

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОЦЕССА ФЕРМЕНТАЦИИ В ТЕХНОЛОГИИ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ

Е. А. Молибога, доктор технических наук, профессор

Н. В. Бураковская, кандидат технических наук, доцент

Омский государственный технический университет, г. Омск, Российская Федерация

E-mail: burakovskaya-nina@mail.ru

Аннотация. Кондитерская индустрия в Российской Федерации демонстрирует устойчивый рост и является важной частью пищевой промышленности, предлагая потребителям разнообразный ассортимент продукции. Одним из актуальных направлений в производстве кондитерских изделий является введение в рецептуру нетрадиционного вида сырья, что обусловлено стремлением к расширению ассортимента, повышению пищевой ценности и функциональных свойств готовой продукции. Выполнен анализ технологической схемы проведения процесса ферментации растительного сырья и определена возможность включения ферментированных листьев брусники в технологический процесс производства пищевых продуктов, в частности в технологию жележных конфет. Использование в составе жележных конфет фитодобавки на основе брусничного листа способствует приобретению конечным продуктом более насыщенного вкуса, яркого цвета, увеличению в нём концентрации биологически активных веществ (арбутин – 12,3 %, дубильные вещества – 19,8 %). Исследование показало, что оптимальным является введение в рецептуру ферментированных листьев брусники в доле 20 % от массы смеси. Исследования проводили в условиях лабораторий кафедры «Биотехнология, технология общественного питания и товароведение» Омского государственного технического университета. В работе использовали органолептические и физико-химические методы исследования. Была проведена оценка показателей качества нового кондитерского изделия, определена пищевая и энергетическая ценность. Практическая значимость подтверждена патентом на изобретение RU2799509C1 «Способ производства жележных конфет».

Ключевые слова: кондитерские изделия, растительное сырьё, ферментация, физико-химические показатели, листья брусники.

APPLICATION OF THE FERMENTATION PROCESS IN CONFECTIONERY TECHNOLOGY

E. A. Moliboga, Doctor of Technical Sciences, Professor

N. V. Burakovskaya, PhD in Technical Sciences, Associate Professor

Omsk State Technical University, Omsk, Russian Federation

Abstract. The confectionery industry in the Russian Federation is showing steady growth and is an important part of the food industry, offering consumers a diverse range of products. One of the relevant trends in the production of confectionery products is the introduction of non-traditional raw materials into the formulation, which is due to the desire to expand the range, increase the nutritional value and functional properties of the finished product. The work is devoted to the study of the technological scheme of the fermentation process of vegetable raw materials and the determination of the possibility of including fermented lingonberry leaves in the technological process of food production, in particular, the technology of jelly candies. The use of herbal supplements based on lingonberry leaf in jelly candies helps to acquire a richer taste, brighter color, and increase the concentration of biologically active substances: arbutin 12.3%, tannins 19.8%. The study showed that it is optimal to introduce 20 g of fermented lingonberry leaves from the mass of the mixture into the formulation. The research was conducted in the laboratories of the Department of Biotechnology, Catering Technology and Commodity Science of Omsk State Technical University. Organoleptic and physico-chemical research methods were used in the work. We evaluated the quality indicators of the new confectionery product, determined the nutritional and energy value. The practical significance is confirmed by the patent for the invention of the Russian Federation No. 2799509 "Method of production of jelly candies".

Keywords: confectionery products, vegetable raw materials, fermentation, physical and chemical indicators, lingonberry leaves.

ВВЕДЕНИЕ

Кондитерская промышленность России является одной из динамично развивающихся отраслей пищевой промышленности и обеспечивает население широким ассортиментом продукции [1]. Главным фактором увеличения объема и повышения качества производимой кондитерской продукции является инновационное развитие отрасли. На рисунке 1 представлен анализ рынка кондитерских изделий в России [2, 3].

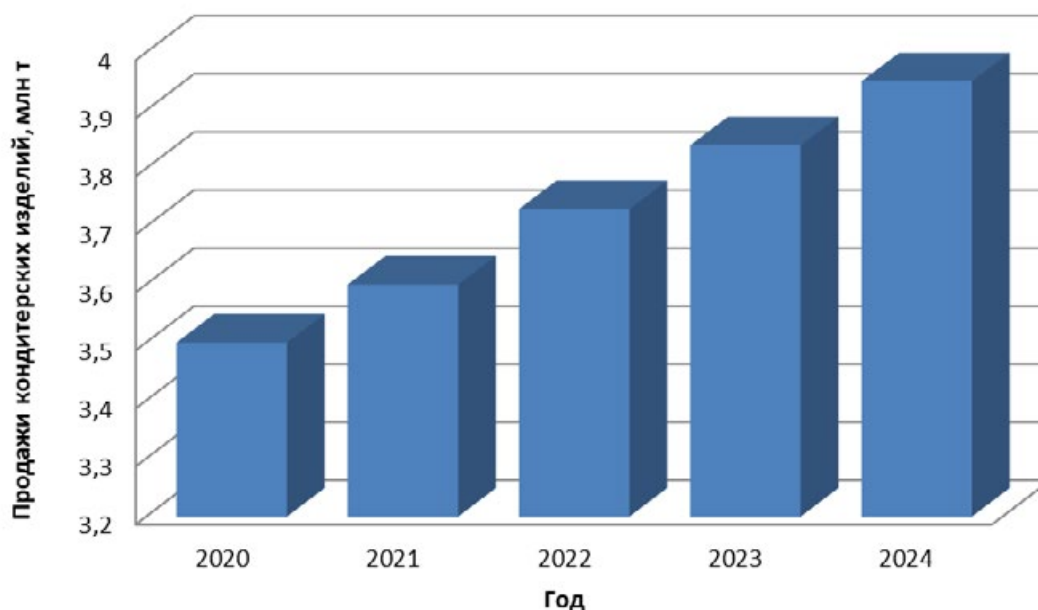


Рис. 1. Анализ продаж кондитерских изделий в России

Fig. 1. Analysis of confectionery sales in Russia

С 2021 г. наблюдается значительный прирост объемов продаж кондитерских изделий в России. В 2024 г. были увеличены продажи до 3,95 млн т. В настоящее время рынок кондитерских изделий в Российской Федерации переживает заметный стабильный рост, во многом обусловленный импортозамещением и изменением предпочтений потребителей.

Особой популярностью среди потребителей пользуются желейные и мармеладные конфеты. В России производство желейных конфет – одна из быстрорастущих категорий на кондитерском рынке. Растущий спрос на кондитерские изделия с уникальными вкусами и текстурами повысил популярность желейных изделий, позиционировав их как востребованные продукты. Кроме того, тенденция к более здоровым видам продуктов питания побудила производителей к инновациям, что привело к появлению органических и не содержащих сахара вариантов [3]. Анализ состава традиционных видов желейной конфеты даёт основания для рецептурного конструирования с использованием сырьевых компонентов, позволяющих повысить пищевую и энергетическую ценность изделий за счет введения в рецептуру нетрадиционного сырья.

В последние десятилетия во всем мире возрос интерес к использованию в пищевой промышленности биологически активных веществ из растительного сырья [4]. В этой связи возникает необходимость поиска наиболее перспективных растений, обладающих высоким содержанием нутриентов [5]. Особый акцент делается на использовании местных дикоросов. Значительный источник растений с повышенным содержанием биологически активных веществ – это Сибирский регион.

Несомненный интерес вызывает брусника обыкновенная, в частности листья данного растения [6]. Листья брусники являются ценным лекарственным сырьем из-за содержания арбутина, фенольных гликозидов, дубильных веществ, органических кислот, антиоксидантов, фитонцидов, Р-витаминного комплекса, витамина В2, С, каротина [4, 7, 8]. Исследования многих ученых показывают, что обогащение кондитерских изделий функциональными ингредиентами растительного происхождения является перспективным и актуальным направлением в решении проблем, связанных с повышением потребительского спроса, оптимизацией производства и повышением качества готовой продукции [9, 10, 11].

Целью исследования является изучение процесса ферментации растительного сырья и включение продуктов брожения в технологию производства кондитерских изделий. В задачи исследования входило изучение процесса ферментации листьев брусники, определение количественного соотношения вносимого компонента, а также качественных показателей готового изделия.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В качестве контрольного образца использовалось изделие, выработанное по ГОСТ 4570-2014 «Конфеты. Общие технические условия». Для приготовления новых изделий применялось следующее сырье: агар-агар (ООО «Хлебзернопродукт», «С. Пудовъ», Россия), брусничные листья свежие, свекольный сок прямого отжима (Biotta, Швейцария), сахарозаменитель стевия (ООО «Стевия Групп», Россия), крахмал кукурузный (ООО «СП ДОН», Россия). Опытными образцами являются желейные конфеты с ферментированными брусничными листьями и свекольным соком, которые сравниваются с контролем. Методологическая основа при проведении работ: органолептические показатели определялись по ГОСТ 5897-1990, массовая доля влаги – по ГОСТ 5900-2014, массовая доля золы, нерастворимой в 10%-м растворе соляной кислоты, – по ГОСТ 5901-2014, массовая доля общей сернистой кислоты – по ГОСТ 26811-2014, содержание арбутина, дубильных веществ – по ФС.2.5.0063.18. Повторность производимых исследований составляла от 3 до 5 раз.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Исследование направлено на изучение технологической схемы проведения процесса ферментации растительного сырья и на определение возможности включения ферментированных добавок в технологический процесс производства пищевых продуктов, в частности – в технологию желейных конфет.

Использование фитодобавки из листьев брусники позволяет не только повысить уровень содержания биологически активных веществ, но и минимизировать или полностью исключить из рецептуры желейных конфет синтетические вкусоароматические вещества. В качестве красящих веществ выступает натуральный краситель из сока свеклы, свекольный сок был также использован в качестве вкусовых веществ. Сахарозаменителем является стевия. Основной функциональный ингредиент представляют собой растительные компоненты нетрадиционного сырья из листьев брусники, которые подвергались процессу ферментации.

Ферментация листьев – процесс окислительных реакций под действием собственных ферментов. В процессе ферментации происходит метаболический распад молекул веществ, таких как хлорофилл и крахмал, на ароматические, вкусовые, дубильные вещества [12, 13].

Следуя приоритетным направлениям в области науки и техники, необходимо экспериментально произвести определение количественного содержания функциональных компонентов, полученных при процессе ферментации растительного сырья. Для более точной обработки результатов каждого эксперимента ввели пятибалльную шкалу оценивания органолептических показателей нового продукта. Фокус-группе были представлены таблицы с перечисленными показателями по основным потребительским свойствам. В таблице было приведено описание

показателей, соответствующих оценкам от 0 до 5 баллов согласно логическому нарастанию положительной характеристики продукта.

В ходе исследования был проведен процесс натуральной ферментации, т. е. метаболический процесс, использование которого при производстве позволяет сохранить и усилить свойства растительных ингредиентов органического происхождения. На рисунке 2 представлена схема проведения процесса ферментации листьев брусники.

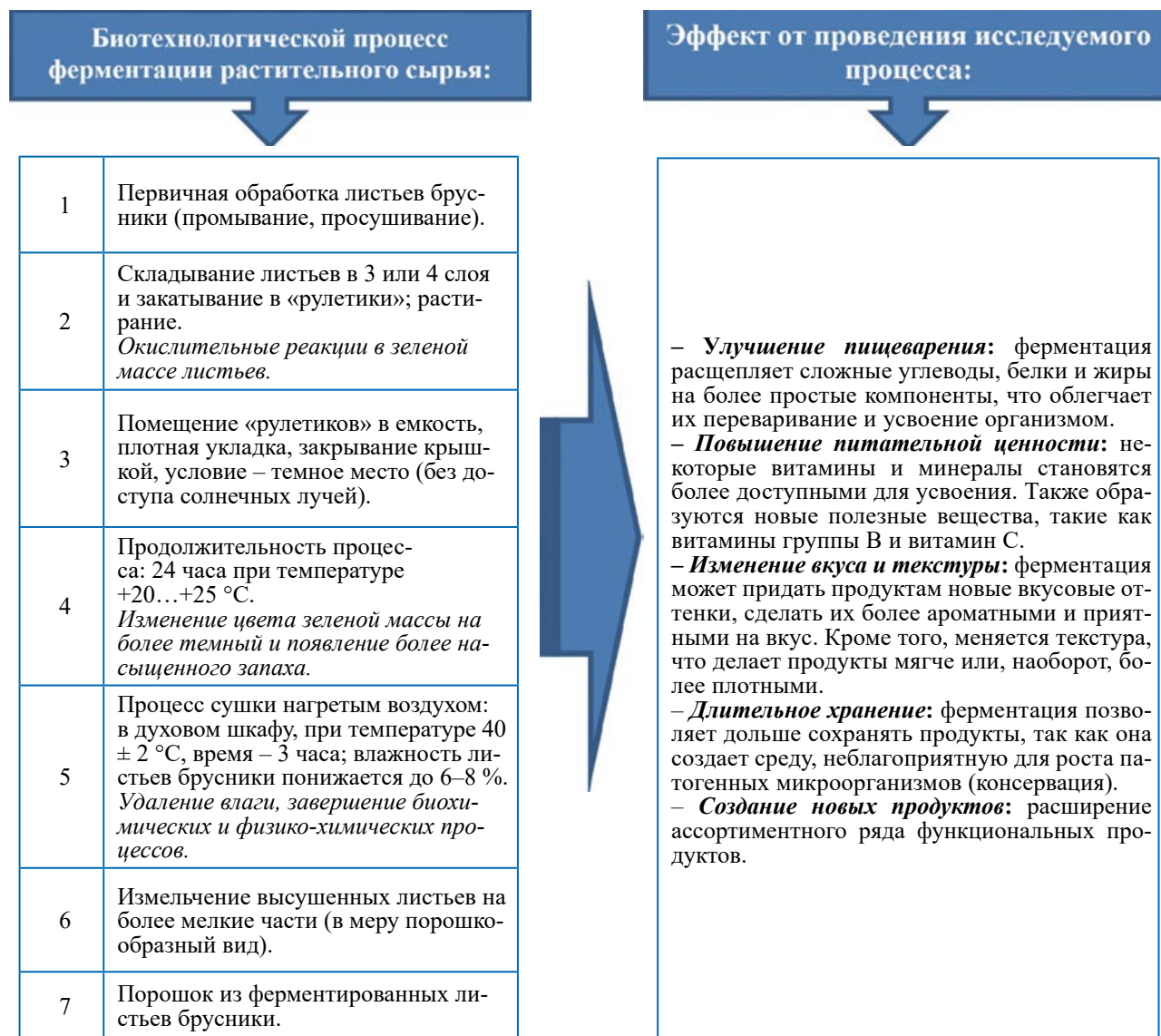


Рис. 2. Схема проведения процесса ферментации листьев брусники

Fig. 2. Scheme of the fermentation process of lingonberry leaves

В результате проведенного процесса ферментации листьев брусники было выявлено, что зеленая масса стала обладать ярко выраженным ароматом, выраженной вяжущей способностью, темно-зеленым цветом, выраженным кисловатым и горьковатым вкусом.

В ходе эксперимента было решено произвести дегустацию и определение антиоксидантных свойств контроля и растительного сырья в виде свежих и ферментированных брусничных листьев. Для визуализации полученных данных была составлена таблица с описанием результатов каждого из ингредиентов (табл. 1).

Таблица 1

Качественный анализ брусничных листьев
Qualitative analysis of lingonberry leaves

Показатель	Объекты исследования		
	Желейное изделие (контроль)	Растительное сырье	
		Свежий брусничный лист	Ферментированный брусничный лист
Органолептические показатели			
Вкус	Натуральный, свойственный входящим продуктам	Горьковатый, слабый вяжущий эффект	Приятно горьковатый и кислова- тый; вяжущий эффект чуть более выражен
Цвет	Свойственный цвету сырья, из которого изготовлен про- дукт	Зеленый	Насыщенный темно-зеленый
Запах	Посторонние привкус и запах не допускаются	Травяной	Ярко выраженный травяной за- пах с кислинкой
Физико-химические показатели			
Влажность, %	16,0	16,0	12,0
Арбутин, %	—	8,0	12,3
Дубильные вещества, %	—	11,8	19,8

Примечание. В желейных конфетах (контроль) дубильные вещества и арбутин отсутствуют.

Для визуализации полученных физико-химических показателей была составлена диаграмма, представленная на рисунке 3.

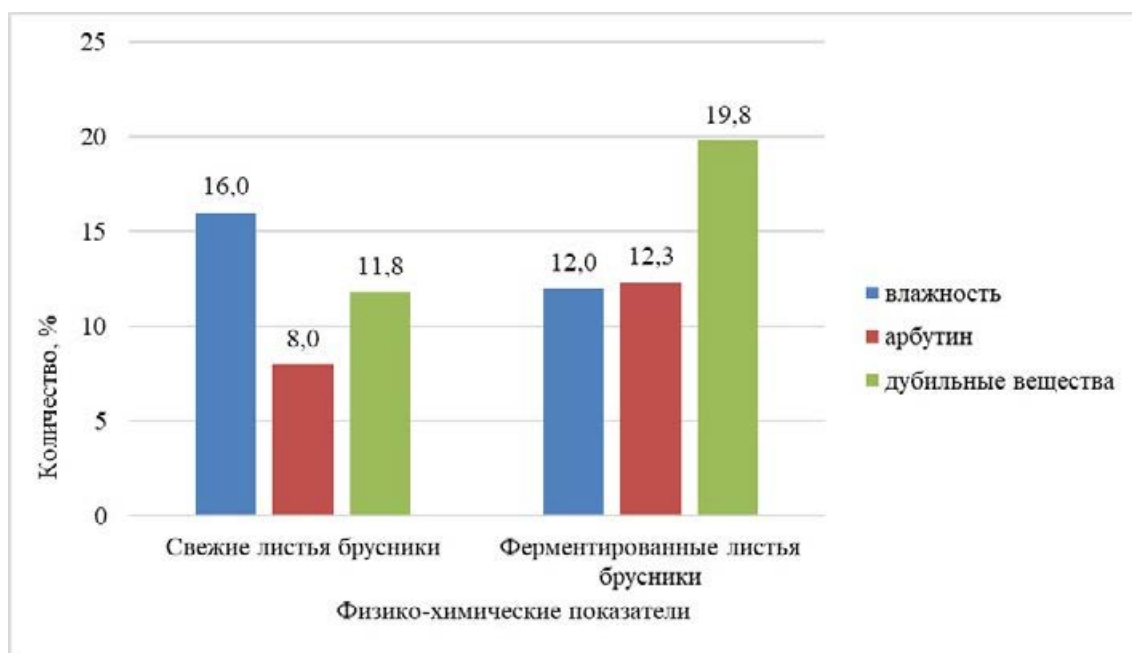


Рис. 3. Диаграмма физико-химических показателей свежих и ферментированных брусничных листьев

Fig. 3. Diagram of physicochemical parameters of fresh and fermented lingonberry leaves

По полученным данным был сделан вывод о том, что в ферментированных брусничных листьях по сравнению со свежими арбутина стало больше на 4,3 %, дубильных веществ – на 8,0 % более.

Для определения оптимального количества вносимого компонента (доли от массы смеси) были выбраны следующие значения: опыт № 1 – 20 %, опыт № 2 – 15 %, опыт № 3 – 10 %.

Таким образом, шаг эксперимента принят от 10 до 20 %, что не противоречит правилам ведения научных исследований. В ходе работы были изготовлены образцы с различным процентным содержанием листьев брусники, подвергнутых ферментации. Для определения оценки выработанные образцы были предложены для оценивания группе добровольцев из 5 человек (табл. 2).

Таблица 2

Оценивание контрольного и опытных образцов
Scoring of control and experimental samples

Образц	Показатель	Оценка, присвоенная образцу дегустатором, баллы				
		1	2	3	4	5
Контроль	Вкус и запах	3	4	3	2	3
	Форма	5	4	5	5	4
	Внешний вид	3	4	4	3	4
Средний балл:		3,7				
Опыт 1	Вкус и запах	4	5	4	5	5
	Форма	5	5	4	5	5
	Внешний вид	5	5	5	5	4
Средний балл:		4,7				
Опыт 2	Вкус и запах	2	3	2	3	2
	Форма	3	3	2	3	2
	Внешний вид	3	3	2	3	3
Средний балл:		2,6				
Опыт 3	Вкус и запах	1	1	2	1	1
	Форма	1	2	1	2	2
	Внешний вид	1	2	1	2	2
Средний балл:		1,6				

На рисунке 4 представлены опытные образцы с разным соотношением вносимых компонентов (ферментированного брусничного листа) в сравнении с контрольным образцом.



Рис. 4. Опытные и контрольный образцы желейной конфеты

Fig. 4. Experimental and control samples of jelly candy

После оценивания образцов по пятибалльной шкале места распределились следующим образом: 1 место – опыт № 1 (4,7 баллов); 2 место – контроль (3,7 балла); 3 место – опыт № 2 (2,6 балла); 4 место – опыт № 3 (1,6 балла).

Для обогащения исследуемого изделия функциональными свойствами использовался принцип замещения рецептурных составляющих. Сахар-песок заменён на сахарозаменитель стевию, для придания более привлекательного внешнего вида принято решение о добавлении в продукт натурального красителя на основе свекольного сока. Внесение свекольного сока в рецептурную смесь мотивировано основными требованиями действующих стандартов качества, т. е. необходимостью снижения количественного содержания искусственных красителей. Сочетание свекольного сока и ферментированных листьев брусники (за счет мощного антиокислительного потенциала) может стать отличным композиционным решением для нескольких задач. Это возможность сокращения в рецептуре кондитерского изделия сахара-песка, выполняющего роль консерванта в данной технологии, и возможность замены сахара-песка сахарозаменителем. Опытные и контрольный образцы с различным содержанием свекольного сока и стевии представлены на рисунке 5.



Рис. 5. Опытные и контрольный образцы с различным содержанием стевии и свекольного сока

Fig. 5. Experimental and control samples with different contents of stevia and beetroot juice

В рамках выполнения исследований были изучены качественные показатели готового продукта. Результаты представлены в таблице 3.

Таблица 3

Качественные показатели кондитерского изделия функциональной направленности
Quality indicators of functional confectionery products

Показатель	Характеристика
Органолептические показатели	
Вкус и запах	Свойственные составу компонентов конфет с учетом добавления вкусовых добавок с ярко выраженным вкусом и запахом
Форма	Деформация конфет отсутствует
Внешний вид	Свойственный продукту данного наименования, без липкости и растеканий
Физико- химические показатели	
Массовая доля влаги, %, не более	32,0
Массовая доля золы, нерастворимой в 10%-м растворе соляной кислоты	0,05
Массовая доля общей сернистой кислоты	0,01

Исходя из вышеперечисленных экспериментальных данных была рассчитана пищевая и энергетическая ценность кондитерского изделия с использованием ферментированного растительного компонента (табл. 4). Показатели безопасности и микробиологической стабильности соответствуют нормативной документации. Продолжительность хранения кондитерского изделия при соблюдении установленных параметров рекомендуется от трёх до двенадцати месяцев.

Таблица 4

Пищевая и энергетическая ценность кондитерского изделия, в 100 г
Nutritional and energy value of confectionery per 100 g of product

Компонент	Масса, г	Белки, г	Жиры, г	Углеводы, г	Энергетическая ценность, ккал
Вода	50,0	–	–	–	–
Агар-агар	5,0	0,2	–	3,8	15,0
Сахарозаменитель стевия	1,0	–	–	0,9	3,0
Ферментированные брусничные листья	20,0	0,1	0,1	1,6	9,2
Свекольный сок	10,0	0,1	–	1,4	6,1
Крахмал кукурузный	14,0	0,1	0,1	11,9	46,1
ИТОГО	100,0	0,5	0,2	19,6	79,4

Из расчета следует, что энергетическая ценность рассматриваемого кондитерского изделия с использованием функциональных ингредиентов составляет 79,4 ккал (332,21 кДж). В растительном сырье после процесса ферментации отмечается увеличение биологически активных веществ по сравнению с исходными показателями: арбутина – на 4,3 %, дубильных веществ – на 8,0 %. Таким образом, в готовую продукцию переходит 2,40 % арбутина и 3,96 % дубильных веществ, что не ухудшает органолептические показатели изделия. Замена элементов контрольного варианта рецептуры вводимыми компонентами производилась за счет структурообразователя (агар-агар) и частичного снижения водной составляющей. Вода не только была использована в процессе ферментации брусничных листьев, но и заменена на соответствующее количество свекольного сока. Использование кукурузного крахмала предполагалось лишь в качестве обсыпки и никакой дополнительной функции не носило.

ОБСУЖДЕНИЕ

Обобщая полученные результаты, можно заключить, что в ходе проведения научно-исследовательской работы обогащение технологии кондитерского изделия было произведено за счёт осуществления процессов предварительной подготовки растительного сырья. Использование различных видов растительного сырья в традиционных технологиях производства достаточно распространено и перспективно, применение же процессов ферментации при подготовке дикоросов является актуальным и своевременным. При использовании в эксперименте нативных ферментных источников растительного сырья конечное изделие приобрело более насыщенный вкус, яркий цвет, а также набор биологически активных веществ: арбутина – 12,3 %, дубильных веществ – 19,8 %.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализируя вышеизложенное, можно заключить, что оптимальное количество вводимого в рецептуру ферментированного сырья экспериментально установлено и составляет 20 % ферментированных листьев брусники от массы смеси. Распределение потребительских предпочтений расположено в достаточно широком диапазоне – от 1,6 балла до 4,7 балла в зависимости от

доли внесенных ферментных ингредиентов (от 10 до 20 % от общей массы смеси). Необходимо отметить, что для привлекательности изделия и придания антидиабетической составляющей в рецептуру введено соответственно подобранное количество свекольного сока, а в качестве сахарозаменителя рекомендовано использовать стевию. При разработке технологии натурального кондитерского изделия с набором биологически активных нутриентов не только были решены задачи, направленные на расширение ассортимента, улучшение пищевой ценности, получение уникальных органолептических показателей, но и предусмотрено усиление антиокислительных показателей продукта за счет введения центров метаболического распада молекул. Процесс производства кондитерского изделия с натуральными источниками биологически активных веществ не требует слишком сложного переоборудования технологической цепочки. На данную технологию получен патент на изобретение RU2799509C1 «Способ производства жележных конфет».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Титов, А. К.* Состояние и перспективы развития кондитерской промышленности Российской Федерации на современной этапе // Вестник Академии знаний. – 2021. – № 47 (6). – С. 319–323. – DOI 10.24412/2304-6139-2021-6-319-323.
2. *Российский продовольственный рынок.* Обзор российского рынка кондитерских изделий // Федеральная служба государственной статистики : официальный сайт. – URL: <https://rosstat.gov.ru> (дата обращения: 18.02.2026).
3. *Анализ рынка кондитерских изделий в России в 2020–2024 гг., прогноз на 2025–2029 гг.* // BuainesStat : готовые обзоры рынков : [сайт]. – URL: <https://businessstat.ru> (дата обращения: 18.02.2026).
4. *Дикорастущие плоды* – перспективное сырье для извлечения биологически активных веществ / А. С. Джабоева, М. Ю. Тамова, А. С. Кабалоева [и др.] // Известия вузов. Пищевая технология. – 2007. – № 5–6 (300–301). – С. 21–23.
5. *Егорова, Е. Ю.* Использование пантогематогена и сухих растительных экстрактов в производстве напитков и сахарных кондитерских изделий / Е. Ю. Егорова, А. С. Захарова, С. С. Кузьмина // Ползуновский вестник. – 2021. – № 1. – С. 51–58. – DOI 10.25712/ASTU.2072-8921.2021.01.007.
6. *Белых, О. А.* Исследование химического состава надземных органов брусники / О. А. Белых, Е. В. Чупарина // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. – 2019. – Т. 9, № 1. – С. 118–124. – DOI 10.21285/2227-2925-2019-9-1-118-124.
7. *Особенности химического состава брусники обыкновенной и перспективы ее применения в медицине и здоровом питании* / И. В. Сафронова, И. А. Гольдина, К. В. Гайдуль, В. А. Козлов // Инновации и продовольственная безопасность. – 2015. – № 4 (10). – С. 63–73.
8. *Comprehensive phytochemical analysis of lingonberry (Vaccinium vitis-idaea L.) from different regions of China and their potential antioxidant and antiproliferative activities* / J. Xu, H. Yang, C. Nie [et al.] // RSC Advances. – 2023. – Vol. 13. – P. 29438–29449. – DOI 10.1039/D3RA05698H.
9. *Беркетова, Л. В.* Изучение и влияние растительных полисахаридов для фруктовых кондитерских изделий на основе вторичных ресурсов консервного производства / Л. В. Беркетова, Н. А. Грибова // Вестник ВГУИТ. – 2020. – Т. 82, № 4. – С. 147–151. – DOI 10.20914/2310-1202-2020-4-147-151.
10. *Бутин, С. А.* Системный анализ обогащения жележного мармелада инкапсулированным липид-полисахаридным комплексом / С. А. Бутин, С. Д. Хасанова, З. Г. Скобельская // Пищевая промышленность. – 2025. – № 7. – С. 55–59. – DOI 10.52653/PPI.2025.7.7.010.
11. *Разработка рецептуры, технологии и оценки органолептических показателей фруктово-железных конфет, обогащенных биологически активными веществами земляники* / И. М. Новикова, О. М. Блинникова, Л. Г. Елисеева, А. С. Ильинский // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК. Продукты здорового питания. – 2023. – № 3. – С. 54–59. – DOI 10.24412/2311-6447-2023-3-54-59.
12. *Microwave vacuum drying of foods with temperature control by power modulation* / R. L. Monteiro, A. I. Gomide, J. V. Link [et al.] // Innovative Food Science and Emerging Technologies. – 2020. – Vol. 65. – P. 102473. – DOI 10.1016/j.ifset.2020.102473.

13. Muthukumarappan, K. Microwave and Radiofrequency Processing of Plant-Related Food Products / K. Muthukumarappan, G. J. Swamy // *Innovative Food Processing Technologies* / Eds by R. Colins [et al.]. – Woodhead Publishing, 2021. – P. 731–742. – DOI 10.1016/B978-0-12-815781-7.00010-X.

REFERENCES

1. Titov A. K. *Vestnik Akademii znaniy*, 2021, No. 47 (6), pp. 319–323, DOI 10.24412/2304-6139-2021-6-319-323. (In Russ.)
2. *Federal'naya sluzhba gosudarstvennoj statistiki*, available at: <https://rosstat.gov.ru> (February 18, 2026).
3. *BuainesStat: gotovye obzory rynkov*, available at: <https://businessstat.ru> (February 18, 2026).
4. Dzhaboeva A. S., Tamova M. Ju., Kabaloeva A. S., Dumanisheva Z. S., Shaova L. G., Sozaeva D. R., *Izvestija vuzov. Pishhevaja tehnologija*, 2007, No. 5–6 (300–301), pp. 21–23. (In Russ.)
5. Egorova E. Ju., Zaharova A. S., Kuz'mina S. S., *Polzunovskij vestnik*, 2021, No. 1, pp. 51–58, DOI 10.25712/ASTU.2072-8921.2021.01.007 (In Russ.)
6. Belyh O. A., Chuparina E. V., *Izvestija vuzov. Prikladnaja himija i biotehnologija*, 2019, Vol. 9, No. 1, pp. 118–124, DOI 10.21285/2227-2925-2019-9-1-118-124. (In Russ.)
7. Safronova I. V., Gol'dina I. A., Gajdul' K. V., Kozlov V. A., *Innovacii i prodovol'stvennaja bezopasnost'*, 2015, No. 4 (10), pp. 63–73. (In Russ.)
8. Jian Xu, Han Yang, Chengdong Nie, Tao Wang, Xiangyu Qin, Jie Yang, Yuanhang Chang, Siming Nieab, Yujie Fu, Comprehensive phytochemical analysis of lingonberry (*Vaccinium vitis-idaea* L.) from different regions of China and their potential antioxidant and antiproliferative activities, *RSC Advances*, 2023, Vol. 13, pp. 29438–29449, DOI 10.1039/D3RA05698H
9. Berketova L. V., Gribova N. A., *Vestnik VGUIT*, 2020, Vol. 82, No. 4, pp. 147–151, DOI 10.20914/2310-1202-2020-4-147-151 (In Russ.)
10. Butin S. A., Hasanova S. D., Skobel'skaja Z. G., *Pishhevaja promyshlennost'*, 2025, No. 7, pp. 55–59, DOI 10.52653/PPI.2025.7.7.010 (In Russ.)
11. Novikova I. M., Blinnikova O. M., Eliseeva L. G., Il'inskij A. S., *Tehnologii pishhevoj i pererabatyvajushhej promyshlennosti APK-produkty zdorovogo pitaniya*, 2023, No. 3, pp. 54–59, DOI 10.24412/2311-6447-2023-3-54-59 (In Russ.)
12. Monteiro R. L., Gomide A. I., Link J. V., Carciofi B. A. M., Laurindo J. B., Microwave vacuum drying of foods with temperature control by power modulation R.L. Monteiro, *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 2020, Vol. 65, 102473, DOI 10.1016/j.ifset.2020.102473.
13. Muthukumarappan K., Swamy G. J., Microwave and Radiofrequency Processing of Plant-Related Food Products, *Innovative Food Processing Technologies*, 2021, P. 731–742, DOI org/10.1016/B978-0-12-815781-7.00010-X.