

Оригинальная статья / Original paper

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2025-21-2-78-90>

УДК 637.344:612.392.72:641.5



Разработка рецептуры и технология производства напитка на основе творожной сыворотки с добавлением фруктово-растительного сырья

Е.С. Смирнова✉, Е.О. Мельникова, Е.В. Ражина, Н.Л. Лопаетова,
О.В. Чепуштанова

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования «Уральский государственный аграрный университет»,
г. Екатеринбург Российская Федерация,
✉ekaterina-kazantseva@list.ru*

Аннотация. Введение. Согласно Доктрине производственной безопасности актуальными являются исследования в плане разработки и производства продукции функциональной направленности. Основная цель функциональных изделий – обеспечение организма необходимыми компонентами и защита от негативных факторов. Молочная сыворотка – продукт вторичной переработки, источник биологически активных веществ, полноценных белков и минералов. Разработана рецептура и технология производства напитка на основе творожной сыворотки с внесением фруктово-растительного сырья. Представлены результаты оценки качества по органолептическим и физико-химическим показателям. **Цель исследования.** Разработка рецептуры и технология производства кисломолочного напитка на основе творожной сыворотки с добавлением фруктового и растительного сырья. **Методы.** Качество сыворотки и готовых образцов оценивали по органолептическим и физико-химическим показателям в соответствии с ГОСТ 34352-2017, ГОСТ 33957-2016. Кислотность устанавливали титриметрическим методом с использованием индикатора фенолфталеина. Органолептические показатели сыворотки и готовых образцов оценивали путем проведения дегустационной оценки с использованием описательно-аналитического метода. Дегустация осуществлялась экспертной комиссией с применением 5-балльной шкалы оценивания. **Результаты.** Лучшим был признан образец №2 (чернослив-курага), он обладал густой консистенцией с равномерно распределенными по всей массе вкраплениями вносимой добавки; кисловато-сладким вкусом и запахом с характерным для вносимых добавок фруктовым послевкусием; темно-кремовым, однородным цветом. При анализе физико-химических показателей определены показатели титруемой кислотности (°Т) и окислительно-восстановительного потенциала. Выявлено, что наибольшие значения исследуемых показателей у образца №2 (40°Т и 352,5 мВ соответственно). **Заключение.** Основываясь на полученные данные, рекомендуем к производству кисломолочный напиток с добавлением, в качестве обогащающих компонентов, чернослива и кураги.

Ключевые слова: творожная сыворотка, кисломолочный напиток, окислительно-восстановительный потенциал, фруктово-растительное сырье, мед, органолептические показатели, кислотность, дегустационная оценка

Для цитирования: Смирнова Е.С., Мельникова Е.О., Ражина Е.В., Лопаетова Н.Л., Чепуштанова О.В. Разработка рецептуры и технология производства напитка на основе творожной сыворотки с добавлением фруктово-растительного сырья. Новые технологии / New technologies. 2025; 21(2):78-90. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2025-21-2-78-90>

Formulation development and production technology for a drink based on curd whey with the addition of fruit and vegetable raw materials

E.S. Smirnova✉, E.O. Melnikova, E.V. Razhina,
N.L. Lopaeva, O.V. Chepushtanova

*Ural State Agrarian University, Ekaterinburg, the Russian Federation,
✉ekaterina-kazantseva@list.ru*

Abstract. Introduction. According to the Doctrine of Industrial Safety, research in terms of the development and production of functional products is relevant. The main goal of functional products is to provide the body with the necessary components and protect it from negative factors. Milk whey is a secondary processing product, a source of biologically active substances, complete proteins and minerals. A recipe and production technology for a drink based on curd whey with the addition of fruit and vegetable raw materials have been developed. The results of quality assessment based on organoleptic and physicochemical indicators have been presented. **The goal of the research** is to develop a recipe and production technology for a fermented milk drink based on curd whey with the addition of fruit and vegetable raw materials. **The methods.** The quality of whey and finished samples was assessed by organoleptic and physicochemical indicators in accordance with GOST 34352-2017, GOST 33957-2016. Acidity was determined by the titrimetric method using the phenolphthalein indicator. The organoleptic properties of the whey and finished samples were assessed by tasting using the descriptive and analytical method. The tasting was carried out by an expert committee using a 5-point assessment scale. **The results.** Sample No. 2 (prunes and dried apricots) has been recognized as the best. It has a thick consistency with inclusions of the added additive evenly distributed throughout the mass; a sweet and sour taste and smell, with a fruity aftertaste characteristic of the added additives; and a dark creamy, uniform color. When analyzing the physicochemical parameters, the titratable acidity (°T) and oxidation-reduction potential parameters have been determined. It has been revealed that sample No. 2 has the highest values of the studied parameters (40°T and 352.5 mV, respectively). **The conclusion.** Based on the obtained data, we recommend the production of a fermented milk drink with the addition of prunes and dried apricots as enriching components.

Keywords: curd whey, fermented milk drink, oxidation-reduction potential, fruit and vegetable raw materials, honey, organoleptic indicators, acidity, tasting assessment

For citation: Smirnova E.S., Melnikova E.O., Razhina E.V., Lopayeva N.L., Chepushtanova O.V. Formulation development and production technology for a drink based on curd whey with the addition of fruit and vegetable raw materials. *Novye tehnologii/ New technologies*. 2025; 21(2): 78-90. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2025-21-2-78-90>

Введение. Ключевым сектором в странах с развивающейся экономикой является производство продуктов питания. Это оказывает существенное влияние на экономическое благосостояние, обеспеченность страны продовольствием и состояние здоровья населения [1].

Современная пищевая индустрия активно развивает новые направления, среди которых особую нишу занимают функциональные продукты питания. Растущая потребность в таких продуктах, как и в про-

дуктах лечебно-профилактического назначения, обусловлена несколькими ключевыми факторами, одним из которых является - интенсивная обработка сырья, приводящая к потере ценных компонентов, таких как витамины, пищевые волокна и фосфатиды. Помимо этого, свою роль играют широкое использование синтетических пищевых добавок и ухудшение экологической обстановки. Использование пищевых добавок обусловлено их способностью улучшать потребительские характеристики

продукции или возможностью оптимизации производства. Ухудшение же экологической обстановки становится причиной попадания в пищу вредных веществ, которые негативно влияют на здоровье организма. В результате современный человек подвержен дефициту важных питательных элементов, основным источником которых служит употребляемая им пища. Функциональные продукты призваны восполнить этот дефицит, обеспечивая организм необходимыми нутриентами и биологически активными веществами. Их употребление способствует поддержанию здоровья, активному долголетию и повышению работоспособности. В свою очередь, функциональные ингредиенты должны отвечать следующим критериям: быть безопасными, обладать определенными физико-химическими характеристиками, иметь установленные нормы потребления. Особенностью продуктов направленного действия является использование разнообразного сырья, включая нетрадиционное, и инновационных технологий, позволяющих повысить пищевую и биологическую ценность, продлить срок годности. Для обогащения продукта необходимыми компонентами используют различные вещества, чаще всего природного происхождения, или используют сырье, обладающее функциональными свойствами, например, молочную сыворотку, которая является побочным продуктом производства сыра и творога. В зависимости от вида производимого продукта выделяют подсырную, творожную и казеиновую сыворотку [2].

Создание функциональных продуктов, предназначенных для широкого потребления, представляет собой важную задачу государственного значения и является частью законодательной базы, регулирующей государственную политику в области производства функциональных и специализированных продуктов питания в Российской Федерации [3].

В настоящее время эффективное и рациональное использование сыворотки,

представляющей собой ценный ресурс, является актуальной задачей. Одним из методов рациональной переработки сыворотки является ее применение в качестве основы для создания различных напитков. Перспективным направлением в технологиях производства продуктов с заданными функциональными характеристиками является комбинированное использование молочного сырья (сыворотки) и различных видов растительного сырья [4-6].

Сыворотка выделяется среди прочих продуктов благодаря отсутствию вредных веществ в ее белковом составе. Белки сыворотки характеризуются способностью к образованию пены, эмульсий, связыванию воды и формированию гелей. Сывороточный протеин считается высококачественным пищевым белком, богатым аминокислотами с разветвленными цепями. Он способствует созданию мышечной ткани, снабжает организм необходимыми аминокислотами, проявляет антиоксидантные и противовоспалительные свойства [7-8].

Молочная сыворотка отличается сложным химическим составом, содержащим более двухсот значимых элементов. В сухой массе молочной сыворотки преобладают следующие компоненты: лактоза составляет 70%, азотистые соединения – 14,5%, жиры – 7,5%, а минеральные соли – 8%. Ценность сыворотки для организма обусловлена наличием в ней протеинов, витаминов, гормонов, органических кислот, иммунных факторов и микроэлементов [9-10].

Благодаря технологичности переработки сыворотки, она легко преобразуется в различные новые продукты, а ее вкус гармонично сочетается с разнообразными растительными добавками. Фенольные соединения, как низко-, так и высокомолекулярные, выделяются учеными как уникальные биологически активные вещества, способствующие укреплению здоровья и долголетию. Это обусловлено их мощными антиоксидантными и детоксицирующими свойствами, бактерицидным и другим лечебно-

профилактическим действием. Данные соединения в изобилии присутствуют во фруктах, ягодах, овощах и прочем растительном сырье [11].

В молочной промышленности России ежегодно производится около 8 млн тонн сыворотки, из которых 60% составляет «кислая» сыворотка (творожная, казеиновая, йогуртовая), которая недостаточно используется в производственных процессах. Это связано с ее высокой кислотностью, повышенным содержанием минералов и нежелательными органолептическими характеристиками, такими как кисловатый вкус и терпкость. Для решения этой проблемы применяются различные ароматические ингредиенты, улучшающие или маскирующие вкус сывороточных напитков, в частности, фруктовое или растительное сырье (концентраты, соки, сиропы, мякоть и т.д.) [12-13].

Для повышения биологической и пищевой ценности в напитки добавляют витамины, белки, растительные экстракты лекарственных растений, содержащие широкий спектр веществ с различной фармакологической активностью [14].

Включение растительных компонентов в состав продуктов на основе молочной сыворотки позволяет модифицировать их функциональные характеристики. Подобное сочетание способствует оптимизации содержания витаминов, углеводов, минеральных элементов и диетических волокон в конечных продуктах. Перспективным направлением в разработке лечебно-профилактических, функциональных и обогащенных пищевых продуктов является применение биологически активных веществ, экстрагированных из растительного сырья, включая лекарственные растения [15].

В настоящее время рынок характеризуется ограниченным выбором продуктов, созданных на основе молочной сыворотки с добавлением овощного и плодово-ягодного сырья. Данные компоненты служат источником пищевых волокон, необходимых для поддержания нормальной работы организма [16].

Цель исследования. Разработка рецептуры и технологии производства напитка на основе творожной сыворотки с добавлением фруктово-растительного сырья.

Методы исследования. Исследования проводились на кафедре биотехнологии и пищевых продуктов ФГБОУ ВО «Уральского ГАУ». Объектами исследования выступали образцы кисломолочного напитка, в состав которых было введено фруктово-растительное сырье разной концентрации. Было произведено и оценено три образца кисломолочного напитка: №1 – яблоко-банан, №2 – чернослив-курага, №3 – яблоко-шпинат. Сыворотку для кисломолочных напитков готовили по классической рецептуре путем термической обработки творожного сгустка.

Качество сыворотки и готовых образцов оценивали по органолептическим и физико-химическим показателям в соответствии с ГОСТ 34352-2017, ГОСТ 33957-2016. Кислотность определяли титриметрическим методом с применением индикатора фенолфталеина (ГОСТ 3624-92).

Оценку органолептических свойств проводили путем дегустационной оценки с использованием описательно-аналитического метода. Дегустация осуществлялась экспертной комиссией профессорско-преподавательского состава кафедры с использованием 5-балльной шкалы оценивания.

Результаты. Молочная сыворотка характеризуется легкостью усвоения, высокой биологической активностью и питательной ценностью, так как содержит в себе комплекс необходимых для человека питательных элементов. К ним относятся белки, аминокислоты, витамины и минеральные вещества, которые оказывают благоприятное воздействие на метаболические процессы в организме. За счет такого состава сыворотку относят к перспективному сырью, которое возможно использовать для разработки продуктов питания с улучшенными потребительскими свойствами. Использование сыворотки в пищевой промышленности позволяет создавать продукты с повы-

шенной пищевой ценностью, способствующие поддержанию здоровья и хорошему самочувствию [17].

Исследования проводились согласно схеме, представленной на рисунке 1.

Сыворотку для кисломолочного напитка производили классическим способом – путем естественного скисания молока при комнатной температуре с соблюдением следующей последовательности технологических процессов:

1. Скваживание. Нормализованное пастеризованное молоко (3,2%) сквашивать при температуре 22-25°C в течение 48 часов.

2. Термическая обработка ($T = 100^{\circ}\text{C}$, $t = 40$ минут).

3. Обезвоживание творожного сгустка.

4. Охлаждение ($T = 20^{\circ}\text{C}$).

После того, как сыворотка была готова, провели дегустационную оценку (табл. 1) с последующим определением кислотности (рис. 2).



Рис. 1. Схема исследования

Fig. 1. The research scheme

Таблица 1. Органолептическая характеристика сыворотки

Table 1. Organoleptic characteristics of whey

Показатель	Характеристика по ГОСТ	Результаты оценки
Внешний вид и консистенция	Однородная непрозрачная или полупрозрачная жидкость. Допускается наличие незначительного белкового остатка	Однородная консистенция; полупрозрачная жидкость
Цвет	От светло-желтого до бледно-зеленого	Бледно-зеленая
Вкус и запах	Характерный для молочной сыворотки. Кисловатый. Без посторонних привкусов и запахов	Кисловатая. Посторонние привкусы и запахи – отсутствуют

Органолептический анализ не выявил каких-либо дефектов или отклонений. Все исследуемые параметры находились в пределах установленных стандартов. Дегустационная комиссия присвоила образцу сыворотки высшую оценку – 5,0 баллов. Кислотность соответствовала нормативному значению и была 70°Т.

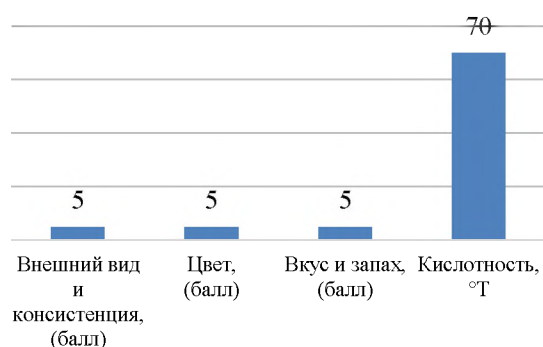


Рис. 2. Результаты исследования сыворотки

Fig. 2. The results of whey analysis

В результате анализа существующих рецептов кисломолочных напитков на основе творожной сыворотки была разработана оригинальная рецептура, представленная в таблице 2.

В качестве улучшителя органолептических свойств образцов и источника антиок-

сидантов в рецептуре напитков использовали пчелиный мед. Продукты пчеловодства помимо питательных, диетических и терапевтических качеств обладают способностью стимулировать биологические процессы организма. Антиоксиданты, которые в них содержатся, помогают организму избавляться от свободных радикалов, формирующихся в процессе обмена веществ. Кроме того, антиоксидантные соединения придают меду ряд полезных характеристик, включая лечебно-профилактические и антимикробные свойства [18-19].

Роспотребнадзор регламентирует потребление пищевых волокон: так суточная норма для поддержания здоровья взрослого человека должна составлять 30 граммов. Однако, согласно статистике, среднее потребление неусвояемых углеводов в России значительно ниже рекомендуемого уровня, составляя приблизительно 12-15 граммов [20].

Пищевые волокна играют важную роль в поддержании здоровья организма, оказывая влияние на массу тела, метаболизм (включая чувствительность к инсулину), снижение риска сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний; поддержание здоровой микрофлоры кишечника [21].

Таблица 2. Рецептура кисломолочного напитка на основе творожной сыворотки

Table 2. Recipe for fermented milk drink based on curd whey

Ингредиенты	Опытные образцы		
	Образец №1	№2	Образец №3
Сыворотка творожная, мл	400	400	400
Молоко нормализованное пастеризованное (3,2%), мл	200	200	200
Яблоко зеленое запеченное, г	200		200
Банан, г	190		
Чернослив, г		195	
Курага, г		195	
Шпинат, г			190
Мед, г	10	10	10
Итого, мл	1000	1000	1000

Основными источниками пищевых волокон служат продукты растительного происхождения, такие как овощи, фрукты, ягоды, зелень, зерновые, орехи, грибы и продукты их переработки. Овощи и фрукты,

употребляемые в минимально обработанном виде, содержат пищевой матрикс, состоящий из веществ, находящихся в клетках мякоти и кожуры. Выделенные пищевые во-

локна из овощей и фруктов могут быть использованы в качестве добавок для обогащения пищи, создавая функциональные продукты с пониженной калорийностью, увеличивающие чувство сытости, что особенно актуально в условиях потребления рафинированной пищи. Яблоки представляют собой популярный источник пищевых волокон, доступный в любое время года. Благодаря сбалансированному химическому составу, яблоки и продукты их переработки оказывают благотворное влияние на здоровье человека и снижают риск развития хронических заболеваний [22].

Технология приготовления витаминизированного напитка

Рецептура №1:

1. Подготовка сырья. Яблоки запечь. Извлечь мякоть. Добавить банан. Измельчить до состояния пюре.
2. Термическая обработка яблочно-бананового пюре ($T = 25-30^{\circ}\text{C}$, $t = 10$ мин.).
3. Гомогенизация молока и сыворотки.
4. Внесение яблочно-банановой смеси в жидкую часть. Повторная гомогенизация.
5. Добавление подсластителя с повторной гомогенизацией готовой смеси до однородной консистенции.

Рецептура №2:

1. Подготовка сырья. Курагу и чернослив выдержать в холодной воде 30-40 минут и промыть под проточной водой.
2. Бланширование. Необходимо для уничтожения болезнетворных микроорганизмов и сохранения максимального количества витаминов в вносимых сухофруктах.
3. Приготовление пюре.
4. Гомогенизация молока и сыворотки.
5. Внесение пюре в жидкую часть. Повторная гомогенизация.
6. Добавление подсластителя с повторной гомогенизацией готовой смеси до однородной консистенции.

Рецептура №3:

1. Подготовка сырья: шпинат – бланшировать; яблоки – запечь, извлечь мякоть.
2. Гомогенизация яблочно-шпинатной смеси.
3. Гомогенизация молока и сыворотки.

4. Внесение пюре в жидкую часть. Повторная гомогенизация.

5. Добавление подсластителя с повторной гомогенизацией готовой смеси до однородной консистенции.

В результате получено три опытных образца кисломолочного напитка: №1 – яблоко-банан; №2 – чернослив-курага; №3 – яблоко-шпинат.

Дегустационная оценка проводилась экспертной комиссией по 5-балльной шкале. Результаты представлены на рисунке 3.

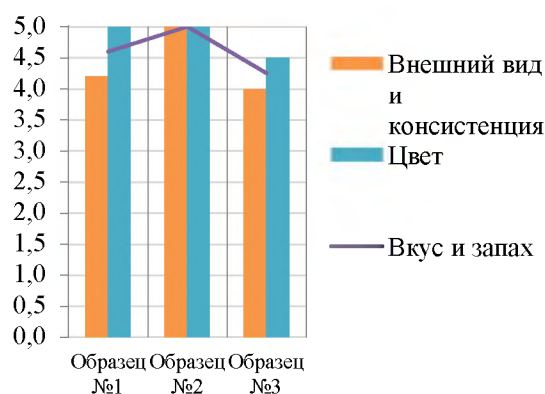


Рис. 3. Результаты органолептической оценки

Fig. 3. The results of organoleptic evaluation

Органолептический анализ показал, что образец №2 был оценен наивысшим баллом – 5,0. Отличительной чертой данного образца являлась плотная консистенция с однородным распределением внесенных добавок по всему объему продукта. Вкусовые и ароматические характеристики – кисло-сладкие, с отчетливым послевкусием кураги и чернослива, исключаящим привкус сыворотки. Цвет напитка – темно-кремовый. В то же время образец №3 набрал наименьшую оценку (4,0). Консистенция, как и у образца №2, была густой, однако распределение добавок было неравномерным. Вкусоароматические свойства были слабо выражены, с заметным привкусом творожной сыворотки.

Были определены физико-химические параметры рассматриваемых образцов – титруемая кислотность ($^{\circ}\text{T}$) и окислительно-восстановительный потенциал

(ОВП). Кислотность, как показатель, напрямую связана с качеством сырья, применяемого в процессе производства, и оказывает влияние на срок годности продукции. Измерение кислотности образцов было выполнено в день изготовления. Результаты измерений представлены на рисунке 4.

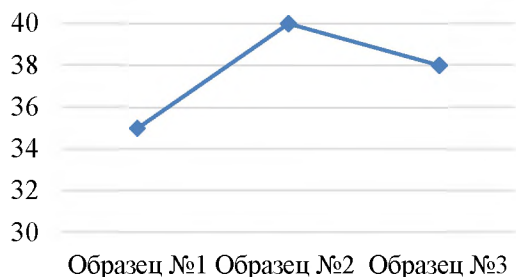


Рис. 4. Показатели титруемой кислотности, °T

Fig. 4. Titratable acidity values, °T

Анализ титруемой кислотности показал, что максимальное значение – 40°T – зафиксировано у образца №2. Образцы №1 и №3 продемонстрировали более низкие значения: 35 и 38°T соответственно.

Окислительно-восстановительный потенциал (ОВП) является ключевым индикатором состояния здоровья, отражающим способность клеток и тканей организма сопротивляться окислительному стрессу, который может повреждать клеточные элементы. Значение ОВП для здоровья организма заключается в его влиянии на общее самочувствие и продолжительность жизни. Он служит маркером адаптации к внешним условиям и устойчивости к различным стрессовым факторам, как внешним, так и внутренним. Поддержание оптимального ОВП способствует нормальной работе организма и профилактике многих заболеваний [23; 24].

Положительное значение ОВП свидетельствует об окислительных свойствах вещества, где более высокое значение указывает на большую степень окисления. Отрицательное значение, напротив, говорит о восстановительных свойствах, то есть об антиоксидантной активности вещества (рис. 5), и чем оно ниже, тем выше содержание антиоксидантов.

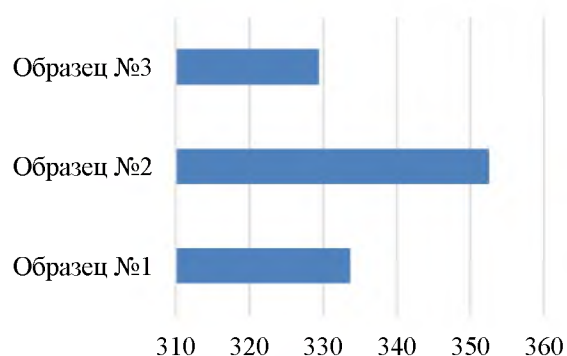


Рис. 5. Окислительно-восстановительный потенциал готовых образцов кисломолочного напитка

Fig. 5. Oxidation-reduction potential of finished samples of fermented milk drink

Из данных диаграммы видно, что все образцы имели положительные показатели. Это свидетельствует об их окислительной активности. Наибольшим окислительно-восстановительным потенциалом обладал образец №2 (чернослив-курага), а наименьшим показателем характеризовался образец №3 (яблоко-шпинат). Разница между ними составила 23,1 мВ, или 6,5%.

Закключение. Молочная сыворотка и ее компоненты являются ценным сырьем для производства ряда пищевой продукции молочной промышленности. В своем составе содержит около 6% сухих веществ, что составляет половину от количества, содержавшегося в молоке. Согласно данным Международной молочной ассоциации, в мире получают около 140 млн т сыворотки, половина из которой сливается со сточными водами в канализацию, приводя к потере дополнительного ресурса переработки. В России этот показатель достигает 80%, и только 20% задействовано в производстве пищевой продукции. Ежегодные потери можно приравнять к 1,5 млн т молока [25].

Комплексная переработка вторичного сырья является наиболее эффективным путем оптимизации производства. Одним из таких ресурсов служит молочная сыворотка, так как содержит в себе сывороточные белки, лактозу и минеральные вещества, которые широко используются в спе-

специализированных продуктах питания. Это обусловлено тем, что компоненты сыворотки способствуют повышению пищевой ценности и улучшению биологических и функциональных свойств специализированных пищевых продуктов [26].

В ходе исследования было определено, что лучшими органолептическими показателями обладал образец №2, в состав которого были введены чернослив и курага. Характеризовался однородной консистенцией с равномерно распределенными по всей массе компонентами; кисло-сладкий вкус и запах, с фруктовым послевкусием, без привкуса сыворотки; темно-кремовый, однородный цвет. По физико-химическим показателям он имел наибольшую титруемую кислотность – 40°Т и окислительно-восстановительный потенциал – 352,5 мВ.

Таким образом, использование растительного сырья способствует улучшению вкусоароматических характеристик готового продукта на основе творожной сыворотки. Полученный продукт не только обогатился пищевыми волокнами за счет вносимых добавок, но и приобрел заданные свойства конечного продукта.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

CONFLICT OF INTERESTS

The authors declare no conflict of interests

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Development of recipes for prophylactic milk and whey-based drinks and determination of their properties / Г.Н. Бисенова [et al.] // *Micribiology and Virology*. 2023. No. 3 (42). P. 158-175. DOI: 10.53729/mv-as.2023.03.10.
2. Самадов Р.С. Перспектива производства функциональных продуктов питания на основе молочной сыворотки // *Вестник Технологического университета Таджикистана*. 2021. № 4 (47). С. 99-105.
3. Tarasov A.V., Zavorokhina N.V. Modeling Functional Whey Drinks with High Antioxidant Activity Using Potentiometric Sensor Systems // *Food Industry*. 2023. Vol. 8, No. 2. P. 21-30. DOI: 10.29141/2500-1922-2023-8-2-3.
4. Уразбаева К. А., Намазбаева Г. Т. Перспективы применения молочной сыворотки в производстве напитков // *Вестник науки Южного Казахстана*. 2018. № 4 (4). С. 181-185.
5. Чебакова Г.В., Ворошик М.Е., Есепенок К.В. Использование вторичного молочного сырья для производства кисломолочных сывороточных напитков // *Инновации и инвестиции*. 2019. № 2. С. 129-132.
6. Данильчук Т.Н., Ефремова Ю.Г., Корыстина И.В. Напитки на основе молочной сыворотки и сублиматов проростков растений // *Хранение и переработка сельхозсырья*. 2020. № 3. С. 69-81. DOI: 10.36107/spfp.2020.305.
7. Разработка технологии производства функционального напитка на основе молочной сыворотки / Е.Н. Брюхачев [и др.] // *Вестник КрасГАУ*. 2020. № 8(161). С. 144-152. DOI: 10.36718/1819-4036-2020-8-144-152.
8. Fortified whey beverage for improving muscle mass in chronic obstructive pulmonary disease: a single-blind, randomized clinical trial / A. Ahmadi [et al.] // *Respiratory Research*. 2020. Vol. 21, No. 1. P. 1-11. DOI: 10.1186/s12931-020-01466-1.
9. Антиоксидантные свойства антоцианосодержащих фитобиотиков при производстве функционального напитка на основе молочной сыворотки / Гуляева О.А. [и др.] // *Ползуновский вестник*. 2023. № 2. С. 37-46. DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2023.02.005.

10. Колотий Т.Б., Коваленко З.С. Напитки на основе молочной сыворотки с использованием сиропов из фруктов дикорастущих растений // Новые технологии. 2021. Т. 17, № 2. С. 33-39. DOI: 10.47370/2072-0920-2021-17-2-33-39.
11. Пак В.И., Сучков Е.П. Оценка функциональности напитка на молочной основе, содержащего пищевые волокна // Новые технологии. 2018. № 1. С. 56-62.
12. Короткий И.А., Плотников И.Б., Мазеева И.А. Современные тенденции в переработке молочной сыворотки // Техника и технология пищевых производств. 2019. Т. 49, № 2. С. 227-234. DOI: 10.21603/2074-9414-2019-2-227-234.
13. Techno-Functional Properties and Recent Advances in the Manufacturing of Whey Beverages: A Review / A. Rejdlová [et al.] // Applied Sciences. 15. 1846. DOI:10.3390/app15041846
14. Использование биологически активных веществ лекарственных растений Сибири в функциональных напитках на основе молочной сыворотки / С.А. Иванова [и др.] // Техника и технология пищевых производств. 2019. Т. 49, № 1. С. 14-22. DOI: 10.21603/2074-9414-2019-1-14-22.
15. Евдокимов Н.С., Евдокимова О.В., Иванова Т.Н. Стратегия и тактика развития производства продуктов здорового питания с использованием лекарственного растительного сырья // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. 2024. Т. 12, № 1. С. 5-15. DOI: 10.14529/food240101.
16. Гаврилова А.Н., Борисова А.В. Разработка ферментированного сывороточного напитка с добавлением растительного сырья // Вестник КрасГАУ. 2022. № 1 (178). С. 212-220. DOI: 10.36718/1819-4036-2022-1-212-220.
17. Данильчук Т.Н., Новосад Ю.Г., Сидорова Е.С. Антиоксидантная активность молочной сыворотки // Пищевая промышленность. 2022. № 3. С. 39-42. DOI: 10.52653/PPI.2022.3.3.010.
18. Антиоксидантные соединения в продуктах пчеловодства / Е.А. Вахонина [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. 2020. № 3 (47). С. 5-10. DOI: 10.36508/RSATU.2020.62.88.001.
19. Review of antimicrobial properties of honey chemical constituents - part II / L.T. Kassym [et al.] // Science & Healthcare. 2023. Vol. 25, No. 2. P. 244-251. DOI: 10.34689/SH.2023.25.2.031.
20. Поладашвили Р.О., Галстян Н.В. Пищевые волокна - важная составляющая сбалансированного здорового питания // Тенденции развития науки и образования. 2020. № 68-2. С. 68-71. DOI: 10.18411/lj-12-2020-70.
21. The Health Benefits of Dietary Fibre / T.M. Barber [et al.] // Nutrients. 2020. Vol. 12, No. 10. P. 3209. DOI: 10.3390/nu12103209.
22. Ефимцева Э.А., Челпанова Т.И. Яблоки как источник растворимых и нерастворимых пищевых волокон. влияние пищевых волокон на аппетит // Физиология человека. 2020. Т. 46, № 2. С. 121-132. DOI: 10.31857/S0131164620020058.
23. Лысенко В.И. Оксидативный стресс как неспецифический фактор патогенеза органных повреждений (обзор литературы и собственных исследований) // Медицина неотложных состояний. 2020. Т. 16, № 1. С. 24-35. DOI: 10.22141/2224-0586.16.1.2020.196926.
24. Islam M.M.T., Shekhar H.U. Mechanism of oxidative stress: Impact of oxidative stress on human health // Free Radicals in Human Health and Disease. 2015. P. 59-73. DOI: 10.1007/978-81-322-2035-0_5.
25. Перспективные технологии переработки молочной сыворотки / И.В. Буянова [и др.] // Молочная промышленность. 2019. № 3. С. 36-38. DOI: 10.31515/1019-8946-2019-3-36-38.

26. Использование компонентов молочной сыворотки для производства продуктов специализированного питания / С.В. Симоненко [и др.] // Международный научно-исследовательский журнал. 2022. № 4-1 (118). С. 185-188. DOI: 10.23670/IRJ.2022.118.4.030.

REFERENCES

1. Development of recipes for prophylactic milk and whey-based drinks and determination of their properties / G.N. Bisenova [et al.] // *Micribiology and Virology*. 2023. No. 3 (42). P. 158-175. DOI: 10.53729/mv-as.2023.03.10.
2. Samadov R.S. Prospects for the production of functional foods based on milk whey // *Bulletin of the Technological University of Tajikistan*. 2021. No. 4 (47). P. 99-105. [In Russ.]
3. Tarasov A.V., Zavorokhina N.V. Modeling Functional Whey Drinks with High Antioxidant Activity Using Potentiometric Sensor Systems // *Food Industry*. 2023. Vol. 8, No. 2. P. 21-30. DOI: 10.29141/2500-1922-2023-8-2-3.
4. Urazbaeva K. A., Namazbaeva G. T. Prospects for the use of milk whey in beverage production // *Bulletin of Science of South Kazakhstan*. 2018. No. 4 (4). P. 181-185. [In Russ.]
5. Chebakova G. V., Voroshik M. E., Esepenok K. V. Use of secondary milk raw materials for the production of fermented milk whey drinks // *Innovations and Investments*. 2019. No. 2. P. 129-132. [In Russ.]
6. Danilchuk T. N., Efremova Yu. G., Korystina I. V. Drinks based on milk whey and plant sprout sublimates // *Storage and processing of agricultural raw materials*. 2020. No. 3. P. 69-81. DOI: 10.36107/spfp.2020.305. [In Russ.]
7. Development of production technology for a functional drink based on milk whey / E.N. Bryukhachev [et al.] // *Bulletin of KrasSAU*. 2020. No. 8(161). P. 144-152. DOI: 10.36718/1819-4036-2020-8-144-152. [In Russ.]
8. Fortified whey beverage for improving muscle mass in chronic obstructive pulmonary disease: a single-blind, randomized clinical trial / A. Ahmadi [et al.] // *Respiratory Research*. 2020. Vol. 21, No. 1. P. 1-11. DOI: 10.1186/s12931-020-01466-1.
9. Antioxidant properties of anthocyanin-containing phytobiotics in the production of a functional drink based on milk whey / Gulyaeva O.A. [et al.] // *Polzunovsky Vestnik*. 2023. No. 2. P. 37-46. DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2023.02.005. [In Russ.]
10. Kolotiy T.B., Kovalenko Z.S. Whey-based drinks using syrups from wild fruits // *New technologies*. 2021. Vol. 17, No. 2. P. 33-39. DOI: 10.47370/2072-0920-2021-17-2-33-39. [In Russ.]
11. Pak V.I., Suchkov E.P. Evaluation of the functionality of a milk-based drink containing dietary fiber // *New technologies*. 2018. No. 1. P. 56-62. [In Russ.]
12. Korotkiy I.A., Plotnikov I.B., Mazeeva I.A. Modern trends in whey processing // *Equipment and technology of food production*. 2019. Vol. 49, No. 2. P. 227-234. DOI: 10.21603/2074-9414-2019-2-227-234. [In Russ.]
13. Techno-Functional Properties and Recent Advances in the Manufacturing of Whey Beverages: A Review / A. Rejdlová [et al.] // *Applied Sciences*. 15. 1846. DOI:10.3390/app15041846
14. Use of Biologically Active Substances of Siberian Medicinal Plants in Functional Drinks Based on Milk Whey / S.A. Ivanova [et al.] // *Engineering and Technology of Food Production*. 2019. Vol. 49, No. 1. P. 14-22. DOI: 10.21603/2074-9414-2019-1-14-22. [In Russ.]
15. Evdokimov N.S., Evdokimova O.V., Ivanova T.N. Strategy and tactics of development of production of healthy food products using medicinal plant raw materials // *Bulletin of the South Ural State University. Series: Food and biotechnology*. 2024. Vol. 12, No. 1. P. 5-15. DOI: 10.14529/food240101. [In Russ.]

16. Gavrilova A.N., Borisova A.V. Development of fermented whey drink with addition of plant raw materials // Bulletin of KrasSAU. 2022. No. 1 (178). P. 212-220. DOI: 10.36718/1819-4036-2022-1-212-220. [In Russ.]
17. Danilchuk T.N., Novosad Yu.G., Sidorova E.S. Antioxidant activity of milk whey // Food industry. 2022. No. 3. P. 39-42. DOI: 10.52653/PPI.2022.3.3.010. [In Russ.]
18. Antioxidant compounds in beekeeping products / E.A. Vakhonina [et al.] // Bulletin of Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev. 2020. No. 3 (47). P. 5-10. DOI: 10.36508/RSATU.2020.62.88.001. [In Russ.]
19. Review of antimicrobial properties of honey chemical constituents - part II / L.T. Kassym [et al.] // Science & Healthcare. 2023. Vol. 25, No. 2. P. 244-251. DOI: 10.34689/SH.2023.25.2.031.
20. Poladashvili R.O., Galstyan N.V. Dietary fiber is an important component of a balanced healthy diet // Trends in the development of science and education. 2020. No. 68-2. P. 68-71. DOI: 10.18411/lj-12-2020-70. [In Russ.]
21. The Health Benefits of Dietary Fibre / T.M. Barber [et al.] // Nutrients. 2020. Vol. 12, No. 10. P. 3209. DOI: 10.3390/nu12103209.
22. Efimtseva E.A., Chelpanova T.I. Apples as a source of soluble and insoluble dietary fiber. The effect of dietary fiber on appetite // Human Physiology. 2020. Vol. 46, No. 2. Pp. 121-132. DOI: 10.31857/S0131164620020058. [In Russ.]
23. Lysenko V.I. Oxidative stress as a nonspecific factor in the pathogenesis of organ damage (review of the literature and our own research) // Emergency Medicine. 2020. Vol. 16, No. 1. P. 24-35. DOI: 10.22141/2224-0586.16.1.2020.196926. [In Russ.]
24. Islam M.M.T., Shekhar H.U. Mechanism of oxidative stress: Impact of oxidative stress on human health // Free Radicals in Human Health and Disease. 2015. P. 59-73. DOI: 10.1007/978-81-322-2035-0_5.
25. Promising technologies for processing milk whey / I.V. Buyanova [et al.] // Dairy industry. 2019. No. 3. P. 36-38. DOI: 10.31515/1019-8946-2019-3-36-38. [In Russ.]
26. Use of milk whey components for the production of specialized nutrition products / S.V. Simonenko [et al.] // International research journal. 2022. No. 4-1 (118). P. 185-188. DOI: 10.23670/IRJ.2022.118.4.030. [In Russ.]

Информация об авторах / Information about the authors

Смирнова Екатерина Сергеевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры биотехнологии и пищевых продуктов, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный аграрный университет», 620000, Российская Федерация, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2116-121X>, e-mail: ekaterina-kazantseva@list.ru

Мельникова Екатерина Олеговна, магистр, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный аграрный университет», 620000, Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42, e-mail: meln.02@mail.ru

Ражина Ева Валерьевна, кандидат биологических наук, доцент кафедры биотехнологии пищевых продуктов, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный аграрный университет», 620000, Российская Федерация, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42, e-mail: eva.mats@mail.ru

Лопаева Надежда Леонидовна, кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры биотехнологии и пищевых продуктов, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный аграрный университет», 620000, Российская Федерация, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42, e-mail: lopaeva77@mail.ru

Чепуштанова Ольга Викторовна, кандидат биологических наук, доцент кафедры биотехнологии и пищевых продуктов, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный аграрный университет», 620000, Российская Федерация, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42, e-mail: chepushtanova-ov@list.ru

Ekaterina S. Smirnova, PhD (Agr.), Associate Professor, the Department of Biotechnology and Food Products, Ural State Agrarian University; 620000, the Russian Federation, Yekaterinburg, 42 Karl Liebkecht St., ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2116-121X>, e-mail: ekaterina-kazantseva@list.ru

Ekaterina O. Melnikova, Master student, Ural State Agrarian University; 620000, the Sverdlovsk Region, Yekaterinburg, 42 Karl Liebkecht St., e-mail: meln.02@mail.ru

Eva V. Razhina, PhD (Biol.), Associate Professor, the Department of Food Biotechnology, Ural State Agrarian University; 620000, the Russian Federation, Yekaterinburg, 42 Karl Liebkecht St., e-mail: eva.mats@mail.ru

Nadezhda L. Lopaeva, PhD (Biol.), Associate Professor, the Department of Biotechnology and Food Products, Ural State Agrarian University; 620000, the Russian Federation, Yekaterinburg, 42 Karl Liebkecht St., e-mail: lopaeva77@mail.ru

Olga V. Chepushtanova, PhD (Biol.), Associate Professor, the Department of Biotechnology and Food Products, Ural State Agrarian University; 620000, the Russian Federation, Yekaterinburg, 42 Karl Liebkecht St., e-mail: chepushtanova-ov@list.ru

Заявленный вклад авторов

Смирнова Екатерина Сергеевна, Ражина Ева Валерьевна – разработка рецептуры, проведение эксперимента

Лопаева Надежда Леонидовна – подбор литературных источников

Мельникова Екатерина Олеговна – оформление статьи по требованиям журнала

Чепуштанова Ольга Викторовна – разработка методики исследования, валидация данных

Claimed contribution of the authors

Smirnova E.S., Razhina E.V. – formulation development, experiment implementation

Lopayeva N.L. – selection of literary sources

Melnikova E.O. – article design according to the Journal requirements

Chepushtanova O.V. – the research methodology development, data validation

Поступила в редакцию 11.04.2025

Поступила после рецензирования 05.05.2025

Принята к публикации 07.05.2025

Received 01.04.2025

Revised 05.05.2025

Accepted 07.05.2025