

БИОТЕХНОЛОГИИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ, ЛЕКАРСТВЕННЫХ И БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ / BIOTECHNOLOGY OF FOOD PRODUCTS, MEDICINAL AND BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.144.82>

РАЗРАБОТКА ФИТОНАПИТКА НА ОСНОВЕ СУБСТРАТА *MEDUSOMYCES GISEVI*

Научная статья

Елисеева С.А.^{1,*}, Нгуен Т.², Иванченко О.Б.³

¹ORCID : 0000-0003-1051-4016;

²ORCID : 0009-0003-4809-9767;

³ORCID : 0000-0002-1311-1258;

^{1,2,3} Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (sel1847[at]mail.ru)

Аннотация

В статье приведены результаты определения показателей качества исследуемых образцов фитонапитка на основе субстрата *Medusomyces gisevi*, которые различались количеством сухой смеси для субстрата: №1 – 0,2% зеленого чая; №2 – 0,2% травяного настоя «Бруснивер»; №3 – 0,4 % травяного настоя «Бруснивер». В процессе брожения субстрата во всех образцах содержание витамина С увеличилось за счет метаболизма *Gluconobacter*. Наибольшее содержание витамина С зафиксировано на 7 день культивирования во всех образцах, при этом образец №3 имел более высокое содержание витамина С (0,616 мг/мл), чем образцы №2 (0,52 мг/мл) и №1 (0,44 мг/мл). Содержание фенольных соединений и антиоксидантов увеличились и достигли максимального значения через 7 суток. Образец №3 показал самое высокое суммарное содержание антиоксидантов (24,63 мг/г), что на 40% выше, чем у образца №1 (14,93 мг/г). На 7 сутки у образца №3 отметили наибольшее значение полифенолов (0,207 мг/мл) по сравнению с образцами №2 – 0,201 мг/мл и №1 (0,198 мг/мл). Расширение ассортимента напитков брожения с функциональными свойствами на основе чайного гриба с использованием субстратов из лечебного растительного сырья для жизнедеятельности консорциума бактерий и дрожжей зооглеи *Medusomyces gisevi* стимулирует исследование динамики биотехнологических процессов синтеза функциональных пищевых ингредиентов.

Ключевые слова: комбуча, травяной настой, витамин С, фенольные соединения, антиоксидантная активность.

DEVELOPMENT OF A PHYTONUTRIENT BASED ON *MEDUSOMYCES GISEVI* SUBSTRATE

Research article

Eliseeva S.A.^{1,*}, Nguyen T.², Ivanchenko O.B.³

¹ORCID : 0000-0003-1051-4016;

²ORCID : 0009-0003-4809-9767;

³ORCID : 0000-0002-1311-1258;

^{1,2,3} Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University, Saint-Petersburg, Russian Federation

* Corresponding author (sel1847[at]mail.ru)

Abstract

The article presents the results of determining the quality indicators of the studied samples of phytonapik based on the substrate *Medusomyces gisevi*, which differed in the amount of dry mixture for the substrate: No.1 – 0.2% green tea; No.2 – 0.2% herbal infusion ‘Brusniver’; No.3 – 0.4% herbal infusion ‘Brusniver’. In the process of substrate fermentation in all samples, the vitamin C content increased due to *Gluconobacter* metabolism. The highest vitamin C content was recorded on day 7 of cultivation in all samples, with sample 3 having a higher vitamin C content (0.616 mg/ml) than samples 2 (0.52 mg/ml) and 1 (0.44 mg/ml). The contents of phenolic compounds and antioxidants increased and reached the maximum value after 7 days. Sample #3 showed the highest total antioxidant content (24.63 mg/g), which was 40% higher than sample #1 (14.93 mg/g). At 7 days, sample #3 showed the highest value of polyphenols (0.207 mg/ml) compared to samples #2 – 0.201 mg/ml and #1 (0.198 mg/ml). Expansion of the range of fermentation drinks with functional properties based on tea mushroom using substrates from medicinal plant raw materials for the life activity of a consortium of bacteria and yeast zooglea *Medusomyces gisevi* stimulates the study of the dynamics of biotechnological processes of synthesis of functional food ingredients.

Keywords: kombucha, herbal infusion, vitamin C, phenolic compounds, antioxidant activity.

Введение

Современная наука о питании вступила в новый этап развития, о чем свидетельствует рост биотехнологических разработок пищевых продуктов с направленным воздействием на метаболическую активность организма человека с учетом антропологических, биохимических показателей и гастрономических предпочтений индивидуума. Так, в последние годы в пищевой биотехнологии развивается тенденция на создание продуктов питания с микробиомкорректирующими свойствами [1], [2].

Растет популярность пищевых продуктов, полученных биотехнологическими способами, например, обогащенных пробиотиками напитков, среди спортсменов [3], заварочных смесей травяных напитков для здорового питания [4], [5], напитков брожения на основе культуры чайного гриба. Продовольственный рынок заметно расширяется за счет

развития ассортимента безалкогольных напитков, содержащих функциональные пищевые ингредиенты (витамины, минеральные вещества, антиоксиданты и др.). К данной группе относятся напитки на основе культуральной жидкости чайного гриба или комбучи [6].

Чайный гриб, реже – японский или маньчжурский гриб – это термины, обобщающие название симбиотической культуры микроорганизмов, результатом жизнедеятельности которых и является напиток, иногда называемый «чайный квас». В научной литературе для названия культуры чайного гриба используются термины: *Medusomyces gisevii lindau* или *Medusomyces gisevii* [7]. На современном рынке используется его торговое название «комбуча» [8].

В научной литературе приводятся данные, подтверждающие лечебно-профилактическое действие чайного гриба благодаря противомикробному, антиоксидантному, антиканцерогенному, противодиабетическому, энергетическому и иммуностимулирующему эффекту [9]. Благоприятное воздействие чайного гриба объясняется наличием уксуснокислых и молочнокислых бактерий с пробиотическими свойствами и биоактивных компонентов, образующихся во время ферментации, в том числе, антибиотиков, аминокислот, полифенолов чайного листа различной степени ферментации, сахаров, органических кислот, этанола, водорастворимых витаминов и различных микроэлементов. Напитки с использованием чайного гриба содержат биологически активные соединения основного компонента для получения субстрата (чайный лист, соки овощей и фруктов, травяные сборы и др.): минералы (кальций, магний, калий, марганец, железо, никель, медь, цинк, кобальт, хром, фтора и др.), витамины (Е, К, группы В), аминокислоты (особенно теанин, производное глутамина), а также другие соединения, образующиеся в результате метаболических реакций, сопровождающих инкубационный период ферментации субстрата. При окислении полифенольных соединений растений образуются катехины, флавоноиды и другие биологически активные соединения [10].

Напитки с использованием *Medusomyces gisevii* относятся к безалкогольным или слабоалкогольным напиткам с объемной долей этанола не более 1,2%, полученный в результате сбраживания начального питательного субстрата консорциумом микроорганизмов, который называют SCOBY (*Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast*). Составными частями *Medusomyces gisevii* являются культуральная жидкость, зооглея, мезоглея и осадок. Продукт культивирования чайного гриба представляет собой гелеобразную целлюлозную пленку (зооглею), содержащую различные семейства дрожжей и бактерий. Роды дрожжей SCOBY включают: *Brettanomyces/Dekkera*, *Kloeckera/Hanseniaspora*, *Kluyveromyces*, *Picilia*, *Candida*, *Saccharomyces*, *Saccharomycoides*, *Zygosaccharomyces*, *Torulaspora*, *Schizosaccharomyces*. К основным видам бактерий относятся: *Acetobacter* и *Gluconobacter* [10].

В качестве субстрата традиционно используют водный экстракт черного, белого и зеленого чая с концентрацией сахарозы до 10%. С целью расширения ассортимента и для повышения конкурентоспособности производители активно экспериментируют с различными видами растительного сырья, в том числе, с кофе, ароматизированными сортами чая и дикорастущим растительным сырьем. Субстрат готовят на основе фруктовых и ягодных настоев и отваров, экстрактов из альтернативных сахаристых ингредиентов, тизанов (травяных чаев или настоев). Встречаются данные, свидетельствующие об удачных попытках добавления в базовый субстрат морковного, тыквенного, спаржевого соков, настоя чёрного чеснока и др. [11], [12].

Пропорции чайного листа и сахара, продолжительность и температура ферментирования, используемые при производстве чайного гриба, могут варьироваться в зависимости от региона или предпочтений потребителей. Традиционно для приготовления напитка из чайного гриба готовят настой чайного листа и добавляют сахарозу для получения питательного субстрата. В табл. 1 приведены концентрации чайного листа и сахара, указанные в ряде источников.

Таблица 1 - Массовая доля чайного листа и сахара к общему содержанию жидкости

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.144.82.1>

Количество чайного листа, %	Сахароза, %	Автор, год публикации
0,6	7	Goh et al., 2012 [13]
0,4	7	Ahmed et al., 2020 [14]
0,5 - 0,7	5 - 20	Antolak et al., 2021 [15]

Процесс культивирования субстрата может длиться от 5 до 20 дней, в зависимости от требуемых органолептических свойств готового напитка. В большинстве случаев кисло-сладкий напиток с выраженными вкусовыми характеристиками готов к употреблению через 7-10 суток ферментации. Ключевыми биотехнологическими параметрами, определяющими физико-химические и органолептические свойства напитка, в том числе, содержание этанола, являются: химический состав растительного сырья для приготовления питательного субстрата, содержание сахарозы, количество и состав колоний SCOBY, температура и продолжительность культивирования напитка, скорость накопления продуцентов и др. [10]. Сочетанное действие субстрата и SCOBY имеет важное значение для поддержания метаболизма в культивируемом продукте.

Функциональный эффект напитков на основе чайного гриба объясняется взаимодействием микроорганизмов с фенольными соединениями в составе чая с образованием продуцентов, многие из которых еще полностью не идентифицированы [16]. Бесспорно, что ферментация питательных субстратов консорциумом чайного гриба имеет тенденцию увеличивать биоактивный потенциал функциональных ингредиентов растительного сырья и способствовать синергизму между метаболитами культивирования и микроорганизмами [17].

Следует отметить, что несмотря на рост публикаций, связанных с напитками на основе комбучи, информация о влиянии биохимического состава растительной основы для приготовления питательного субстрата на формирование биотехнологического потенциала напитков, в том числе, синтеза биологически активных соединений с функциональными свойствами, достаточна противоречива. Среди определяемых показателей качества редко встречаются данные исследований содержания биологически активных соединений, в том числе, витаминов, фенольных соединений, суммарного содержания антиоксидантов.

Цель работы – определение биотехнологических параметров качества для обоснования рецептуры и технологии напитка брожения на основе культуральной жидкости чайного гриба *Medusomyces gisevi* с использованием травяного настоя «Бруснивер».

В соответствии с поставленной целью были сформулированы следующие задачи:

- оценить органолептические показатели напитка брожения на основе травяного настоя «Бруснивер»;
- оценить влияние питательного субстрата на основе травяного настоя «Бруснивер» на содержание витамина С, фенольных соединений, суммарной антиоксидантной активности;
- разработать технологическое решение по приготовлению напитка брожения.

Объекты и методы исследования

В качестве объектов исследования использовали: биопленку чайного гриба *Medusomyces gisevi*, напиток брожения на основе культуральной жидкости чайного гриба в качестве контрольного образца (субстрат из зеленого чая (0,2%) с сахарозой (8%), образцы напитка брожения с содержанием травяного настоя «Бруснивер» от 0,2 до 0,4% с разными периодами культивирования. Изучали следующие образцы: №1 – культуральная жидкость на основе зеленого чая (0,2 %); образцы №2 и №3 – культуральные жидкости на основе травяного сбора «Бруснивер» (0,2 и 0,4% соответственно). Ферментирование образцов проводили в течение 14 суток при температуре 24 ± 2 °С.

Для приготовления питательного субстрата (чайно-сахарного раствора) использовали:

- «Чайный гриб–комбуча», изготовитель: «Здоровеево» по ТУ 10.89.19–001–0149984421 – 2019;
- вода питьевая, подготовленная, соответствующая требованиям СанПиН 2.1.3684-21;
- сахар-песок нерафинированный, производитель ООО «Русагро-Тамбов» по ГОСТ 33222-2015 Сахар белый.

Технические условия;

- лекарственный сбор «Бруснивер» (Фармацвет, ОАО Красногорсклексредства, Россия), включающий лист брусники 50%, траву зверобоя 20 %, плоды шиповника 20%, траву череды 10%. Номер регистрационного удостоверения ЛС-001483.

Суммарное количество фенольных соединений определяли спектрофотометрическим методом с применением реактива Фолина-Дениса. Для определения содержания витамина С использовали общепринятую методику с раствором 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия согласно ГОСТ 24556 «Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения витамина С». Суммарное содержание антиоксидантов определяли с помощью электрохимического метода кулонометрического титрования на серийном кулонометре «Эксперт-006-антиоксиданты» по МВИ.01-44538054-07 (ТУ 4215–003–41541647–98. Аналитический кулонометр «Эксперт-006». Технические условия). Статистический анализ проводился с использованием программы Microsoft Excel 2017.

В настоящее время на территории Российской Федерации отсутствует нормативный документ с требованиями к органолептическим, физико-химическим и микробиологическим показателям качества напитков на основе культуральной жидкости чайного гриба. Авторы в качестве базового регламента использовали ГОСТ 31494-2012 Квасы. Общие технические условия.

Исследуемые образцы могут быть идентифицированы в соответствии с категорией нефилтрованных и неосветлённых квасов, так как они не подвергались осветлению, фильтрации и сепарированию.

Основные результаты и их обсуждение

3.1. Определение органолептических показателей

Сравнительная характеристика параметров исследуемых образцов проводилась путём сравнения с требованиями, указанными в ГОСТ 31494-2012. Результаты зарегистрированы в табл. 2.

Таблица 2 - Сравнительная характеристика органолептических показателей исследуемых образцов

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.144.82.2>

Показатель	ГОСТ 31494-2012	Образец №1	Образец №2	Образец №3
Внешний вид	Непрозрачная пенящаяся жидкость. Допускается осадок, обусловленный особенностями используемого сырья, без посторонних включений, не свойственных продукту	Мутноватая жидкость, с небольшим осадком	Мутноватая жидкость, с небольшим осадком	Мутноватая жидкость, с небольшим осадком
Цвет	Характерный для используемого растительного сырья	Светло-жёлтый, характерный заваренного зелёного чая	Ярко-жёлтый, характерный заваренного сбора чая	Янтарный, характерный заваренного сбора чая
Аромат	Приятный аромат со слабовыраженным уксусным запахом	Приятный аромат со слабовыраженным уксусным запахом	Приятный травяной аромат со слабовыраженным уксусным запахом	Приятный травяной аромат со слабовыраженным уксусным запахом, более насыщенный чем образец №1 и образец №2
Вкус	Кисло-сладкий вкус, небольшая степень газации	Кисло-сладкий вкус, небольшая степень газации	Кисло-сладкий вкус, небольшая степень газации, менее кислый чем образец №1	Кисло-сладкий вкус, небольшая степень газации, менее кислый чем образец №1

Органолептическая оценка исследуемых образцов проводилась по пятибалльной системе, рис. 1. Оценивали внешний вид, прозрачность, цвет, аромат, вкус. Практически по всем органолептическим показателям образец №3 превосходит образец №2 и образец №1.

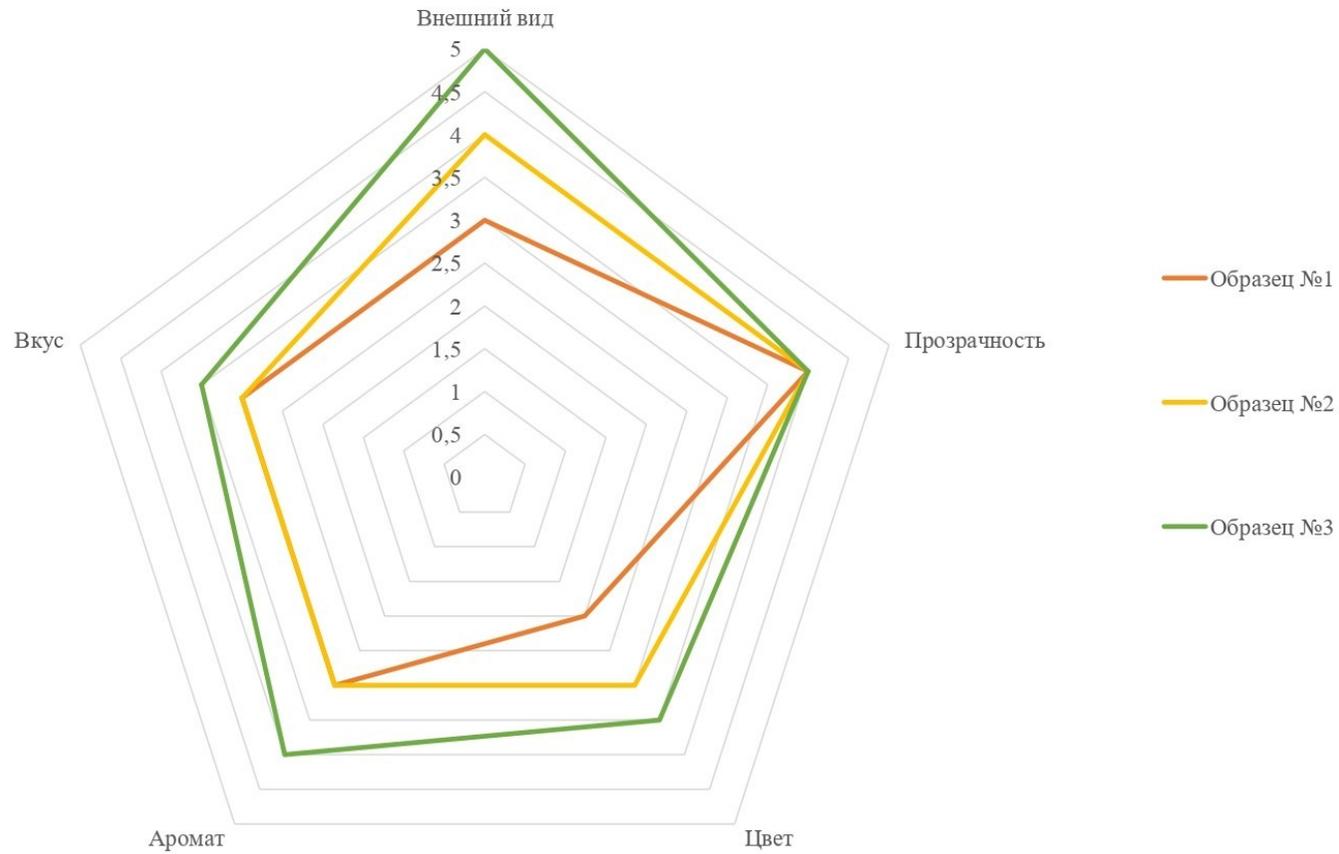


Рисунок 1 - Органолептическая оценка исследуемых образцов
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.144.82.3>

3.2. Определение фенольных соединений

Данные, представленные на рис. 2, показали, что суммарное содержание антиоксидантов в образцах увеличивалось со временем культивирования и достигло максимальных значений через 7 суток.

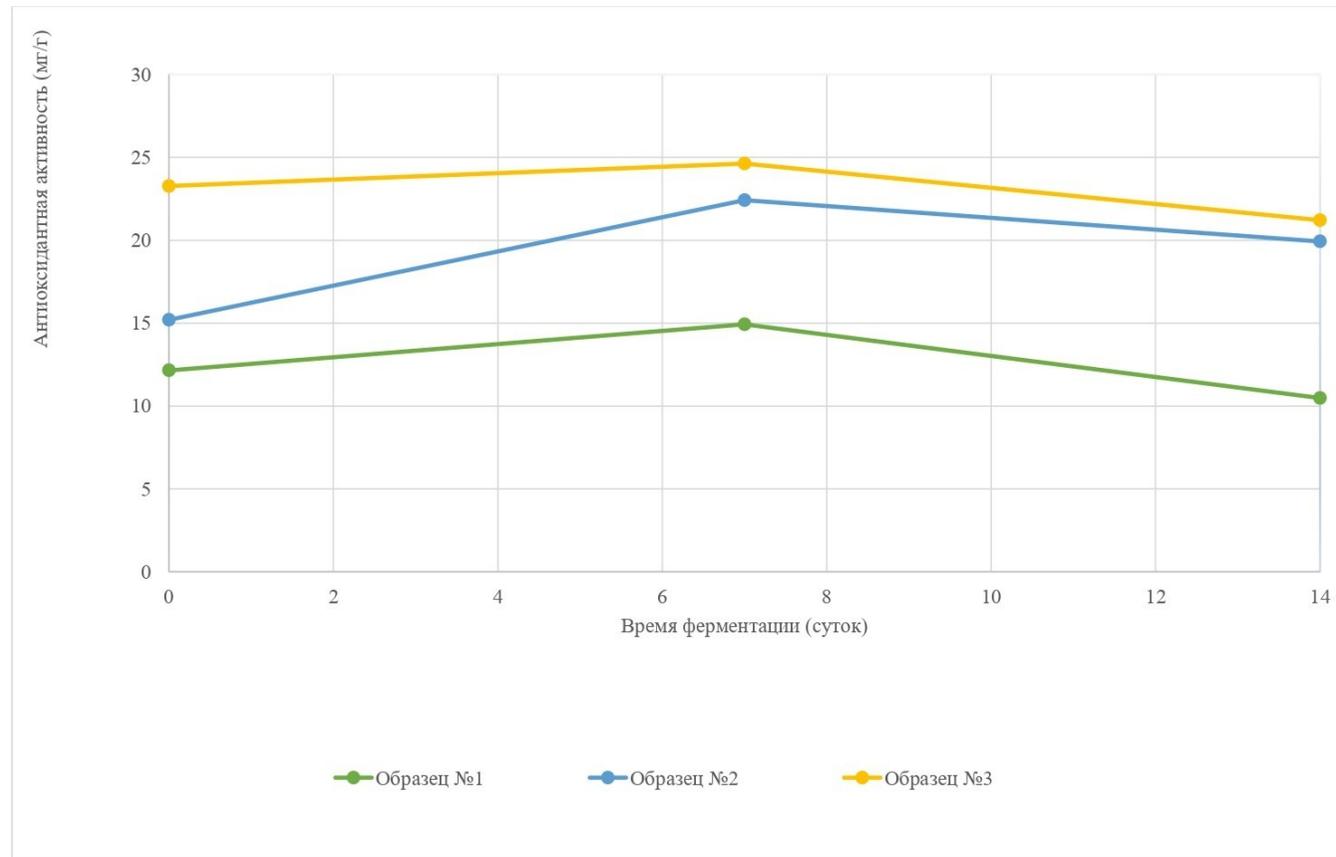


Рисунок 2 - Динамика антиоксидантной активности при разных периодах ферментации
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.144.82.4>

Полученные результаты согласуются с данными Amarasinghe et al. [18], свидетельствующими о повышении антиоксидантной активности чайного гриба в зависимости от периода ферментации. Образец №3 продемонстрировал самую высокую антиоксидантную активность 24,63 мг/г (после 7 суток ферментации), что примерно на 40% выше, чем у образца №1 (14,93 мг/г).

На рис. 3 показано, что общее количество фенольных соединений повысилось с течением процесса ферментации и достигло максимума после 7 суток, наибольшее значение определено в образце №3 (0,207 мг/мл), немного меньше в образце №2 (0,201 мг/мл), и самое низкое – в образце №1 (0,198 мг/мл).

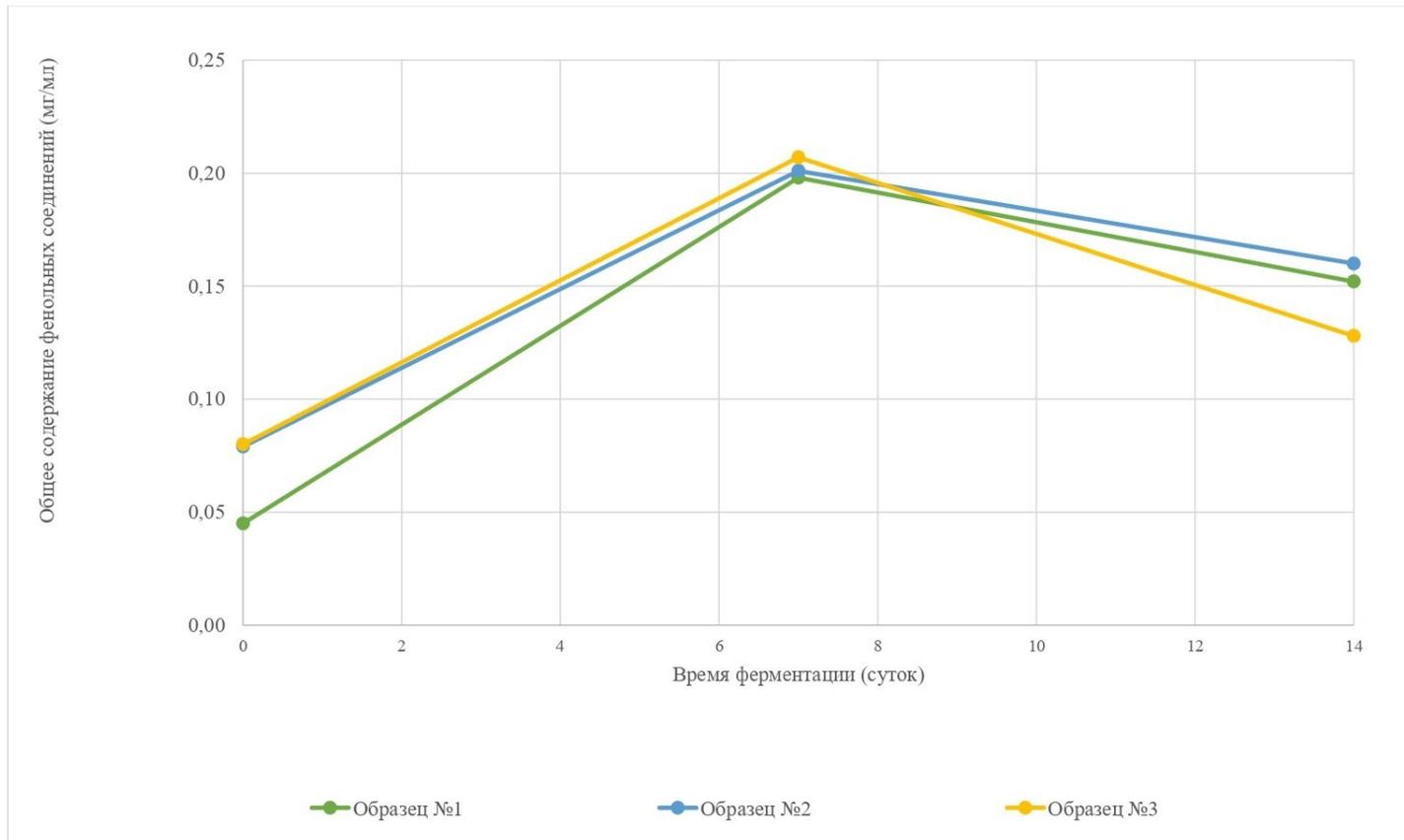


Рисунок 3 - Динамика содержания фенольных соединений при разных периодах ферментации
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.144.82.5>

Это можно объяснить тем, что травяной сбор (плоды шиповника, трава зверобоя, череды и листья брусники) содержит разнообразные фенольные соединения, органические кислоты, витамины, усиливающие антиоксидантные свойства образцов №2 и №3 по сравнению с зеленым чаем. Физиологическое действие напитков на основе чайного гриба, связанное с облегчением воспалительных процессов, в том числе, артритов, профилактикой онкологических заболеваний и повышением иммунитета, может быть связано с их антиоксидантной активностью, и эти эффекты объясняются наличием полифенолов, а также ряда органических кислот, образующихся в ходе ферментации [19]. Кроме этого, авторы установили, что антиоксидантная активность и фенольные соединения постепенно увеличиваются со временем ферментации, фенольные соединения считаются антиоксидантами высокого уровня из-за их способности нейтрализовать свободные радикалы и активные формы кислорода [20].

3.3. Определение витамина С

В процессе ферментации содержание витаминов увеличивается в результате метаболической активности как уксуснокислых, так молочнокислых бактерий и дрожжей. В чайном грибе штаммы *Gluconobacter* способны продуцировать витамин С (L-аскорбиновую кислоту) из D-сорбита, который в свою очередь, синтезируется из глюкозы [21]. Как видно из рис. 4 наблюдается увеличение содержания витамина С к 7 суткам ферментации, все образцы накапливали максимальное количество витамина С в порядке убывания: образец №3 (0,62 мг/мл) > образец №2 (0,52 мг/мл) > образец №1 (0,44 мг/мл).

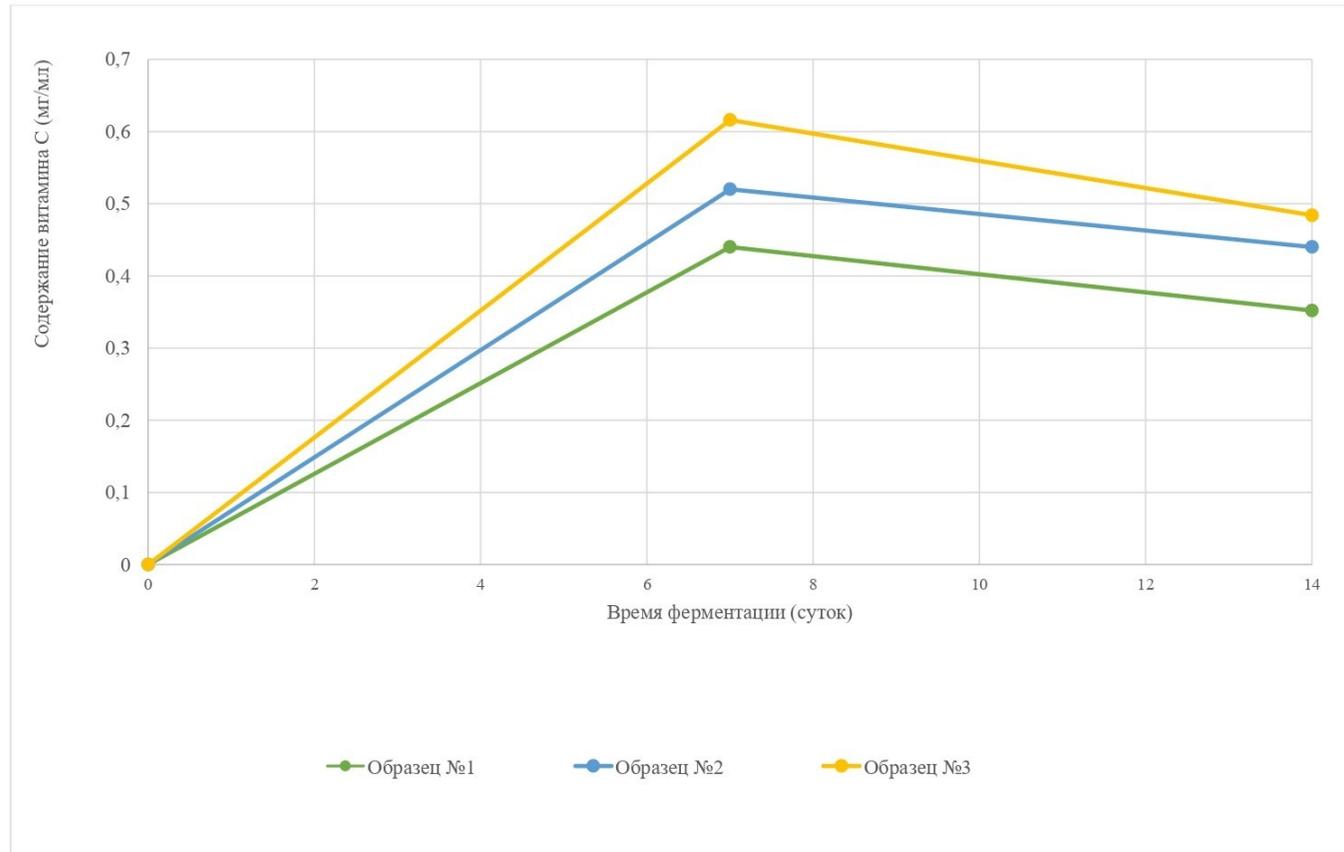


Рисунок 4 - Динамика содержания витамина С в образцах при разных периодах ферментации
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.144.82.6>

Несмотря на то, что длительное время ферментации чайного гриба может привести к накоплению антиоксидантов, увеличение продолжительности процесса не рекомендуется из-за образования потенциально вредных уровней органических кислот, таких как глюконовая. Nummer (2013) рекомендует период ферментации ограничить десятью сутками [22].

Заключение

В результате выполненных исследований определили, что образцы напитков брожения на основе субстрата из травяного сбора «Бруснивер» оказались эффективнее по динамике синтеза биологически активных соединений (витамин С и полифенольные соединения) по сравнению с образцами с использованием субстрата на основе зелёного чая. Опытные образцы обладали более высоким суммарным содержанием антиоксидантов. Оптимальное количество времени, требуемое для получения напитка, составило 7 суток при температуре культивирования 22 ± 2 °С. На основе полученных показателей разработана рецептура фитонапитка. Рекомендуемая доза сбора «Бруснивер» составляет 0,4% и сахарозы 8%. Органолептическая оценка напитка Комбучи на основе настоя травяного сбора «Бруснивер» свидетельствует о качественном продукте, обладающим новыми, уникальными вкусовыми и функциональными характеристиками, что стоит на первом месте у многих потребителей при выборе продукции.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

1. Bazarnova J. Metabiotics in molecular nutrition: history and practice / J. Bazarnova, S. Eliseeva, N. Zhilinskaya [et al.] // In Proceedings of the E3S Web of Conferences. — 2020. — V.161 — p. 27-28. — DOI: 10.1051/e3sconf/202016102005.
2. Кароматов И.Д. Лечебные свойства чайного гриба / И.Д. Кароматов, Каххорова Сохиба Ихтиёр Кизи // Биология и интегративная медицина. — 2018. — №1. — С. 381-394.
3. Гаврилова Н.Б. Научно-экспериментальное обоснование рецептуры специализированного продукта для питания спортсменов, обогащенного пробиотическими микроорганизмами / Н.Б. Гаврилова, М.П. Щетинин, Н.Л. Чернопольская // Вопросы питания. — 2018. — №3. — С. 22-28. — DOI: 10.24411/0042-8833-2017-00072.
4. Иринаева О.И. Изучение биохимического состава и лечебных свойств растения кипрей узколистный (иван-чай) / О.И. Иринаева, С.А. Елисеева // Ползуновский вестник. — 2021. — №2. — С. 44-54. — DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2021.02.006.
5. Иванченко О.Б. Использование лекарственных трав в технологии темных элей / О.Б. Иванченко, М.М. Данина // Вестник Международной академии холода. — 2018. — №1 — С. 11-18.
6. Фролова Ю.В. Российский рынок ферментированных напитков на основе чайного гриба / Ю.В. Фролова // Вопросы питания. — 2022. — №14 — С. 115-118.
7. Rogozhin V.V. Medusomyces gisevii: structure, function and use / V.V. Rogozhin, U.V. Rogozhin // Proceedings of Universities. Applied Chemistry and Biotechnology. — 2017. — V.7 — p. 24-35. — DOI: 10.21285/2227-2925-2017-7-4-24-35.
8. Coelho R.M.D. Kombucha: Review / R.M.D. Coelho, A.L. de Almeida, R.Q.G. do Amaral [et al.] // International Journal of Gastronomy and Food Science. — 2020. — V. 22. — p. 100272. — DOI: 10.1016/j.ijgfs.2020.100272.
9. Даниелян Л.Т. Чайный гриб и его биологические особенности: монография / Л.Т. Даниелян. — М.: Медицина, 2005. — 176 с.
10. Villarreal-Soto S.A. Understanding Kombucha Tea Fermentation: A Review / S.A. Villarreal-Soto, S. Beaufort, J. Bouajila [et al.] // Journal of Food Science. — 2018. — №3. — p. 580-588. — DOI: 10.1111/1750-3841.14068.
11. Редзепи Р. Гид по ферментации Нома / Р. Редзепи, Д. Зильбер. — Изд-во КоЛибри, 2022. — 456 с.
12. Шевцова Т.В. Анализ качества ферментированных напитков с внесением соков из плодовоягодного сырья / Т.В. Шевцова, Е.П. Каменская // Технологии и оборудование химической, биотехнологической и пищевой промышленности: сб. Тр. — Барнаул: Издательство Алтайского государственного технического университета имени И.И. Ползунова. — 2021. — С. 385-388

Список литературы на английском языке / References in English

1. Bazarnova J. Metabiotics in molecular nutrition: history and practice / J. Bazarnova, S. Eliseeva, N. Zhilinskaya [et al.] // In Proceedings of the E3S Web of Conferences. — 2020. — V.161 — p. 27-28. — DOI: 10.1051/e3sconf/202016102005.
2. Karomatov I.D. Lechebnye svoystva chajnogo griba [Medicinal properties of kombucha] / I.D. Karomatov, Kahkhorova Sohiba Ihtiyor Kizi // Biologiya i integrativnaya medicina [Biology and integrative medicine]. — 2018. — №1. — P. 381-394 [in Russian].

3. Gavrilova N.B. Nauchno-eksperimental'noe obosnovanie receptury specializirovannogo produkta dlya pitaniya sportsmenov, obogashchennogo probioticheskimi mikroorganizmami [Scientific and experimental substantiation of the formulation of a specialized product for athletes' nutrition enriched with probiotic microorganisms] / N.B. Gavrilova, M.P. SHCHetinin, N.L. CHernopol'skaya // Voprosy pitaniya [Nutrition issues]. — 2018. — №3. — P. 22-28. — DOI: 10.24411/0042-8833-2017-00072 [in Russian].
4. Irinina O.I. Izuchenie biokhimicheskogo sostava i lechebnyh svojstv rasteniya kiprej uzkolistnyj (ivan-chaj) [Study of the biochemical composition and medicinal properties of the narrow-leaved cypress plant (ivan tea)] / O.I. Irinina, S.A. Eliseeva // Polzunovskij vestnik [Polzunovsky bulletin]. — 2021. — №2. — P. 44-54. — DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2021.02.006 [in Russian].
5. Ivanchenko O.B. Ispol'zovanie lekarstvennyh trav v tekhnologii temnyh elej [The use of medicinal herbs in the technology of dark fir trees] / O.B. Ivanchenko, M.M. Danina // Vestnik Mezhdunarodnoj akademii holoda [The use of medicinal herbs in the technology of growing dark spruce]. — 2018. — №1 — P. 11-18 [in Russian].
6. Frolova YU.V. Rossijskij rynek fermentirovannyh napitkov na osnove chajnogo griba [The Russian market of fermented kombucha-based beverages] / YU.V. Frolova // Voprosy pitaniya [Nutrition issues]. — 2022. — №14 — P. 115-118 [in Russian].
7. Rogozhin V.V. Medusomyces gisevii: structure, function and use / V.V. Rogozhin, U.V. Rogozhin // Proceedings of Universities. Applied Chemistry and Biotechnology. — 2017. — V.7 — p. 24-35. — DOI: 10.21285/2227-2925-2017-7-4-24-35.
8. Coelho R.M.D. Kombucha: Review / R.M.D. Coelho, A.L. de Almeida, R.Q.G. do Amaral [et al.] // International Journal of Gastronomy and Food Science. — 2020. — V. 22. — p. 100272. — DOI: 10.1016/j.ijgfs.2020.100272.
9. Danielyan L.T. CHajnyj grib i ego biologicheskie osobennosti: monografiya [Kombucha and its biological features: monograph] / L.T. Danielyan. — M.: Medicina, 2005. — 176 p. [in Russian]
10. Villarreal-Soto S.A. Understanding Kombucha Tea Fermentation: A Review / S.A. Villarreal-Soto, S. Beaufort, J. Bouajila [et al.] // Journal of Food Science. — 2018. — №3. — p. 580-588. — DOI: 10.1111/1750-3841.14068.
11. Redzepi R. Gid po fermentacii Noma [Noma Fermentation Guide] / R. Redzepi, D. Zil'ber. — KoLibri publishing, 2022. — 456 p. [in Russian]
12. SHEvcova T.V. Analiz kachestva fermentirovannyh napitkov s vneseniem sokov iz plodovoyagodnogo syr'ya [Analysis of the quality of fermented beverages with the addition of juices from fruit and berry raw materials] / T.V. SHEvcova, E.P. Kamenskaya // Tekhnologii i oborudovanie himicheskoy, biotekhnologicheskoy i pishchevoj promyshlennosti: sb. Tr [Technologies and equipment of the chemical, biotechnological and food industries: collection of tr]. — Barnaul: Publishing house of the Altai State Technical University. I.I. Polzunov University. — 2021. — P. 385-388 [in Russian].