

УДК 637.181, 613.261

Разработка и оценка потребительских свойств ферментированного напитка на растительной основе

Г. В. Поснова, Н. Г. Иванова*, К. А. Панчук

*Московский государственный университет технологий и управления им. К. Г. Разумовского
(Первый казачий университет), г. Москва, Россия;

e-mail: n.ivanova@mgutm.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3878-6355>

Информация о статье Реферат

Поступила
в редакцию
25.12.2025;

получена
после доработки
28.04.2026;

принята
к публикации
25.05.2026

Ключевые слова:

растительный
ферментированный
напиток,
антиоксидантный
напиток,
пробиотики,
морковь,
шиповник,
мука абрикосовой
косточки,
масло зародышей
пшеницы

Для цитирования

В условиях возрастающего спроса на функциональные продукты питания разработан ферментированный напиток на растительной основе "ЛактоДзен", обладающий антиоксидантными и пробиотическими свойствами. Основой продукта является миндальный напиток, изготовленный путем измельчения предварительно замоченного в воде миндаля с последующим фильтрованием полученной суспензии. С целью обеспечения антиоксидантной активности, повышения содержания белка и пищевых волокон в состав ферментированного напитка включены порошок моркови и шиповника, масло зародышей пшеницы, обезжиренная мука из абрикосовой косточки. Дополнительное введение яблочного пектина позволяет увеличить содержание в напитке пищевых волокон и способствует стабилизации его консистенции. Ферментация миндального напитка осуществлялась с применением промышленного образца сухой закваски "Йогурт", содержащего чистые культуры *Streptococcus salivarius ssp. thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*, *Lactobacillus casei* в количестве 0,2 % к массе напитка. Разработанная технология производства включает этапы приготовления миндального напитка, гидратации обогащающих добавок, гомогенизации, пастеризации, ферментации и асептической фасовки. Готовый ферментированный напиток характеризуется однородным кремовым цветом с легким оранжевым оттенком, гармоничным вкусом с мягкой кислинкой ферментации, дополненной сладковатыми нотами миндаля и легким фруктовым оттенком шиповника. Запах сочетает молочнокислые и ореховые ароматы с тонкими травяными нотами. Консистенция – однородная, умеренно вязкая, что в целом обеспечивает приятное потребительское восприятие. Пищевая ценность порции (200 г) разработанного напитка "ЛактоДзен" составляет 4,2 г белка, 14,2 г жира, 4,7 г углеводов, 73,6 мкг витамина А, 10,1 мг витамина С и 11,4 мг витамина Е, энергетическая ценность 163 ккал. Продукт рекомендован для профилактики окислительного стресса, укрепления иммунной системы и поддержки микробиоты кишечника, особенно для вегетарианцев, лиц с непереносимостью лактозы и сторонников здорового питания.

Поснова Г. В. и др. Разработка и оценка потребительских свойств ферментированного напитка на растительной основе. Вестник МГТУ. 2026. Т. 29, № 3. С. 417–432. DOI: <https://doi.org/10.21443/1560-9278-2026-29-3-417-432>.

Development and evaluation of consumer properties of a fermented plant-based beverage

Galina V. Posnova, Natalia G. Ivanova*, Karina A. Panchuk

*K. G. Razumovsky Moscow State University of Technologies and Management
(The First Cossack University), Moscow, Russia;

e-mail: n.ivanova@mgutm.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3878-6355>

Article info

Received
25.12.2025;

received
in revised form
28.04.2026;

accepted
25.05.2026

Key words:

plant-based fermented
beverage,
antioxidant beverage,
probiotics,
carrot,
rose hips,
apricot kernel flour,
wheat germ oil

For citation

Abstract

In response to the growing demand for functional foods, "LactoZen", a fermented plant-based beverage with antioxidant and probiotic properties, has been developed. The product is based on an almond beverage made by grinding almonds pre-soaked in water and then filtering the resulting suspension. To ensure antioxidant activity and increase protein and dietary fiber content, carrot and rosehip powder, wheat germ oil, and defatted apricot kernel flour have been added to the fermented beverage. The addition of apple pectin increases the beverage's dietary fiber content and helps stabilize its texture. Fermentation of the almond beverage has been carried out using a commercial sample of the dry starter culture "Yogurt," which includes pure cultures of *Streptococcus salivarius ssp. thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*, and *Lactobacillus casei* at a concentration of 0.2 % of the beverage's weight. The developed production technology includes the stages of almond beverage preparation, hydration of fortifying additives, homogenization, pasteurization, fermentation, and aseptic packaging. The finished fermented beverage is characterized by a uniform creamy color with a slight orange tint and a harmonious flavor with a soft sourness from fermentation, complemented by sweet notes of almond and a light fruity hint of rosehip. The aroma combines lactic and nutty aromas with subtle herbal notes. The consistency is smooth and moderately viscous, which overall ensures a pleasant consumer experience. The nutritional value of a 200 g serving of the developed beverage "LactoZen" is 4.2 g protein, 14.2 g fat, 4.7 g carbohydrates, 73.6 mcg vitamin A, 10.1 mg vitamin C, and 11.4 mg vitamin E, with an energy value of 163 kcal. The product is recommended for the prevention of oxidative stress, strengthening the immune system and supporting intestinal microbiota, especially for vegetarians, people with lactose intolerance and healthy eating advocates.

Posnova, G. V. et al. 2026. Development and evaluation of consumer properties of a fermented plant-based beverage. *Vestnik of MSTU*, 29(3), pp. 417–432. (In Russ.) DOI: <https://doi.org/10.21443/1560-9278-2026-29-3-417-432>.

Введение

Современные тенденции в питании отражают рост интереса к функциональным продуктам, которые не только удовлетворяют базовые потребности в энергии и пищевых веществах, но и оказывают положительное воздействие на здоровье, включая антиоксидантную защиту, укрепление иммунитета и улучшение работы желудочно-кишечного тракта (Семелева и др., 2025; Поснова и др., 2024).

Высокоактивный образ жизни большинства современного населения России приводит к необходимости коррекции питания и увеличению в рационе доли продуктов, которые можно употреблять в качестве быстрого перекуса. Отмечается, что с учетом требований здорового образа жизни такие перекусы должны сочетать в себе целый ряд свойств: быть внешне привлекательными, обладать хорошими вкусовыми свойствами, иметь удобную форму и упаковку для употребления в нестандартных условиях и обладать функциональными свойствами (Макушева и др., 2024; Иванова и др., 2025).

Среди напитков функциональной направленности можно выделить кисломолочные продукты, безалкогольные напитки на растительной основе и напитки чайные. Кисломолочные продукты, изготовленные на основе молока и вторичного молочного сырья, наиболее широко представлены на рынке напитков (Филиппова и др., 2023). Ассортимент таких напитков широк, состав достаточно разнообразен и, в целом, отвечает современным запросам потребителей. Применение в составе напитков сыворотки и пахты позволяет обеспечить максимальную экономию молочного сырья, повысить эффективность производства и одновременно в большей мере сохранить органолептический профиль готовой продукции (Способ производства..., 2011; Филиппова и др., 2023; Ферментированный напиток..., 2002). Эти продукты не подвергаются дополнительной термической обработке, в среднем содержат 1×10^7 КОЕ молочнокислых микроорганизмов и 1×10^4 дрожжевых клеток и относятся к группе пробиотических пищевых продуктов. Вкус и аромат таких продуктов формируется в процессе ферментации молочного сырья разнообразными штаммами микроорганизмов, увеличивающими кислотность продукта, продуцирующими органические кислоты и комплекс летучих соединений (спирты, альдегиды, кетоны, сложные эфиры и гетероциклические соединения), формирующих аромат и вкус готовой продукции (Епишкина и др., 2021).

Также пользуются спросом молочно-растительные ферментированные напитки с внесением разнообразного растительного сырья (Gonçalves et al., 2025). Плодово-ягодное сырье, например, клюква, черника, облепиха, черноплодная рябина в составе напитка способствует формированию привлекательных внешнего вида и вкусовых свойств. Пюре из фруктов, продукты переработки топинамбура и цикория придают сладковатый вкус, улучшают аромат и увеличивают содержание пищевых волокон. Чайные экстракты формируют оригинальные вкусовые свойства, аромат и цвет напитков. В результате напитки, содержащие разнообразное растительное сырье, дополнительно приобретают антиоксидантные свойства и более длительный срок годности благодаря высокому содержанию органических кислот, витаминов С, Е, фенольных, полициклических соединений и антоцианов (Филиппова и др., 2023; Донская и др., 2018; Донская и др., 2019).

Таким образом, традиционные кисломолочные продукты являются наиболее развитой отраслью ферментированных напитков с пробиотическими и антиоксидантными свойствами, однако они недоступны для вегетарианцев, лиц с непереносимостью лактозы или аллергией на молочный белок, что стимулирует разработку ферментированных напитков на основе растительных альтернативных заменителей.

При оценке рынка растительных напитков с пробиотическими свойствами необходимо выделить три основных направления их развития:

- напитки на основе орехового сырья с высоким содержанием белков и жиров (Тимкачев и др., 2024);
- напитки на основе зернового сырья, богатого крахмалистыми веществами (Епишкина и др., 2021);
- напитки на основе сокового сырья и отходов сокового производства (Конарбаева и др., 2018; Андрианова, 1997).

Напитки двух первых направлений характеризуются не свойственным для традиционных кисломолочных продуктов вкусом, часто не обладают пробиотическими свойствами и пищевой ценностью, отличающейся от молочных продуктов, что снижает полезное воздействие на организм человека. Напитки на основе сокового сырья зачастую в связи с малой долей сока в составе не имеют значимого воздействия на организм человека, не обладают про- и пребиотическими свойствами и содержат многочисленные добавки, увеличивающие массовую долю простых углеводов, вносимых для обеспечения привлекательного вкуса продукта.

Напитки чайные в своем составе не содержат про- и пребиотиков, однако обладают выраженными антиоксидантными свойствами благодаря биологически активным веществам, характерным для начального растительного сырья, а также сокращенной продолжительности приготовления. Например, применение экстрактов чая и кофе в напитках по способу Р. Д. Вуд ускоряет и упрощает процесс их производства (Ферментированный напиток..., 2002). Из напитков, наиболее богатых антиоксидантами, следует отметить

напитки, содержащие экстракты шиповника, вербены лимонной, чайного гриба, мате и иван-чая. Они характеризуются повышенным содержанием флавоноидов и фенольных кислот, среди которых кверцетин и его производные, рутин, мирицетин и его гликозиды, антоцианы, феруловая, галловая и другие кислоты (Suna et al., 2019; Веснина, 2021; Яшин и др., 2021).

Достоверно известно, что окислительный стресс на фоне общего напряжения организма человека, вызванный избыточным образованием свободных радикалов, ассоциирован с развитием хронических заболеваний – атеросклероза, диабета и онкологических патологий (Щербакова и др., 2022). Антиоксиданты, включая витамины А, С, Е и полифенолы, нейтрализуют свободные радикалы, снижая риск этих состояний. Пробиотики, к которым относятся и молочнокислые бактерии, поддерживают баланс микробиоты кишечника, улучшая пищеварение, уровень доступности витаминов и микроэлементов пищи, и, как следствие, повышают способность организма человека сопротивляться внешним инфекциям (Щербакова и др., 2022).

Таким образом, напитки, изготовленные на основе растительного сырья, обогащенные антиоксидантами и пробиотиками, представляют собой перспективный сегмент функционального питания, сочетая высокую пищевую ценность с потребительской привлекательностью.

В качестве основы для разработки нового ферментированного напитка был выбран растительный миндальный напиток благодаря нейтральному вкусу, высокому содержанию витамина Е, магния и ненасыщенных жирных кислот, а также технологической пригодности для ферментации (Fioravante et al., 2017). Для усиления антиоксидантных свойств в рецептуру включены порошок моркови (источник β -каротина), порошок шиповника (витамин С), масло зародышей пшеницы (витамин Е) и обезжиренная мука из абрикосовой косточки, повышающая содержание белка и клетчатки.

Материалы и методы

С целью подбора ингредиентов проведен анализ литературных данных по химическому составу и функциональным свойствам 12 растительных источников антиоксидантов: моркови, шиповника, тыквы, облепихи, черной смородины, клюквы, абрикосовой косточки, зародышей пшеницы, грецкого ореха, льняного семени, черного перца и куркумы. Критерии отбора включали: содержание антиоксидантов (витаминов А, С, Е, полифенолов), доступность сырья, его стоимость, органолептические характеристики и технологическая пригодность.

Основу растительного напитка готовили в лабораторных условиях. Сырой миндаль замачивали в прокипяченной воде при комнатной температуре в течение 1 ч для активации собственных ферментов и облегчения очистки от кожуры. После замачивания миндаль очищали, промывали и измельчали с добавлением воды в соотношении 1 : 2 по массе. Затем суспензию фильтровали через сито с размером ячеек 0,2 мм для отделения жмыха. Полученный миндальный напиток подвергали пастеризации при температуре 85 ± 2 °С в течение 30 с для уничтожения патогенной микрофлоры, быстро охлаждали до температуры 20 ± 2 °С и хранили при температуре 4 ± 2 °С до использования, но не более 12 ч.

Подготовку обогащающих добавок (порошков моркови и шиповника, обезжиренной муки из абрикосовой косточки) осуществляли путем их измельчения в ножевой мельнице до размера частиц 0,3–0,5 мм, оптимальном для обеспечения однородной консистенции при смешивании с миндальным напитком.

Яблочный пектин смешивали с водой температурой 20 ± 2 °С в соотношении 1 : 5 по массе и выдерживали при этой температуре в течение 20 мин до полного набухания и активации гелеобразующих свойств.

Для ферментации изготовленного миндального напитка использовали промышленные образцы сухих бактериальных заквасок "Кефир домашний", "Биокефир", "Биоюгурт домашний" (ТМ "Самосквашино", ООО "Фуд Сервис", г. Москва, Россия) и "Йогурт" (ТМ Oursson, ООО "ОПСОН" г. Москва, Россия), содержащих следующие чистые культуры микроорганизмов:

- "Кефир домашний" – *Streptococcus salivarius* ssp. *thermophiles*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Bifidobacterium bifidum*, *Bifidobacterium longum*, *Bifidobacterium adolescentis*, *Bifidobacterium animalis*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*, *Propionibacterium freudenreichi*;
- "Биокефир" – *Streptococcus salivarius* ssp. *thermophiles*, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris*, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar *diacetylactis*, *Kluyveromyces marxianus* subsp. *marxianus*;
- "Биоюгурт домашний" – *Streptococcus salivarius* ssp. *thermophiles*, *Bifidobacterium bifidum*, *Bifidobacterium longum*, *Bifidobacterium adolescentis*, *Bifidobacterium animalis*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*, *Propionibacterium freudenreichi*, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris*, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar *diacetylactis*, *Kluyveromyces marxianus* subsp. *marxianus*;
- "Йогурт" – *Streptococcus salivarius* ssp. *thermophiles*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Lactobacillus casei*.

Концентрация живых микроорганизмов в образцах заквасок составляла не менее 1×10^9 КОЕ/г. Выбор перечисленных заквасочных культур обусловлен способностью штаммов микроорганизмов эффективно ферментировать растительные субстраты и обеспечивать интенсивное кислотонакопление.

Интенсивность кислотонакопления определяли по изменению титруемой кислотности растительного субстрата, в качестве которого выступал изготовленный миндальный напиток, в процессе ферментации в термостате при температуре 37 ± 1 °C в течение 420 мин.

Для оценки эффективности работы заквасочных культур в миндальном напитке его пастеризовали и вносили промышленные образцы сухих бактериальных заквасок "Кефир домашний", "Биокефир", "Биоюгурт домашний" и "Йогурт" из расчета 0,2 г на 100 мл миндального напитка, что обеспечивало оптимальную скорость ферментации и достижение целевого уровня кислотности 50–70 °Т. Массу перемешивали 1–2 мин для равномерного распределения микроорганизмов, разливали в предварительно простерилизованные емкости объемом 200 мл и помещали в термостат. Отбор проб для определения кислотности осуществляли каждые 30 мин.

По прошествии 420 мин ферментации проводили отбор проб для определения жизнеспособности микроорганизмов, которую оценивали методом микрокопирования с предварительной окраской мазков метиленово-синим и по Грамму.

Для приготовления контрольного и опытных образцов ферментированных напитков сухую бактериальную закваску "Йогурт" вносили в молоко коровье пастеризованное с массовой долей жира 3,2 % (образец 1, контрольный), приготовленный пастеризованный миндальный напиток (образец 2) или предварительно гомогенизированную смесь пастеризованного миндального напитка и обогащающих добавок – порошков моркови и плодов шиповника и обезжиренной муки из абрикосовой косточки в различном сочетании в общем количестве 2,0 % от массы готового продукта (образцы 3, 4 и 5). В образец 6 также было внесено масло зародышей пшеницы в количестве 2,0 % к массе растительной смеси для коррекции жирнокислотного состава продукта и повышения его питательных свойств и добавлен яблочный пектин для стабилизации консистенции и предотвращения расслоения продукта. Рецептуры контрольного и опытных образцов ферментированных напитков представлены в табл. 1.

Таблица 1. Рецептуры контрольного и опытных образцов ферментированных напитков

Table 1. Recipes for control and experimental samples of fermented beverages

Наименование сырья	Расход сырья для приготовления образцов ферментированных напитков					
	Образец 1 (контрольный)	Образец 2	Образец 3	Образец 4	Образец 5	Образец 6
Молоко цельное жирностью 3,2 %, мл	100,0	–	–	–	–	–
Миндальный напиток, мл	–	100,0	98,0	98,0	97,5	95,0
Закваска бактериальная сухая "Йогурт", г	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Порошок моркови, г	–	–	2,0	–	1,0	1,0
Порошок шиповника, г	–	–	–	2,0	0,5	0,5
Обезжиренная мука из абрикосовой косточки, г	–	–	–	–	1,0	1,0
Масло зародышей пшеницы, г	–	–	–	–	–	2,0
Пектин яблочный, г	–	–	–	–	–	0,5

На рис. 1 представлена подробная схема приготовления опытных образцов с указанием этапов, условий и контролируемых параметров. Смесь миндального напитка и обогащающих добавок гомогенизировали в течение 3–5 мин при температуре 40 ± 1 °C для равномерного распределения компонентов и предотвращения расслоения. Однородность эмульсии подтверждали отсутствием видимого расслоения, начальное значение pH смеси составляло 6,0–6,5.

По окончании ферментации готовые образцы охлаждали до температуры 5 ± 1 °C для замедления микробиологических процессов и стабилизации органолептических свойств продукта, связанного с расширением вкусовых и ароматических профилей. Органолептические показатели готового продукта оценивали в соответствии с ГОСТ 31986-2012¹ при температуре 7 ± 1 °C по 5-балльной шкале с привлечением дегустационной комиссии из 10 человек с общей максимальной суммой баллов 25.

¹ ГОСТ 31986-2012. Услуги общественного питания. Метод органолептической оценки качества продукции общественного питания. URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/54760/?ysclid=mq6jd6l738383865575>.

У готовых образцов ферментированных напитков оценивали:

- внешний вид (5 баллов) по однородности, наличию отделившейся сыворотки и дефектов (трещин и пузырьков на поверхности, характеризующих нарушения технологии приготовления),
- цвет (5 баллов) по степени равномерности и соответствию вносимым в продукт обогащающим добавкам,
- вкус (5 баллов) и запах (5 баллов) по сбалансированности и чистоте кисломолочного вкуса и запаха, соответствующим основе продукта и обогащающим добавкам, отсутствию горечи и других посторонних вкусов и запахов,
- консистенцию (5 баллов) по густоте, текучести, однородности сгустка, отсутствию крупитчатости и расслоения на фракции.

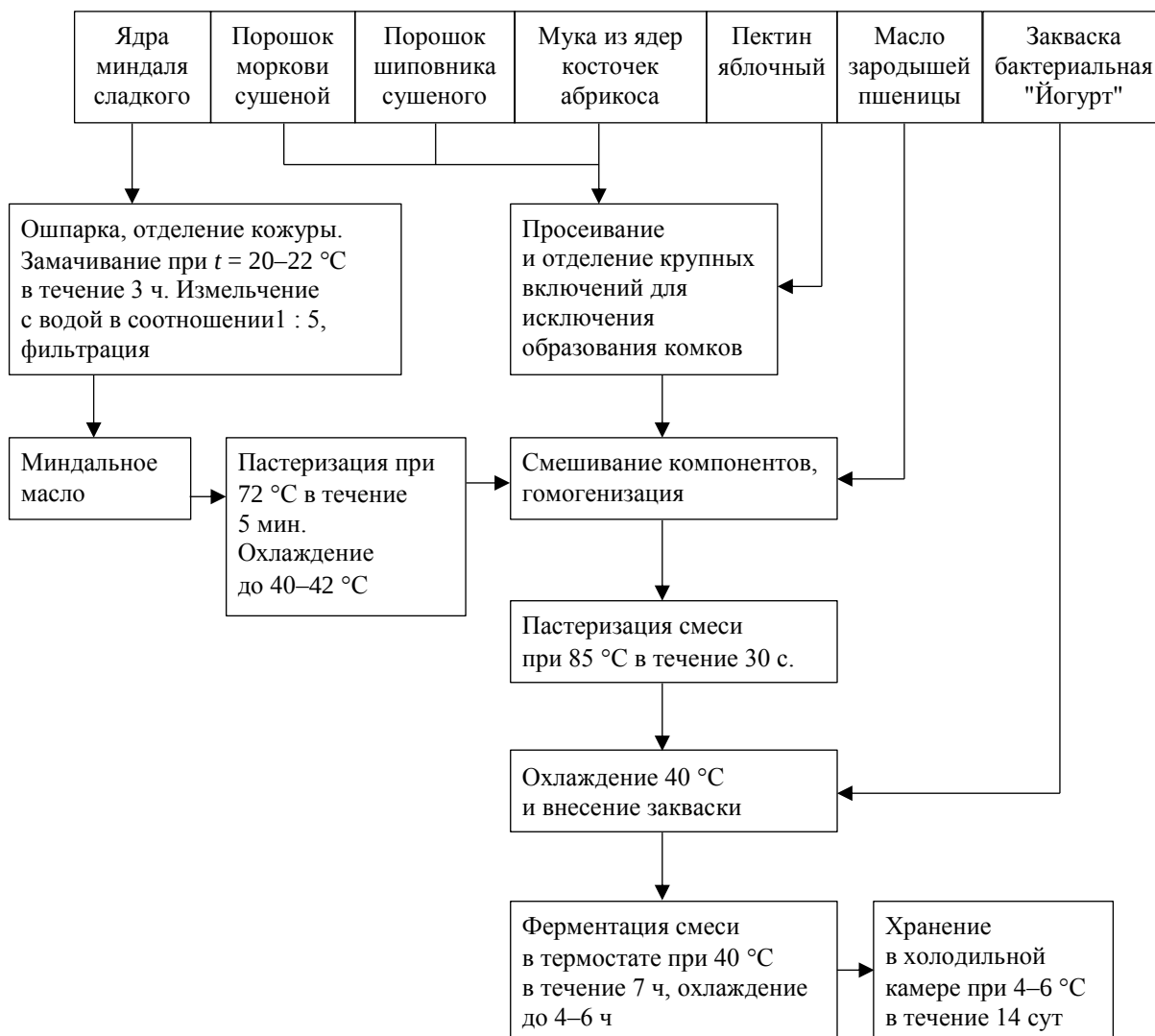


Рис. 1. Схема приготовления опытных образцов ферментированного растительного напитка
Fig. 1. Scheme for the preparation of experimental samples of fermented plant-based beverage

Оценка физико-химических показателей контрольного и опытных образцов ферментированных напитков включала определение титруемой кислотности и содержания сухих веществ и производилась по ГОСТ Р 54669, ГОСТ 6687.4, ГОСТ 6687.2, ГОСТ 33977² соответственно.

² ГОСТ Р 54669. Молоко и продукты переработки молока. Методы определения кислотности. URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/52065/?ysclid=mq6ji9em8o325593537> ; ГОСТ 6687.4. Напитки безалкогольные, квасы и сиропы. Методы определения кислотности. URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/12154/?ysclid=mq6jnn8dz7441868806> ; ГОСТ 6687.2. Продукция безалкогольной промышленности. Методы определения сухих веществ. URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/19321/?ysclid=mq6jkkp0t675055595> ; ГОСТ 33977. Продукты переработки фруктов и овощей. Методы определения общего содержания сухих веществ. URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/64328/?ysclid=mq6jlwuqs6761207041>.

Вязкость напитков определяли на приборе СТ-2. Использовали индентор "Шарик 15" со скоростью перемещения –1 мм/с на глубину 4 см с ограничением предельной нагрузки 4 кг при температуре 7 ± 1 °С.

Пищевую ценность изготовленных напитков определяли расчетным методом с использованием справочных таблиц химического состава сырья³.

Результаты и обсуждение

Миндальный напиток выбран как основа ферментированного напитка на растительной основе благодаря высокому содержанию витамина Е (7 мг/100 мл), магния (30 мг/100 мл) и нейтральному вкусу, обеспечивающему совместимость с обогащающими добавками.

Химический состав обогащающих добавок, применявшихся в исследовании для придания напитку антиоксидантных свойств, представлен в табл. 2.

Таблица 2. Витаминный состав обогащающих добавок⁴
Table 2. Vitamin composition of fortifying supplements

Наименование обогащающей добавки	Содержание в 100 г обогащающей добавки			
	Витамин А, мкг	Витамин С, мг	Витамин Е, мг	β-каротин, мг
Порошок моркови	800,0	5,0	0,5	12,0
Порошок шиповника	434,0	650,0	1,7	–
Обезжиренная мука из абрикосовой косточки	–	–	2,0	–
Масло зародышей пшеницы	–	–	150,0	–

Миндаль в напитке за счет содержания водорастворимых веществ (белков, жиров, углеводов, минеральных веществ и витаминов) в количестве 4,4–4,5 % будет основным источником питания для микроорганизмов. Порошок моркови благодаря высокому содержанию β-каротина – эффективный источник провитамина А. Порошок шиповника с повышенным содержанием витамина С и масло зародышей пшеницы как источник витамина Е обеспечивают антиоксидантную активность продукта. Обезжиренная мука из абрикосовой косточки усиливает пищевую ценность напитка за счет повышенного содержания белка и клетчатки. Таким образом, анализ химического состава обогащающих добавок подтвердил их высокую функциональную ценность и целесообразность включения в состав разрабатываемого напитка.

Следующим этапом исследования являлась оценка возможности ферментации растительного субстрата заквасочными культурами, применяемыми в производстве кисломолочных напитков. Для этого изготовленный в лабораторных условиях миндальный напиток сквашивали промышленными образцами сухих заквасок – "Кефир домашний", "Биокефир", "Биоюгurt домашний" и "Йогurt" с разным набором микроорганизмов.

При оценке эффективности применения промышленных образцов сухих заквасок для приготовления напитка на растительной основе отмечено, что итогового значения титруемой кислотности, максимально близкой к оптимальному значению 50–70 °Т, по прошествии 7 ч достигал только образец на закваске "Йогurt", кислотность которого составляла 50,2 °Т. Ферментация с применением других образцов заквасок оказалась неэффективна, поскольку кислотность образцов с внесением заквасок "Кефир домашний", "Биокефир" и "Биоюгurt домашний" составляла только 12,5 °Т, 10,2 °Т и 31 °Т соответственно.

Далее оценивали жизнеспособность микроорганизмов промышленных образцов сухих заквасок в изготовленном миндальном напитке методом микроскопирования. Было отмечено высокое содержание погибших клеток микроорганизмов при применении образцов заквасок "Кефир домашний" и "Биокефир", что объясняет низкие значения кислотности в ферментированных образцах напитка (рис. 2). При окраске проб ферментированных напитков по Грамму идентифицированы все штаммы микроорганизмов, характерные для применяемых заквасок, однако наибольшее количество живых микроорганизмов, их скопления и признаки размножения наблюдались при использовании закваски "Йогurt".

Полученные данные свидетельствуют о гибели части микроорганизмов в процессе ферментации в связи с недостаточностью в миндальном напитке пищевых веществ, что впоследствии приводит к получению ферментированных продуктов с недостаточной кислотностью и низкими потребительскими свойствами. В связи с этим возникает необходимость коррекции химического состава растительного субстрата, заключающаяся в увеличении содержания сложных белков и простых углеводов для обеспечения нормальных условий развития молочнокислых бактерий.

Поскольку чистые культуры *Streptococcus salivarius ssp. thermophilus* и *Lactobacillus casei* имеют оптимальную температуру развития $42,5 \pm 2,5$ °С, а для *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*

³ Скурихин И. М., Тутельян В. А. Таблицы химического состава и калорийности российских продуктов питания : справочник. М. : ДеЛи принт, 2007. 275 с.

⁴ Таблицы калорийности продуктов / Мой здоровый рацион. URL: https://health-diet.ru/table_calorie/ (дата обращения: 20.10.2025).

допустима максимальная температура культивирования $37,5 \pm 2,5$ °С, изготовление экспериментальных образцов ферментированных напитков проводили при температуре $41 \pm 1,0$ °С.

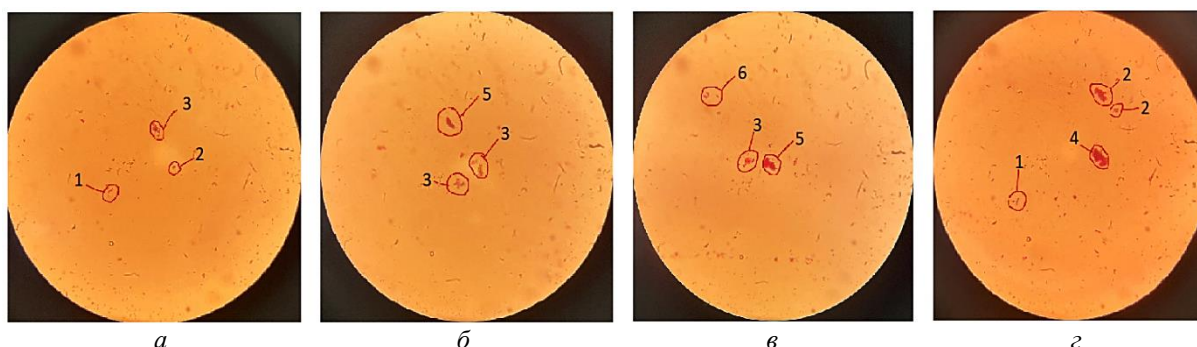


Рис. 2. Результаты микропирования заквасочной микрофлоры, окрашенной по Грамму, в ферментированных напитках с применением промышленных образцов сухих заквасок: а – "Кефир домашний"; б – "Биокефир"; в – "Биоюгurt домашний"; г – "Йогurt"). Условные обозначения: 1 – *Streptococcus thermophiles*; 2 – *Lactobacillus bulgaricus*; 3 – *Bifidobacterium bifidum*; 4 – *Lactobacillus casei*; 5 – *Kluyveromyces marxianus*; 6 – *Lactobacillus acidophilus*

Fig. 2. Results of microcopying starter microflora stained by Gram in fermented beverages using industrial samples of dry starters: а – "Kefir domashnij"; б – "Biokefir"; в – "Bioyogurt domashnij"; г – "Yogurt"

В дальнейшем исследовании при разработке рецептуры ферментированного напитка в состав опытных образцов в качестве источника простых сахаров вносили порошок моркови в количестве 1–2 г (образцы 3, 5 и 6) и порошок шиповника в количестве 0,5–2 г (образцы 4, 5 и 6) на 100 г готового продукта. В качестве дополнительного источника белка в образцы 5 и 6 вносили обезжиренную муку из абрикосовой косточки в количестве 1 г. В образец 6 дополнительно было внесено масло зародышей пшеницы в количестве 2 г как источник антиоксидантов и яблочный пектин для стабилизации консистенции (0,5 г). Контрольным выступал образец 1 на коровьем молоке без внесения добавок.

Внешний вид образцов полученных ферментированных напитков контрольного и опытных образцов представлен на рис. 3.



Рис. 3. Внешний вид образцов ферментированных напитков контрольного и опытных образцов
Fig. 3. Appearance of control and experimental fermented beverage samples

Полученные результаты показали, что образец 1 имел тягучую консистенцию с отделившейся сывороткой, белый цвет, ярко выраженный кисломолочный вкус и кисловатый аромат. Образец 2 представлял собой однородную жидкость светло-бежевого цвета с легким ореховым ароматом, мягким миндальным вкусом с кислинкой. Образец 3 характеризовался наличием неоднородной хлопьевидной консистенции с отделившейся сывороткой, неоднородным непривлекательным цветом и неприятным морковно-кислым вкусом, напоминающим испорченный кисломолочный продукт с фруктовым наполнителем, кремовым цветом с оранжевыми вкраплениями, кисловатым ароматом, что привело к его отбраковке. Образец 4 представлял собой однородную жидкость бледно-коричневого цвета, с ореховым ароматом с кислинкой, с выраженным кислым вкусом с привкусом шиповника и сладковатым послевкусием миндаля. Образец 5 имел жидкую консистенцию с отделившейся сывороткой и хлопьями сгустка, бежевый цвет с оранжевыми вкраплениями, слегка кислый, орехово-морковный запах и сильно кислый вкус с привкусом моркови.

На рис. 4 представлена динамика накопления кислотности при ферментации коровьего молока и миндального напитка бактериальной закваской "Йогурт".

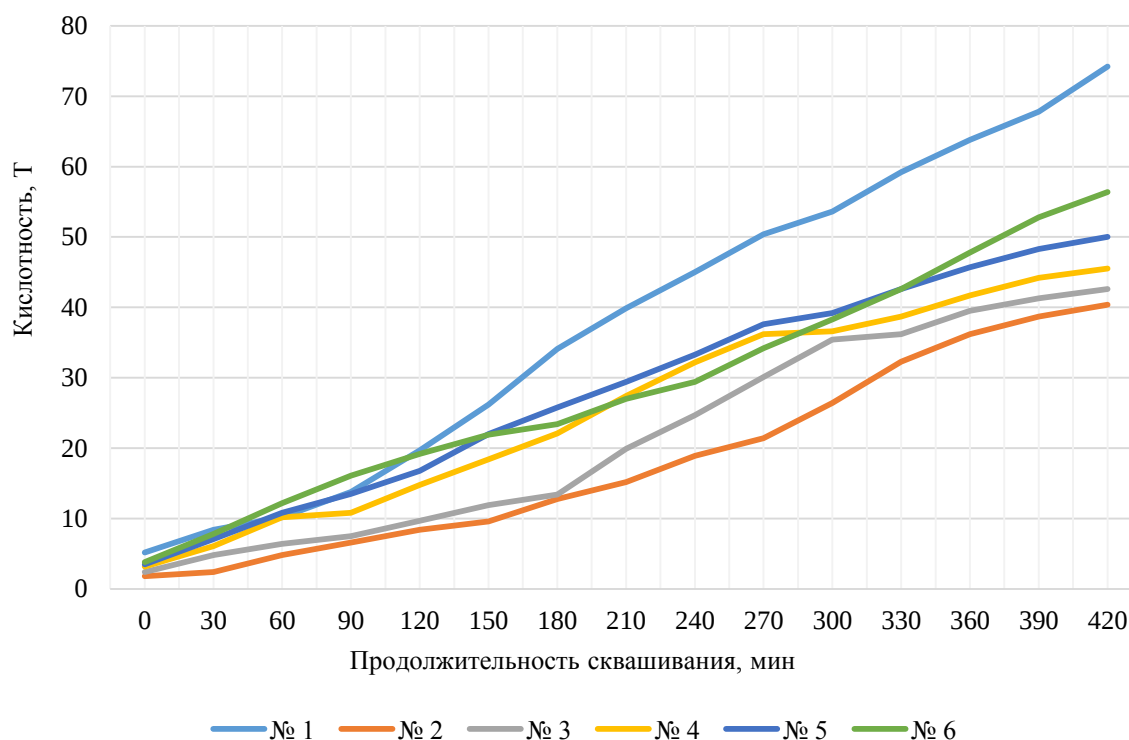


Рис. 4. Динамика накопления кислотности при ферментации коровьего молока и растительного миндального напитка бактериальной закваской "Йогурт"

Fig. 4. Dynamics of acidity accumulation during fermentation of cow's milk and plant-based almond beverage with the bacterial starter "Yogurt"

Данные, представленные на рис. 4, показывают, что минимальное кислотонакопление в процессе ферментации наблюдалось у образца 2 на основе миндального напитка без добавлений, к концу процесса она достигала 40,4 °Т. По сравнению с образцом 2 у образцов 3 и 4 с дополнительным источником сахаров в виде порошков моркови и шиповника кислотонакопление увеличивалось на 5,4 и 12,6 %, однако целевого значения кислотности в 50 °Т они не достигали, составляя соответственно 42,6 °Т и 45,5 °Т. Образцы 5 и 6 с дополнительным внесением источника белка за установленный период ферментации достигали целевого значения кислотности. У образца 5 при этом кислотонакопление интенсифицировалось на 23,7 % больше, чем у образца 2, а у образца 6 с дополнительным внесением пектина — на 39,6 %. Следует отметить, что по сравнению с контрольным образцом 1 напитка на основе коровьего молока образцы 5 и 6 имели более низкую кислотность на 32,6 и 23,7 %, составив 24,2 °Т и 17,8 °Т соответственно.

При оценке органолептических показателей качества образцов (рис. 5) отмечены значительные различия в консистенции, аромате, вкусе и цвете полученных продуктов.

Органолептическая оценка показала, что образец 6 получил наивысшую среднюю оценку в 24 балла. Внешний вид характеризовался однородным кремовым цветом с легким оранжевым оттенком, обусловленным

порошком моркови. Вкус был гармоничным, с мягкой кислинкой от ферментации, дополненной сладковатыми нотами миндаля и легким фруктовым оттенком шиповника. Запах сочетал молочнокислые и ореховые ароматы с тонкими травяными нотами. Консистенция была однородной, умеренно вязкой, без комков или осадка, что обеспечивало приятное потребительское восприятие.

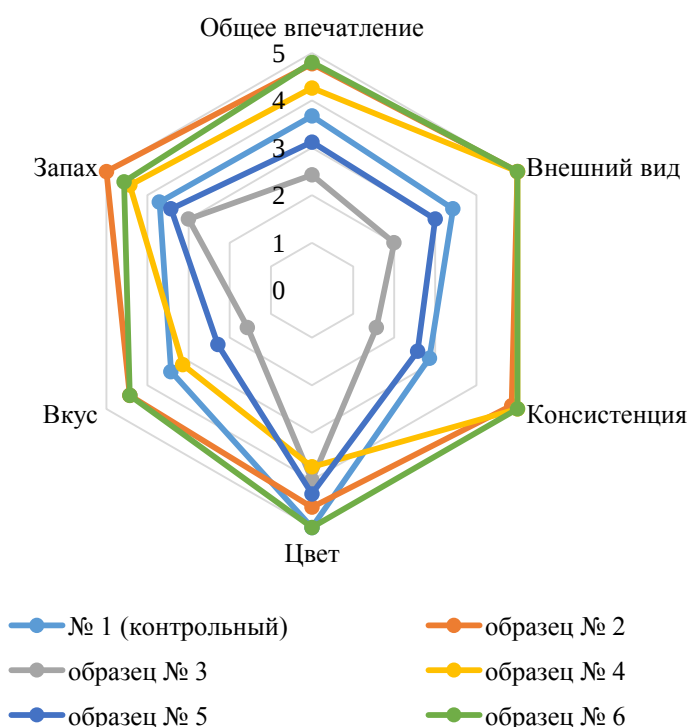


Рис. 5. Профилограмма органолептических характеристик исследуемых образцов ферментированных напитков

Fig. 5. Profilogram of organoleptic characteristics of the studied samples of fermented beverages

Образцы 1 и 2 получили 21,29 и 23,86 балла соответственно, уступая из-за непривлекательного внешнего вида и менее выраженного вкусового профиля. Образцы 4 и 5 показали общие оценки в 18,43 и 15,58 баллов соответственно, что связано с сильно кислым вкусом и неоднородной консистенцией.

Таким образом, разработана рецептура ферментированного напитка "ЛактоДзен" на основе миндаля с внесением сухой бактериальной закваски "Йогурт" (0,2 %), порошков моркови (0,95 %) и шиповника (0,48 %), обезжиренной муки из абрикосовой косточки (0,95 %), пектина яблочного (0,48 %) и масла зародышей пшеницы (1,91 %).

Одной из поставленных задач являлось создание продукта, максимально приближенного по консистенции и потребительским свойствам традиционным кисломолочным продуктам, поэтому в дальнейшем проводили оценку вязкости и органолептических показателей качества продукта.

Анализ вязкости ферментированного напитка на растительной основе "ЛактоДзен" проводили в сравнении с питьевым йогуртом классическим с массовой долей жира 1,6 % ТМ "Фругурт" (АО "Вимм-Билль-Данн", Россия) и миндальным напитком с массовой долей жира 1,5 % ТМ "Planto Barista" (АО "ЭЙЧ ЭНД ЭН", Россия). Результаты определения вязкости исследуемых напитков представлены на рис. 6, оценка органолептических показателей напитков – на рис. 7.

Как показывают данные, представленные на рис. 6, наименее вязким является миндальный напиток. Классический питьевой йогурт имеет вязкость в 1,09 раз больше, а разработанный напиток "ЛактоДзен" – в 1,9 раза больше, что вероятно обусловлено внесенным в его состав пектином, способствующим образованию в продукте пространственной структуры с образованием водородных мостиков, а благодаря низкой кислотности продукта пектин препятствует агрегации белка в продукте, чем корректирует его консистенцию.

Анализ дегустационной оценки образцов показал, что образец миндального напитка ТМ "Planto Barista" у респондентов получил более низкую оценку (4,1 балла) из-за нейтрального вкуса и отсутствия выраженного аромата. Образец классического питьевого йогурта был оценен выше (4,4 балла), но уступал разработанному напитку "ЛактоДзен" из-за менее насыщенного вкуса и аромата, обусловленного отсутствием

добавок в его составе. Полученные данные свидетельствуют о высоких потребительских свойствах разработанного ферментированного миндального напитка.

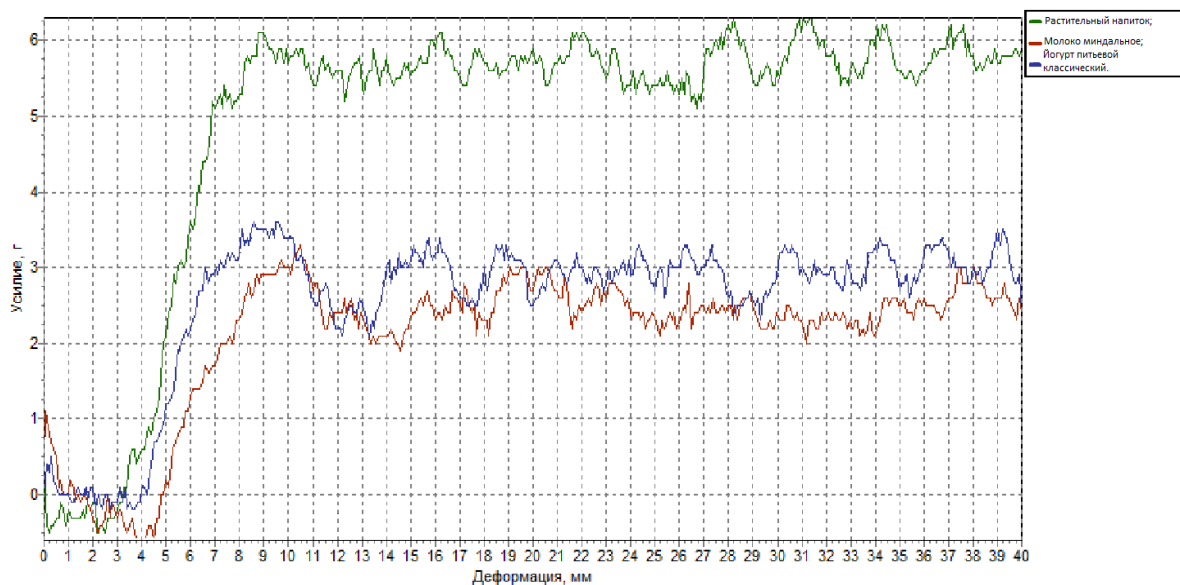


Fig. 6. Viscosity of the beverage "LactoZen" compared to yogurt and almond beverage

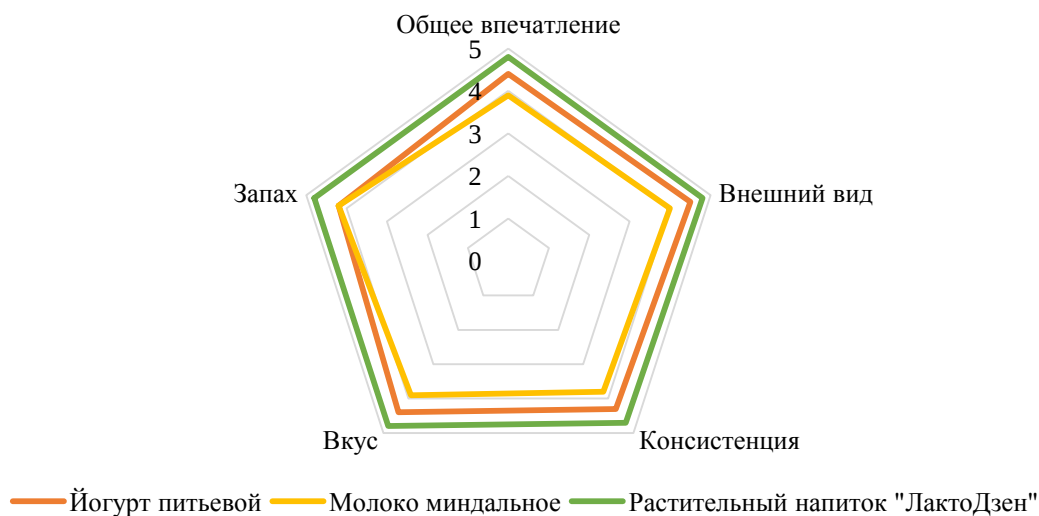


Fig. 7. Organoleptic properties of the beverage "LactoZen" compared to yogurt and almond drink

В табл. 3 представлены результаты расчетной оценки пищевой ценности исследуемых напитков.

Таблица 3. Пищевая ценность порции напитков (200 мл)
Table 3. Nutritional value of a serving of beverages

Наименование нутриента	Наименование напитка		
	Миндальный напиток ТМ "Planto Barista"	Йогурт питьевой классический ТМ "Фругурт"	Ферментированный растительный напиток "ЛактоДзен"
Белки, г	1,3	5	4,2
Жиры, г	3,1	3,2	14,2
Углеводы общие, г	1,3	3,5	4,7

Витамин А, мкг	–	22	73,602
β-каротин, мг	–	0,01	0,812
Витамин С, мг	–	0,6	10,075
Витамин Е, мг	0,12	0,07	11,382
Витамин РР, мг	0,178	1,4	1,462
Цинк, мг	0,154	0,4	0,403
Селен, мкг	–	2	0,779

Расчет пищевой ценности напитков показал, что порция разработанного напитка "ЛактоДзен" при энергетической ценности 163,4 ккал содержит 4,2 г белка, что в 3,2 раза превосходит растительный миндальный напиток и в 1,16 раз ниже, чем в классическом питьевом йогурте. Напиток "ЛактоДзен" значительно превосходит растительный миндальный напиток и питьевой йогурт по содержанию жира в 4,6 и 4,2 раза соответственно. Содержание углеводов в разработанном напитке выше в 3,6 и 1,3 раза, однако это значение сопоставимо с йогуртами с фруктовыми добавками, при этом в составе разработанного напитка присутствуют сахара только природного происхождения.

Анализируя антиоксидантный потенциал отмечено, что в порции напитка "ЛактоДзен" содержится: витамин А – 73,602 мкг, что соответствует 8,18 % от рекомендуемой суточной потребности (РСП), β-каротин – 0,812 мг (16,24 % РСП), витамин С – 10,075 мг (10,08 % РСП), витамин Е – 11,382 мг (75,88 % РСП), витамин РР – 1,462 мг (7,31 % РСП), цинк – 0,403 мг (3,36 % РСП) и селен – 0,779 мкг (1,42 % РСП). Высокое содержание витамина Е, достигнутое преимущественно за счет масла зародышей пшеницы и миндаля, подчеркивает выраженные антиоксидантные свойства напитка, способствующие нейтрализации свободных радикалов и защите клеток от окислительного стресса. β-каротин (из порошка моркови) и витамин С (из порошка шиповника) дополняют антиоксидантный эффект, поддерживая иммунную систему и здоровье кожи. Витамин РР, цинк и селен, хотя и присутствуют в меньших количествах, способствуют метаболическим процессам и антиоксидантной защите.

На основании проведенных исследований разработана технология производства ферментированного напитка на растительной основе, отличающаяся высокой воспроизводимостью и адаптированностью к промышленным условиям, которая заключается в следующем. На первом этапе миндальный напиток, подготовленный по стандартной технологии, нагревают до 40 ± 1 °С в смесителе с мешалкой для предотвращения оседания частиц, постепенно добавляют набухший яблочный пектин, тщательно перемешивают в течение 5 мин до полного растворения. Затем в смесь вносят порошок моркови, порошок шиповника, обезжиренную муку из абрикосовой косточки и масло зародышей пшеницы, продолжая перемешивание в течение 10 мин для равномерного распределения компонентов. Полученную смесь подвергают гомогенизации в роторно-статорном гомогенизаторе при давлении 15 МПа и температуре 55 ± 5 °С и пастеризуют при температуре 85 ± 1 °С в течение 30 с в пластинчатом теплообменнике. В теплообменнике с водяным охлаждением смесь охлаждают до 40 ± 1 °С и вносят в нее сухую закваску "Йогурт", включающую чистые культуры *Streptococcus salivarius ssp. thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* и *Lactobacillus casei* в количестве 0,2 % от массы смеси. Смесь перемешивают в течение 3 мин для равномерного распределения закваски, затем переливают в ферментационные емкости. Ферментация проводится в термостате при температуре 41 ± 1 °С в течение 6–8 ч до достижения титруемой кислотности 50 °Т. Далее готовый продукт охлаждают до 4 ± 1 °С в течение 2 ч и фасуют в светонепроницаемые полимерные бутылки в асептических условиях. Рекомендуемый объем одной порции напитка – 200 мл.

Применение пастеризации миндального напитка при 85 °С будет способствовать удалению посторонней микрофлоры и обеспечит преимущественное развитие микроорганизмов закваски. При соотношении компонентов в соответствии с рецептурой опытного образца 6 применение гомогенизации при давлении 15 МПа и температуре $57,5 \pm 2,5$ °С обеспечивает стабильность эмульсии, предотвращая расслоение жировых компонентов и твердых частиц. Ферментация при 41 ± 1 °С оптимизирует активность пробиотических культур, входящих в состав бактериальной закваски "Йогурт": *Streptococcus salivarius ssp. thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*, *Lactobacillus casei*, обеспечивая достижение целевого показателя кислотности 50 °Т за 6–8 ч. Для упаковки продукта рекомендуется использование светонепроницаемой упаковки с целью предотвращения фотохимического разрушения витаминов А и Е, а асептическая фасовка обеспечивает микробиологическую стабильность продукта. Хранение готового продукта рекомендуется при температуре 5 ± 1 °С в течение не более 14 дней с целью сохранения активности пробиотиков и антиоксидантов.

На новый вид продукта разработан проект нормативно-технической документации. Установленные показатели качества и внешний вид ферментированного напитка на растительной основе "ЛактоДзен" представлены в табл. 4 и на рис. 8.

Таблица 4. Показатели качества разработанного ферментированного напитка на растительной основе "ЛактоДзен"

Table 4. Quality indicators of the fermented plant-based beverage "LactoZen"

Показатель	Значение показателя
Консистенция	Однородная плотная жидкость
Цвет	Бежево-кремовый с вкраплениями
Запах	Орехово-зерновой, приятный, слегка кислый
Вкус	Морковно-зерновой, мягкий, с приятной кислинкой
Титруемая кислотность, °Т	52–60
Активная кислотность, pH	4,2–4,7
Массовая доля сухих веществ, не менее %	12
Концентрация микроорганизмов, не менее КОЕ/г	1×10^9



Рис. 8. Внешний вид разработанного ферментированного напитка на растительной основе "ЛактоДзен"

Fig. 8. Appearance of the fermented plant-based beverage "LactoZen"

Содержание сухих веществ готовой продукции соответствовало типичным значениям для кисломолочных напитков. Приведенные значения кислотности обеспечивали приятный вкус и свидетельствовали о завершении процесса ферментации. Содержание обогащающих добавок в доле сухих веществ составляло около 10 %, что повышало питательную плотность продукта. В целом значения физико-химических показателей напитка обеспечивают стабильность продукта, а напиток "ЛактоДзен" отвечает требованиям рынка функциональных продуктов, сочетая растительную основу, антиоксидантные и пробиотические свойства. Продукт подходит для вегетарианцев, лиц с непереносимостью лактозы и потребителей, ориентированных на здоровое питание. Высокое содержание витамина Е делает его ценным для профилактики окислительного стресса, а пробиотики поддерживают здоровое состояние кишечной микрофлоры.

Перспективной рассматривается разработка новых вкусовых профилей (например, с добавлением ягодных пюре), оптимизация стоимости сырья и продление срока годности за счет натуральных консервантов.

Выводы

В результате проведенного исследования подтверждена целесообразность внесения в растительный ферментированный продукт с антиоксидантными свойствами: порошка моркови в качестве источника β-каротина, порошка шиповника как источника витамина С, масла зародышей пшеницы как источника витамина Е, что обеспечивает антиоксидантную активность продукта, обезжиренной муки из абрикосовой косточки в качестве источника белка, пищевых волокон и гармонизации вкусового профиля и яблочного пектина в качестве стабилизатора консистенции и повышении пищевой ценности напитка.

Установлено, что закваска "Йогурт", содержащая чистые культуры микроорганизмов *Streptococcus salivarius ssp. thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* и *Lactobacillus casei* в количестве 0,2 % к массе напитка, гарантирует эффективное сбраживание растительного субстрата на основе миндального напитка, порошков моркови и шиповника, обезжиренной муки из абрикосовой косточки при температуре 41 ± 1 °C в течение 6–8 ч.

В ходе проведенных исследований установлено, что внесение 0,5 % яблочного пектина в ферментированный напиток на растительной основе в качестве стабилизатора обеспечивает в напитке консистенцию, соответствующую питьевому йогурту, что подтверждается результатами определения вязкости на приборе СТ-2. Также определено оптимальное соотношение порошков моркови и шиповника, масла зародышей пшеницы, обезжиренной муки из абрикосовой косточки, яблочного пектина, равное 2 : 1 : 4 : 2 : 1, при котором готовое изделие отличается наилучшими органолептическими показателями.

По результатам проведенных исследований рекомендовано следующее соотношение компонентов для изготовления ферментированного напитка с антиоксидантными свойствами "ЛактоДзен" на основе миндального напитка: 0,2 % бактериальной закваски, 0,95 и 0,48 % порошков моркови и шиповника, 0,95 % обезжиренной муки из абрикосовой косточки, 0,48 % пектина яблочного и 1,91 % масла зародышей пшеницы. Технологическая схема производства напитка может реализоваться на действующих предприятиях с применением стандартного оборудования.

Таким образом, разработанный напиток на растительной основе "ЛактоДзен" можно рассматривать в качестве источника витаминов А, С, Е и β-каротина, а также характеризующегося антиоксидантными и пробиотическими свойствами. Рекомендуемый объем одной порции напитка – 200 мл. Напиток обладает высокой пищевой ценностью, покрывая 76 % суточной потребности в витамине Е, 10 % в витамине С и 8 % в витамине А, и рекомендован для профилактики окислительного стресса, укрепления иммунитета и поддержки микробиоты кишечника. Полученный продукт в соответствии с требованиями ГОСТ 55577⁵ можно отнести к функциональным продуктам с нанесением на этикетку отличительных знаков "Продукт с высоким содержанием витамина Е", "Источник витаминов А, С и β-каротина", "Без добавления сахарозы, консервантов, красителей", "Не содержит молоко", "Содержит сахара природного происхождения".

Перспективы исследования включают масштабирование производства, расширение ассортимента и дальнейшие исследования биодоступности антиоксидантов.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Библиографический список

- Андрианова Ю. А. Разработка биотехнологии овощных ферментированных напитков с использованием бифидобактерий : автореф. дис. ... канд. техн. наук. М., 1997. 18 с.
- Веснина А. Д. Разработка функционального напитка на основе культуры чайного гриба для оздоровления населения // Междунар. молодежный конкурс науч. проектов "Стираем границы" : сб. материалов, Москва, 20–21 октября 2021 г. М., 2021. С. 57–62. EDN: DHVZZQ.
- Донская Г. А., Дрожжин В. М., Брызгалина В. В. Напитки кисломолочные с повышенным содержанием сывороточных белков и водорастворимых антиоксидантов // Вестник МГТУ. 2018. Т. 21, № 3. С. 471–480. DOI: <https://doi.org/10.21443/1560-9278-2018-21-3-471-480>. EDN: YLAMAX.
- Донская Г. А., Чумакова И. В., Харитонов В. Д., Дрожжин В. М. Инновационные технологии. Молочно-растительный ферментированный напиток // Переработка молока. 2019. № 8(238). С. 6–8. DOI: <https://doi.org/10.33465/2222-5455-2019-8-6-8>. EDN: UATNUO.
- Епишкина Ю. М., Хромова Н. Ю., Кареткин Б. А., Юдин Н. В. [и др.]. Исследование органолептики и состава летучих соединений функциональных напитков на основе энзиматического гидролизатацельнозерновой пшеничной муки, ферментированного лактобактериями // Пищевые технологии и биотехнологии : материалы XVII Всерос. конф. молодых ученых, аспирантов и студентов с междунар. участием, Казань, 20–23 апреля 2021 г. Казань, 2021. С. 67–72. EDN: VIEEHM.
- Иванова Н. Г., Волконская А. А. Технология производства хлебных палочек для питания женщин в периоды прегравидарной подготовки, беременности и лактации // Вестник МГТУ. 2025. Т. 28, № 2. С. 198–209. DOI: <https://doi.org/10.21443/1560-9278-2025-28-2-198-209>. EDN: VGNJCU.
- Конарбаева З. К., Баянбай Н. Е., Джанмулдаева А. К., Арапбаева Д. М. [и др.]. Совершенствование технологии производства ферментированных напитков на основе плодово-ягодных соков // International scientific research 2018 : XLI Междунар. науч.-практ. конф., Москва, 23 ноября 2018 г. Москва, 2018. С. 344–345. EDN: VPVZKW.
- Макушева Д. А., Поснова Г. В. Применение сырья повышенной пищевой ценности при производстве отделочных полуфабрикатов для кондитерских изделий // Поландовские чтения : сб. материалов VI междунар. науч.-практ. молодежной конф., Москва, 5 июня 2024 г. Москва, 2024. С. 107–109. EDN: MWBOOC.

⁵ ГОСТ 55577. Продукты пищевые функциональные. Информация об отличительных признаках и эффективности. URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/55874/?ysclid=mq6jpyx21v779222585>.

- Поснова Г. В., Иванова Н. Г. Разработка технологии хлебобулочного изделия пшеницы с повышенной пищевой ценностью. Вестник МГТУ. 2024. Т. 27, № 3. С. 400–411. DOI: <https://doi.org/10.21443/1560-9278-2024-27-3-400-411>.
- Семелева Е. В., Плигина Е. В., Лукьянова Т. В. Культура питания в России: между традицией и современностью // Международный научно-исследовательский журнал. 2025. № 1(151). DOI: 10.60797/IRJ.2025.151.100. EDN: JKEZYN.
- Способ производства ферментированного напитка : пат. № 2413419 Рос. Федерация / А. Ю. Просеков, И. С. Разумникова, А. В. Крупин, Е. В. Короткая. № 2009134620/10 ; заявл. 15.09.2009 ; опубл. 10.03.2011, Бюл. № 7.
- Тимкачев Д. А., Пузанкова Ю. М., Хромова Н. Ю., Шакир И. В. [и др.]. Оптимизация параметров получения функциональных напитков из миндальной муки с учетом органолептических свойств // Современные достижения биотехнологии: фундаментальные и прикладные аспекты. Инновационные биотехнологии природных и синтетических биологически активных веществ. Нарочанские чтения-16 : материалы IX Междунар. науч.-практ. конф., Ставрополь, 21–24 октября 2024 г. Ставрополь, 2024. С. 363–367. EDN: CAVNJY.
- Ферментированный напиток и способ его получения : пат. № 2178648 Рос. Федерация / Р. Д. Вуд, Й. Бэнш, М. Риппштайн. № 97102341/13 : заявл. 13.02.1997 ; опубл. 27.01.2002, Бюл. 3.
- Филиппова А. И. и др. Производство безалкогольных напитков с использованием антиоксидантов (обзор литературы) // Молодой исследователь : материалы 10-й науч. выставки-конференции науч.-техн. и творческих работ студентов. Челябинск, 2023. С. 234–238.
- Щербакова Е. И., Филиппова А. И. Использование антиоксидантов при производстве функциональных напитков (обзор литературы) // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. 2022. № 5(76). С. 58–60. DOI: 10.33979/2219-8466-2022-76-5-58-60. EDN: BTUVZV.
- Яшин Я. И., Черноусова Н. И., Яшин А. Я. Чаеподобные напитки: химический состав, антиоксидантная активность и их влияние на здоровье человека // Сорбционные и хроматографические процессы. 2021. Т. 21, № 5. С. 782–788. DOI: <https://doi.org/10.17308/sorpchrom.2021.21/3785>. EDN: DKDLLY.
- Fioravante M. B., Hiane P. A., Braga Neto J. A. Elaboration, sensorial acceptance and characterization of fermented flavored drink based on water // Ciência Rural. 2017. Vol. 47, N 9. Article number: e20151646. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20151646>.
- Gonçalves G. C. V., Catharina Weis C. M. S., Wolff Élide R., Alves V. [et al.]. Vegan fermented drinks as an alternative to milk: Trend or challenge? // Food Science and Engineering. 2024. Vol. 6, Iss. 1. DOI: <https://ojs.wiserpub.com/index.php/FSE/article/view/5396>.
- Katina K., Laitila A., Juvonen R., Liukkonen K.-H. [et al.]. Bran fermentation as a means to enhance technological properties and bioactivity of rye // Food Microbiology. 2007. Vol. 24, Iss. 2. P. 175–186. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fm.2006.07.012>.
- Suna S., Incedayi B., Tamer C. E., Ozcan-Sinir G. [et al.]. Lemon verbena (*Lippia citriodora* Kunth) beverages: Physicochemical properties, contents of total phenolics and minerals, and bioaccessibility of antioxidants // Italian Journal of Food Science. 2019. Vol. 31, Iss. 1. P. 40–53.

References

- Andrianova, Yu. A. 1997. Development of biotechnology for fermented vegetable beverages using bifidobacteria. Abstract of Ph.D. dissertation. Moscow. (In Russ.)
- Vesnina, A. D. 2021. Development of a functional drink based on kombucha culture for public health. Materials of the International Youth Competition of Scientific Projects International *Youth Competition of Scientific Projects "Erasing Borders"*, Moscow, October 20–21, 2021. Moscow, pp. 57–62. EDN: DHVZZQ. (In Russ.)
- Donskaya, G. A., Drozhzhin, V. M., Bryzgalina, V. V. 2018. Fermented milk drinks with increased content of whey proteins and water-soluble antioxidants. *Vestnik of MSTU*, 21(3), pp. 471–480. DOI: <https://doi.org/10.21443/1560-9278-2018-21-3-471-480>. EDN: YLAMAX. (In Russ.)
- Donskaya, G. A., Chumakova, I. V., Kharitonov, V. D., Drozhzhin, V. M. 2019. Innovative technologies. Milk-vegetable fermented drink. *Milk Branch Magazine*, 8(238), pp. 6–8. DOI: <https://doi.org/10.33465/2222-5455-2019-8-6-8>. EDN: UATNUO. (In Russ.)
- Epishkina, Yu. M., Khromova, N. Yu., Karetkin, B. A., Yudin, N. V. et al. 2021. Proceedings of the XVII All-Russian Conference of Young Scientists, Postgraduates and Students with International Participation *Food Technology and Biotechnology*, Kazan, April 20–23, 2021. Kazan, pp. 67–72. EDN: VIEEHM. (In Russ.)
- Ivanova, N. G., Volkonskaya, A. A. 2025. Technology of production of breadsticks for nutrition of women during pre-gravid preparation, pregnancy and lactation. *Vestnik of MSTU*, 28(2), pp. 198–209. DOI: <https://doi.org/10.21443/1560-9278-2025-28-2-198-209>. EDN: VGNJCU. (In Russ.)

- Konarbaeva, Z. K., Bayanbaj, N. E., Dzhanmuldaeva, A. K., Arapbaeva, D. M. et al. 2018. Improving the production technology of fermented beverages based on fruit and berry juices. *International Scientific Research* 2018, Moscow, 23 November 2018. Moscow, pp. 344–345. EDN: VPVZKW. (In Russ.)
- Makusheva, D. A., Posnova, G. V. 2024. Use of raw materials with increased nutritional value in the production of finishing semi-finished products for confectionery products. *Poland readings: Collection of materials of the VI international scientific and practical youth conference*, Moscow, June 5, 2024. Moscow, pp. 107–109. EDN: MWBOOC. (In Russ.)
- Posnova, G. V., Ivanova, N. G. 2024. Development of a technology for the production of pita bread with enhanced nutritional value. *Vestnik of MSTU*, 27(3), pp. 400–411. DOI: <https://doi.org/10.21443/1560-9278-2024-27-3-400-411>. (In Russ.)
- Semeleva, E. V., Pligina, E. V., Lukyinova, T. V. 2025. Food culture in Russia: Between tradition and modernity. *International Research Journal*, 1(151). DOI: 10.60797/IRJ.2025.151.100. EDN: JKEZYN. (In Russ.)
- Prosekov, A. Yu., Razumnikova, I. S., Krupin, A. V., Korotkaya, E. V. 2011. Method for producing a fermented beverage, Russian Federation, Pat. 2413419. (In Russ.)
- Timkachev, D. A., Puzankova, Yu. M., Khromova, N. Yu., Shakir, I. V. et al. 2024. Optimization of parameters for producing functional beverages from almond flour, taking into account organoleptic properties. *Proceedings of the IX Intern. scien. and pract. conf. Modern achievements of biotechnology: Fundamental and applied aspects. Innovative biotechnologies of natural and synthetic biologically active substances. Naroch Readings-16*, Stavropol, October 21–24, 2024. Stavropol, pp. 363–367. EDN: CAVNJY. (In Russ.)
- Wood, R. D., Baensch, J., Rippstein, M. 2002. Fermented beverage and method for producing it, Russian Federation, Pat. 2178648. (In Russ.)
- Filippova, A. I. et al. 2023. Production of soft drinks using antioxidants (literature review). *Proceedings of the 10th scientific exhibition-conference of scientific, technical and creative works of students Young researcher*, Chelyabinsk, May 16–17, 2023. Chelyabinsk, pp. 234–238. (In Russ.)
- Shcherbakova, E. I., Filippova, A. I. 2022. Use of antioxidants in the production of functional drinks (literature review). *Technology and Commodity Science of Innovative Food Products*, 5(76), pp. 58–60. DOI: 10.33979/2219-8466-2022-76-5-58-60. EDN: BTUVZV. (In Russ.)
- Yashin, Ya. I., Chernousova, N. I., Yashin, A. Ya. 2021. Tea-like drinks: Chemical composition, antioxidant activity and their impact on human health. *Sorption and Chromatographic Processes*, 21(5), pp. 782–788. DOI: <https://doi.org/10.17308/sorpchrom.2021.21/3785>. EDN: DKDLLY. (In Russ.)
- Fioravante, M. B., Hiane, P. A., Braga Neto, J. A. 2017. Elaboration, sensorial acceptance and characterization of fermented flavored drink based on water. *Ciência Rural*, 47(9). Article number: e20151646. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20151646>.
- Gonçalves, G. C. V., Catharina Weis, C. M. S., Wolff Élide, R., Alves, V. et al. 2024. Vegan fermented drinks as an alternative to milk: Trend or challenge? *Food Science and Engineering*, 6(1). DOI: <https://ojs.wiserpub.com/index.php/FSE/article/view/5396>.
- Katina, K., Laitila, A., Juvonen, R., Liukkonen, K.-H. et al. 2007. Bran fermentation as a means to enhance technological properties and bioactivity of rye. *Food Microbiology*, 24(2), pp. 175–186. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fm.2006.07.012>.
- Suna, S., Incedayi, B., Tamer, C. E., Ozcan-Sinir, G. et al. 2019. Lemon verbena (*Lippia citriodora* Kunth) beverages: Physicochemical properties, contents of total phenolics and minerals, and bioaccessibility of antioxidants. *Italian Journal of Food Science*, 31(1), pp. 40–53.

Сведения об авторах

Поснова Галина Владимировна – ул. Земляной Вал, 73, г. Москва, Россия, 109004;
Московский государственный университет технологий и управления им. К. Г. Разумовского
(Первый казачий университет), канд. техн. наук, доцент;
e-mail: g.posnova@mgutm.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9594-7632>

Galina V. Posnova – 73 Zemlyanoi Val Str., Moscow, Russia, 109004;
K. G. Razumovsky Moscow State University of Technologies and Management
(The First Cossack University), Cand. Sci. (Engineering), Associate Professor;
e-mail: g.posnova@mgutm.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9594-7632>

Иванова Наталья Геннадьевна – ул. Земляной Вал, 73, г. Москва, Россия, 109004;
Московский государственный университет технологий и управления им. К. Г. Разумовского
(Первый казачий университет), канд. техн. наук, доцент;
Стремянный пер., 36, г. Москва, Россия, 115054;
Российский экономический университет им. Г. В. Плеханова;
e-mail: n.ivanova@mgutm.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3878-6355>

Natalia G. Ivanova – 73 Zemlyanoi Val Str., Moscow, Russia, 109004;
K. G. Razumovsky Moscow State University of Technologies and Management
(The First Cossack University), Cand. Sci. (Engineering), Associate Professor;
36 Stremyanny Lane, Moscow, Russia, 115054;
Plekhanov Russian University of Economics;
e-mail: n.ivanova@mgutm.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3878-6355>

Панчук Карина Алексеевна – ул. Земляной Вал, 73, г. Москва, Россия, 109004;
Московский государственный университет технологий и управления им. К. Г. Разумовского
(Первый казачий университет), студент;
e-mail: g.posnova@mgutm.ru

Karina A. Panchuk – 73 Zemlyanoi Val Str., Moscow, Russia, 109004;
K. G. Razumovsky Moscow State University of Technologies and Management
(The First Cossack University), Student;
e-mail: g.posnova@mgutm.ru