

Оригинальная статья / Original paper

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2025-21-2-23-38>



УДК 663.86:663.911.1

Разработка безалкогольного напитка брожения типа «комбуча» с использованием локального сырья

Р.А. Журавлев, М.Ю. Тамова✉., Т.А. Джум, М.А. Сидорчева

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный технологический университет»,
г. Краснодар, Российская Федерация,
✉tamova_maya@mail.ru*

Аннотация. Введение. Актуальность статьи связана с изучением российского рынка комбучи, традиционно ассоциирующимся с домашним напитком «чайный гриб», переживающим трансформацию, превращаясь в перспективный сегмент функционального питания. Ферментированные напитки занимают особое место среди функциональных продуктов благодаря естественному процессу ферментации, в ходе которого образуются полезные метаболиты. В контексте растущего спроса на здоровое питание ферментированные напитки занимают важное место в диетологии и нутрициологии. **Цель исследования.** Разработка современных и эффективных технологий для производства напитков стабильного качества. Это связано с необходимостью внедрения наукоемких технологий и диверсификации производственных мощностей из-за изменения спроса на традиционные продукты питания. Для достижения поставленной цели предполагается решить комплекс взаимосвязанных задач, включающих анализ современного состояния производства комбучи, идентификацию особенностей биохимических и микробиологических процессов ферментации при использовании альтернативных субстратов, а также оценку потенциала регионального растительного сырья в качестве функциональных ингредиентов. **Методы.** Исследования проведены с использованием комплекса лабораторных, аналитических и статистических подходов, направленных на изучение физико-химических, микробиологических и органолептических свойств комбучи, а также оптимизацию её рецептур. Лабораторные возможности кафедры общественного питания и сервиса ФГБОУ ВО «КубГТУ» позволили провести необходимые эксперименты. **Результаты.** В ходе экспериментальных исследований авторами предложен комбинированный способ приготовления ферментированного напитка типа комбуча с малиной и жасмином. Разработана технология и рецептура напитка, направленные на сохранение полезных свойств комбучи, которые заключаются в живых пробиотиках. Разработанная схема ферментации с комбинированным введением малинового сырья демонстрирует технологическую эффективность, позволяя гармонизировать биохимические и сенсорные характеристики комбучи. Определены показатели органолептической и физико-химической оценки напитка. **Заключение.** Создание адаптированных к местным условиям рецептур, снижение зависимости от импортного сырья и формирование научной базы для внедрения инновационных решений в производство функциональных напитков соответствует тенденциям импортозамещения и устойчивого развития агро-индустриального сектора Краснодарского края.

Ключевые слова: ферментированные напитки, комбуча, симбиотическая культура SCOBY, чай зеленый с жасмином, малина, технология ферментации, стабильность показателей, антиоксидантная активность, низкая калорийность

Для цитирования: Журавлев Р.А., Тамова М.Ю., Джум Т.А., Сидорчева М.А. Разработка безалкогольного напитка брожения типа «комбуча» с использованием локального сырья. Новые технологии / New technologies. 2025; 21(2):23-38. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2025-21-2-23-38>

© Р.А. Журавлев, М.Ю. Тамова., Т.А. Джум, М.А. Сидорчева, 2025

Development of non-alcoholic «kombucha» type fermented soft drink using local raw materials

R.A. Zhuravlev, M.Yu. Tamova✉, T.A. Dzhum,
M.A. Sidorcheva

Kuban State Technological University, Krasnodar, the Russian Federation,

✉tamova_maya@mail.ru

Abstract. Introduction. The relevance of the research is associated with the study of the Russian kombucha market, traditionally associated with the homemade drink “kombucha”, which is undergoing a transformation, turning into a promising segment of functional nutrition. Fermented drinks occupy a special place among functional products due to the natural fermentation process, during which useful metabolites are formed. In the context of the growing demand for healthy food, fermented drinks occupy an important place in dietetics and nutrition. **The goal of the research** was to develop modern and effective technologies for the production of drinks of stable quality. This is due to the need to introduce high-tech technologies and diversify production capacities due to changes in demand for traditional food products. To achieve this goal, it was proposed to solve a set of interrelated problems, including analysis of the current state of kombucha production, identification of features of biochemical and microbiological fermentation processes using alternative substrates, and assessment of the potential of regional plant materials as functional ingredients. **The methods.** The studies were conducted using a set of laboratory, analytical and statistical approaches aimed at studying the physicochemical, microbiological and organoleptic properties of kombucha, as well as optimizing its recipes. Laboratory capabilities of the Department of Public Catering and Service of KubanSTU made it possible to conduct the necessary experiments. **The results.** In the course of experimental studies, the authors have proposed a combined method for preparing a fermented drink of kombucha type with raspberries and jasmine. A technology and recipe for the drink aimed at preserving the beneficial properties of kombucha, which consists of live probiotics, have been developed. The developed fermentation scheme with the combined introduction of raspberry raw materials demonstrates technological efficiency, allowing to harmonize the biochemical and sensory characteristics of kombucha. The indicators of the organoleptic and physicochemical assessment of the drink have been determined. **The conclusion.** The creation of recipes adapted to local conditions, reducing dependence on imported raw materials and forming a scientific base for the introduction of innovative solutions in the production of functional drinks corresponds to the trends of import substitution and sustainable development of the agro-industrial sector of the Krasnodar Territory.

Keywords: fermented drinks, kombucha, SCOBY symbiotic culture, green tea with jasmine, raspberry, fermentation technology, stability of indicators, antioxidant activity, low calorie content

For citation: Zhuravlev R.A., Tamova M.Yu., Dzhum T.A., Sidorcheva M.A. Development of non-alcoholic “kombucha” type fermented soft drink using local raw materials. *Novye tehnologii / New technologies*. 2025; 21(2):23-38. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2025-21-2-23-38>

Введение. Согласно Стратегии научно-технологического развития РФ до 2035 года, приоритетами являются эффективное хранение и переработка сельскохозяйственной продукции, а также создание безопасных и качественных продуктов питания. В рамках Национальной технологической инициативы выделен рынок «FoodNet», целью которого является формирование конкурентоспособной агропи-

щевой индустрии. Основные задачи включают сохранение и расширение сырьевой базы, повышение конкурентоспособности пищевой продукции и разработку новых продуктов с использованием традиционных сырьевых ресурсов [1, 2, 3, 4].

Современный потребитель заинтересован в качестве и полезных свойствах потребляемых продуктов питания, в том числе и напитков, которые имеют опреде-

ленный положительный эффект, выполняя несколько ключевых функций: гидратацию, энергетическую подпитку источника микронутриентов (витаминов, минералов, антиоксидантов), функциональное воздействие (на пищеварение, иммунитет, метаболизм) [5].

Напиток является функциональным, если он обогащен различными питательными веществами, эссенциальными соединениями (нутри-цевтиками), пробиотиками или пребиотиками, которые оказывают положительное влияние на организм человека и восполняют не менее 15 % от суточной потребности в тех или иных веществах. В настоящее время спрос на потребление таких напитков возрос [13, 14, 17].

Целью данного исследования является разработка научно обоснованных рецептур и усовершенствование технологии производства ферментированного напитка типа «комбуча» с использованием сырьевых ресурсов Краснодарского края, обеспечивающих повышение его функционально-технологических свойств, расширение ассортимента местной пищевой продукции и снижение себестоимости за счет оптимизации ресурсной базы.

В рамках исследования уделено внимание кинетике ферментативных преобразований при комбинировании традиционных и нетрадиционных компонентов, таких как чайные листья, плодово-ягодное сырье, характерные для агропромышленного комплекса региона; оптимизации параметров технологического процесса (температура, продолжительность ферментации, состав питательной среды), а также комплексной оценке качества готового продукта на базе физико-химических, микробиологических и органолептических показателей [8, 9, 10, 11].

Современная наука о питании уделяет все больше внимания функциональным продуктам, способным не только насыщать, но и оказывать положительное влияние на здоровье человека [4, 5]. Среди них особое место занимают ферментированные напитки, которые благодаря процессу микробной ферментации приобретают уни-

кальные свойства, отличающие их от традиционных напитков. Их роль в питании многогранна: они служат источником пробиотиков, биоактивных соединений, улучшают усвояемость питательных веществ и способствуют поддержанию баланса кишечной микробиоты.

Роль ферментации как биотехнологического процесса в питании получила научное обоснование в последние десятилетия. Под воздействием бактерий, дрожжей и грибов исходное сырье (молочные продукты, злаки, чай, фрукты) претерпевает биохимические изменения, в результате которых образуются органические кислоты, пептиды, витамины группы В, короткоцепочечные жирные кислоты и другие биологически активные вещества. Эти компоненты способствуют улучшению микробиоты кишечника, что, в свою очередь, влияет на иммунитет, когнитивные функции и даже эмоциональное состояние благодаря оси «кишечник–мозг».

Ферментированные напитки обладают повышенной усвояемостью по сравнению с исходным сырьем. Например, лактоза в молочных продуктах частично расщепляется в ходе ферментации, что делает их доступными для людей с лактазной недостаточностью. Антинутриенты (фитаты, танины), содержащиеся в злаках и чае, также разрушаются, повышая биодоступность минералов. Таким образом, ферментированные напитки не только обогащают рацион полезными микроорганизмами, но и оптимизируют усвоение питательных веществ [2, 3, 16].

В условиях санкций и импортозамещения российские производители все чаще обращаются к региональным ресурсам, чтобы создать конкурентоспособные продукты с низким экологическим следом.

Одним из новшеств современных тенденций переработки сырья является использование технологий переработки, снижающих факторы риска, таких как «Low/No/Reduced» и «Better-for-you». Данные направления предполагают щадящую обработку, что вызывает ассоциацию у потребителя «естественности» конечного

продукта. Такой подход стал более востребован, так как открывает уникальные возможности использования локального сырья, а также обусловлен глобальным трендом на здоровый образ жизни и устойчивое потребление [14, 17].

В контексте глобального тренда на устойчивое развитие и импортозамещение использование локального сырья в производстве ферментированных напитков, таких как комбуча, приобретает стратегическое значение. Потенциал рынка для внедрения комбучи представляется весьма значительным. На сегодняшний день комбуча воспринимается как натуральный и полезный напиток, что привлекает всё большее количество потребителей, особенно в крупных городах.

Краснодарский край, обладающий уникальными агроклиматическими условиями, предоставляет широкие возможности для интеграции региональных ресурсов в технологии пищевой промышленности. Внедрение местных ингредиентов, таких как малина, ежевика, травы и чайные культуры, выращиваемые в Краснодаре, не только обогащает рецептуры комбучи биоактивными компонентами, но и формирует конкурентные преимущества за счет снижения логистических издержек, повышения экологичности производства и создания уникального вкусоароматического профиля. Экономические преимущества локализации сырья включают сокращение углеродного следа за счет минимизации транспортировки и сохранения свежести сырья. Например, использование свежесобранного краснодарского плодово-ягодного сырья вместо замороженных импортных ягод позволяет избежать потерь питательных веществ при длительном хранении и снизить энергозатраты на логистику. Это согласуется с принципами циркулярной экономики, где отходы производства (например, жмых после экстракции сока) могут быть использованы для создания побочных продуктов, таких как пребиотические добавки или биокомпозиты.

Выбор ягодных компонентов для обогащения комбучи, производимой на основе

локального сырья, осуществлялся с учетом их биохимических, технологических и функциональных свойств, а также способности формировать сбалансированный органолептический профиль [15, 16, 17, 18].

Методы исследования. Для анализа растительного сырья (чайные листья, плоды малины, смородины красной, клубники) применялись стандартизированные методы: определение влажности проводилось гравиметрическим способом, содержание водорастворимых экстрактивных веществ – по ГОСТ Р ИСО 9768, а антиоксидантную активность оценивали спектрофотометрически с использованием реактива Фолина-Чокальтеу по ГОСТ Р 54037.

Исследование симбиотической культуры SCOBY предусматривало микроскопический анализ (окрашивание по Граму), выделение чистых культур на селективных средах (Сабуро для дрожжей, МПА для лактобактерий) и оценку кинетики роста методом турбидиметрии по ГОСТ 10444.11. Технологические параметры ферментации (pH, титруемая кислотность) контролировались электрометрическим методом по ГОСТ 26188 и титрованием по ГОСТ 32114.

Количественный анализ органических кислот (глюконовой, уксусной) выполнялся методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) с использованием ГОСТ 32771, содержание сахаров – рефрактометрически по ГОСТ 34128 а уровень этанола – согласно ГОСТ 6687.88. Микробиологическая безопасность продукта оценивалась по нормативам ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции».

Органолептическая оценка (вкус, аромат, цвет, прозрачность) проводилась в соответствии с ГОСТ 31986, с привлечением аттестованной дегустационной комиссии, использующей 5-балльную шкалу.

Результаты. Среди рассмотренных вариантов – малина, красная смородина, черная смородина и клубника – приоритет был отдан малине (*Rubus idaeus*) как наиболее адаптированной для ферментативного процесса и обладающей уникальным сочетанием характеристик, критичных для созда-

ния функционального напитка. Выбор используемого сырья основывался на исключении риска образования метанола в процессе ферментации.

Содержание пектиновых веществ в ягодах (таблица 1), играет ключевую роль в процессе ферментации, так как пектин, гидролизуясь под действием ферментов, способен высвобождать метанол – побочный продукт, влияющий на качество и безопасность готового продукта.

Данные таблицы 1 демонстрируют различия в концентрации пектинов между культурами, что позволяет прогнозировать уровень образования метанола и корректировать технологические параметры для его минимизации.

Антиоксидантная активность плодово-ягодного сырья имеет ключевое значение для технологии приготовления комбучи, так как эти соединения не только нейтрализуют свободные радикалы, продлевая стабильность напитка, но и взаимодействуют с микробным консорциумом SCOBY, влияя на биохимические процессы ферментации. Высокое содержание антиоксидантов может способствовать усилению полезных свойств комбучи, защите от окисления

и формированию сложного вкусоароматического профиля. Количественное содержание антиоксидантов в плодово-ягодном сырье представлено в таблице 2.

Данные таблицы 2 позволяют выбрать оптимальное сырье для обогащения напитка, балансируя между антиоксидантным потенциалом и технологической целесообразностью его использования. Малина, в сравнении с аналогами, демонстрирует оптимальный баланс между биоактивным потенциалом и технологической совместимостью с SCOBY. Химический состав малины представлен в таблице 3.

Подготовка малины начинается с отбора спелых, неповрежденных плодов, соответствующих требованиям, с последующей их промывкой в проточной воде и обработкой 0,1 %-ным раствором лимонной кислоты для удаления остатков почвенной микрофлоры. Для минимизации риска микробной контаминации и инактивации эндогенных пектинметилэстераз, способных катализировать образование метанола, сырье подвергают кратковременной пастеризации при 85 °С на водяной бане в течение от 3 до 5 минут с последующим охлаждением до 25 °С.

Таблица 1. Количественное содержание пектиновых веществ в малине, красной смородине и клубнике

Table 1. Quantitative content of pectin substances in raspberries, red currants and strawberries

Вид сырья	Содержание пектиновых веществ, %
Малина	0,45-0,71
Клубника	1,0-1,7
Красная смородина	4,2-12,6

Таблица 2. Количественное содержание антиоксидантов в плодово-ягодном сырье

Table 2. Quantitative content of antioxidants in fruit and berry raw materials

Сырье	Общее содержание фенольных соединений, мг галловой кислоты/100г исходного сырья	Общее содержание флавоноидов, мг катехина /100г исходного сырья	Содержание антоцианов, мг цианидин-3-гликозида /100 г сырья	DPPH, E _{C50} , мг/см ³	FRAP, значение, моль Fe ^{2+/1} кг исходного сырья
Малина	146,00	129,00	154,47	8,40	16,38
Смородина красная	205,00	177,00	613,90	4,30	16,02
Клубника	83,00	73,00	105,80	1,80	15,12

Малиновый настой готовится путем экстракции пастеризованных ягод в деминерализованной воде (соотношение 1:5) при температуре от 70 до 75°C в течение 20 минут, что обеспечивает эффективное извлечение водорастворимых компонентов – антоцианов, эллаговой кислоты и фруктозы – без деградации термолабильных соединений. Полученный экстракт отделяют путем центрифугирования в течение 20 минут для удаления взвешенных частиц и пектиновых осадков, которые могут нарушить газообмен в процессе ферментации и создать благоприятные условия для развития нежелательной микрофлоры. Фильтрация также способствует улучшению прозрачности напитка и стабилизации его коллоидной системы.

Фильтрация малинового экстракта методом центрифугирования критически важна для минимизации рисков, связанных с вторичной ферментацией. Малина содержит высокую концентрацию пектиновых веществ и мелкодисперсной мякоти, которые, оставаясь в сусле, выступают:

– катализаторами пенообразования: частицы создают поверхности для агрегации CO₂, усиливая пену, что повышает давле-

ние в таре и риск взрыва бутылок в процессе вторичной ферментации;

– источником неконтролируемой газообразующей активности: остаточные сахара и полисахариды в мякоти провоцируют избыточное брожение, нарушая баланс кислотности и карбонизации.

Центрифугирование удаляет взвешенные частицы, снижая плотность питательной среды для дрожжей и бактерий. Это стабилизирует процесс ферментации, предотвращает переокисление и обеспечивает предсказуемую карбонизацию. Дополнительно очистка экстракта улучшает органолептические свойства напитка, устраняя мутность и грубые текстуры, характерные для нефiltroванных ягодных добавок.

Для исследования влияния концентрации малинового настоя на кинетику биохимических процессов вторичной ферментации комбучи была разработана экспериментальная схема. Исходное сусло готовили на основе зеленого чая Краснодарский с жасмином (экстракция при 75 °C, 15 мин, концентрация гидро модуль 1:10) с добавлением гречишного меда (10 % от массы).

Таблица 3. Химический состав малины
Table 3. Chemical composition of raspberries

Наименование показателя	Содержание
Вода, г	
Белки, г	1,20
Жиры, г	0,70
Углеводы, г	11,90
Клетчатка, г	6,50
Пектин, г	0,45
Зола, г	0,46
Витамины, мг/100 г	
С	26,20
В-каротин	0,03
Е	0,90
Минеральные вещества, мг/100 г	
Натрий	1,00
Калий	151,00
Кальций	25,00
Магний	22,00
Фосфор	29,00
Железо	0,70

Параллельно готовили малиновый настой: свежую малину гомогенизировали с добавлением воды (гидромодуль 1:5), центрифугировали (20 мин, 4000 об/мин) для удаления пектиновой взвеси, затем фильтрат стерилизовали (85 °С, 5 мин). Полученный настой вносили в сусло в концентрациях 5, 10, 15, 20, 25 и 30 % от объема, после чего разливали в бугельные бутылки объемом 500 мл с добавлением симбиотической культуры SCOBY (5% от объема). Ферментацию проводили при температуре от 24 до 26 °С в течение 5 суток, ежедневно отбирая пробы для анализа.

Динамика убыли сухих веществ демонстрирует зависимость между концентрацией малинового настоя и активностью микроорганизмов. При 5–15% малины скорость

убыли сухих веществ линейно возрастала с 8,2 до 11,5% за 5 суток, что связано с увеличением доступности фруктозы и глюкозы из меда и малины. Максимальная активность зафиксирована в образце с 20% малины – снижение с 18,5 до 6,8 ($\Delta = 63,2\%$), тогда как при 25 % и 30% наблюдалось замедление метаболизма ($\Delta = 51 - 47\%$) из-за ингибирования дрожжей высоким содержанием органических кислот малины (яблочная, лимонная). Динамика убыли сухих веществ в образцах представлена в таблице 4 и на рисунке 1.

Убыль редуцирующих сахаров, определенная методом высокоэффективной жидкостной хроматографии, подтвердила, что оптимальная концентрация малинового настоя (20 %) обеспечивает сбалансированное потребление глюкозы и фруктозы.

Таблица 4. Динамика убыли сухих веществ в процессе вторичной ферментации

Table 4. Dynamics of dry matter loss during secondary fermentation

Концентрация малины, %	Массовая доля сухих веществ, %					
	Исходное значение	1 сутки	2 сутки	3 сутки	4 сутки	5 сутки
5	18,50	15,20	12,90	10,11	9,55	8,27
10	18,50	14,80	11,46	9,36	8,61	7,51
15	18,50	14,10	11,12	8,65	7,53	6,96
20	18,50	13,50	10,55	7,80	7,17	6,88
25	18,50	15,00	13,45	10,21	9,99	9,10
30	18,50	15,70	13,98	11,47	10,30	9,87

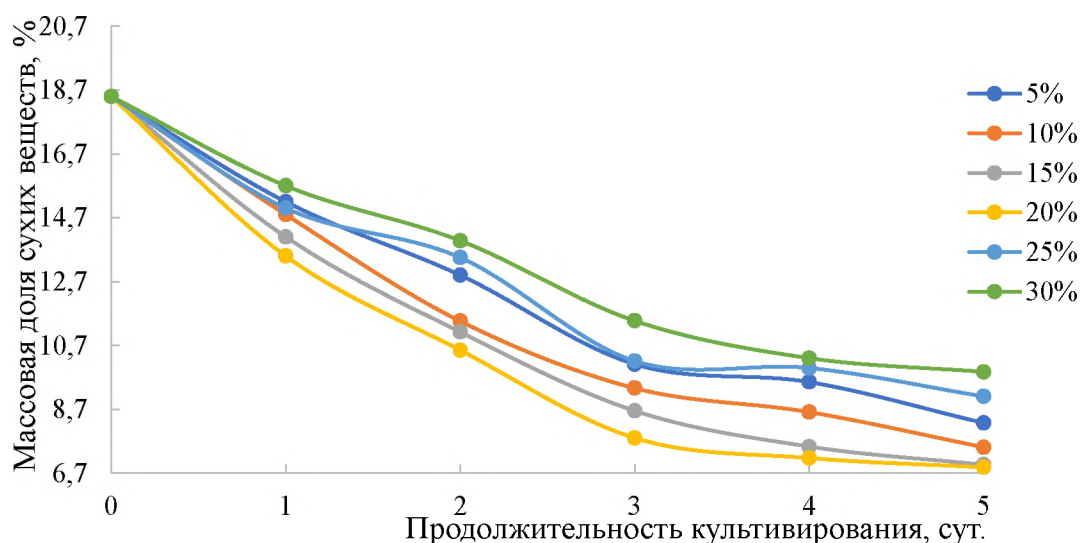


Рис. 1. Динамика убыли сухих веществ

Fig. 1. Dynamics of dry matter loss

К пятым суткам в данном образце остаточное содержание сахаров составило 4,2 г/100 мл, при этом доля фруктозы 2,1 г/100 мл превышала глюкозу (1,8 г/100 мл) за счет её медленной утилизации *Saccharomyces cerevisiae*. В вариантах с 25 % и 30% малины накопление кислот снижало активность дрожжей, что привело к остаточным 7,5–8,9 г/100 мл сахаров. Количество остаточной концентрации редуцирующих сахаров на пятые сутки представлена в таблице 5.

Титруемая кислотность, представленная в таблице 6, определяемая титрованием 0,1 н NaOH, увеличивалась пропорционально доле малинового настоя. Однако при 20 % малины кислотность достигла оптимальных значений (8,2 г/л) для комбучи, сочетая мягкий вкус и стабильность продукта. В образцах с 25 % 30 % кислотность превышала 10 г/л, что провоцировало дисбаланс микробиоты и появление резкого уксусного тона.

Профилограмма органолептических характеристик образцов комбучи, приготовленных методом вторичной ферментации, представлены на рисунке 2.

Наилучшие органолептические характеристики комбучи имел образец, содержащий 20 % настоя малины.

Характеристики комбучи, ферментированной с малиной и жасмином в условиях вторичной ферментации, демонстрируют значительное усложнение сенсорного профиля по сравнению с классической технологией (первичной ферментацией).

Визуально напиток отличается прозрачностью с легкой опалесценцией, обусловленной микродозами антоцианов малины, стабилизированных в коллоидной системе, и нежной розоватой тональностью, что коррелирует с содержанием пигментов.

Ароматический букет сочетает доминанты цветочно-медовых нот жасмина (линалол, бензилбензоат) с ягодными тонами малины (α -ионон, диацетил), которые формируются за счет летучих соединений, высвобождаемых при анаэробной ферментации в бугельных бутылках.

Интенсивность аромата (по 5-балльной шкале) достигает 4,9 балла, что на 23% выше, чем при первичной ферментации, благодаря сохранению термолабильных терпенов жасмина и эфиров малины, частично деградирующих при длительном контакте с кислородом на первом этапе.

Вкусовой профиль характеризуется сбалансированным соотношением кислотности, сладости и горьковатых тонов чая.

Таблица 5. Остаточное содержание редуцирующих сахаров на пятые сутки

Table 5. Residual content of reducing sugars on the fifth day

Концентрация малины, %	Остаточное содержание сахаров, г/100 мл, на 5-е сутки		
	глюкоза	фруктоза	сахароза
5	2,51	3,15	0,45
10	2,16	2,86	0,36
15	1,91	2,33	0,22
20	1,80	2,12	0,15
25	3,22	4,16	0,64
30	3,89	4,75	0,79

Таблица 6. Массовая концентрация титруемых кислот на 5-е сутки

Table 6. Mass concentration of titratable acids on the 5th day

Концентрация малины, %	Титруемая кислотность, г/л на 5-е сутки
5	6,12
10	7,00
15	7,81
20	8,25
25	9,80
30	10,55

Карбонизация, индуцированная вторичной ферментацией, усиливает восприятие свежести, маскируя остаточную терпкость полифенолов жасминового чая, а CO_2 создает «игристый» эффект, повышающий сенсорную привлекательность.

Послевкусие сохраняет фруктово-цветочные ноты с легкой минеральностью, обусловленной ионами калия и магния из гречишного меда.

Антиоксидантная активность комбучи, определенная методом DPPH, демонстрирует значительные различия в зависимости от стадии ферментации и технологии введения сырья [15, 16, 18, 19, 20]. В исследовании сравнивали два образца комбучи, имеющих наивысшие характеристики – образец комбучи, приготовленный методом первичной ферментации с концентрацией малинового настоя 25 % (Образец 1) и образец, приготовленный методом вторичной ферментации и содержащий 20 % настоя (Образец 2).

Результаты исследования представлены в таблице 7.

Основными источниками антиоксидантной активности в первичной ферментации являются полифенолы зеленого чая (катехины, галловая кислота) – их концентрация возрастает за счет ферментативного гидролиза сложных форм в биодоступные, а также меланоидины – продукты реакции Майяра между сахарами меда и аминокислотами чая, образующиеся при длительной ферментации [6, 7, 11, 12].

К факторам, снижающим антиоксидантную активность в процессе вторичной ферментации, можно отнести деградацию антоцианов малины, окисление фенолов; то есть взаимодействие полифенолов чая с фруктозой меда в условиях вторичной ферментации приводит к образованию менее активных хинонов, а также активный микробный метаболизм в анаэробных условиях, так как бактерии *Acetobacter* утилизируют часть антиоксидантов (например, галловую кислоту) как субстрат для синтеза уксусной кислоты.

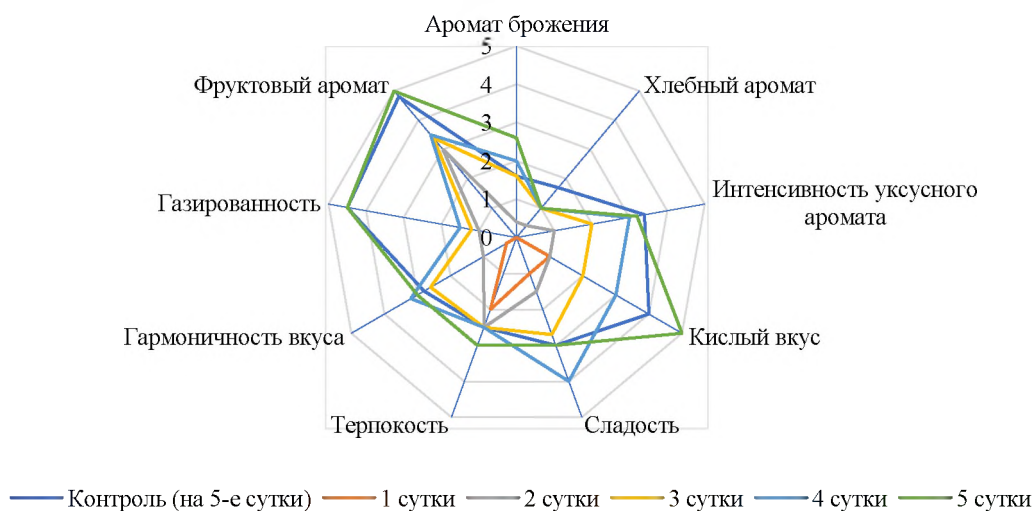


Рис. 2. Профилограмма органолептических показателей комбучи
Fig. 2. Profilogram of organoleptic indicators of kombuch

Таблица 7. Антиоксидантная активность
Table 7. Antioxidant activity

№ Образца	Антиоксидантная активность, % ингибирования
Образец 1	$75,4 \pm 2,1$
Образец 2	$65,2 \pm 1,6$

Сравнительный анализ двух методов ферментации показал, что первичное введение малинового настоя обеспечивает более высокое содержание кислот и антиоксидантную активность, что связано с пролонгированным взаимодействием полифенолов малины с метаболитами SCOBY.

В то же время вторичное введение позволяет добиться более выраженного вкусоароматического профиля.

Для объединения преимуществ обоих методов предложена комбинированная схема: на этапе первичной ферментации вводится 15 % малинового экстракта для стимуляции синтеза органических кислот, а на этапе вторичной – дополнительно 10 % малинового пюре, центрифугированного 20 минут и стабилизированного аскорбиновой кислотой (0,01 %), что усиливает ароматический букет без риска повторной контаминации.

Оптимизация параметров ферментации включала регулирование температуры от 24 до 28 °С, продолжительности этапов (первичная – 3 суток, вторичная – 5 суток) и доли малинового компонента. Установлено, что повышение температуры выше 26 °С на первичном этапе ускоряет метаболизм дрожжей, но снижает стабильность антоцианов, тогда как увеличение доли малинового экстракта свыше 25 % приводит к избыточной вязкости субстрата и замедлению диффузии кислорода, критичной для аэробных бактерий.

Таким образом, разработанная схема ферментации с комбинированным введением малинового сырья демонстрирует технологическую эффективность, позволяя гармонизировать биохимические и сенсорные характеристики комбучи. Использование фильтрованного настоя на первичном этапе и сока на вторичном этапе минимизирует риски образования метанола.

По результатам исследования была разработана рецептура напитка типа комбуча с малиной и жасмином (табл. 8), а также были определены показатели органолептической и физико-химической оценки напитка.

Органолептические и физико-химические показатели разработанного напитка типа комбуча с малиной и жасмином, полученного комбинированным методом ферментации, были оценены в соответствии с требованиями технических регламентов (ТР ТС 021/2011, ТР ТС 029/2012) и стандартами для безалкогольных ферментированных напитков. В таблице 9 приведены органолептические показатели комбучи, приготовленной комбинированным методом в сравнении с покупным контрольным образцом (комбуча на вишне, ИП «Шиллер»).

Определены физико-химические показатели готового напитка типа комбуча с малиной и жасмином в сравнении с нормируемыми показателями (табл. 10).

Определены микробиологические показатели готового напитка и комбучи спустя 30 суток хранения (табл. 11).

Таблица 8. Рецепт комбучи с малиной и жасмином
Table 8. Recipe for kombucha with raspberry and jasmine

Комбуча с малиной и жасмином	брутто	нетто
Для сусла:		
Чай зеленый листовой с жасмином	8,00	8,00
Вода	850,00	850,00
Мед гречишный	100,00	100,00
Для настоя из малины:		
Малина свежая	36,00	35,00
Вода	125,00	125,00
Закваска SCOBY	50,00	50,00
Для повторной ферментации:		
Малина свежая	100,00	100,00
Вода	5,00	5,00
Аскорбиновая кислота	0,01	0,01
Выход	-	1000

Таблица 9. Органолептические показатели комбучи в сравнении с контролем
Table 9. Organoleptic characteristics of kombucha compared to control sample

Наименование показателя	Характеристика показателя	
	Комбуча с малиной и жасмином	Комбуча «Вишня»
Внешний вид	Прозрачная жидкость с легкой опалесценцией, без дрожжевых нитей и примесей	Прозрачная жидкость со следами дрожжевых нитей
Цвет	С устойчивым розоватым оттенком соответствующим цветовому эталону	С устойчивым бледно-розовым оттенком
Вкус	Вкус сбалансированный, плотный: кисловато-сладкий с умеренной терпкостью и игристой текстурой. Присутствуют цветочные ноты и оттенки гречишного меда	Кисло-сладкий, слегка уксусный
Аромат	Свойственный малине, слегка цветочный, без выраженных оттенков брожения	Выраженного брожения, слегка уксусный
Газированность	Равномерная, не сильная, приятная	При открытии бутылки интенсивная, далее – слабая

Таблица 10. Физико-химические показатели готовой комбучи
Table 10. Physicochemical properties of finished kombucha

Показатель	Норматив	Нормативный документ	Фактическое значение	Метод определения
рН	-	ГОСТ 6687.4	3.0-3.2	
Остаточные сахара, г/100г	-	ГОСТ Р 58851	4,0-4,2	Рефрактометрия
Полифенолы, мг/л		не нормируется	150,00	Спектрофотометрический анализ
Этиловый спирт	≤1,2 %	ГОСТ 34792	0,67	Газожидкостная хроматография или ареометр

Таблица 11. Микробиологические показатели комбучи
Table 11. Microbiological indicators of kombucha

Показатель	Норматив	Ссылка на НД	Фактическое значение готовой комбучи	Спустя 30 суток хранения
Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, КОЕ/г, см ³ , не более	10	ТР ТС 021/2011	5±3	7±3
Бактерии группы кишечных палочек (БГКП), не допускаются в массе продукта, г/см ³	100		не обнаружено	не обнаружено
Дрожжи и плесени (в сумме), КОЕ/см ³ , не допускаются	100		62±9	30±9

Расчет пищевой ценности напитка типа комбуча с малиной и жасмином представлен в таблице 12.

Разработанный напиток «Комбуча» с малиной и жасмином соответствует установленным нормативам по органолептическим, физико-химическим и микробиологическим по-

казателям. Предложенный комбинированный способ приготовления ферментированного напитка типа комбуча с малиной и жасмином позволяет расширить ассортимент, повысить качество комбучи за счет улучшения его органолептических и физико-химических показателей, сохранить полезные свойства комбучи.

Таблица 12. Пищевая ценность готового напитка типа комбуча

Table 12. Nutritional value of ready-made kombucha-type drink

Наименование показателя	Содержание на 100 г
Белки, г	2,60
Жиры, г	0,00
Углеводы, г	4,20
Органические кислоты, г	0,82
Витамины и микроэлементы:	
Витамин С, мг	2,50
Калий, мг	12,00
Магний, мг	25,00
Полифенолы, мг	150,00
Энергетическая ценность, ккал	23,00

Заключение. Отличительной особенностью разработанного напитка «Комбуча» с малиной и жасмином является сбалансированный кислотно-сахарный профиль, высокая антиоксидантная активность (78,3 % ингибирования DPPH) и низкая калорийность (23 ккал/ 100 г). Наличие антоцианов (2,8 мг/100 мл) и полифенолов (150 мг/л) позволяет позиционировать продукт как функцио-

нальный, направленный на поддержание метаболического здоровья.

Комбинированная технология ферментации обеспечивает стабильность показателей при хранении (30 суток, от 2 до 4 °С) и соответствие требованиям безопасности. Полученные данные подтверждают перспективность внедрения рецептуры в производство.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

CONFLICT OF INTERESTS

The authors declare no conflict of interests

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антибактериальный потенциал и перспективы использования чайного гриба / Е.В. Алиева [и др.] // Ульяновский медико-биологический журнал. 2018. № 4. С. 166-171.
2. Волчанская А.А. Чайный гриб как основа получения в промышленности функциональных напитков // Инновационные наукоемкие технологии: материалы VI Международной научно-практической конференции (Тула, 27 июня 2019 г.) / под общ. ред. В.М. Панарина. Тула: Инновационные технологии, 2019. С. 9-11.
3. Вечтомова Е.А. Теоретическое обоснование и разработка рецептурного состава напитков для профилактического питания с использованием биологически активных соединений (часть 1) / Е.А. Вечтомова [и др.] // Вестник КрасГАУ. 2020. № 2 (155). С. 155-161.

4. Джум Т.А., Сидорчева М.А. Здоровое питание и фермерские продукты – тренд ресторанных технологий // Пищевые добавки: материалы Международной научно-практической конференции преподавателей и молодых ученых (Донецк, 30 нояб. 2023 г.). Донецк: Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского, 2023. С. 112-114.
5. Джум Т.А., Тамова М.Ю. Инновации в индустрии питания: учеб. пособие. Краснодар: КубГТУ, 2023.
6. Джум Т.А., Дунец Е.Г. Физико-химические основы технологии продуктов общественного питания: учебное пособие. Краснодар: КубГТУ; ПринтТерра, 2023. 181 с.
7. Донченко Л.В. Безопасность пищевого сырья и продуктов питания. М.: Пищепромиздат, 2017. 352 с.
8. Жумабекова Б.К., Жумабекова К.А. Влияние чайного гриба на микробиоценоз толстого кишечника // Вестник Карагандинского университета. Серия: Биология. Медицина. География. 2016. Т. 83, № 3. С. 16-23.
9. Кондратьева С.А. Чайный гриб и его химико-биологические особенности // Научно-технические достижения студентов, аспирантов, молодых ученых строительной отрасли: сборник научных трудов X Республиканской конференции молодых ученых, аспирантов, студентов: в 3-х т. (Макеевка, 19 апр. 2024 г.). Макеевка: Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, 2024. С. 418-423.
10. Любенкова А.О., Черненко А.А. Сравнение напитка комбуча и её свойств с другими растительными напитками // Информационные технологии, энергетика и экономика: материалы XVIII Международной научно-технической конференции студентов и аспирантов: в 3-х т. Т. 2 (Смоленск, 22-23 апр. 2021 г.). Смоленск: Универсум, 2021. С. 312-315.
11. Ломакина Ю.А. Совершенствование технологии напитка брожения на основе чайного гриба с добавлением плодово-ягодного сырья // Актуальные проблемы прикладной биотехнологии и инженерии: сборник материалов Международной научно-практической конференции (Оренбург, 21 июня 2023 г.). Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2023. С. 46-50.
12. Могильный М.П., Шленская Т.В., Лежина Е.А. Контроль качества продукции общественного питания: учебник. М.: ДеЛи плюс, 2016.
13. Прокопов М.А. Управление качеством производства напитка комбуча // Инновационные технологии, экономика и менеджмент в промышленности: сборник научных статей XI Международной научной конференции (Волгоград, 18-19 нояб. 2021 г.). Ч. 1. Волгоград: КОНВЕРТ, 2021. С. 66-68.
14. Рожнов Е.Д. Рынок foodtech в России: состояние и перспективы развития // Материалы Международной научно-практической конференции им. Д.И. Менделеева, посвященной 60-летию ТИУ: сборник статей конференции: в 3-х т. (Тюмень, 21-23 нояб. 2024 г.). Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2025. С. 122-124.
15. Сидорчева М.А., Журавлев Р.А. Обоснование использования напитка «комбуча» в качестве напитка функционального назначения // Проспект свободный – 2024: материалы XX Международной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (Красноярск, 18 апр. 2024 г.). Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2024. С. 105-107.
16. Сидорчева М.А., Журавлев Р.А. Перспективы использования ферментированного напитка из чая в технологии продуктов функционального назначения // Будущее науки: взгляд молодых ученых на инновационное развитие общества: сборник научных статей Всероссийской молодежной научной конференции: в 3-х т. (Курск, 30 мая 2023 г.). Т. 3. Курск: Университетская книга, 2023. С. 43-46.

17. Сидорчева М.А., Журавлев Р.А. Исследование российского рынка ферментированных напитков на основе симбиотической культуры бактерий и дрожжей // Проспект свободный – 2024: материалы XX Международной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (Красноярск, 18 апр. 2024 г.). Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2024. С. 108-110.

18. Чертова Ю.В., Рожнов Е.Д., Школьников М.Н. Классификационные признаки слабоалкогольных напитков брожения // Проблемы, перспективы биотехнологии и биологических исследований: материалы VIII Региональной конференции студентов младших курсов (Бийск, 18 нояб. 2017 г.). Бийск: АлтГТУ им. И.И. Ползунова, 2018. С. 141-143.

19. Ivannikova N.V., Antimonova O.N. The use of starter cultures of fermented products - kombucha tea mushroom and pickled cabbage brine in bread production // Механика и технологии. 2023. No. 4(82). P. 60-66.

20. Ngoma El-Sylvanie I., Mabiala G. Some theoretical aspects of the ecosystems of kombucha fermentation processes // Цифровой контент социального и экосистемного развития экономики: сборник трудов III Международной научно-практической конференции (Симферополь, 10 нояб. 2023 г.). Симферополь: Ариал, 2023. P. 444-446.

REFERENCES

1. Antibacterial potential and prospects for the use of kombucha / E.V. Alieva [et al.] // Ulyanovsk Medical and Biological Journal. 2018. No. 4. P. 166-171. [In Russ.]

2. Volchanskaya A.A. Kombucha as a basis for obtaining functional drinks in industry // Innovative science-intensive technologies: materials of the VI International scientific and practical conference (Tula, June 27, 2019) / edited by V.M. Panarin. Tula: Innovative technologies, 2019. P. 9-11. [In Russ.]

3. Vechtomova E.A. Theoretical substantiation and development of the recipe composition of drinks for preventive nutrition using biologically active compounds (part 1) / E.A. Vechtomova [et al.] // Bulletin of KrasSAU. 2020. No. 2 (155). P. 155-161. [In Russ.]

4. Dzhum T.A., Sidorcheva M.A. Healthy nutrition and farm products - a trend in restaurant technologies // Food additives: materials of the International scientific and practical conference of teachers and young scientists (Donetsk, November 30, 2023). Donetsk: Donetsk National University of Economics and Trade named after Mikhail Tugan-Baranovsky, 2023. P. 112-114. [In Russ.]

5. Dzhum T.A., Tamova M.Yu. Innovations in the food industry: a textbook. Krasnodar: KubSTU, 2023. [In Russ.]

6. Dzhum T.A., Dunets E.G. Physicochemical foundations of catering technology: a textbook. Krasnodar: KubSTU; PrintTerra, 2023. 181 p. [In Russ.]

7. Donchenko L.V. Safety of food raw materials and food products. Moscow: Pishchepromizdat, 2017. 352 p. [In Russ.]

8. Zhumabekova B.K., Zhumabekova K.A. The effect of Kombucha on the microbiocenosis of the large intestine // Bulletin of Karaganda University. Series: Biology. Medicine. Geography. 2016. Vol. 83, No. 3. P. 16-23. [In Russ.]

9. Kondratieva S.A. Kombucha and its chemical and biological features // Scientific and technical achievements of students, graduate students, young scientists in the construction and architectural industry: collection of scientific papers of the X Republican Conference of Young Scientists, Graduate Students, Students: in 3 volumes (Makeyevka, April 19, 2024). Makeyevka: Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, 2024. P. 418-423. [In Russ.]

10. Lyubenkova A.O., Chernenkova A.A. Comparison of the drink kombucha and its properties with other herbal drinks // Information technology, energy and economics: materials of the XVIII International scientific and technical conference of students and postgraduates: in

3 volumes. Vol. 2 (Smolensk, April 22-23, 2021). Smolensk: Universum, 2021. P. 312-315. [In Russ.]

11. Lomakina Yu.A. Improving the technology of a fermented drink based on kombucha with the addition of fruit and berry raw materials // Actual problems of applied biotechnology and engineering: collection of materials of the International scientific and practical conference (Orenburg, June 21, 2023). Orenburg: Orenburg State University, 2023. P. 46-50. [In Russ.]

12. Mogilny M.P., Shlenskaya T.V., Lezhina E.A. Quality control of catering products: a textbook. Moscow: DeLi plus, 2016. [In Russ.]

13. Prokopov M.A. Quality management of kombucha drink production // Innovative technologies, economics and management in industry: collection of scientific articles from the XI International Scientific Conference (Volgograd, November 18-19, 2021). Part 1. Volgograd: CONVERT, 2021. P. 66-68. [In Russ.]

14. Rozhnov E.D. Foodtech market in Russia: state and development prospects // Proceedings of the International Scientific and Practical Conference named after D.I. Mendeleyev, dedicated to the 60th anniversary of Tyumen Industrial University: conference papers collection: in 3 volumes (Tyumen, November 21-23, 2024). Tyumen: Tyumen Industrial University, 2025. P. 122-124. [In Russ.]

15. Sidortcheva M.A., Zhuravlev R.A. Justification for the use of kombucha as a functional drink // Free prospect - 2024: materials of the XX International conference of students, graduate students and young scientists (Krasnoyarsk, April 18, 2024). Krasnoyarsk: Siberian Federal University, 2024. P. 105-107. [In Russ.]

16. Sidortcheva M.A., Zhuravlev R.A. Prospects for the use of fermented tea drink in the technology of functional products // The Future of Science: Young Scientists' View of the Innovative Development of Society: Collection of Scientific Articles from the All-Russian Youth Scientific Conference: in 3 volumes (Kursk, May 30, 2023). Vol. 3. Kursk: University Book, 2023. P. 43-46. [In Russ.]

17. Sidortcheva M.A., Zhuravlev R.A. Research of the Russian market of fermented drinks based on a symbiotic culture of bacteria and yeast // Free Avenue - 2024: Proceedings of the XX International Conference of Students, Postgraduates and Young Scientists (Krasnoyarsk, April 18, 2024). Krasnoyarsk: Siberian Federal University, 2024. P. 108-110. [In Russ.]

18. Chertova Yu.V., Rozhnov E.D., Shkolnikova M.N. Classification features of low-alcohol fermented beverages // Problems and prospects of biotechnology and biological research: materials of the VIII Regional conference of junior students (Biysk, November 18, 2017). Biysk: Altai State Technical University named after I.I. Polzunov, 2018. P. 141-143. [In Russ.]

19. Ivannikova N.V., Antimonova O.N. The use of starter cultures of fermented products - kombucha tea mushroom and pickled cabbage brine in bread production // Mechanics and technology. 2023. No. 4(82). P. 60-66.

20. Ngoma El-Sylvanie I., Mabilia G. Some theoretical aspects of the ecosystems of kombucha fermentation processes // Digital content of social and ecosystem development of the economy: proceedings of the III International scientific and practical conference (Simferopol, November 10, 2023). Simferopol: Arial, 2023. P. 444-446.

Информация об авторах / Information about the authors

Журавлев Ростислав Андреевич, доцент кафедры общественного питания и сервиса, кандидат технических наук, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный технологический университет»; 350072, Российская Федерация г. Краснодар, ул. Московская, 2, ORCID: <https://orcid.org/0000-2701-734X>, e-mail: irostx@gmail.com

Тамова Майя Юрьевна, заведующая кафедрой общественного питания и сервиса, доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный технологический университет»; 350072, Российская Федерация г. Краснодар, ул. Московская, 2, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0710-8279>, e-mail: tamova_maya@mail.ru

Джум Татьяна Александровна, доцент кафедры общественного питания и сервиса, кандидат технических наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный технологический университет»; 350072, Российская Федерация г. Краснодар, ул. Московская, 2, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4025-326X>, e-mail: tatalex7@mail.ru

Сидорчева Мария Андреевна, бакалавр группы 21-ПБ-ТО1, направление подготовки 19.03.04 Технология продукции и организация общественного питания, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», Краснодар, Россия, e-mail: sidorcheva.m@yandex.ru

Rostislav A. Zhuravlev, PhD (Eng.), Associate Professor, the Department of Public Catering and Service, Kuban State Technological University; 350072, the Russian Federation, Krasnodar, 2 Moskovskaya St., ORCID: <https://orcid.org/0000-2701-734X>, e-mail: irostx@gmail.com

Maya Y. Tamova, Dr Sci. (Eng.), Professor, Head of the Department of Public Catering and Service, Kuban State Technological University; 350072, the Russian Federation, Krasnodar, 2 Moskovskaya St., ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0710-8279>, e-mail: tamova_maya@mail.ru

Tatiana A. Dzhum, PhD (Eng.), Associate Professor, the Department of Public Catering and Service, Kuban State Technological University; 350072, the Russian Federation, Krasnodar, 2 Moskovskaya St., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4025-326X>, e-mail: tatalex7@mail.ru

Maria A. Sidorcheva, Bachelor, Group 21-PB-TO1, Field of study 19.03.04 Technology of products and organization of public catering, Kuban State Technological University, Krasnodar, Russia, e-mail: sidorcheva.m@yandex.ru

Заявленный вклад авторов

Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

Claimed contribution of the co-authors

All authors of the research were directly involved in the planning, execution and analysis of the research. All authors of the article have read and approved the final version submitted.

Поступила в редакцию 16.04.2025
Поступила после рецензирования 18.05.2025
Принята к публикации 19.05.2025

Received 16.04.2025
Revised 18.05.2025
Accepted 19.05.2025