубанский государственный технологический университет, 2025. – С. 377–381.

15. Автоматизированный расчёт скорости сбраживания субстрата поликультурой *Oryzomyces Indicī* в зависимости от изменения РН среды и содержания редуцирующих сахаров (программа для ЭВМ) / Т.В. Першакова, **Е.А. Иванова**, А.С. Бородихин [и др.] // Завершенные разработки Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия в 2024 году: Каталог завершенных научных разработок. – Краснодар : Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия, 2025. – С. 106–108.

Свидетельства на программу для ЭВМ

16. Свидет. № 2024687729. Автоматизированный расчет скорости сбраживания субстрата поликультурой *Oryzomyces Indicī* в зависимости от измене-

ния pH среды и содержания редуцирующих сахаров (УМКСбраживание2024) / Першакова Т.В., **Иванова Е.А.**, Бородихин А.С. [и др.], заявитель и правообладатель ФГБНУ СКФНЦСВВ.

17. Свидет. № 2025684773. Численное моделирование органолептических показателей напитка брожения из выжимок белого винограда / Першакова Т.В., Чернявская Ю.Н., Тягуцева А.А, **Иванова Е.А.**, заявитель и правообладатель ФГБНУ СКФНЦСВВ.

Научное издание

Иванова Елена Александровна

Автореферат

**диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук**

Подписано в печать 07 сентября 2026 г.

Печать цифровая. Формат 60×84¹/₁₆

Усл. печ. п. 1.0. Тираж 100 экз. Заказ № 2681

Отпечатано в ООО «Издательский Дом – Юг»

350010, г. Краснодар, ул. Зиповская, 9, литер «Г», оф. 41/3

Тел. +7(918) 41–50–571

e-mail: id-yug@id-yug.com Сайт: <https://id-yug.com>