

Разработка рецептур инстантных смузи на основе ферментализованного тыквенного пюре и продуктов переработки дикоросов

Е.Д. Рожнов, М.Н. Школьников, О.Н. Мусина

Алтайский государственный
технический университет
им. И. И. Ползунова, г. Барнаул,
Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Введение: Несмотря на интерес потребителей к функциональным смузи, большинство рецептур этого напитка ориентированы на свежие или замороженные компоненты, что ограничивает логистику и срок годности. Применение сухих инстантных форм на основе ферментализованного тыквенного пюре для повышения биодоступности β -каротина изучено недостаточно. Отсутствуют системные данные о синергетическом сочетании ферментализованной тыквы с продуктами глубокой переработки дикоросов (облепихи и брусники) в формате быстрорастворимых напитков. Данное исследование восполняет этот пробел, обосновывая рецептуру инстантных смузи, объединяющих нутрициологическую ценность, ресурсосберегающий подход и целевые органолептические характеристики.

Цель: Разработка рецептур инстантных напитков типа смузи на основе сухого ФТП, обогащённого экстрактами и шротами облепихи и брусники, с достижением высоких органолептических характеристик, обеспечением целевого содержания β -каротина, а также оценкой функционально-технологического и синергетического эффекта комбинаций растительных полуфабрикатов.

Материалы и методы: Объектами исследования являлись: сухое ФТП; сухие экстракты облепихи и брусники и порошки из шротов облепихи и брусники. Изучали физико-химические показатели (влажность, полифенолы, β -каротин, кислотность) и функционально-технологические свойства (водоудерживающая способность, жиродерживающая способность, смачиваемость, насыпная плотность). Органолептический анализ проводили профильным методом ($n = 10$) по 5-балльной шкале с весовыми коэффициентами. Статистическую обработку выполняли с использованием ANOVA, критерия Тьюки, U-критерия Манна-Уитни, корреляционного анализа Спирмена ($p < 0,05$).

Результаты: Обоснована рациональная концентрация ФТП в готовом напитке – 12 % (60 г на 100 г сухой смеси), обеспечивающая густую консистенцию и содержание β -каротина 1,32 мг на порцию (26,4 % от суточной нормы). Разработано 6 вариантов рецептур. Наивысший комплексный органолептический балл (4,88) получен для образца с комбинацией экстрактов облепихи и брусники. Содержание β -каротина в образцах варьировало от 0,53 до 1,03 мг/100 г, что обеспечивает 26,6–51,6 % суточной нормы в порции. Выявлена сильная положительная корреляция между содержанием полифенолов и органолептической оценкой ($r = 0,81$; $p < 0,05$).

Выводы: Разработана рецептура инстантного смузи (основа — ФТП, экстракт облепихи, экстракт брусники) с высокими органолептическими свойствами и пищевой ценностью. Показана целесообразность использования экстрактов дикоросов и вторичных продуктов их переработки (шротов) для создания функциональных напитков. Продукт рекомендован для коррекции нутритивного статуса населения, в том числе проживающего в экстремальных климатических условиях.

Ключевые слова: инстантные напитки; ферментализованное тыквенное пюре; сухой экстракт облепихи и брусники; шрот ягод; каротиноиды; полифенолы

Корреспонденция:

Ольга Николаевна Мусина

E-mail: musinaon@altgtu.ru

Конфликт интересов:

авторы сообщают
об отсутствии конфликта
интересов.

Поступила: 01.02.2026

Принята: 15.06.2026

Опубликована: 30.06.2026

Финансирование:

Работа выполнена в рамках
госзадания Минобрнауки РФ
(№ 075-03-2024-105, номер темы
FZMM-2024-0003, рег. № НИОКТР
124013000666-5).

Copyright: © 2026 Авторы



Для цитирования: Рожнов, Е.Д., Школьников, М.Н., & Мусина, О.Н. (2026). Разработка рецептур инстантных смузи на основе ферментализованного тыквенного пюре и продуктов переработки дикоросов. *FOOD METAENGINEERING*, 4(2), 25–41. <https://doi.org/10.37442/fme.2026.2.109>

Development of Instant Smoothie Formulations Based on Enzyme-Hydrolyzed Pumpkin Purée and Processed Wild-Growing Berries

Evgeny D. Rozhnov, Marina N. Shkolnikova, Olga N. Musina

Polzunov Altai State Technical
University, Barnaul, Russian
Federation

ABSTRACT

Background: Despite growing consumer interest in functional smoothies, most existing formulations rely on fresh or frozen ingredients, which limits logistics and shelf life. The use of dry instant formats based on enzyme-hydrolyzed pumpkin purée to enhance β -carotene bioavailability remains underexplored. Furthermore, systematic data on the synergistic combination of enzyme-hydrolyzed pumpkin with processed products of Siberian wild berries (sea buckthorn and lingonberry) in instant beverages are currently lacking. This study addresses this gap by scientifically substantiating the formulation of instant smoothies that integrate nutritional value, a resource-efficient approach, and targeted sensory characteristics.

Purpose: To develop formulations for instant smoothie-type beverages based on dried enzyme-hydrolyzed pumpkin purée (EHP), enriched with extracts and pomace of sea buckthorn and lingonberry, aiming to achieve high sensory quality, ensure target levels of β -carotene, and evaluate the techno-functional and synergistic effects of plant-based ingredient combinations.

Materials and Methods: The research objects included: dried EHP; dried sea buckthorn and lingonberry extracts; and powders obtained from sea buckthorn and lingonberry pomace. Physicochemical parameters (moisture content, polyphenols, β -carotene, acidity) and functional-technological properties (water-holding capacity, fat-holding capacity, wettability, bulk density) were determined. Sensory analysis was performed using the profile method ($n = 10$) on a 5-point scale with weighting coefficients. Statistical processing was carried out using ANOVA, Tukey's test, Mann–Whitney U test, and Spearman's rank correlation analysis ($p < 0.05$).

Results: The optimal concentration of EHP in the ready-to-drink beverage was substantiated at 12 % (60 g per 100 g of dry mix), providing a thick consistency and β -carotene content of 1.32 mg per serving (26.4 % of the daily requirement). Six formulation variants were developed. The highest comprehensive sensory score (4.88) was obtained for the sample combining sea buckthorn and lingonberry extracts. The β -carotene content in the samples ranged from 0.53 to 1.03 mg/100 g, providing 26.6–51.6 % of the daily requirement per serving. A strong positive correlation was identified between polyphenol content and sensory evaluation ($\rho = 0.81$; $p < 0.05$).

Conclusion: The formulation of an instant smoothie (based on EHP, sea buckthorn extract, and lingonberry extract) with high sensory properties and nutritional value has been substantiated. The feasibility of utilizing both wild berry extracts and their secondary processing products (pomace) for creating functional beverages has been demonstrated. The product is recommended for optimizing the nutritional status of the population, including those residing in extreme climatic conditions.

Keywords: instant beverages; enzyme-hydrolyzed pumpkin purée; dried sea buckthorn; lingonberry extract; berry pomace; carotenoids; polyphenols

Correspondence:

Olga N. Musina

E-mail: musinaon@altgtu.ru

Conflict of interest:

The authors report the absence of a conflict of interest.

Received: 01.02.2026

Accepted: 15.06.2026

Published: 30.06.2026

Funding:

The research was supported by Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (project No. 075-03-2024-105, 124013000666-5).

Copyright: © 2026 The Authors



To cite: Rozhnov, E.D., Shkolnikova, M.N., & Musina, O.N. (2026). Development of instant smoothie formulations based on enzyme-hydrolyzed pumpkin purée and processed wild-growing berries. *FOOD METAENGINEERING*, 4(2), 25–41. <https://doi.org/10.37442/fme.2026.2.109>

ВВЕДЕНИЕ

Обеспечение населения полноценными пищевыми продуктами, обладающими не только высокой питательной ценностью, но и направленными физиологическими эффектами, является одной из важных задач современной нутрициологии. Эта задача приобретает особую значимость в регионах с экстремальными климатическими условиями, таких как Арктическая зона Российской Федерации, где наблюдается устойчивый дефицит свежих растительных продуктов, богатых витаминами и биологически активными соединениями (Новикова и др., 2023), что также подтверждается данными выборочного наблюдения состояния здоровья населения регионов России, регулярно проводимого Росстатом¹. Каротиноиды могут служить объективными маркерами потребления овощей и фруктов, поскольку организм не может их синтезировать, и они поступают только с растительной пищей. Исследования показывают, что рацион россиян характеризуется дефицитом витаминов и антиоксидантов, в частности недостаточное потребление β -каротинов отмечено 38% опрошенных (Gorbachev et al., 2023). Обзор по северным территориям России отмечает дефицит витамина А и β -каротина у значительной части как коренного, так и «пришлого» населения; для β -каротина у взрослых северян сообщается о дефиците у 78% обследованных (Nikogosyan et al., 2025).

Недостаточное потребление каротиноидов и полифенолов негативно сказывается на нутритивном статусе и адаптационных возможностях организма. В этих условиях перспективным направлением является создание сухих концентратов быстрого приготовления, сочетающих логистические преимущества (низкая масса, компактность, устойчивость к микробной порче при надлежащей упаковке, длительный срок хранения) с высокой биологической ценностью (Dhiman et al., 2017; Wang et al., 2010).

В данном контексте перспективным сырьевым решением выступает тыква (*Cucurbita moschata* Duch.), характеризующаяся высоким естественным содержанием β -каротина — ключевого провитамина А, дефицит которого широко распространен у населения северных территорий (Irwan et al., 2020). Однако биодоступность и сохранность каротиноидов в готовых продуктах сильно зависят от выбранной технологии переработки.

Для преодоления указанных ограничений эффективным подходом является ферментативная обработка сырья, в частности ферментализация тыквенного пюре. Ранее было показано, что данная обработка повышает содержание свободных сахаров и экстрагируемого β -каротина, что потенциально улучшает его биодоступность (Рожнов и др., 2025). Сухое ферментализованное тыквенное пюре (ФТП) демонстрирует высокий потенциал в качестве базы для различных пищевых систем, включая концентраты супов и напитков. Тем не менее, вопросы оптимизации его концентрации в рецептурах для достижения целевых органолептических и нутрициологических характеристик остаются недостаточно изученными.

Для расширения спектра биоактивных соединений и формирования гармоничного вкусоароматического профиля сухих концентратов быстрого приготовления целесообразно комбинировать тыквенную основу с дикорастущими ягодами Сибири — облепихой (*Hippophae rhamnoides* L.) и брусникой (*Vaccinium vitis-idaea* L.). Данные культуры характеризуются высоким содержанием полифенольных соединений, органических кислот, витаминов и других биоактивных веществ (Azmat et al., 2023; Kidoń et al., 2022).

При этом интеграция ягодных полуфабрикатов в сухие смеси требует учета их не только нутрициологической, но и технологической ценности. Использование продуктов переработки дикоросов, в частности сухих экстрактов и, особенно, вторичных ресурсов (шротов), образующихся при производстве соков и экстрактов, полностью соответствует современной парадигме ресурсосбережения и принципам циркулярной экономики в пищевой промышленности (Singh et al., 2020). Порошки из ягодных шротов, сохраняя значительную долю пищевых волокон и связанных полифенолов, выполняют двойную функцию: выступают как обогатители микронутриентами и как натуральные структурообразователи благодаря выраженной водоудерживающей способности (Budnith et al., 2023; Dilrukshi et al., 2021). Несмотря на доказанный потенциал отдельных компонентов, синергетическое влияние их комбинаций на физико-химические и органолептические свойства сухих концентратов напитков быстрого приготовления в доступной литературе системно не описано.

¹ https://rosstat.gov.ru/free_doc/new_site/zdor23/PublishSite_2023/index.html. Итоги выборочного федерального статистического наблюдения «Состояние здоровья населения» в 2023 году

Комбинирование каротиноидсодержащего растительного сырья, такого как тыква, с ягодами, богатыми полифенолами и кислотами, представляет собой перспективную стратегию, направленную на преодоление ограничений монокомпонентных систем. С точки зрения пищевой химии, полифенолы способны стабилизировать каротиноиды от окислительной деградации, а органические кислоты повышают их биодоступность и эмульгируемость в водных средах. Как показано в ряде исследований (Jahangeer et al., 2025; Latifi et al., 2025), такие комбинации дают синергетический эффект: итоговый продукт получается с высокой антиоксидантной активностью (превышающей аддитивный вклад отдельных ингредиентов) и вполне приемлемыми вкусовыми характеристиками.

В качестве оптимальной пищевой матрицы для реализации данной стратегии выступает формат инстантных смузи. Современный потребительский тренд на функциональные напитки, замещающие полноценные приемы пищи (Chermon et al., 2024), предъявляет специфические требования к данному продукту: высокая вязкость, быстрая регидратация и сбалансированный нутриентный профиль (Castillejo et al., 2016; Rozhnov et al., 2020). При этом большинство существующих разработок ориентированы на использование свежих или замороженных компонентов (Napiórkowska et al., 2024), что создаёт серьёзные логистические ограничения и существенно сокращает срок годности готовых напитков: свежие смузи хранятся в холодильнике не более пары дней, а замороженные требуют непрерывного поддержания низких температур на всех этапах дистрибуции. Альтернативой выступают сухие концентраты быстрого приготовления (инстантные) — их срок годности достигает 12 месяцев и более при хранении при комнатной температуре, они компактны и устойчивы к микробной порче при надлежащей упаковке (Dilrukshi et al., 2021).

Сухие концентраты смузи решают логистические задачи, особенно актуальные для северных регионов, однако их создание требует точного подбора структурообразующих и вкусоароматических компонентов. При этом в доступной литературе отсутствуют исследования, посвященные совместному использованию ферментолитического тыквенного пюре и продуктов глубокой переработки сибирских дикоросов в сухих инстантных системах.

Существующий пробел в знаниях заключается в следующем: (а) не изучена роль сухого ферментолитического

тыквенного пюре как базового матрикса для напитков типа смузи; (б) не оценено влияние одновременного внесения сухих экстрактов и вторичных продуктов переработки (шротов) облепихи и брусники на свойства готового продукта; (в) отсутствует количественная оценка синергетического взаимодействия указанных компонентов в контексте их влияния на водоудерживающую способность, смачиваемость, текстурные характеристики и органолептические показатели продукта. В частности, остаётся неясным, какой из типов ягодных полуфабрикатов (экстракты или шроты) вносит определяющий вклад в формирование целевой консистенции смузи и как их комбинация модифицирует биохимический профиль напитка по сравнению с моновариантами.

Цель исследования заключалась в разработке рецептур инстантных напитков типа смузи на основе сухого ФТП, обогащённого экстрактами и шротами облепихи и брусники, с достижением высоких органолептических характеристик, обеспечением целевого содержания β -каротина, а также оценкой функционально-технологического и синергетического эффекта комбинаций растительных полуфабрикатов.

Исследовательские вопросы:

RQ#1: Каковы физико-химические и функционально-технологические характеристики сухих экстрактов и шротов облепихи и брусники, и как они определяют технологическую роль каждого компонента в рецептуре?

RQ#2: Какая концентрация ферментолитического тыквенного пюре необходима для достижения целевого содержания β -каротина в порции напитка (не менее 20 % от суточной нормы) при сохранении типичной для смузи консистенции?

RQ#3: Как различные комбинации экстрактов и шротов облепихи и брусники влияют на органолептический профиль и содержание биоактивных веществ (каротиноидов и полифенолов) в готовом смузи, и какая рецептура обеспечивает максимальный синергетический эффект?

Для проверки сформулированных исследовательских вопросов и обоснования экспериментального дизайна были выдвинуты рабочие гипотезы. Первая гипотеза опирается на доказанную способность ферментолитического повышать экстракцию и биодоступность каротиноидов тыквы и предполагает, что использование ФТП в составе смузи позволит преодолеть типичный для северных

регионов дефицит провитамина А в формате напитков быстрого приготовления. Вторая гипотеза базируется на известной комплементарности полифенольных и кислотных профилей облепихи и брусники, а также на предположении, что их совместное применение усилит вкусоароматический баланс. Третья гипотеза предполагает, что полифенолы выступают не только как функциональные нутриенты, но и как активные модуляторы вкусового восприятия, что должно проявиться в статистически значимой корреляции с органолептической оценкой.

Рабочие гипотезы исследования:

H₁: Использование сухого ФТП в комбинации с сухими экстрактами и шротами облепихи и брусники позволит обеспечить содержание β-каротина в порции напитка на уровне не менее 20 % от рекомендуемой суточной нормы.

H₂: Совместное применение экстрактов облепихи и брусники обеспечит синергетический эффект в формировании органолептического профиля, статистически значимо превышающий показатели моносоставных образцов.

H₃: Между содержанием полифенольных соединений и комплексной органолептической оценкой напитка существует статистически значимая корреляция, подтверждающая их роль в модуляции сенсорных характеристик.

Верификация данных гипотез осуществлялась посредством физико-химического анализа, дескрипторно-профильной органолептической оценки и корреляционного моделирования (критерий Спирмена).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объекты исследования

Объектами на разных этапах исследования служили: сухое ферментолитованное тыквенное пюре (ФТП), продукты переработки облепихи и брусники, образцы порошкообразных смесей для приготовления напитков типа смузи, образцы готовых напитков типа смузи.

ФТП получали по ранее разработанной авторами технологии (Рожнов и др., 2025; Rozhnov et al., 2026) из плодов тыквы сорта «Россиянка» (урожай 2024 г., Алтайский край); содержание β-каротина в использованном в ис-

следовании ФТП составляет $4,39 \pm 0,08$ мг/100 г, массовая доля влаги — $4,4 \pm 0,2$ %, размер частиц — менее 0,25 мм.

Продукты переработки облепихи (*Hippophae rhamnoides* L.) и брусники (*Vaccinium vitis-idaea* L.) представляли собой сухие экстракты (ООО «КиТ плюс», г. Бийск, Алтайский край) со следующими характеристиками: экстракт облепихи (ЭО) — порошкообразный продукт желто-коричневого цвета с характерным запахом облепихи, кислым вкусом; экстракт брусники (ЭБ) — порошкообразный продукт розовато-коричневого цвета с характерным ароматом брусники, кисло-сладким вкусом. Продукты переработки вторичных ресурсов облепихи и брусники — порошки, получаемые в результате высушивания и измельчения шрота, образующегося после водной экстракции ягод облепихи (ПШО) и ягод брусники (ПШБ). Облепиховый и брусничный шроты (ООО «КиТ плюс», г. Бийск, Алтайский край), высушивали в вакуумном сушильном шкафу при температуре 70 °С. Сушку осуществляли до конечной влажности продукта не более 5 %. Высушенные образцы шротов измельчали на лабораторной мельнице до размера частиц не более 0,25 мм, классификацию частиц осуществляли с использованием лабораторного сита с комплектом сит.

Рецептуры сухих порошкообразных смесей для приготовления смузи приведены в Таблице 1. Контрольные образцы напитков включали только ФТП в количестве 9, 12 и 15 % в пересчете на порцию готового напитка (200 г); опытные образцы напитков типа смузи готовили по рецептурам Таблицы 1.

Оборудование

В работе использовали следующее оборудование: аналитические весы HR-100AZ (A&D, Япония); сушильный шкаф ШС-80-01 СПУ (Смоленское СКТБ СПУ, Россия); вакуумный сушильный шкаф LT-VO/50 (Labtex, Россия); спектрофотометр UV-1800 (Shimadzu, Япония); pH-метр pH-150МИ (НПО Измерительная техника, Россия); центрифуга Liston C-2201 (Листон, Россия); лабораторный смеситель СЛ-6 (Технотест, Россия); лабораторная мельница DM-6 (HsiangTay, Тайвань); лабораторный рассев РЛ1-МТ (Мототех, Россия); комплект сит 0,04-10,0 мм (Крафт, Россия).

Методы исследования

Массовую долю влаги определяли методом высушивания до постоянной массы по ГОСТ 15113.4-2021 «Кон-

Э.Д. Рожнов, М.Н. Школьников, О.Н. Мусина

Таблица 1
Рецептуры сухих смесей для приготовления смузи (на 100 г смеси)

Table 1
Formulations of Dry Mixes for Smoothie Preparation (per 100 g of mixture)

Компонент, г	Контроль (ФТП)	ФТП + ЭО	ФТП + ЭО + ПШО	ФТП + ЭБ	ФТП + ЭБ + ПШБ	ФТП + ЭО + ЭБ
ФТП	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0
Сахар	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0
Экстракт облепихи (ЭО)	—	25,0	12,5	—	—	12,5
Шрот облепихи (ПШО)	—	—	12,5	—	—	—
Экстракт брусники (ЭБ)	—	—	—	25,0	12,5	12,5
Шрот брусники (ПШБ)	—	—	—	—	12,5	—
ИТОГО	75,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Примечание. Контрольный образец содержит только ФТП и сахар, поэтому сумма компонентов составляет 75 г на 100 г сухой смеси. Опытные образцы дополнительно содержат экстракты и шроты дикоросов, доводящие сумму компонентов до 100 г. При приготовлении готового напитка (50 г сухой смеси + 200 мл воды) содержание ФТП во всех образцах составляет 30 г на 250 г напитка (12 %).

Note. The control sample consists solely of FTP and sugar, hence the sum of components is 75 g per 100 g of dry mixture. The experimental samples also include wild plant extracts and meals, which make up the remaining 25 g to reach 100 g. Upon reconstitution (50 g dry mix + 200 mL water), the FTP concentration in all samples is 30 g per 250 g of beverage (12 %).

центраты пищевые. Гравиметрические методы определения массовой доли влаги». Содержание суммы полифенольных соединений — спектрофотометрическим методом Фолина-Чокальтеу (Nikolaeva T.N. et al., 2022), результаты выражали в мг эквивалента галловой кислоты (GAE) на 1 г сухой массы. Содержание β-каротина — по ГОСТ ISO 6558-2 «Фрукты, овощи и продукты их переработки. Определение содержания каротина спектрофотометрическим методом». Кислотность готовых напитков определяли по ГОСТ 6687.4 «Напитки безалкогольные, квасы и сиропы. Метод определения кислотности».

Для порошкообразных ингредиентов определяли водоудерживающую способность (ВУС, г/г), жироудерживающую способность (ЖУС, г/г), смачиваемость (с) и насыпную плотность (г/дм³). ВУС и ЖУС измеряли методом центрифугирования (Kundu et al., 2014), для оценки ЖУС использовали рафинированное подсолнечное масло. Смачиваемость изучали по методу, описанному в работе (Gong et al., 2008), а насыпную плотность — в работе (Jinapong et al., 2008).

Органолептический анализ готовых напитков проводили по ГОСТ 6687.5 «Производство безалкогольной промышленности. Методы определения органолептических показателей и объема продукции» профильным методом. Дескрипторно-профильную оценку проводили оценщики (n = 10) по 5-балльной шкале с шагом 0,5 балла для следующих показателей: внешний вид,

цвет, запах, вкус, консистенция, послевкусие. Коэффициенты весомости показателей устанавливали экспертным методом с учетом специфики продукта (напиток типа смузи): внешний вид — 0,10; цвет — 0,10; запах — 0,20; вкус — 0,30; консистенция — 0,20; послевкусие — 0,10. Комплексный показатель качества рассчитывали как сумму произведений средних баллов на соответствующие веса (Suyanto et al., 2024).

Процедура исследования

В качестве ключевых анализируемых показателей выбраны содержание β-каротина и сумма полифенольных соединений. β-каротин выбран как целевой нутриент для коррекции дефицита провитамина А, характерного для населения северных территорий (Irwani et al., 2020; Новикова и др., 2023). Полифенолы как показано ранее (Osakabe et al., 2024), вносят существенный вклад в органолептический профиль продуктов. Оба показателя имеют стандартизованные и воспроизводимые методы анализа, что обеспечивает валидность сравнения образцов. Иные ценные компоненты сырья (витамин С, минеральные вещества, органические кислоты, пектины) не входили в число целевых критериев на данном этапе исследования.

Порошкообразные смеси напитков получали дозированием сухих компонентов в соответствии с рецептурами (Таблица 1), с последующим перемешиванием в лабораторном смесителе в течение 10 мин.

Готовый напиток получали путем смешивания 50 г сухой смеси с 200 мл воды комнатной температуры (20–22 °С), тщательного перемешивания и настаивания в течение 5 мин для полной регидратации. Выбор воды комнатной температуры обусловлен спецификой потребления смузи как прохладительного напитка, который может употребляться со льдом, что исключает использование горячей воды. Для корректировки вкуса образцов напитков типа смузи использовали сахар белый (ГОСТ 33222-2015 «Сахар белый. Технические условия»).

Для подтверждения рациональной концентрации ФТП в рецептуре готовили образцы с содержанием ФТП 9, 12 и 15 % в пересчете на порцию готового напитка (250 г). Оценивали органолептические показатели и консистенцию. Целевое содержание каротиноидов рассчитывали, исходя из содержания β-каротина в ФТП и рекомендуемой суточной нормы потребления 5 мг (МР 2.3.1.0253-21).

Анализ данных

Для каждого показателя рассчитывали среднее арифметическое значение (М) и стандартное отклонение (SD). Достоверность различий между образцами оценивали с помощью однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) с последующим применением критерия Тьюки — для сравнения средних значений показателей между тремя и более группами при нормальном распределении. Нормальность распределения количественных признаков проверяли по критерию Шапиро-Уилка отдельно для каждой группы (во всех случаях распределение не отличалось от нормального, $p > 0,05$); гомогенность дисперсий проверяли крите-

рием Ливена. Для органолептических данных, которые не всегда подчиняются нормальному распределению, использовали непараметрический критерий Краскела-Уоллиса с попарными сравнениями по U-критерию Манна-Уитни с поправкой Бонферрони. Для выявления взаимосвязи между показателями рассчитывали ранговый коэффициент корреляции Спирмена (ρ), устойчивый к выбросам и ненормальному распределению. Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Представлены результаты в порядке, соответствующем логике исследования: сначала характеристика сырьевых ингредиентов (сухих экстрактов и порошков шротов), затем обоснование рациональной концентрации ФТП в напитке, далее органолептическая оценка 6 разработанных рецептур и физико-химический анализ 3 наиболее перспективных образцов.

Анализ физико-химических и функционально-технологических свойств сухих экстрактов облепихи и брусники и порошков из шротов этих ягод

На первом этапе проведен анализ сухих экстрактов и порошков шротов облепихи и брусники по физико-химическим и функционально-технологическим свойствам. Результаты представлены в Таблице 2.

Сухие экстракты (ЭО, ЭБ) оказались богаче полифенолами — 38–42 мг GAE/г. У порошков шротов этот показатель ниже, на уровне 15–18 мг GAE/г. Однако они

Таблица 2

Характеристика продуктов переработки дикоросов (М ± SD, n=3)

Table 2

Characteristics of Processed Wild-Growing Berries (M ± SD, n=3)

Показатель	Экстракт облепихи (ЭО)	Шрот облепихи (ПШО)	Экстракт брусники (ЭБ)	Шрот брусники (ПШБ)
Массовая доля влаги, %	3,8 ± 0,2 ^a	5,2 ± 0,3 ^b	4,1 ± 0,2 ^a	5,4 ± 0,3 ^b
Содержание полифенолов, мг GAE/г	42,6 ± 1,8 ^a	18,4 ± 0,9 ^b	38,2 ± 1,5 ^c	15,7 ± 0,8 ^d
ВУС, г/г	2,1 ± 0,2 ^a	8,4 ± 0,4 ^b	2,4 ± 0,2 ^a	7,9 ± 0,4 ^b
ЖУС, г/г	1,2 ± 0,1 ^a	3,1 ± 0,2 ^b	1,3 ± 0,1 ^a	2,8 ± 0,2 ^b
Смачиваемость, с	18,5 ± 1,2 ^a	42,3 ± 2,5 ^b	20,1 ± 1,4 ^a	38,7 ± 2,3 ^b
Насыпная плотность, г/дм³	612 ± 15 ^a	324 ± 12 ^b	587 ± 14 ^a	356 ± 13 ^b

Примечание. Индексы (a, b, c, d) в строке указывают на значимые различия при $p < 0,05$ (ANOVA, критерий Тьюки).

Note. Subscripts (a, b, c, d) within a row indicate significant differences at $p < 0.05$ (ANOVA, Tukey's test).

Э.Д. Рожнов, М.Н. Школьников, О.Н. Мусина

сохраняют до 40 % полифенолов от исходного содержания в экстрактах. Шроты демонстрируют высокую водоудерживающую способность (ВУС) — 7,9–8,4 г/г, тогда как у экстрактов она не превышает 2,4 г/г. Аналогичная картина и с жирудержанием (ЖУС).

Обоснование концентрации ФТП в сухой смеси, позволяющей обеспечить содержание каротиноидов в порции не менее 20 % от суточной нормы и получить консистенцию напитка, характерную для смузи

Для обоснования рациональной концентрации ФТП на первом этапе готовили модельные образцы, содержащие только ФТП и воду, без добавления сахара и экстрактов дикоросов. Концентрацию ФТП варьировали в диапазоне 9-15 % в пересчете на готовый напиток (Таблица 3).

Таблица 3
Влияние концентрации ФТП на свойства готового напитка

Table 3 Effect of the Concentration of Enzyme-Hydrolyzed Pumpkin Purée on the Characteristics of the Ready-To-Drink Smoothie			
Показатель	9 % ФТП	12 % ФТП	15 % ФТП
Внешний вид и консистенция	Однородная, жидкая, нестабильная	Густая, однородная, кремовая	Чрезмерно густая, пастообразная
Вкус	Водянистый, слабо выраженный	Сладковатый, приятный, характерный	Сладковатый, излишне плотный
Содержание β-каротина, мг/100 г	0,40 ± 0,04	0,53 ± 0,06	0,66 ± 0,09
Степень удовлетворения суточной нормы каротиноидов порцией напитка, %	19,8	26,4	33,0

Таблица 4
Органолептическая оценка образцов напитков типа смузи (M ± SD, баллы с учетом весовых коэффициентов)

Table 4 Sensory Evaluation of Smoothie-Type Beverage Samples (M ± SD, weighted scores)						
Показатель (вес)	Контроль (ФТП)	ФТП + ЭО	ФТП + ПШО	ФТП + ЭБ	ФТП + ПШБ	ФТП + ЭО + ЭБ
Внешний вид (0,10)	0,46 ± 0,02 ^a	0,47 ± 0,02 ^{ab}	0,48 ± 0,02 ^b	0,46 ± 0,02 ^a	0,47 ± 0,02 ^{ab}	0,47 ± 0,02 ^{ab}
Цвет (0,10)	0,47 ± 0,02 ^a	0,48 ± 0,02 ^{ab}	0,48 ± 0,02 ^{ab}	0,47 ± 0,02 ^a	0,47 ± 0,02 ^a	0,49 ± 0,02 ^b
Запах (0,20)	0,84 ± 0,04 ^a	0,98 ± 0,04 ^c	0,94 ± 0,04 ^b	0,96 ± 0,04 ^{bc}	0,92 ± 0,04 ^b	1,02 ± 0,04 ^d
Вкус (0,30)	1,26 ± 0,05 ^a	1,44 ± 0,06 ^c	1,38 ± 0,06 ^b	1,41 ± 0,06 ^{bc}	1,35 ± 0,06 ^b	1,53 ± 0,06 ^d
Консистенция (0,20)	0,86 ± 0,03 ^a	0,88 ± 0,03 ^a	0,94 ± 0,03 ^b	0,88 ± 0,03 ^a	0,92 ± 0,03 ^b	0,90 ± 0,03 ^{ab}
Послевкусие (0,10)	0,42 ± 0,02 ^a	0,46 ± 0,02 ^b	0,45 ± 0,02 ^b	0,45 ± 0,02 ^b	0,44 ± 0,02 ^{ab}	0,47 ± 0,02 ^b
Комплексный балл	4,31 ± 0,10 ^a	4,71 ± 0,12 ^c	4,67 ± 0,11 ^{bc}	4,63 ± 0,11 ^b	4,57 ± 0,10 ^b	4,88 ± 0,13 ^d

Примечание. Различные надстрочные индексы в пределах одной строки обозначают статистически значимые различия ($p < 0,05$; критерий Краскела-Уоллиса с поправкой Бонферрони).

Note. Different superscripts within the same row indicate statistically significant differences ($p < 0.05$; Kruskal–Wallis test with Bonferroni correction).

Установлено, что концентрация 9 % является недостаточной — напиток имеет жидкую консистенцию, не соответствующую ожиданиям потребителей от продукта категории «смузи», и слабовыраженный вкус. Концентрация 15 % приводит к образованию чрезмерно густой, пастообразной массы, которую сложно отнести к напиткам.

Разработка вариантов рецептур смузи с различными комбинациями ягодных полуфабрикатов и оценка их органолептических свойств

На основе результатов предыдущих этапов разработаны 6 вариантов рецептур сухой смеси для приготовления смузи, приведенные в Таблице 1. Все варианты содержали фиксированное количество ФТП (60 г/100 г смеси) и сахара (15 г/100 г смеси), выбранное для создания приятного кисло-сладкого вкуса в комбинации

Э.Д. Рожнов, М.Н. Школьников, О.Н. Мусина

с кислыми ягодными компонентами. Вариативными компонентами выступали экстракты и шроты облепихи и брусники. Органолептическая оценка готовых напитков проводилась по разработанной системе с весовыми коэффициентами. Результаты представлены в Таблице 4. Наилучшие органолептические показатели у образцов: ФТП + ЭО, ФТП + ЭБ и ФТП + ЭО + ЭБ.

Анализ содержания ключевых биоактивных веществ (каротиноидов и полифенолов) в готовых напитках с наилучшими органолептическими характеристиками

Для трех наиболее перспективных по органолептическим показателям образцов напитков типа смузи (ФТП + ЭО, ФТП + ЭБ и ФТП + ЭО + ЭБ) проведена детальная физико-химическая оценка (Таблица 5).

Таблица 5
Физико-химические показатели готовых напитков (M ± SD, n=3)

Table 5
Physicochemical Properties of The Ready-To-Drink Smoothie (M ± SD, n=3)

Показатель	ФТП + ЭО	ФТП + ЭБ	ФТП + ЭО + ЭБ
Массовая доля сухих веществ, %	18,5 ± 0,3 ^a	18,3 ± 0,3 ^a	18,7 ± 0,3 ^a
Кислотность, см ³ NaOH/100 см ³	4,2 ± 0,2 ^a	3,8 ± 0,2 ^b	4,5 ± 0,2 ^a
Содержание полифенолов, мг GAE/100 г	42,8 ± 1,8 ^a	38,5 ± 1,6 ^b	48,3 ± 2,0 ^c
Содержание β-каротина, мг/100 г	1,03 ± 0,06 ^a	0,53 ± 0,03 ^b	0,78 ± 0,04 ^c
Удовлетворение суточной нормы каротиноидов в порции напитка, %	51,6	26,6	39,0

Примечание. Различные надстрочные индексы в пределах одной строки обозначают статистически значимые различия (p < 0,05).
Note. Different superscripts within the same row indicate statistically significant differences (p < 0.05).

Расчет ранговой корреляции по Спирмену между составом, свойствами ингредиентов и качеством готовых напитков

Для формализации анализа связей между составом, свойствами ингредиентов и качеством готовых напитков типа смузи рассчитали корреляции по Спирмену. Матрица коэффициентов представлена в Таблице 6.

Таблица 6
Коэффициенты ранговой корреляции Спирмена (ρ)
Table 6
Spearman's Rank Correlation Coefficients (ρ)

Показатель	Содержание полифенолов в образце	Кислотность	Комплексный органолептический балл
Содержание полифенолов в образце	1,00	0,62*	0,81*
Кислотность	0,62*	1,00	0,58
Комплексный органолептический балл	0,81*	0,58	1,00

Примечание. Знак* — корреляция статистически значима при p < 0,05.
Note. * – correlation is statistically significant at p < 0.05.

Выявлена сильная положительная корреляционная связь (ρ = 0,81; p < 0,05) между содержанием полифенольных соединений в готовом напитке и его комплексной органолептической оценкой. Также установлена умеренная положительная корреляция (ρ = 0,62; p < 0,05) между содержанием полифенолов и кислотностью.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Полученные в работе данные подтвердили, что сухие экстракты (ЭО, ЭБ) богаче полифенолами (38-42 мг GAE/г) чем порошки шротов облепихи и брусники (15-18 мг GAE/г). При этом установлено, что порошки шротов сохраняют до 40 % полифенолов от исходного содержания в экстрактах, что согласуется с современными исследованиями Budnimath et al., (2023), Dilrukshi et al. (2021), Pedisić et al. (2025); Janceva et al. (2026), показавшими перспективность использования отходов переработки растительного сырья, в том числе ягод в качестве функциональных ингредиентов. Более заметны различия в технологических свойствах: ВУС и ЖУС шротов в 2-3 раза выше, чем у экстрактов, что объясняется наличием пищевых волокон, остающихся в шроте после отделения сока (Jagelaviciute et al., 2025). Шроты медленнее смачиваются и имеют более низкую насыпную плотность — сочетание свойств, типичное для пористых волокнистых материалов (Szydłowska et al., 2024; Šimkutė et al., 2025).

Выявленные различия определяют роль каждого типа ингредиентов в формировании свойств готового напитка. Экстракты, обладающие высоким содержанием полифенолов и хорошей растворимостью, будут пре-

имущественно определять вкусоароматический профиль и антиоксидантную активность. Порошки шротов, благодаря высокой ВУС, могут выполнять функцию натуральных загустителей и стабилизаторов, способствуя формированию характерной для смузи густой консистенции и обогащая продукт пищевыми волокнами.

Авторами по результатам исследований признана рациональной концентрация ФТП 12% в готовом напитке, при которой формируется густая, однородная, кремовая консистенция, достигается сбалансированный вкус. При 9% напиток имел жидкую нестабильную консистенцию, не соответствующую ожиданиям потребителей от смузи. При 15% формировалась пастообразная масса, что делает продукт непригодным для позиционирования как напиток. Концентрация ФТП 12% обеспечила содержание β -каротина 1,32 мг на порцию (26,4% от рекомендуемой суточной нормы потребления), что значительно превышает целевой показатель в 20%.

Анализ органолептических характеристик (Таблица 4, Рисунок 1) образцов смузи, приготовленных из сухой смеси по рецептурам, представленным в таблице 1 позволяет установить следующее. Контрольный образец (ФТП) получил ожидаемо низкие оценки по запаху и вкусу (4,2 и 4,2 балла соответственно), что подтверждает необходимость введения вкусоароматических добавок для создания гармоничного продукта.

Образцы с облепихой (ФТП + ЭО и ФТП + ЭО + ПШО) продемонстрировали высокие органолептические показатели. Вариант ФТП + ЭО получил комплексный балл 4,71, характеризовался ярким, приятным облепиховым ароматом и кисло-сладким, освежающим вкусом. Вариант ФТП + ЭО + ПШО имел несколько более низкие оценки по вкусу (4,6 против 4,8), что может быть связано с легкой терпкостью, привносимой шротом, однако его консистенция была оценена выше (4,7 против 4,4), что подтверждает структурирующую роль пищевых волокон шрота. Образцы с брусникой (ФТП + ЭБ и ФТП + ЭБ + ПШБ) также получили высокие оценки, уступая, однако, облепиховым вариантам по интенсивности и привлекательности аромата. Брусника придавала напитку более мягкий, «благородный» кисловатый вкус. Вариант ФТП + ЭБ был оценен выше, чем вариант ФТП + ЭБ + ПШБ, по тем же причинам, что и в случае с облепихой.

Наивысший комплексный балл (4,88) получил образец с комбинацией экстрактов облепихи и брусники

(ФТП + ЭО + ЭБ), статистически значимо превосходя все остальные варианты ($p < 0,05$). Полученные результаты согласуются с наблюдениями о синергетическом эффекте комбинации различных видов растительного сырья для создания продуктов с улучшенными сенсорными характеристиками (Kidoń et al., 2022; Jahangeer et al., 2025; Kolniak-Ostek et al., 2025; Espinosa et al., 2024). Оценщики отмечали сложный гармоничный аромат с нотами обеих ягод, сбалансированный кисло-сладкий вкус, приятное, освежающее послевкусие. По консистенции данный образец также не уступал лидерам. Образцы с одним видом экстракта (ФТП + ЭО или ФТП + ЭБ) получили более низкие, но всё ещё высокие оценки (4,71 и 4,63 соответственно). Интересно, что добавление шротов (ПШО или ПШБ) несколько снижало органолептические оценки по вкусу и запаху, но повышало оценку консистенции, что подтверждает структурирующую роль пищевых волокон, как ранее было показано для смузи (Dilrukshi et al., 2021).

Результаты оценки физико-химических свойств трех наилучших по органолептическим показателям образцов (ФТП + ЭО, ФТП + ЭБ и ФТП + ЭО + ЭБ) подтвердили их высокую пищевую ценность, в первую очередь за счет большого содержания ключевых биоактивных веществ — каротиноидов и полифенолов.

Все исследуемые образцы характеризуются близкими значениями массовой доли сухих веществ (18,3–18,7%). Содержание β -каротина закономерно различается в зависимости от состава образцов. Наименьшее значение отмечено для образца ФТП + ЭБ (0,53 мг/100 г). В образце ФТП + ЭО содержание β -каротина выше (1,03 мг/100 г) что обусловлено дополнительным поступлением каротиноидов из экстракта облепихи. Промежуточное положение образца ФТП + ЭО + ЭБ (0,78 мг/100 г) связано с меньшим количеством экстракта облепихи (12,5 г против 25 г в ФТП + ЭО). Различия между всеми тремя образцами статистически значимы ($p < 0,05$).

Оценка пищевой ценности показала, что мы не просто достигли целевого показателя, а перекрыли его с запасом. Порция готового напитка (250 г, или 50 г сухой смеси) дает от 26,6 до 51,6% от суточной нормы β -каротина, что заметно выше планируемых 20%.

По содержанию полифенолов лидирует образец ФТП + ЭО + ЭБ (48,3 мг GAE/100 г), что статистически значимо выше, чем в вариантах с одним видом сырья ($p < 0,05$). Этот эффект может быть объяснён аддитив-

ным и, возможно, синергетическим взаимодействием полифенольных комплексов облепихи и брусники, что ранее согласуется с известными наблюдениями (Latifi et al., 2025; Saleem et al., 2022; Leicht et al., 2025; Kurin et al., 2025): при смешивании разных растительных экстрактов общее содержание полифенолов часто увеличивается.

Кислотность по всем образцам колебалась в пределах 3,8-4,5 см³ NaOH/100 см³. Самый низкий показатель оказался у варианта с брусникой (ФТП + ЭБ), что хорошо согласуется с дегустационными оценками (вкус заметно мягче).

Выявленная сильная положительная корреляция между содержанием полифенольных соединений в смузи и его органолептической оценкой ($\rho = 0,81$) подтверждает значительный вклад полифенолов в формирование вкусоароматического профиля ягодных напитков, что согласуется с данными (Najman et al., 2022; Pinto et al., 2026; Osakabe et al., 2024; Leicht et al., 2025) о роли полифенолов в сенсорном восприятии. Умеренная положительная корреляция между содержанием полифенолов и кислотностью ($\rho = 0,62$) объясняется присутствием органических кислот в экстрактах дикоросов.

Инстантные смузи разработаны как продукт функционального питания для профилактики дефицита β -каротина и полифенолов у населения, проживающего в экстремальных климатических условиях Арктической зоны РФ. Продукт может быть рекомендован для взрослых и пожилых людей. Противопоказания: индивидуальная непереносимость компонентов, возраст до 3 лет, острые и хронические заболевания желудочно-кишечного тракта в стадии обострения (гастрит, язвенная болезнь).

В ответ на RQ#1 установлено, что сухие экстракты и порошки шротов обладают комплементарными технологическими ролями: экстракты выступают концентрированными носителями полифенолов и вкусоароматических соединений, а шроты благодаря выраженной ВУС и волокнистой структуре могут эффективно выполнять функцию натуральных структурообразователей, обеспечивая формирование густой консистенции напитков типа смузи.

В ответ на RQ#2 установлено, что оптимальная концентрация ФТП составляет 12 % от массы готового напитка, поскольку именно этот уровень обеспечивает баланс между характерной для напитков типа смузи конси-

стенцией и гарантированным достижением целевого показателя по содержанию β -каротина (26,4 % суточной нормы в порции).

В ответ на RQ#3 установлено, что комбинирование экстрактов облепихи и брусники с ФТП обеспечивает статистически значимый синергетический эффект, приводя к наивысшей комплексной органолептической оценке (4,88 балла) и максимальному содержанию полифенольных соединений в готовом напитке; при этом подтверждена гипотеза о сильной положительной корреляции ($\rho = 0,81$) между уровнем полифенолов и сенсорным восприятием продукта, что обосновывает выбор рецептуры ФТП + ЭО + ЭБ в качестве итоговой.

Ограничения исследования

Настоящее исследование имеет ряд ограничений, которые следует учитывать при интерпретации результатов и планировании будущих работ.

Выборка дегустаторов ($n = 10$) была относительно небольшой, при этом участники представляли собой однородную группу (специалисты в области пищевых технологий), что ограничивает валидность органолептических оценок: профессионалы могут иметь иные сенсорные пороги и предпочтения по сравнению с обычными потребителями. Кроме того, отсутствовало потребительское тестирование на репрезентативной выборке, что ограничивает внешнюю валидность результатов.

Не оценивались такие параметры разработанных напитков как стабильность при хранении (кинетика деградации каротиноидов и полифенолов), антиоксидантная активность в динамике, биодоступность биоактивных компонентов с использованием моделей пищеварения *in vitro* или *in vivo*. Статистический анализ ограничен корреляционными методами и непараметрическими тестами; не применялись многомерные подходы (например, факторный анализ), которые позволили бы глубже понять связь между составом смесей и их свойствами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведённое исследование подтвердило научную обоснованность и практическую возможность создания инстантных функциональных напитков на основе ферментализованного тыквенного пюре и продуктов

переработки облепихи и брусники. Цель исследования достигнута: разработана рецептура инстантного смузи, объединяющая высокую биологическую ценность с отличными органолептическими характеристиками.

Наиболее значимым результатом стало доказательство возможности использования вторичных ресурсов (шротов облепихи и брусники) как функционально-технологических ингредиентов — натуральных загустителей, способных модифицировать текстурные свойства напитков без ухудшения их приемлемости. Это расширяет представления о потенциале ресурсосберегающих технологий в пищевой промышленности.

Разработанная рецептура готова к промышленной апробации. Инстантный смузи рекомендован для профилактики дефицита каротиноидов и полифенолов, особенно для населения, проживающего в экстремальных климатических условиях, включая Арктическую зону РФ. Сухая форма продукта обеспечивает логистические преимущества: минимальный вес и объем упаковки, минимальные требования к условиям хранения и транспортировки, что важно для регионов с ограниченной инфраструктурой. Простота приготовления готового напитка (разведение водой комнатной температуры) делает продукт технологически доступным в различных условиях. Одновременно, высокое содержание β -каротина и полифенолов позволяет эффективно компенсировать микронутриентный дефицит, характерный для северных территорий.

В дальнейшем планируется потребительское тестирование на репрезентативной выборке, изучение кинетики деградации биоактивных соединений при хранении, определение срока годности с использованием ускоренных тестов, обоснование типа упаковки, оценка биодоступности ключевых нутриентов с использованием

моделей *in vitro*, а также сравнение антиоксидантной активности с коммерческими аналогами.

АВТОРСКИЙ ВКЛАД

Рожнов Евгений Дмитриевич: разработка концепции; формальный анализ; проведение исследования; разработка методологии; визуализация; написание черновика рукописи; написание рукописи — рецензирование и редактирование.

Школьникова Марина Николаевна: разработка концепции; формальный анализ; проведение исследования; разработка методологии; визуализация; валидация результатов; написание черновика рукописи; написание рукописи — рецензирование и редактирование.

Мусина Ольга Николаевна: получение финансирования; административное руководство исследовательским проектом; научное руководство; визуализация; написание черновика рукописи; написание рукописи — рецензирование и редактирование.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

Rozhnov Evgeny Dmitrievich: conceptualization; formal analysis; investigation; methodology; visualization; writing — original draft preparation; writing — review & editing.

Shkolnikova Marina Nikolaevna: conceptualization; formal analysis; investigation; methodology; visualization; validation; writing — original draft preparation; writing — review & editing.

Musina Olga Nikolaevna: funding acquisition; project administration; supervision; visualization; writing — original draft preparation; writing — review & editing.

ЛИТЕРАТУРА

- Никогосян, К.М., Сутункова, М.П., Рябова, Ю.В., Мустафина, И.З., Минигалиева, И.А., Мажаева, Т.В., Батенёва В.А. & Шабардина Л.В. Обзор профилактических мероприятий, направленных на повышение устойчивости организма к неблагоприятным воздействиям антропогенных и климатических факторов окружающей среды северных территорий России. *Уральский медицинский журнал*, 24(2), 129-146.
<https://doi.org/10.52420/umj.24.2.129>
- Новикова, И. И., Романенко, С. П., Семенихина, М. В. Кругляков, П.В., Дегтева, Г.Н., Рождественская, Л.Н., Лачугин, А.П., & Шепелева, О.А. (2023). Оценка включения витаминно-минерального комплекса в рацион организационного питания работающих в условиях Арктической зоны. *Российская Арктика*, 5(3), 40-47.
<https://doi.org/10.24412/2658-4255-2023-3-40-47>

- Рожнов, Е. Д., Школьникова, М. Н., Аббазова, В. Н. & Захаров, В. Л. Высушенный ферментализованный полуфабрикат из мякоти тыквы как основа для пищевых систем. *Ползуновский вестник*. (1), 58-68. <https://doi.org/10.25712/ASTU.2072-8921.2025.01.006>
- Azmat, F., Imran, A., Islam, F., et al. (2023). Valorization of the phytochemical profile, nutritional composition, and therapeutic potentials of garlic peel: A concurrent review. *International Journal of Food Properties*, 26(1), 254-269. <https://doi.org/10.1080/10942912.2023.2251713>
- Budnimath, S. H., Bhuvaneshwari, G., Ganiger, V. M., et al. (2023). Physical, reconstitution and phenolic properties of instant drink mix prepared with Moringa oleifera leaf, raw banana and whey protein concentrate. *Measurement: Food*, 11, 100108. <https://doi.org/10.1016/j.meafoo.2023.100108>
- Castillejo, N., Martínez-Hernández, G. B., Gómez, P. A., et al. (2016). Red fresh vegetables smoothies with extended shelf life as an innovative source of health-promoting compounds. *Journal of Food Science and Technology*, 53(3), 1475-1486. <https://doi.org/10.1007/s13197-015-2143-2>
- Chermon, D., Gelman, O., & Birk, R. (2024). Blending towards healthier lifestyles: the impact of regular fruit and vegetable smoothie consumption on dietary patterns and sustainable health behaviors. *American journal of health promotion*, 38(8), 1210-1216. <https://doi.org/10.1177/08901171241258552>
- Dhiman, A. K., Vidiya, N., Surekha, A., & Preethi, R. (2017). Studies on development and storage stability of dehydrated pumpkin based instant soup mix. *Journal of Applied and Natural Science*, 9(3), 1815-1820. <https://doi.org/10.31018/JANS.V9I3.1444>
- Dilrukshi, S. H. B., & Senarath, H. P. S. (2021). Development and quality evaluation of freeze-dried instant green smoothie powder. *International Journal of Food Science*, 2021, 6634764. <https://doi.org/10.1155/2021/6634764>
- Espinosa, A., Castro, P., Castañeda, J., & Toalá, J. (2024). Antioxidant activity and sensory acceptability of whey protein-based smoothie beverages made from mango (*Mangifera indica* L.) cv Haden and strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) cv Festival. *Agro Productividad*, 17(2), 135-142. <https://doi.org/10.32854/agrop.v17i2.2789>
- Gong, Z., Zhang, M., Mujumdar, A. S., et al. (2008). Spray drying and agglomeration of instant bayberry powder. *Drying Technology*, 26(1), 116-121. <https://doi.org/10.1080/07373930701781751>
- Gorbachev, V., Nikitin, I., Velina, D., Zhuchenko, N., Kosenkov, A., Sokolov, A., Zavalishin, I., Stolyarova, A., & Nikulchev, E. (2023). The impact of social well-being on population diet nutritional value and antiradical status. *Foods*, 12(13). <https://doi.org/10.3390/foods12132619>
- Irwan, W. S., Setiawan, B., & Sulaeman, A. (2020). Development of high beta-carotene instant cream of pumpkin (*Cucurbita moschata*) soup for the elderly. *Current Developments in Nutrition*, 4(S2), 35. https://doi.org/10.1093/cdn/nzaa040_035
- Jagelaviciute, J., Šimkutė, S., Kairė, A., Kaminskytė, G., Bašinskienė, L., & Čižeikienė, D. (2025). Physicochemical characterization of soluble and insoluble fibers from berry pomaces. *Gels*, 11(10):796. <https://doi.org/10.3390/gels11100796>
- Jahangeer, A., Khalid, S., Chaudhary, K., et al. (2025). Development and characterization of a ready-to-serve functional drink of pumpkin-mango juice blend enriched with defatted pomegranate seed extract. *Food Chemistry Advances*, 7, 100997. <https://doi.org/10.1016/j.focha.2025.100997>
- Janceva, S., Petersone, L., Zaharova, N., Schastnaja, K., Rieksts, G., & Andersone, A. (2026). Valorization of sea buckthorn, black chokeberry, and black currant branch biomass as a novel source of bioactive oligomeric proanthocyanidins. *Plants*, 15(3), 472. <https://doi.org/10.3390/plants15030472>
- Jinapong, N., Suphantharika, M., & Jamnong, P. (2008). Production of instant soymilk powders by ultrafiltration, spray drying and fluidized bed agglomeration. *Journal of Food Engineering*, 84(2), 194-205. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2007.04.032>
- Kidoń, M., & Uwineza, P. A. (2022). New smoothie products based on pumpkin, banana, and purple carrot as a source of bioactive compounds. *Molecules*, 27(10), 3049. <https://doi.org/10.3390/molecules27103049>
- Kolniak-Ostek, J., Kita, A., Giacalone, D., Vázquez-Araújo, L., Noguera-Artiaga, L., Brzezowska, J., & Michalska-Ciechanowska, A. (2025). Physicochemical and instrumental flavor analysis of plant-based drinks with plant powder additions. *Foods*, 14(15), 2593. <https://doi.org/10.3390/foods14152593>

- Kundu, H., Grewal, R. B., Goyal, A., et al. (2014). Effect of incorporation of pumpkin (*Cucurbita moschata*) powder and guar gum on the rheological properties of wheat flour. *Journal of Food Science and Technology*, 51(10), 2600-2607. <https://doi.org/10.1007/s13197-012-0777-x>
- Kurin, E., Hajská, M., Kostovčíková, E., Dokupilová, K., Mučaji, P., Nagy, M., Novotný, B., & Fialová, B. (2025). Unveiling synergistic antioxidant effects of green tea and peppermint: role of polyphenol interactions and blend preparation. *International Journal of Molecular Sciences*, 26(13), 6257. <https://doi.org/10.3390/ijms26136257>
- Latifi, Z., Hassanzadeh, H., Ahmed, S. A., & Daneshniya, M. (2025). Development and characterization of the herbal functional beverage based on the pumpkin and cruciferous plants extracts. *Discover Food*, 5(1), 264. <https://doi.org/10.1007/s44187-025-00577-2>
- Leicht, K., Okpala, C., Nowicka, P., Pérez-Álvarez, J., & Korzeniowska, M. (2025). Antioxidant, polyphenol, physical, and sensory changes in myofibrillar protein gels supplemented with polyphenol-rich plant-based additives. *Nutrients*, 17(7), 1232. <https://doi.org/10.3390/nu17071232>
- Najman, K., Król, K., & Sadowska, A. (2022). The physicochemical properties, volatile compounds and taste profile of black garlic (*Allium sativum* L.) cloves, paste and powder. *Applied Sciences*, 12(9), 4215. <https://doi.org/10.3390/app12094215>
- Napiórkowska, A., Khaneghah, A., & Kurek, M. (2024). Essential oil nanoemulsions — A new strategy to extend the shelf life of smoothies. *Foods*, 13(12). <https://doi.org/10.3390/foods13121854>
- Nikolaeva, T.N., Lapshin, P.V., & Zagorskina N.V. (2022). Method for determining the total content of phenolic compounds in plant extracts with Folin-Denis reagent and Folin-Ciocalteu reagent: Modification and comparison. *Russian Journal of Bioorganic Chemistry*, 48(7), 1519-1525. <https://doi.org/10.1134/S1068162022070214>
- Osakabe, N., Shimizu, T., Fujii, Y., Fushimi, T., & Calabrese, V. (2024). Sensory nutrition and bitterness and astringency of polyphenols. *Biomolecules*, 14(2), 234. <https://doi.org/10.3390/biom14020234>
- Pedisić, S., Zorić, Z., Repajić, M., Levaj, B., Dobrinčić, A., Balbino, S., Čošić, Z., Dragović-Uzelac, V., & Elez Garofulić, I. (2025). Valorization of berry fruit by-products: bioactive compounds, extraction, health benefits, encapsulation and food applications. *Foods*, 14(8), 1354. <https://doi.org/10.3390/foods14081354>
- Pinto, T., Vilela, A., & Cosme, F. (2026). Bioactive compounds and the organoleptic characteristics of functional foods: mechanisms and technological innovations. *Processes*, 14(3), 529. <https://doi.org/10.3390/pr14030529>
- Rozhnov, E. D., Shkolnikova, M. N., & Musina, O. N. (2026). Kinetics and mechanism of carotenoid degradation in pumpkin powder: Effect of storage temperature and packaging atmosphere. *Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Agrarian Series*, 64(2), 162-172. <https://doi.org/10.29235/1817-7204-2026-64-1-165-176>
- Rozhnov, E. D., Shkolnikova, M. N., Kazarskikh, A. O., et al. (2020). Formation of rheological characteristics of vegetable and fruit smoothies to ensure their quality. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 613(1), 012125. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/613/1/012125>
- Saleem, M., Ahmad, Z., Waseem, M., et al. (2025). Nutritional, physicochemical, and antioxidant characterization of pomegranate, beetroot, and carrot concentrates supplemented functional whey beverages. *Food Chemistry: X*, 25, 102206. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2025.102206>
- Šimkutė, S., Bašinskienė, L., Sympas, M., & Čižeikienė, D. (2025). Composition and technological properties of modified lingonberry (*Vaccinium vitis-idaea* L.) pomace. *Applied Sciences*. 15(7), 3661. <https://doi.org/10.3390/app15073661>
- Singh, V., & Kaur, K. (2020). Development, formulation and shelf-life evaluation of baby corn soup mix from industrial by-products. *Journal of Food Science and Technology*, 57(5), 1917-1925. <https://doi.org/10.1007/s13197-019-04227-1>
- Suyanto, A., Ayuningtyas, A., & Yonata, D. (2024). Physicochemical and sensory characteristics of instant pumpkin soup with variations of porang flour as a thickener. *Current Research in Nutrition and Food Science*, 12(2), 727-736. <https://doi.org/10.12944/crnfsj.12.2.19>
- Szydłowska, M., Wojdyło, A., & Nowicka, P. (2024). Black and red currant pomaces as raw materials to create smoothies with in vitro health-promoting potential. *Foods*, 13(17), 2715. <https://doi.org/10.3390/foods13172715>
- Wang, R., Zhang, M., & Mujumdar, A. S. (2010). Effect of food ingredient on microwave freeze drying of instant vegetable soup. *LWT — Food Science and Technology*, 43(7), 1144-1150. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2010.03.007>

REFERENCES

- Azmat, F., Imran, A., Islam, F., et al. (2023). Valorization of the phytochemical profile, nutritional composition, and therapeutic potentials of garlic peel: A concurrent review. *International Journal of Food Properties*, 26(1), 254-269. <https://doi.org/10.1080/10942912.2023.2251713>
- Budnimath, S. H., Bhuvaneshwari, G., Ganiger, V. M., et al. (2023). Physical, reconstitution and phenolic properties of instant drink mix prepared with *Moringa oleifera* leaf, raw banana and whey protein concentrate. *Measurement: Food*, 11, 100108. <https://doi.org/10.1016/j.meafao.2023.100108>
- Castillejo, N., Martínez-Hernández, G. B., Gómez, P. A., et al. (2016). Red fresh vegetables smoothies with extended shelf life as an innovative source of health-promoting compounds. *Journal of Food Science and Technology*, 53(3), 1475-1486. <https://doi.org/10.1007/s13197-015-2143-2>
- Chermon, D., Gelman, O., & Birk, R. (2024). Blending towards healthier lifestyles: the impact of regular fruit and vegetable smoothie consumption on dietary patterns and sustainable health behaviors. *American journal of health promotion*, 38(8), 1210-1216. <https://doi.org/10.1177/08901171241258552>
- Dhiman, A. K., Vidiya, N., Surekha, A., & Preethi, R. (2017). Studies on development and storage stability of dehydrated pumpkin based instant soup mix. *Journal of Applied and Natural Science*, 9(3), 1815-1820. <https://doi.org/10.31018/JANS.V9I3.1444>
- Dilrukshi, S. H. B., & Senarath, H. P. S. (2021). Development and quality evaluation of freeze-dried instant green smoothie powder. *International Journal of Food Science*, 2021, 6634764. <https://doi.org/10.1155/2021/6634764>
- Espinosa, A., Castro, P., Castañeda, J., & Toalá, J. (2024). Antioxidant activity and sensory acceptability of whey protein-based smoothie beverages made from mango (*Mangifera indica* L.) cv Haden and strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) cv Festival. *Agro Productividad*, 17(2), 135-142. <https://doi.org/10.32854/agrop.v17i2.2789>
- Gong, Z., Zhang, M., Mujumdar, A. S., et al. (2008). Spray drying and agglomeration of instant bayberry powder. *Drying Technology*, 26(1), 116-121. <https://doi.org/10.1080/07373930701781751>
- Gorbachev, V., Nikitin, I., Velina, D., Zhuchenko, N., Kosenkov, A., Sokolov, A., Zavalishin, I., Stolyarova, A., & Nikulchev, E. (2023). The impact of social well-being on population diet nutritional value and antiradical status. *Foods*, 12(13). <https://doi.org/10.3390/foods12132619>
- Irwan, W. S., Setiawan, B., & Sulaeman, A. (2020). Development of high beta-carotene instant cream of pumpkin (*Cucurbita moschata*) soup for the elderly. *Current Developments in Nutrition*, 4(S2), 35. https://doi.org/10.1093/cdn/nzaa040_035
- Jagelaviciute, J., Šimkutė, S., Kairė, A., Kaminskytė, G., Bašinskienė, L., & Čižeikienė, D. (2025). Physicochemical characterization of soluble and insoluble fibers from berry pomaces. *Gels*, 11(10):796. <https://doi.org/10.3390/gels11100796>
- Jahangeer, A., Khalid, S., Chaudhary, K., et al. (2025). Development and characterization of a ready-to-serve functional drink of pumpkin-mango juice blend enriched with defatted pomegranate seed extract. *Food Chemistry Advances*, 7, 100997. <https://doi.org/10.1016/j.focha.2025.100997>
- Janceva, S., Petersone, L., Zaharova, N., Schastnaja, K., Rieksts, G., & Andersone, A. (2026). Valorization of sea buckthorn, black chokeberry, and black currant branch biomass as a novel source of bioactive oligomeric proanthocyanidins. *Plants*, 15(3), 472. <https://doi.org/10.3390/plants15030472>
- Jinapong, N., Suphantharika, M., & Jamnong, P. (2008). Production of instant soymilk powders by ultrafiltration, spray drying and fluidized bed agglomeration. *Journal of Food Engineering*, 84(2), 194-205. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2007.04.032>
- Kidoń, M., & Uwineza, P. A. (2022). New smoothie products based on pumpkin, banana, and purple carrot as a source of bioactive compounds. *Molecules*, 27(10), 3049. <https://doi.org/10.3390/molecules27103049>
- Kolniak-Ostek, J., Kita, A., Giacalone, D., Vázquez-Araújo, L., Noguera-Artiaga, L., Brzezowska, J., & Michalska-Ciechanowska, A. (2025). Physicochemical and instrumental flavor analysis of plant-based drinks with plant powder additions. *Foods*, 14(15), 2593. <https://doi.org/10.3390/foods14152593>

- Kundu, H., Grewal, R. B., Goyal, A., et al. (2014). Effect of incorporation of pumpkin (*Cucurbita moschata*) powder and guar gum on the rheological properties of wheat flour. *Journal of Food Science and Technology*, 51(10), 2600-2607. <https://doi.org/10.1007/s13197-012-0777-x>
- Kurin, E., Hajská, M., Kostovčíková, E., Dokupilová, K., Mučaji, P., Nagy, M., Novotný, B., & Fialová, B. (2025). Unveiling synergistic antioxidant effects of green tea and peppermint: role of polyphenol interactions and blend preparation. *International Journal of Molecular Sciences*, 26(13), 6257. <https://doi.org/10.3390/ijms26136257>
- Latifi, Z., Hassanzadeh, H., Ahmed, S. A., & Daneshniya, M. (2025). Development and characterization of the herbal functional beverage based on the pumpkin and cruciferous plants extracts. *Discover Food*, 5(1), 264. <https://doi.org/10.1007/s44187-025-00577-2>
- Leicht, K., Okpala, C., Nowicka, P., Pérez-Álvarez, J., & Korzeniowska, M. (2025). Antioxidant, polyphenol, physical, and sensory changes in myofibrillar protein gels supplemented with polyphenol-rich plant-based additives. *Nutrients*, 17(7), 1232. <https://doi.org/10.3390/nu17071232>
- Najman, K., Król, K., & Sadowska, A. (2022). The physicochemical properties, volatile compounds and taste profile of black garlic (*Allium sativum* L.) cloves, paste and powder. *Applied Sciences*, 12(9), 4215. <https://doi.org/10.3390/app12094215>
- Napiórkowska, A., Khaneghah, A., & Kurek, M. (2024). Essential oil nanoemulsions — A new strategy to extend the shelf life of smoothies. *Foods*, 13(12). <https://doi.org/10.3390/foods13121854>
- Nikogosyan, K., Sutunkova, M., Ryabova, Y., Mustafina, I., Minigalieva, I., Mazhaeva, T., Bateneva, V., & Shabardina, L. (2025). Review of preventive measures aimed at increasing the body resistance to adverse effects of anthropogenic and climatic factors of the environment in the northern territories of Russia. *Ural Medical Journal*, 24(2), 129-146. (In Russ.) <https://doi.org/10.52420/umj.24.2.129>
- Nikolaeva, T.N., Lapshin, P.V., & Zagorskina N.V. (2022). Method for determining the total content of phenolic compounds in plant extracts with Folin-Denis reagent and Folin-Ciocalteu reagent: Modification and comparison. *Russian Journal of Bioorganic Chemistry*, 48(7), 1519-1525. <https://doi.org/10.1134/S1068162022070214>
- Novikova, I. I., Romanenko, S. P., Semenikhina, M. V., Kruglyakov, P.V., Degteva, G.N., Rozhdestvenskaya, L.N., Lachugin, A.P., & Shepeleva, O.A. (2023). Assessment of inclusion of vitamin and mineral complex in the organizational nutrition of workers in the Arctic zone. *Russian Arctic*, 5(3), 40-47. (In Russ.). <https://doi.org/10.24412/2658-4255-2023-3-40-47>
- Osakabe, N., Shimizu, T., Fujii, Y., Fushimi, T., & Calabrese, V. (2024). Sensory nutrition and bitterness and astringency of polyphenols. *Biomolecules*, 14(2), 234. <https://doi.org/10.3390/biom14020234>
- Pedisić, S., Zorić, Z., Repajić, M., Levaj, B., Dobrinčić, A., Balbino, S., Čošić, Z., Dragović-Uzelac, V., & Elez Garofulić, I. (2025). Valorization of berry fruit by-products: bioactive compounds, extraction, health benefits, encapsulation and food applications. *Foods*, 14(8), 1354. <https://doi.org/10.3390/foods14081354>
- Pinto, T., Vilela, A., & Cosme, F. (2026). Bioactive compounds and the organoleptic characteristics of functional foods: mechanisms and technological innovations. *Processes*, 14(3), 529. <https://doi.org/10.3390/pr14030529>
- Rozhnov, E. D., Shkolnikova, M. N., Abbazova, V. N., & Zakharov, V. L. (2025). Dried fermented semi-finished product from pumpkin pulp as a base for food systems. *Polzunovskiy vestnik* [Polzunov Bulletin], (1), 58-68. (In Russ.). <https://doi.org/10.25712/ASTU.2072-8921.2025.01.006>
- Rozhnov, E. D., Shkolnikova, M. N., & Musina, O. N. (2026). Kinetics and mechanism of carotenoid degradation in pumpkin powder: Effect of storage temperature and packaging atmosphere. *Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Agrarian Series*, 64(2), 162-172. <https://doi.org/10.29235/1817-7204-2026-64-1-165-176>
- Rozhnov, E. D., Shkolnikova, M. N., Kazarskikh, A. O., et al. (2020). Formation of rheological characteristics of vegetable and fruit smoothies to ensure their quality. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 613(1), 012125. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/613/1/012125>
- Saleem, M., Ahmad, Z., Waseem, M., et al. (2025). Nutritional, physicochemical, and antioxidant characterization of pomegranate, beetroot, and carrot concentrates supplemented functional whey beverages. *Food Chemistry: X*, 25, 102206. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2025.102206>
- Šimkutė, S., Bašinskienė, L., Syrpas, M., & Čižeikienė, D. (2025). Composition and technological properties of modified lingonberry (*Vaccinium vitis-idaea* L.) pomace. *Applied Sciences*. 15(7), 3661. <https://doi.org/10.3390/app15073661>

- Singh, V., & Kaur, K. (2020). Development, formulation and shelf-life evaluation of baby corn soup mix from industrial by-products. *Journal of Food Science and Technology*, 57(5), 1917-1925. <https://doi.org/10.1007/s13197-019-04227-1>
- Suyanto, A., Ayuningtyas, A., & Yonata, D. (2024). Physicochemical and sensory characteristics of instant pumpkin soup with variations of porang flour as a thickener. *Current Research in Nutrition and Food Science*, 12(2), 727-736. <https://doi.org/10.12944/crnfsj.12.2.19>
- Szydlowska, M., Wojdyło, A., & Nowicka, P. (2024). Black and red currant pomaces as raw materials to create smoothies with in vitro health-promoting potential. *Foods*, 13(17), 2715. <https://doi.org/10.3390/foods13172715>
- Wang, R., Zhang, M., & Mujumdar, A. S. (2010). Effect of food ingredient on microwave freeze drying of instant vegetable soup. *LWT — Food Science and Technology*, 43(7), 1144-1150. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2010.03.007>

ОБ АВТОРАХ

Рожнов Евгений Дмитриевич, доктор технических наук, научный сотрудник лаборатории «АлтайБиоЛакт» Алтайского государственного технического университета им. И. И. Ползунова (656038, Российская Федерация, г. Барнаул, пр-т Ленина, д. 46), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3982-9700>, Scopus ID: 50462502800, Researcher ID: W-6663-2018, SPIN-код: 4621-3360, red@bti.secna.ru

Школьникова Марина Николаевна, доктор технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории «АлтайБиоЛакт» Алтайского государственного технического университета им. И. И. Ползунова (656038, Российская Федерация, г. Барнаул, пр-т Ленина, д. 46), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9146-6951>, Scopus ID: 57218252488, Researcher ID: B-4318-2017, SPIN-код: 2551-2375, bt@bti.secna.ru

Мусина Ольга Николаевна, доктор технических наук, доцент, главный научный сотрудник лаборатории «АлтайБиоЛакт» Алтайского государственного технического университета им. И. И. Ползунова (656038, Российская Федерация, г. Барнаул, пр-т Ленина, д. 46), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4938-8136>, Scopus ID: 57190978449, Researcher ID: J-5620-2014, SPIN-код: 4121-3990, musinaon@altgtu.ru

ABOUT THE AUTHORS

Rozhnov Evgeny Dmitrievich, Dr. Sci. (Eng.), Researcher of the Laboratory «AltaiBioLakt» at the Polzunov Altai State Technical University (656038, Russian Federation, Barnaul, Lenin ave., 46), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3982-9700>, Scopus ID: 50462502800, Researcher ID: W-6663-2018, SPIN-code: 4621-3360, red@bti.secna.ru

Shkolnikova Marina Nikolaevna, Dr. Sci. (Eng.), Associate Professor, Leading Researcher of the Laboratory «AltaiBioLakt» at the Polzunov Altai State Technical University (656038, Russian Federation, Barnaul, Lenin ave., 46), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9146-6951>, Scopus ID: 57218252488, Researcher ID: B-4318-2017, SPIN-code: 2551-2375, bt@bti.secna.ru

Musina Olga Nikolaevna, Dr. Sci. (Eng.), Associate Professor, Chief Researcher of the Laboratory «AltaiBioLakt» at the Polzunov Altai State Technical University (656038, Russian Federation, Barnaul, Lenin ave., 46), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4938-8136>, Scopus ID: 57190978449, Researcher ID: J-5620-2014, SPIN-code: 4121-3990, musinaon@altgtu.ru