

На правах рукописи



Тарасова Мария Владимировна

**ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ БЕЗАЛКОГОЛЬНОГО НАПИТКА НА
ОСНОВЕ ЭКСТРАКТА ВИНОГРАДНЫХ ВЫЖИМОК
И СИМБИОТИЧЕСКОГО КОНСОРЦИУМА**

4.3.3 – Пищевые системы

Автореферат

диссертация на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Краснодар – 2024

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

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

Официальные
оппоненты: **Блинникова Ольга Михайловна**
доктор технических наук, доцент, ФГБОУ ВО
«Мичуринский государственный аграрный
университет», кафедра технологии продуктов
питания и товароведения, заведующий
кафедрой (г. Мичуринск)

Влащик Людмила Гавриловна
кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО
«Кубанский государственный аграрный
университет имени И.Т. Трубилина», кафедра
технологии хранения и переработки
растениеводческой продукции, доцент
(г. Краснодар)

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Майкопский государственный технологический
университет» (г. Майкоп)

Защита состоится «__» _____ 2025 года в __ часов на заседании
диссертационного совета 35.2.019.03 при ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ по
адресу: 350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13, Кубанский ГАУ, корпус
факультета энергетики, ауд. 110.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке университета на
сайте ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет
имени И.Т. Трубилина» www.kubsau.ru и ВАК –
<https://vak.minobrnauki.gov.ru>.

Автореферат разослан «_____» _____ 2024 г.

Ученый секретарь диссертационного совета, кандидат
технических наук, доцент
Самурганов Евгений Ерманекосович

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Потребление напитков, содержащих биологически активные вещества (БАВ), способствует улучшению адаптивных способностей организма и общего физиологического состояния человека. Особенно интересными в этом контексте являются безалкогольные напитки, полученные в результате процессов ферментации растительного сырья, так как они отличаются безопасностью и экономичностью благодаря естественному характеру процессов и мягким технологическим режимам их производства.

Ежегодно в агропромышленных отраслях, занимающихся переработкой сельскохозяйственного сырья, образуется большое количество вторичных ресурсов, богатых биологически активными веществами, которые используются минимально. Одними из особо ценных вторичных сырьевых ресурсов являются виноградные выжимки, образующиеся в процессе производства вина и соков. В связи с этим, разработка технологий безалкогольных напитков на основе ферментации виноградных выжимок, позволит увеличить экономическую эффективность агропромышленных предприятий, расширить ассортимент продукции и обеспечить население безалкогольными напитками, содержащими комплекс биологически активных веществ.

На сегодняшний день механизмы ферментации виноградных выжимок с использованием ассоциативных консорциумов бактерий и дрожжей еще не изучены в полной мере. Поэтому создание технологии для производства напитков брожения на основе виноградных выжимок и симбиотического консорциума дрожжей и бактерий является актуальной задачей.

Актуальность диссертационной работы подтверждается включением ее в комплексную рабочую программу на 2022-2026 гг. по выполнению темы государственного задания № 0498-2022-0009 (ФГБНУ СКФНЦСВВ) и гранта КНФ № НИП 20.1/9 (2020-2022 гг.).

Степень разработанности темы. Преимуществом процессов ферментации является возможность повышения ценности неиспользуемых вторичных растительных ресурсов. Эти процессы безопасны, так как происходят

естественным образом и не требуют использования агрессивных сред, а также являются экономически эффективными. Ферментация может происходить с помощью специальных консорциумов дрожжей и бактерий. В результате таких процессов образуется комплекс разнообразных биологически активных веществ, который может быть использован для приготовления безалкогольных напитков.

Значительный вклад в развитие данного направления исследований внесли: А.П. Бирюков, О.М. Блинникова, Л.Г. Влащик, Л.В. Донченко, С.П. Запорожская, В.А. Зубцов, М.В. Обрезкова, Т.Г. Причко, Ю.М. Сергеева, А.А. Сапарбекова, Г.Г. Соколенко, К. И. Родионова, Е.В. Щербакова и другие. При этом, несмотря на значительное количество исследований, остаются не раскрытыми вопросы, связанные с изучением механизмов процессов ферментации виноградных выжимок с участием консорциумов микроорганизмов специфичных для регионов юга России, позволяющими обеспечить максимальное обогащение готового продукта БАВ. Существующие исследования, в основном, фокусируются на изучении отдельных штаммов микроорганизмов, а не на их взаимодействии в консорциумах.

Научная гипотеза – одним из способов производства продуктов, обогащенных комплексом биологически активных веществ, может быть разработка технологии получения безалкогольного напитка на основе экстракта виноградных выжимок, ферментированного с участием микроорганизмов, обладающих свойствами симбиотических комплексов.

Объект исследования. Технологический процесс производства безалкогольного напитка.

Предмет исследования. Зависимости характеризующие процессы в составе общей технологии получения безалкогольных напитков: культивирование симбиотического консорциума, экстрагирование виноградных выжимок, ферментация экстрактов.

Цель исследования – разработка технологии получения безалкогольного напитка, обогащенного биологически активными веществами, на основе экстракта виноградных выжимок и симбиотического консорциума дрожжей и

бактерий.

Задачи исследований:

- выделить и классифицировать штаммы дрожжей *Z. kombuchaensis* и бактерий *G. xylinus*, перспективных для получения симбиотического консорциума, обосновать параметры их культивирования и стабилизации;

- разработать математические модели взаимосвязи технологических режимов экстракции сушеных виноградных выжимок и физико-химических показателей экстрактов; технологических режимов ферментации экстрактов виноградных выжимок с применением симбиотического консорциума и показателей качества готового продукта;

- разработать рецептуру и технологию производства безалкогольного напитка на основе экстракта виноградных выжимок и симбиотического консорциума и оценить потребительские свойства готового продукта;

- обосновать структурно-функциональные схемы производства безалкогольного напитка, провести опытную апробацию разработанных технологических и технических решений, оценить экономическую эффективность реализации разработанных технологических решений.

Научная новизна:

- обоснована и доказана возможность и эффективность использования микроорганизмов симбиотического консорциума бактерий *G. xylinus* и дрожжей *Z. kombuchaensis* (SCOBY) для сбраживания экстракта, полученного из выжимок, виноградных сушеных сладких для создания безалкогольного напитка;

- обоснован состав микробиальной композиции целевого назначения, обеспечивающий эффективное брожение экстрактов виноградных выжимок, для производства безалкогольного напитка;

- установлены зависимости влияния: технологических режимов экстрагирования виноградных выжимок на органолептические показатели и содержание биологически активных веществ в экстракте выжимок виноградных сушеных сладких; времени культивирования консорциума, температуры,

концентрации экстракта, содержания редуцирующих веществ, количества консорциума в экстракте на рН среды культивирования в процессе сбраживания экстракта с применением симбиотического консорциума SCOBY;

- обоснован способ приготовления напитка, обладающего биологической активностью, предусматривающий ферментацию экстракта выжимок виноградных сушеных сладких с применением симбиотического консорциума SCOBY и позволяющий увеличить содержание витамина С в 1,49 раза, витамина В₂ – в 1,12 раз, витамина В₆ – в 1,4 раза, содержание железа в 1,2 раза.

Теоретическая и практическая значимость работы:

- разработаны математические модели, позволяющие определять технологические режимы экстракции выжимок виноградных сушеных сладких и культивирования симбиотического консорциума, обеспечивающие минимальные сроки процессов, высокие показатели качества, могут быть использованы для разработки безалкогольных напитков с применением различных видов растительного сырья;

- технологические режимы процессов экстракции выжимок виноградных сушеных сладких и ферментации полученных экстрактов консорциумом SCOBY могут быть использованы для разработки новых продуктов, обогащённых биологически активными веществами;

- техническая новизна подтверждена патентом на изобретение № RU 2788431 (опубл. 14.11.2022 г., Бюл. № 32) и зарегистрированной программой для ЭВМ № 2021663373 (опубликовано 14.10.2021);

- обоснована структурно-функциональная схема процесса производства напитка необходимые для создания новых технологий;

- разработаны нормативные документы ТУ и ТИ 11.07.19-073-17021101-2022 «Напиток «Тамали-Джаз»; ТУ и ТИ 10.89.19 – 074 – 17021101 – 2022 пищевая добавка «Выжимки виноградные сушеные».

Методы исследования. Теоретические исследования проводились с учетом основных положений микробиологии, биохимии и пищевой технологии. Экспериментальные исследования проводились с использованием стандартных

и специализированных методик исследования; обработка полученных данных осуществлена с использованием методов математической статистики.

Положения, выносимые на защиту:

- состав микробиальных композиций, обеспечивающих повышение эффективности процессов биоконверсии виноградных выжимок для производства безалкогольного напитка;

- выявленные зависимости влияния технологических режимов процессов: экстрагирования выжимок виноградных сушеных сладких на органолептические и физико-химические показатели экстрактов;

- математические модели взаимосвязи технологических режимов экстракции сушеных виноградных выжимок и физико-химических показателей экстрактов; технологических режимов ферментации экстрактов виноградных выжимок с применением симбиотического консорциума и показателей качества готового продукта, и построенная структурно-функциональная схема процесса производства;

- алгоритм технологического процесса производства и рецептура напитка на основе экстракта выжимок виноградных сушеных сладких и симбиотического консорциума, обеспечивающий потребительские свойства продукта, соответствующие нормативным критериям, установленным для безалкогольных напитков на растительном сырье;

- оценка экономической эффективности разработанных технологических решений при их внедрении.

Степень достоверности и апробация работы. Достоверность диссертационного исследования подтверждается результатами обработки экспериментальных данных математическими методами с помощью ПО STATISTICA и использованием современного лабораторного оборудования, а также апробацией в ООО «АНПРИС».

Апробация работы. Основные положения диссертационной работы заслушаны и одобрены на ежегодных отчетных конференциях грантодержателей Кубанского научного фонда (2021-2022 гг.), на ежегодных научных

конференциях ФГБНУ СКФНЦСВВ (2020-2024 гг.), заседаниях методического и ученого советов ФГБНУ СКФНЦСВВ в (2020-2024 гг.), а также представлены на Международной научной конференции «Наука, питание и здоровье» (Минск, 2021 г.); 2-й Международной научно-практической конференции «Научное обеспечение технологического развития и повышения конкурентоспособности в пищевой и перерабатывающей промышленности» (2022 г.); Международной научной конференции «Biologization of the Intensification Processes in Horticulture and Viticulture» (2021 г.); Международной научной конференции «Directed Transformation of Alimentary Raw Materials in the Production of Foodstuffs, Food and Biologically Active Additives, Ensuring Quality Control and Safety» (2022 г.); на научной конференции «Цифровые технологии и биотехнологии в АПК» (г. Краснодар, 2022 г.); Международном саммите молодых ученых по направлению AgroTech и FoodDesign (FoodTech) (Сириус, 2022 г.); I Всероссийской научно-практической конференции обучающихся, преподавателей, практических работников «Образование – Наука – Практика» (Краснодар, 2024).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 16 научных трудов, в том числе 4 публикации, в журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ, 2 публикации Web of Conferences, 1 патент на изобретение, 1 программа ЭВМ.

Объем и структура работы. Диссертация изложена на 146 страницах, содержит 30 таблиц, 35 рисунков, состоит из введения, 4 глав, заключения, рекомендаций производству, списка использованной литературы и 8 приложений. Список литературы включает 151 наименование.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность работы, представлены ее цель, задачи, научная новизна и основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе проведен анализ современного состояния и перспектив производства безалкогольных напитков из вторичных продуктов переработки растительного сырья. Установлена актуальность исследований процессов ферментации растительных субстратов с использованием микробиологических композиций и консорциумов микроорганизмов, выявлена проблемная ситуация,

закрывающаяся в том, что при потребности населения в безалкогольных напитках, обогащенных биологически активными веществами (БАВ), и наличии значительного количества вторичных ресурсов (виноградных выжимок), в производственных масштабах отсутствуют технологии их производства с применением процессов ферментации. Сформулирована гипотеза: разработка технологии получения безалкогольного напитка на основе экстракта виноградных выжимок, ферментированного с участием микроорганизмов, обладающих свойствами симбиотических комплексов, позволит расширить ассортимент продукции, обогащенной БАВ. Сформулированы цель и задачи исследования.

Во второй главе описаны объекты, методы и методики исследования. Объекты исследования: чистые культуры дрожжей и бактерий; симбиотический консорциум SCOBY; выжимки виноградные сушеные сладкие; экстракты виноградных выжимок; ферментированные экстракты виноградных выжимок; образцы напитка. В полуфабрикатах и готовых образцах напитков определяли количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, плесневых грибов и дрожжей, патогенные бактерии, использовали модифицированные методики идентификации и оценки динамики роста микроорганизмов. На этапах работы с виноградными выжимками, экстрактами из виноградных выжимок и готовыми напитками определяли: кислотность; содержание: сухих растворимых и полифенольных веществ, витаминов С и В₂, органических кислот. В полуфабрикатах и готовых напитках определяли: содержание пищевых волокон, органолептические показатели, массовую долю этилового спирта, содержание: витамина В₁, витамина В₆, железа, свинца, мышьяка, кадмия, ртути. Структурная схема исследований представлена на рисунке 1.

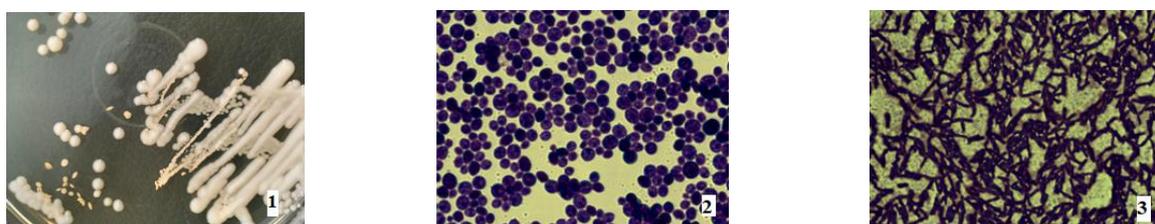


Рисунок 1 – Структурная схема исследований

В третьей главе проведено выделение, изучение, выбор параметров стабилизации консорциума бактерий и дрожжей. Определены штаммы дрожжей и бактерий, перспективные для получения симбиотического консорциума, для

эффективной ферментации экстрактов виноградных выжимок. Были отобраны 4 вида консорциума SCOBY, характерных для Краснодарского края.

По морфологическим и физиологическим признакам дрожжевые клетки относятся к роду *Zygosaccharomyces*, семейству *Saccharomycetaceae* и тесно связаны с родом *Saccharomyces*; бактериальные клетки относятся к роду *Gluconacetobacter*, принадлежащему типу *Proteobacteria*. Отобраны бактерии и дрожжи из четырех культур SCOBY, максимально соответствующие целевым индикаторам исследований. На рисунке 2 представлены изображения отделенных колоний бактерий и дрожжей.



1 – колонии *in vitro*; 2 – дрожжи; 3 – бактерии

Рисунок 2 – Фотографии колонии бактерий и дрожжей *in vitro* и при увеличении 100:1

Изучены скорость роста и устойчивость выделенных микроорганизмов при изменении pH среды и количество редуцирующих веществ. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Количество клеток исследуемых микроорганизмов, КОЕ/г

| Культура | pH | Время инкубации, ч | | | |
|--|-----|--------------------|------------------|------------------|------------------|
| | | 0 | 6 | 12 | 24 |
| <i>Zygosaccharomyces kombuchaensis</i> | 3,5 | 6×10^8 | 4×10^8 | 6×10^8 | 7×10^8 |
| | 6,5 | 8×10^8 | 15×10^8 | 44×10^8 | 97×10^8 |
| | 9,5 | 6×10^8 | 7×10^8 | 11×10^8 | 17×10^8 |
| <i>Gluconacetobacter xylinus</i> | 3,5 | 7×10^8 | 5×10^8 | 7×10^8 | 7×10^8 |
| | 6,5 | 7×10^8 | 11×10^8 | 32×10^8 | 65×10^8 |
| | 9,5 | 6×10^8 | 8×10^8 | 9×10^8 | 19×10^8 |

Установлено, что среда с pH 6,5 является предпочтительной для роста обеих культур; pH 3,5 является сдерживающим фактором роста, культивирование в этих условиях привело к незначительному увеличению количества клеток дрожжей *Z. kombuchaensis* (на 16 % за 24 часа) и отсутствию роста бактерий *G.*

xylinus. Данные влияния температуры на рост исследуемых микроорганизмов представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Влияние температуры на рост исследуемых микроорганизмов

| Культура | Температура культивирования, °С | | | | | | | | | |
|--|---------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | +10 | +15 | +20 | +25 | +30 | +35 | +40 | +45 | +50 | +55 |
| <i>Zygosaccharomyces kombuchaensis</i> | - | - | с | + | + | + | ± | с | - | - |
| <i>Gluconacetobacter xylinus</i> | - | с | ± | + | + | + | ± | с | - | - |

Примечание: «+» – активный рост; «±» – менее активный рост; «с» – рост только на 5-6 сутки; «-» – рост полностью отсутствует.

Максимальный рост микроорганизмов консорциума наблюдается при температуре от (25 ± 1) °С до (35 ± 1) °С и содержании редуцирующих веществ в среде от 10 ± 1 до 15 ± 1 %.

Установлена биосовместимость выделенных штаммов (отсутствие антагонистического кольца) (рисунок 3).

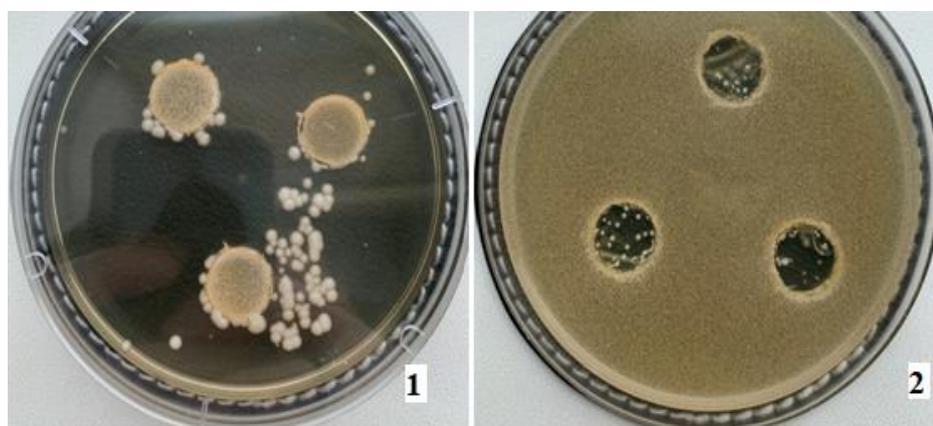


Рисунок 3 – Фотография посевов методом агаровых блоков:
1 – основная культура *Z. kombuchaensis*, добавочная *G. xylinus*;
2 – основная культура *G. xylinus*, добавочная *Z. Kombuchaensis*

Для обоснования целесообразности применения консорциума SCOBY для разработки технологии напитка проведено исследование их выживаемости на экстрактах из виноградных выжимок красных и белых сортов винограда по сравнению со стандартными жидкими средами.

Численность клеток исследуемых микроорганизмов после культивирования на различных средах приведена на рисунке 4.

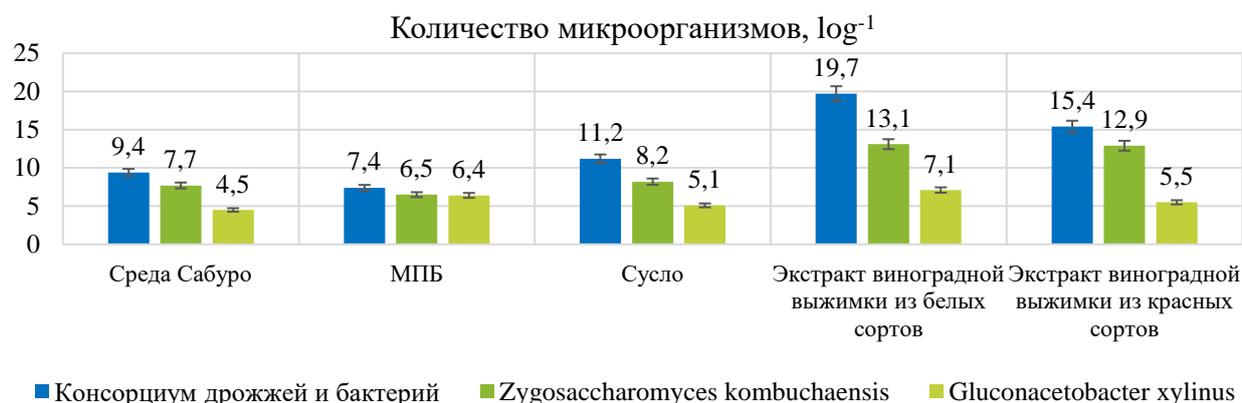


Рисунок 4 – Гистограмма количество микроорганизма через 2 суток культивирования

Исследуемый консорциум показал активный рост на экстракте из выжимок винограда белых сортов, что объясняется высоким содержанием в нем микроэлементов, фенольных соединений и антоцианов. Рост клеток на экстракте из выжимок красных сортов винограда оказался ниже, что связано с более высокой концентрацией дубильных веществ, содержащихся в выжимках из красных сортов винограда. При этом установлено что совместное культивирование бактерий и дрожжей консорциума приводит к более активному росту, чем раздельное. Бактерии выделяют кислоты, создавая оптимальные значения pH для развития дрожжей, а дрожжи обогащают среду витаминами.

Определяли зависимость между содержанием сухих веществ в экстракте, временем и температурой экстрагирования. В качестве независимых переменных были использованы температура экстракции (x_1) в диапазоне от 40 до 80 °C с шагом 10 °C и время экстракции (x_2) в диапазоне от 1 до 5 часов с шагом 1 час. В качестве зависимых переменных использовались массовая доля сухих веществ (y_m), вкус (y_1), цвет (y_2), запах (y_3) и итоговый показатель органолептической оценки (y). Анализ результатов показал прямую пропорциональную зависимость содержания сухих веществ от времени экстракции; в раствор преимущественно переходят красящие вещества

виноградных выжимок, кислоты и сахара. Для каждого выходного показателя y_i получено уравнение зависимостей:

$$y_m(x_1, x_2) = -3,5323 + 0,0934x_1 + 2,0046x_2 - 0,00006x_1^2 - 0,0123x_1x_2 - 0,1014x_2^2$$

$$y_1(x_1, x_2) = -3,0986 + 0,1872x_1 + 1,1671x_2 - 0,0012x_1^2 - 0,0135x_1x_2 - 0,0429x_2^2$$

$$y_2(x_1, x_2) = -6,2871 + 0,2939x_1 + 1,4486x_2 - 0,0019x_1^2 - 0,0205x_1x_2 - 0,0214x_2^2$$

$$y_3(x_1, x_2) = 0,4171 + 0,1036x_1 + 1,0157x_2 - 0,0006x_1^2 - 0,011x_1x_2 - 0,0643x_2^2$$

$$y(x_1, x_2) = -8,9686 + 0,5847x_1 + 3,6314x_2 - 0,0037x_1^2 - 0,045x_1x_2 - 0,1286x_2^2$$

Коэффициенты детерминации (r^2) для полученных моделей регрессии находятся в диапазоне от 0,71 до 0,96. На рисунке 5 приведены 3D диаграммы зависимостей физико-химических показателей экстрактов виноградных выжимок от параметров экстрагирования.

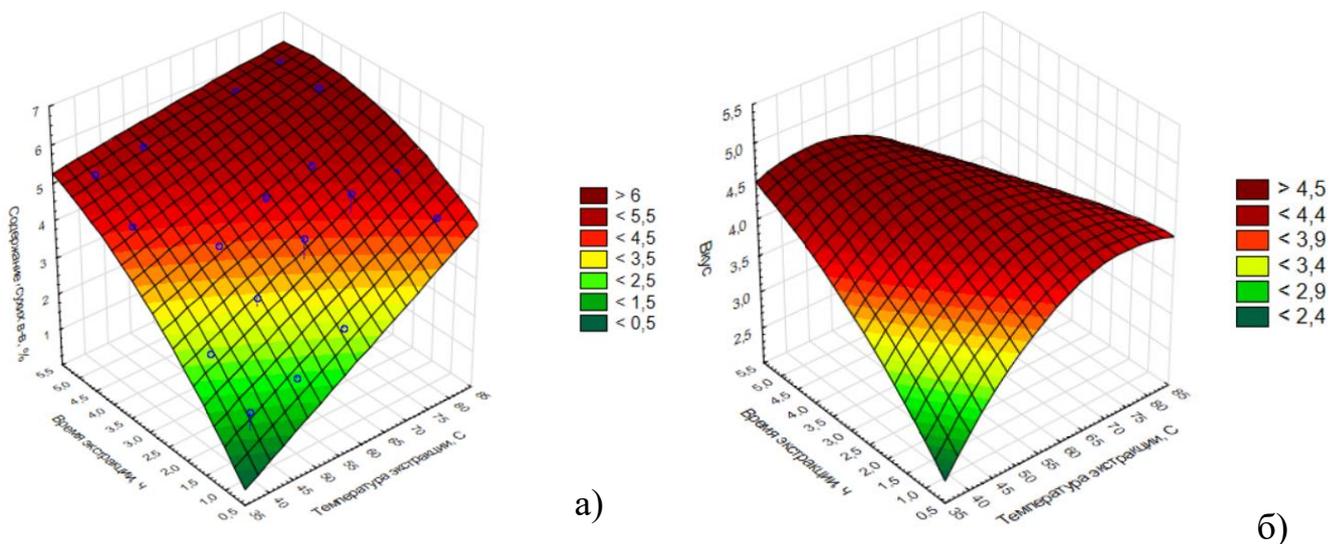


Рисунок 5 – Графики поверхностей, описывающих зависимость от температуры и времени экстракции:

а) содержания сухих веществ; б) балльной оценки вкуса

Установлены оптимальные параметры экстракции – температура 60 °С и время экстракции 2 часа.

Для определения влияния параметров культивирования на скорость размножения бактерий *Z. kombuchaensis* и *G. xylinus* при выращивании на экстракте виноградных выжимок и соответственно рН среды в качестве исходных данных были приняты следующие независимые переменные:

температура культивирования (x_1) в диапазоне от 15 до 45 °С и время культивирования (x_2) в диапазоне от 24 до 120 часов. Выходные переменные концентрация клеток (y_1) и конечная рН среды (y_2).

На рисунке 6 показаны контурные поверхности зависимости рН среды от времени культивирования консорциума, температуры, количества консорциума в экстракте.

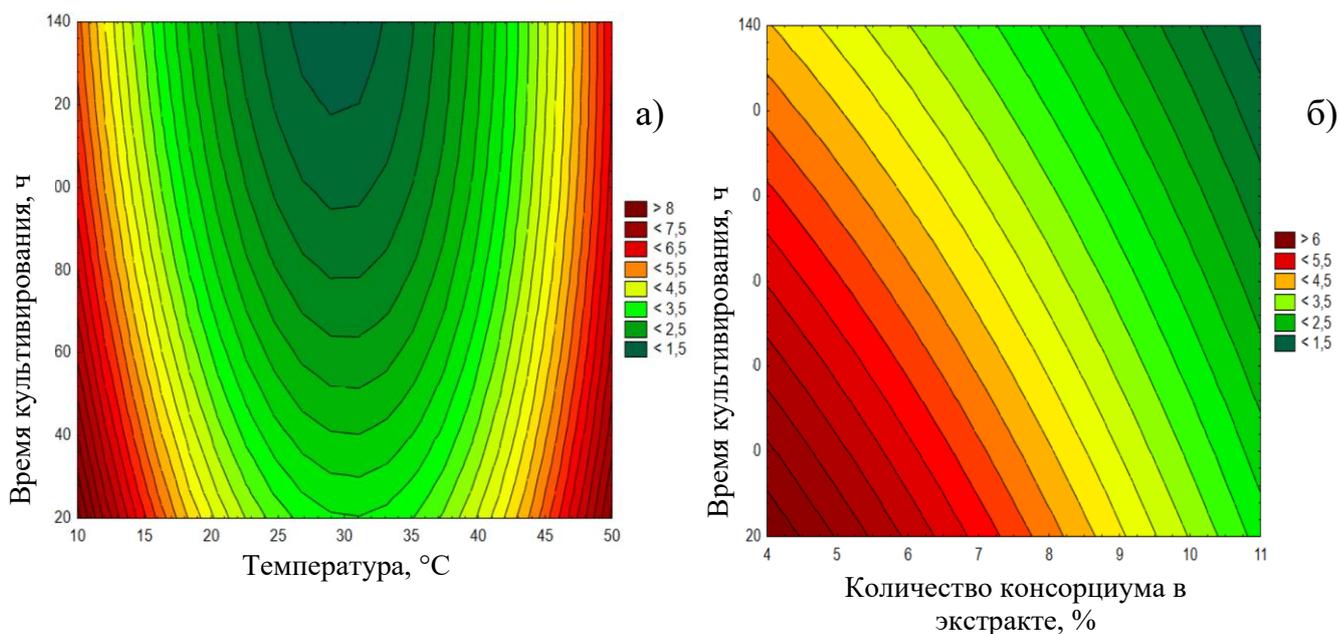


Рисунок 6 – Диаграмма зависимости рН среды времени культивирования консорциума, температуры, количества консорциума в экстракте:

а) температуры; б) количество консорциума в экстракте

Зависимости рН среды от:

- температуры и времени культивирования

$$y(x_1, x_2) = 14,694 - 0,704x_1 - 0,0391x_2 + 0,0114x_1^2 + 0,0002x_1x_2 + 0,0001x_2^2 ;$$

— количество консорциума в экстракте и времени культивирования:

$$y(x_1, x_2) = 9,1547 - 0,4712x_1 - 0,0261x_2 - 0,0067x_1^2 + 0,0011x_1x_2 + 0,000007x_2^2.$$

Определены параметры процессов: экстракция выжимок в течение 2 часов при температуре $+(60 \pm 2)$ °С; ферментация экстракта в течение 24 часов при температуре $+(25 \pm 1)$ °С; соотношение выжимки-вода 1:6; содержание

редуцирующих веществ в экстракте – 10 ± 1 %; количество вносимого консорциума – 10 ± 1 % от общего количества экстракта.

Изменение физико-химических показателей экстракта в процессе ферментации (рис. 7).

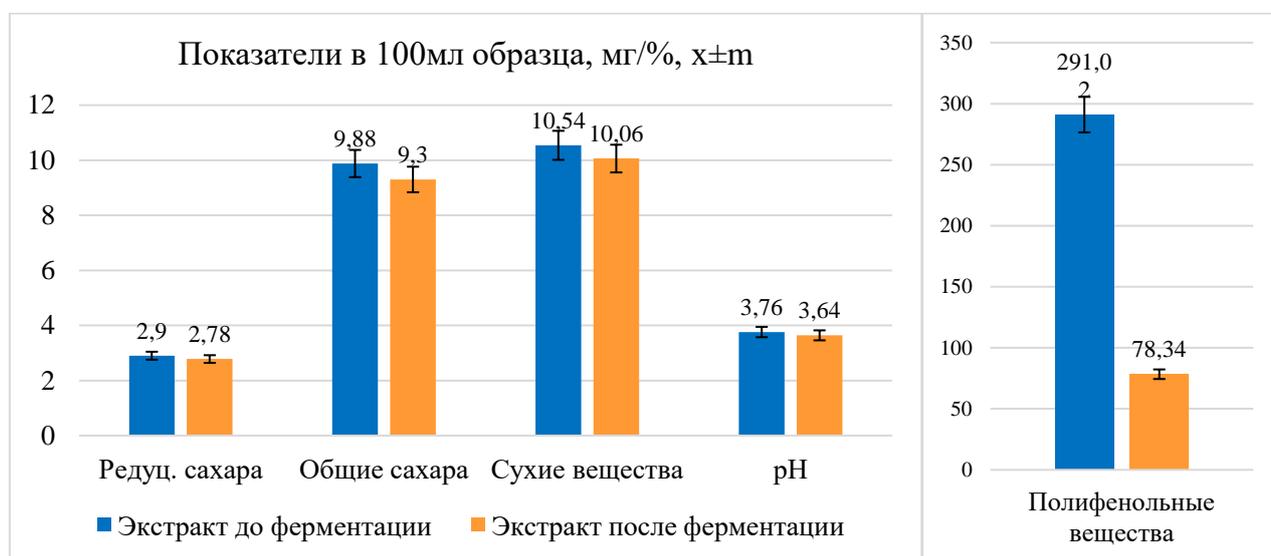


Рисунок 7 – Диаграмма физико-химических показателей экстракта виноградных выжимок до и после ферментации в течение 24 часов при температуре + (25 ± 1) °С, при помощи консорциума SCOBY

Полифенольные вещества являются пребиотиками, их высокое содержание в экстракте обуславливает быстрый рост полезных микроорганизмов консорциума, которые в свою очередь предотвращают размножение негативной патогенной микрофлоры в напитке. При этом наблюдается увеличение содержания ряда БАВ (рис. 8).

Расходуя сахара и полифенольные вещества, как основной источник питания, консорциум в процессе жизнедеятельности производит витамины: дрожжевые клетки – витамины группы В, бактериальные клетки – витамин С. Содержание витамина С увеличивается в 1,49 раза, витаминов В₂ – в 1,12 раз, В₆ – в 1,4 раза, железа в 1,2 раза. В процессе ферментации наблюдается незначительный рост содержания уксусной и янтарной кислот.

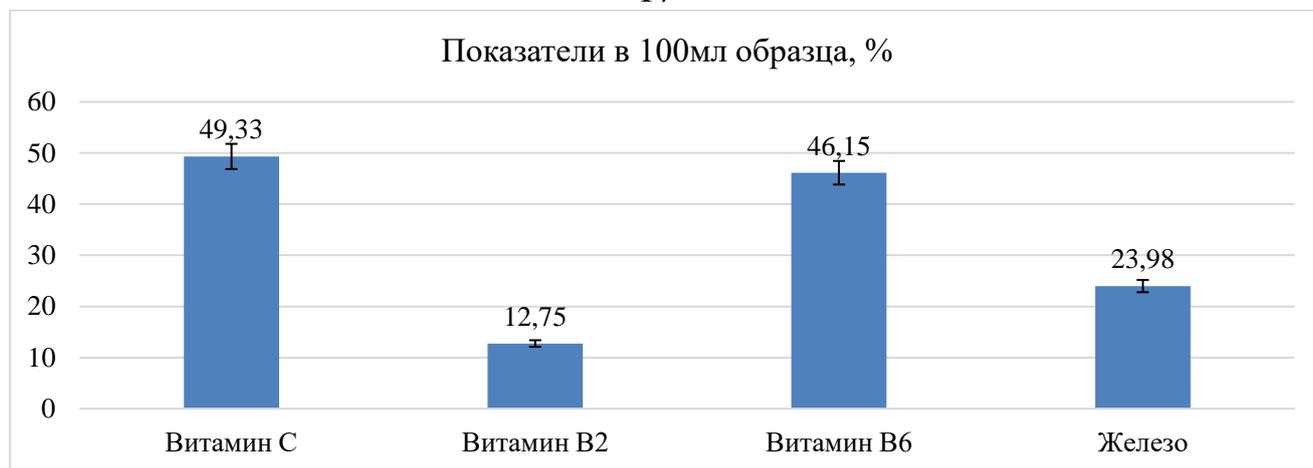


Рисунок 8 – Диаграмма увеличение содержания биологически активных веществ в экстракте виноградных выжимок после ферментации в течение 24 часов при температуре + (25±1) °С, при помощи консорциума SCOBY, %

Составлены рецептурные смеси безалкогольных напитков на основе консорциума дрожжей и бактерий SCOBY и экстракта из виноградных выжимок. Проведена органолептическая оценка полученных образцов, разработана и утверждена рецептура и нормы расхода сырья на 100 дал готового напитка «Тамали-Джаз», таблица 3.

Таблица 3 – Рецептура и нормы расхода на 100 дал готового напитка

| Наименование сырья | Содержание в готовом напитке | | Содержание сухих веществ в сырье | |
|---------------------------------|------------------------------|------------|----------------------------------|--------|
| | ед. изм. | количество | % мас. | кг |
| Экстракт из виноградных выжимок | л | 900,0 | 4,5 | 40,50 |
| Симбиотический консорциум SCOBY | кг | 100,0 | - | - |
| Сахар | кг | 100,0 | 99,85 | 99,85 |
| Итого: | - | 1000,0 | - | 140,35 |

Физико-химические показатели разработанного напитка приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Физико-химические показатели напитка «Тамали-Джаз»

| Наименование показателя | Значение показателя | Требования ГОСТ 28188-2014 |
|--|---------------------|------------------------------|
| | «Тамали-Джаз» | |
| Кислотность, 1,0 моль/дм ³ на 100 см ³ | 0,6±0,3 | в соответствии с рецептурами |
| Объемная доля спирта, % | 0,44 | не более 0,5 |
| Массовая доля сухих веществ, % | 14,0±0,1 | в соответствии с рецептурами |

Микробиологические показатели безопасности и содержание токсичных элементов разработанного напитка соответствуют требованиям ТР ТС 021/2011.

Режимы и сроки хранения: температура от +0 °С до +25 °С, срок годности – не более 180 суток со дня изготовления. Разработаны технические условия «Напиток брожения «Тамали-Джаз»» – ТУ 11.07.19 – 073 – 17021101 – 2022»; технологическая инструкция по производству напитка брожения «Тамали-Джаз»» – ТИ 11.07.19.129 – 073 – 17021101 – 2022.

При потреблении 500 мл напитка «Тамали-Джаз» обеспечивается суточная потребности в компонентах рациона трудоспособного населения (МР 2.3.1.0253-21 - взрослые мужчины и женщины от 18 до 64 лет): 17,8 % – в углеводах, 33,3 % – в пищевых волокнах, более 15 % витаминов В₂, С (таблица 5).

Таблица 5 – Обеспечение суточной потребности в компонентах рациона взрослого трудоспособного населения при потреблении 500 мл напитка

| Компоненты рациона, ед. изм. | Суточная потребность (средние значения) | Обеспечение суточной потребности | | | |
|-------------------------------|---|----------------------------------|-------|----------------------|-------|
| | | «Тамали-Джаз» | | Традиционный напиток | |
| | | Ед. изм. | % | Ед. изм. | % |
| Углеводы, г | 365,0 | 65,0 | 17,8 | 57,2 | 15,7 |
| Пищевые волокна, г | 30,0 | 10,0 | 33,3 | 8,7 | 29,0 |
| Витамины, мг в т.ч. | | | | | |
| С (аскорбиновая кислота) | 60,0 | 10,6 | 17,7 | 6,00 | 10,0 |
| В ₁ (тиамин) | 1,4 | 0,1 | 7,1 | 0,05 | 3,55 |
| В ₂ (рибофлавин) | 1,6 | 0,9 | ≥60 | 0,8 | 55,6 |
| В ₆ (пиридоксин) | 2,0 | 0,2 | 10,0 | 0,1 | 5,0 |
| Энергетическая ценность, ккал | 1800,0 | 320,0 | 17,78 | 274,4 | 15,22 |

В качестве потребительской упаковки для напитка «Тамали-Джаз» была выбрана упаковка в стеклянные бутылки типа Х, XI объемом 500 мл.

На рисунке 9 приведена структурно-функциональная схема производства.

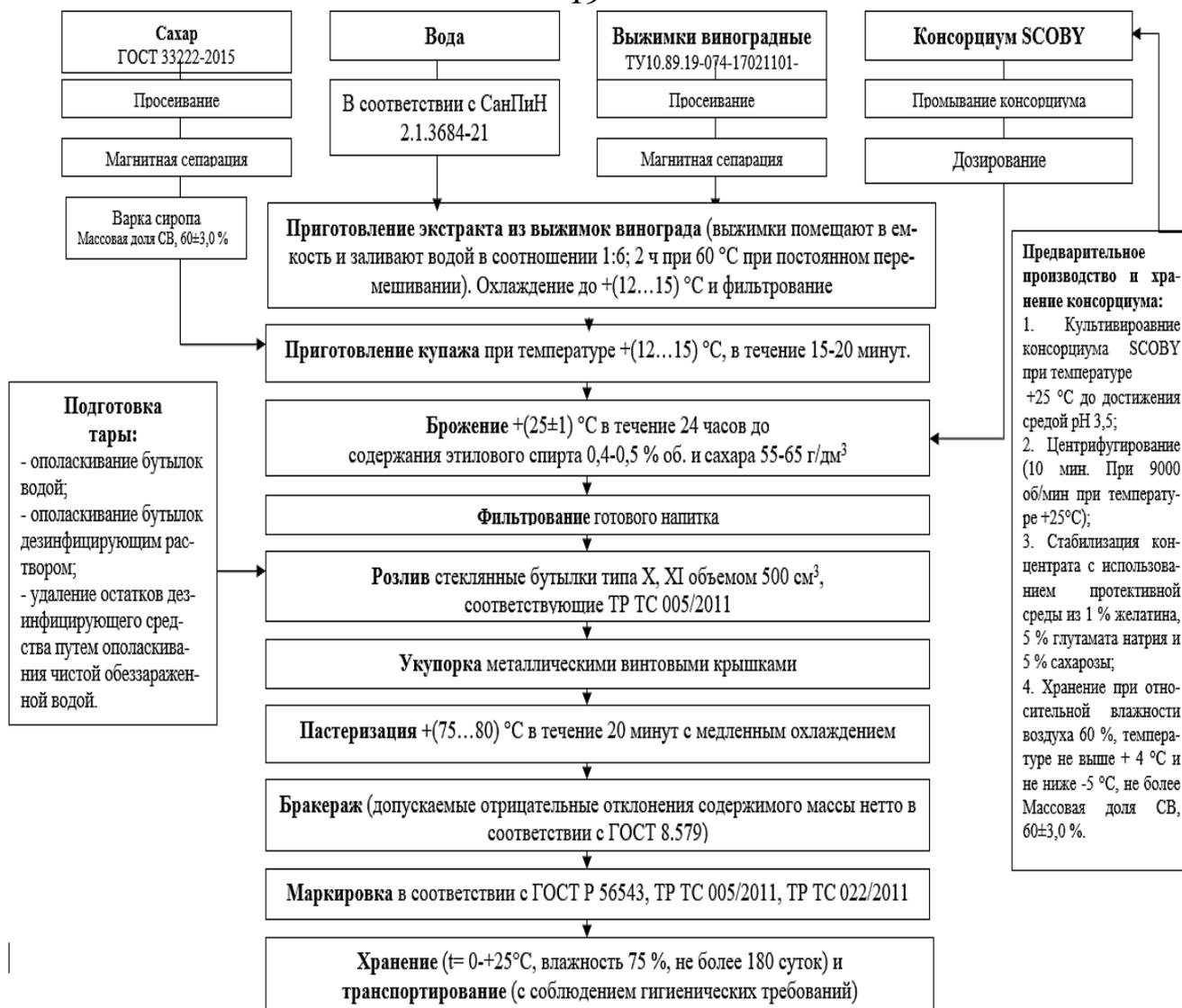


Рисунок 9 – Структурно-функциональная схема производства напитка

В соответствии с результатами продуктового расчета было подобрано технологическое оборудование. Цикл производства напитка брожения составляет 24 часа. Суммарный расход энергии для работы оборудования составляет 140,14 кВт·час /100 дал.

График электрических нагрузок процесса изготовления напитка с учетом мощностей подобранного оборудования представлен на рисунке 10.

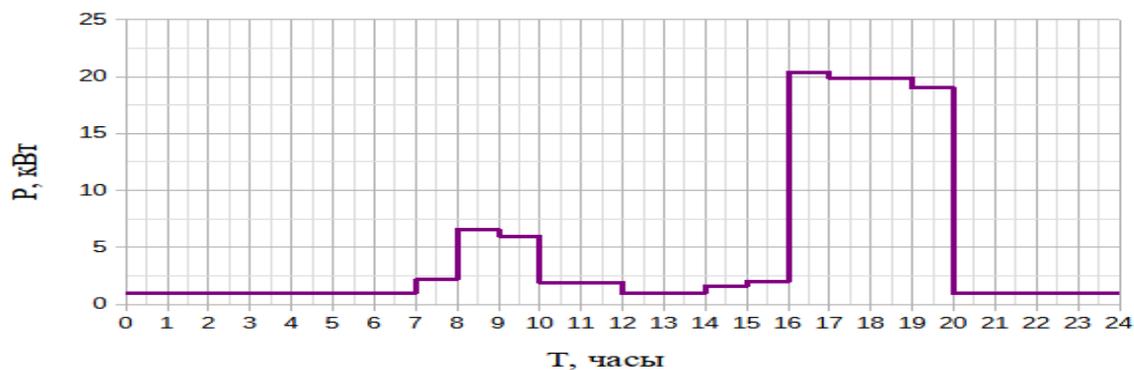


Рисунок 10 – График электрических нагрузок процесса изготовления напитка с учетом мощностей выбранного оборудования

В четвертой главе приведены условия апробации разработанной технологии на предприятии ООО «АНПРИС» (г. Краснодар, Краснодарский край) в соответствии ТУ и ТИ 11.07.19.129 – 073 – 17021101– 2022 напитков «Тамали-Джаз». Проведена оценка экономической эффективности организации нового производства. Определена полная себестоимость производства 100 дал напитка. Для организации производства предусматривается привлечение средств инвестора под 25 % годовых в размере 2000 000 руб. и кредитных средств под 20 % в размере 10000000 руб. Спрогнозированный объем продаж рассматривался с точки зрения объема спроса и производственных возможностей предприятия. Минимальная доходность, проекта 17,50 %. Определен дисконтированный срок окупаемости – 3,69 года.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Итоги выполненного исследования

1. Выделены и классифицированы штаммы культур *Z. kombuchaensis* и *G. xylinus*, перспективные для получения симбиотического консорциума, обоснован способ культивирования. Установлено, что для исследуемых культур является сдерживающим фактором роста является среда с pH 3,5 ; среда с pH 6,5 активно стимулирует рост обеих исследуемых культур; для *Z. kombuchaensis* минимальная температура роста на питательных средах – $t = +15...+20$ °С, максимальная – $t = +45...+50$ °С; для *G. xylinus* минимальная температура роста на питательных средах – $t = +10...+25$ °С, максимальная – $t = +45...+50$ °С;

оптимальное содержание редуцирующих веществ в среде для роста исследуемых культур – 10-12 %. Выделенные чистые культуры являются биосовместимыми.

2. Разработаны математические модели процессов экстракции и ферментирования. На основании установленных взаимосвязей определены оптимальные параметры экстрагирования, обеспечивающие максимальное содержание полифенольных веществ, витаминов В₂, В₆, С – продолжительность 2 ч, температура + (60 ± 3) °С. Оптимальные режимы культивирования консорциума – температура – (25±1) °С, время – 24 часа; соотношение виноградные выжимки-вода – 1:6; содержание редуцирующих веществ – (10±2) %; количество консорциума по отношению к общему количеству сброживаемого экстракта – (10±2) %.

3. Разработаны рецептура и технология напитка на основе консорциума дрожжей и бактерий SCOBY. Разработаны: технические условия «Напиток брожения «Тамали-Джаз»». ТУ 11.07.19 – 073 – 17021101 – 2022»; технологическая инструкция по производству напитка брожения «Тамали-Джаз»» ТИ 11.07.19.129 – 073 – 17021101 – 2022; технические условия ТУ 10.89.19 – 074 – 17021101 – 2022 пищевая добавка «Выжимки виноградные сушеные». Установлено, что обеспечение суточной потребности в компонентах рациона взрослого трудоспособного населения при потреблении 500 мл напитка «Тамали-Джаз» составляет более 33,3 % от суточной потребности – в пищевых волокнах, более 15 % витаминов В₂, С. Потребительские свойства напитка «Тамали-Джаз» соответствуют нормативам, установленным для безалкогольных напитков на растительном сырье.

4. Обоснована структурно-функциональная схема производства, энергоемкость процесса приготовления напитков – 140,14 кВт·ч/100 дал. Оценка экономической эффективности от внедрения и реализации разработанного напитка. Дисконтированный срок окупаемости – 3,69 года. Результат от внедрения разработанной технологии на предприятии ООО «АНПРИС» составил 48664,80 рублей за 100 дал.

Рекомендации производству

Результаты исследований могут быть рекомендованы для предприятий, занимающихся производством безалкогольных напитков, для расширения ассортимента. Консорциум дрожжей и бактерий может быть использован предприятиями, выпускающим безалкогольные напитки, как стартер для процессов ферментации различных растительных экстрактов. Предприятия, занимающиеся переработкой винограда и имеющие выход вторичной продукции в виде несброженных виноградных выжимок, могут использовать их как сырье для сбыта на производства по выпуску безалкогольных напитков.

Перспективы дальнейшей разработки темы

Полученные теоретические и экспериментальные результаты позволяют разрабатывать новые технологии производства и рецептуры безалкогольных напитков брожения на основе консорциумов бактерий и дрожжей. Разработанные компьютерные модели можно применить при моделировании рецептур безалкогольных напитков.

Список работ, опубликованных автором по теме диссертации

- издания, включенные в международные базы Scopus и Wes of Science:

1. **Babakina M.V.** Investigation of the biotechnological properties of *Zygosaccharomyces kombuchaensis* and *Gluconacetobacter xylinus* as promising microorganisms for the production of functional drinks / M.V. Babakina, T.V. Pershakova, M.V. Samoilenko // International Scientific Conference «Biologization of the Intensification Processes in Horticulture and Viticulture» (BIOLOGIZATION 2021). – 2021. – Vol. 34. – P. 06016.

2. **Babakina M.V.** Research of the survival of a consortium of *Zygosaccharomyces kombuchaensis* yeast and *Gluconoacetobacter xylinus* bacteria during frozen storage using various protective media / M.V. Babakina, T.V. Pershakova, M.V. Samoilenko, E.S. Semiryazhko // BIO Web of Conferences: International Scientific Online-Conference «Directed Transformation of Alimentary Raw Materials in the Production of Foodstuffs, Food and Biologically Active Additives, Ensuring Quality Control and Safety» (DTARM 2022). – 2022. – Vol. 46. – P. 01008. DOI: 10.1051/bioconf/20224601008.

- в изданиях из ВАК Минобрнауки РФ:

3. **Бабакина М.В.** Исследование биохимических показателей экстракта из виноградных выжимок в процессе его ферментации с использованием консорциума дрожжей *Zygosaccharomyces kombuchaensis* и бактерий *Gluconacetobacter xylinus* / М.В. Бабакина, Т.В. Першакова, М.В. Самойленко [и др.] // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2023. – № 1 (391). – С. 32-36. DOI: 10.26297/0579-3009.2023.1.3.

4. **Бабакина М.В.** Определение состава протективной среды и режима высушивания для стабилизации консорциума дрожжей *Zygosaccharomyces kombuchaensis* и бактерий *Gluconacetobacter xylinus* / М.В. Бабакина, Т.В. Першакова, М.В. Самойленко // Плодоводство и виноградарство Юга России. – 2022. – № 73 (1). – С. 233-242. DOI: 10.30679/2219-5335-2022-1-73-233-242.

5. Самойленко М.В. Определение оптимальных параметров стабилизации симбиотического консорциума, применяемого для переработки растительного сырья / М.В. Самойленко, **М.В. Бабакина**, А.В. Свердличенко, М.Л. Золотавина // Политематический сетевой электронный научный журнал КубГАУ. – 2021. – № 173. – С. 199-205. DOI: 10.21515/1990-4665-173-014.

6. Першакова Т.В. Современные подходы к биологической трансформации плодово-ягодного сырья / Т.В. Першакова, С.М. Горлов, **М.В. Бабакина** // Политематический сетевой электронный научный журнал КубГАУ. – 2021. – № 167. – С. 199-206. DOI: 10.21515/1990-4665-167-013.

-в прочих изданиях:

7. **Бабакина М.В.** Обоснование выбора микроорганизмов для производства функциональных напитков из продуктов переработки плодово-ягодного сырья / М.В. Бабакина, Т.В. Першакова, А.В. Свердличенко, М.В. Самойленко // Наука, питание и здоровье: сборник научных трудов, Минск, 17 июня 2021 года. Том Часть 2. – Минск: РУП «Издательский дом «Белорусская наука», 2021. – С. 11-17.

8. **Бабакина М.В.** Исследование биотехнологических свойств *Zygosaccharomyces kombuchaensis* и *Gluconacetobacter xylinus* / М.В. Бабакина, Т.В. Першакова, М.В. Самойленко // Сборник тезисов Краевой отчетной конференции грантодержателей Кубанского научного фонда, Сочи, 24–25 июня 2021 года / отв. ред. В.В. Анисимов; Министерство образования, науки и молодежной политики Краснодарского Края; Унитарная некоммерческая организация «Кубанский научный фонд». – Краснодар: УНО «Кубанский научный фонд», 2021. – С. 171-174.

9. Самойленко М.В. Определение биохимических признаков микробиологических культур, входящих в состав консорциума SCOBY / М.В. Самойленко, **М.В. Бабакина**, М.Л. Золотавина // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2021. – № 11-3 (62). – С. 11-14. DOI: 10.24412/2500-1000-2021-11-3-11-14.

10. **Бабакина М.В.** Технология конверсии плодово-ягодного вторичного сырья для производства функционального напитка / М.В. Бабакина, Т. В. Першакова, М.В. Самойленко, Е.С. Семиряжко // Передовые исследования Кубани: Сборник материалов Ежегодной отчетной конференции грантодержателей КНФ, Сочи, 20–22 июня 2022 года. – Краснодар: УНО «Кубанский научный фонд», 2022. – С. 88-94.

11. Самойленко М.В. 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, 01-02 декабря 2022 года. – Краснодар: ФГБНУ «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, 2022. – С. 255-258.

12. Самойленко М.В. Исследование влияния температуры на скорость сбраживания субстрата консорциумом дрожжей и бактерий / М.В. Самойленко, **М.В. Бабакина**, М.Л.

Золотавина // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2022. – № 3-2 (66). – С. 6-8.

13. 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.

14. Иванова Е.А. моделирование процессов экстракции виноградных выжимок / Е.А. Иванова, Т.В. Першакова, **М.В. Бабакина** // Сборник статей I Всероссийской научно-практической конференции обучающихся, преподавателей, практических работников. – Краснодар, 15-25 апреля 2024. – С. 240-244.

- патенты и свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ:

15. Пат. № RU 2783431 С1 Российская Федерация, МПК А23L2/38 Способ приготовления напитка, обладающего биологической активностью// **М.В. Бабакина**, Т. В. Першакова, М.В. Самойленко; патентообладатель ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия». -№2021127909 заявлено 22.09.2021; опубликовано 14.11.2022.

16. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № RU 2021666411 Российская Федерация. Автоматизированный расчет скорости сбраживания субстрата консорциумом дрожжей и бактерий в зависимости от изменения рН среды и содержания редуцирующих сахаров (УМКСбраживание2021)/ **М.В. Бабакина**, М.В. Самойленко, А.В. Свердличенко [и др.]; правообладатель Бабакина М.В. -№ 2021663373: заявлено 25.08.2021; опубликовано 14.10.2021.

Подписано в печать _____

Формат 60 x 84 ^{1/16}

Усл. печ. л. – 1,0. Тираж 100 экз. Заказ №

Издательство «ЭДВИ»

Россия, 350012, г. Краснодар, ул. Лукьяненко, 95/3,

тел./факс: (861)222-01-02, 222-75-55, 220-12-56,

e-mail: info@edvi.ru