

Minakov D. V.

Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Organic Chemistry, Altai State University. Barnaul, Russian Federation. E-mail: minakovd-1990@yandex.ru.

Minakova A. A.

PhD, Associate Professor of the Department of Organic Chemistry, Altai State University. Barnaul, Russian Federation. E-mail: nastya.sinitsyna.1994@mail.ru.

УДК 637.3.05: 637.238.4

И. А. Бакин

*Российский государственный аграрный университет – МСХА
(г. Москва)*

Д. С. Бычков

*Кузбасский государственный аграрный университет
(г. Кемерово)*

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СОХРАННОСТИ
ЛИОФИЛИЗИРОВАННОГО ТВОРОЖНОГО БИОПРОДУКТА
С ЯГОДНЫМИ ДОБАВКАМИ**

Аннотация. Использование ягод и продуктов их переработки в качестве добавок придает творожным продуктам уникальные вкус и структуру. Технология лиофилизации сохраняет биологическую активность и физико-химические свойства обогащающих добавок. В работе изучена технология сублимации творожного продукта с добавками ягодной мезги. Целью исследований было изучение влияния обогащающих добавок на сохранность и структурные характеристики лиофилизированного творожного продукта. Для этого решались задачи выявления перспектив обогащения состава творожного продукта растительными компонентами из вторичного ягодного сырья, определение показателей сохранности и изменения структуры в процессе лиофилизации. Структура образцов исследована методами сканирующей микроскопии и анализа изображений. Описаны характеристики продукта и дана количественная оценка различий структурных характеристик. Использование приемов лиофилизации позволяет сохранить вноси-

мые активные компоненты добавок и получить продукт в соответствии ГОСТ 31534-2012 (Творог сублимированный). Образцы имели однородный внешний вид, запах и привкус ягод черной смородины. Исследование микроструктуры образцов показало наличие крупных пор в верхней части и мелкопористую структуру в нижней части. Полученные результаты открывают возможность проектирования состава и структуры обогащенных творожных продуктов с использованием технологии лиофилизации.

Ключевые слова: сублимационная сушка, структурные характеристики, творожный продукт, мезга.

Благодарности. Работа выполнена по Программе стратегического академического лидерства «Приоритет-2030», на оборудовании Учебно-научного центра ЦКП «Сервисная лаборатория комплексного анализа химических соединений» РГАУ – МСХА им. К. А. Тимирязева.

Для цитирования:

Бакин, И. А. Исследование показателей сохранности лиофилизированного творожного биопродукта с ягодными добавками / И. А. Бакин, Д. С. Бычков // Вестник биотехнологий. 2024. № 1.

INVESTIGATION OF THE SAFETY INDICATORS OF FREEZE-DRIED COTTAGE CHEESE BIOPRODUCT WITH BERRY ADDITIVES

Annotation. The use of berries and their processed products as additives gives cottage cheese products a unique taste and structure. Lyophilization technology preserves the biological activity and physico-chemical properties of enriching additives. The technology of sublimation of a curd product with additives of berry pulp is studied in the work. The aim of the research was to study the effect of enriching additives on the safety and structural characteristics of the

freeze-dried cottage cheese product. To do this, the tasks were solved to identify the prospects for enriching the composition of the curd product with vegetable components from secondary berry raw materials, to determine the indicators of preservation and changes in structure during lyophilization. The structure of the samples was studied by scanning microscopy and image analysis. The characteristics of the product are described and a quantitative assessment of the differences in structural characteristics is given. The use of lyophilization techniques allows you to preserve the added active components of additives and obtain a product in accordance with GOST 31534-2012 (Freeze-dried cottage cheese). The samples had a uniform appearance, smell and taste of black currant berries. The study of the microstructure of the samples showed the presence of large pores in the upper part and a finely porous structure in the lower part. The results obtained open up the possibility of designing the composition and structure of enriched cottage cheese products using lyophilization technology.

Keywords: freeze drying, structural characteristics, curd product, pulp.

Thanks. The work was carried out according to the Strategic academic Leadership Program “Priority 2030”, on the equipment of the Educational and Scientific Center of the Central Research and Development Center “Service Laboratory for Complex Analysis of Chemical Compounds” of the Russian State Agricultural Academy named after K. A. Timiryazev.

ВВЕДЕНИЕ

Органолептические характеристики молочных продуктов, как фактор его сенсорных характеристик, во многом определяют спрос потребителей [1]. Повышение пищевой ценности продуктов возможно при добавлении растительного сырья, являющегося источником фитохимических веществ, минеральных и биологически активных соединений. Актуальной задачей

становится разработка новых молочных продуктов с добавлением натуральных ингредиентов растительного происхождения, так как такие продукты содержат меньше калорий, жиров, соли, фосфатов и других синтетических компонентов, но богаты клетчаткой, антиоксидантами и другими биологически активными веществами [2]. Свежие фрукты и ягодное сырье имеют повышенное содержание влаги, следовательно, они могут подвергаться порче в течение короткого времени, как на подготовительных операциях, до внесения в продукт, так и в составе продукта. Перспективным направлением становится внесение обогащающих компонентов в сухом или порошкообразном виде. Высушенное сырье имеет ряд преимуществ, наиболее важными из которых являются более длительный срок хранения, меньший риск загрязнения или роста микробов, а также отсутствие необходимости низкотемпературного хранения [3]. В технологии молочной промышленности актуальны разработки новых технологических приемов, в качестве альтернативы традиционным, в направлении добавления в продукты обогащающих промежуточных полуфабрикатов с функциональным действием [4]. Перспективными пищевыми продуктами являются изделия на основе творога, входящие в рацион практически всех групп населения.

Целью проведенных исследований было выявить перспективы обогащения состава творожного продукта растительными компонентами из вторичного ягодного сырья, определить влияние добавок на структурные характеристики продукции.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В ходе исследований изучены способы обогащения добавками ягодной мезги творожного продукта. Объектом исследования являлись образцы творожного продукта, приготовленного с добавками высушенной мезги ягод черной

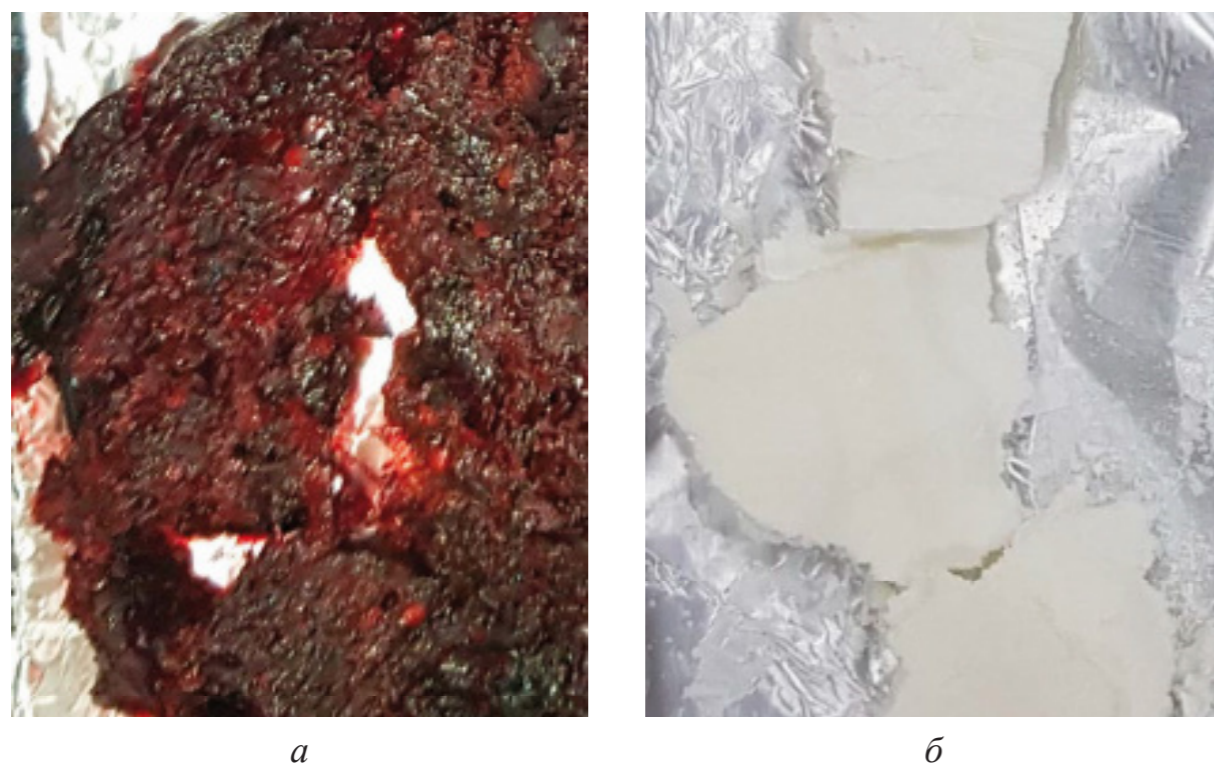
смородины (*Ribes nigrum* L.), произведенного на ООО «Юргинский Гормолозавод» КО-Кузбасс. Мезга ягод черной смородины получена после отделения сока механическим путем. В соответствии с ГОСТ ТР 52738-2007 (Молоко и продукты переработки молока), продукт изготавливался творога с добавлением немолочных компонентов. В модельные рецептуры вносилось до 5 % от общей массы готового изделия обогащающих добавок. Оценка образцов продукции ГОСТ 31534-2012 (Творог сублимированный) проводилась по общепринятым методам исследований. Определение органолептических показателей проводилось по ГОСТ 8756.1. Значение массовой доли растворимых сухих веществ находилось по ГОСТ 28562. Образцы продукта после операции смешивания в гомогенизаторе в течение 5 минут, наносились на металлические лотки толщиной слоя 5 ± 1 мм. Далее они помещались в сублимационную сушилку Vikumer BFD-10 (GuanYun Road, Китай) и начинался цикл замораживания с $18\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ со скоростью $1\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{мин}$ длительностью 3 часа. Контроль температуры внутри образцов производился с помощью датчиков. Циклы сублимации задавались по ранее отработанным режимам [5], включающим предварительный прогрев и нагрев лотков до $20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Технология сушки влияет не только на внешний вид продукта, но и на содержание активных компонентов и качество. Приемы лиофилизации позволяют получить высококачественную продукцию с улучшенным цветом и ароматикой, повышенным содержанием активных компонентов и лучшей стабильностью при хранении [6]. Полученный после смешивания в гомогенизаторе продукт представлял смесь с 5% ягодной мезги черной смородины, высушенной предварительно до 5% влагосодержания. Вносимые добавки содержат вторичные метаболиты, полифенольные соединения, балластные

вещества, микроэлементы и витамины [7]. Специфический запах обуславливает содержание в мезге монотерпенов и продуктов окислительной дегградации жирных кислот.

Для получения высокопористой структуры отработаны технологические режимы сушки под вакуумом. Этап обработки состоял из включения компрессоров холодильной машины и замораживания. Далее к замороженным образцам через поверхность лотков осуществлялся кондуктивный подвод теплоты (нагрев до 20 °С). Измерения температуры в вакуумной камере делалось дистанционно датчиками температуры. Процесс подвода теплоты и сублимации останавливался при достижении температуры в толще образцов до 20 °С. Внешний вид использованной ягодной мезги (до сушки) и сублимированного творожного продукта показаны на рис. 1.



*Рисунок 1. Образцы ягодной мезги (а)
и сублимированного творожного продукта (б)*

Исследования по регидратации молочных белков в присутствии растительных ингредиентов показали специфические взаимодействия между ними, приводящие к лучшей адгезии ингредиентов молочного белка, таких, как казеины. Кроме того, установлено, что добавление растворимых пищевых волокон улучшает способность к восстановлению высушенного молочного продукта [8]. В высушенной ягодной мезге общее содержание экстрагируемых и неэкстрагируемых полифенольных веществ составило $92,5 \pm 0,8$ мкг/л (GAE), пищевых волокон $1,5 \pm 0,02$ г/100 г. Органолептические показатели сухого творожного продукта показали наличие привкуса и запаха вносимых добавок ягод черной смородины, отсутствие посторонних привкусов и запахов.

Для оценки структуры полученного сублимированного творожного продукта срезы образцов изучены с использованием методов сканирующей электронной микроскопии. Анализ изображений позволил определить характеристики и количественную оценку различий по всем параметрам образцов. Для каждого образца выполнены три микрофотографии в системе Oxford Instruments Analytical Ltd. Исходя из вида сечения образцов и структуры трехмерных объектов, сделан вывод, что структура образцов высокопористая. Наблюдаются видимые равномерно распределенные пустоты, что можно объяснить удаленными кристаллами льда. В нижней части образцов наблюдались более мелкие, с размерами порядка 0,5–1 мм поры, и микротрещины до 10-15 мкм. Данную структуру образцов можно объяснить большей концентрацией влаги в придонной нижней части, от которой отводилось тепло полками при замораживании. Подобная структура описана исследователями для пищевых гидроколлоидов с высоким содержанием твердых веществ [9].

ВЫВОДЫ

По результатам проведенных исследований показано, что внесение обогащающих добавок в творожный продукт повышает его пищевую ценность. Использование приемов лиофилизации позволяет сохранить вносимые активные компоненты добавок и получить продукт в соответствии ГОСТ 31534-2012 (Творог сублимированный). Образцы имели однородный внешний вид, запах и привкус ягод черной смородины. Исследование микроструктуры образцов показало наличие крупных пор в верхней части и мелкопористую структуру в нижней части. Полученные результаты открывают возможность проектирования состава и структуры обогащенных творожных продуктов с использованием технологии лиофилизации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гаврилова, Н.Б. Творожный продукт с растительными ингредиентами / Н. Б. Гаврилова, К. Н. Шипкова // Молочная промышленность. – 2019. – № 3. – С. 20–21.
2. Бакин, И. А. Влияние натуральных растительных порошков на качество йогурта / И. А. Бакин, А. В. Корчуганова, Д. С. Бычков, А. С. Мустафина // Вестник КрасГАУ. – 2023. – № 8(197). – С. 233–241. – DOI 10.36718/1819-4036-2023-8-233-241.
3. Краснова, И. С. Обоснование сроков годности кисломолочных сублимированных продуктов / И.С. Краснова, В.И. Ганина, Г.В. Семенов, И. И. Ионова, Ж. П. Гучок // Молочная промышленность. – 2023. – № 3. – С. 46–48. – DOI 10.31515/1019-8946-2023-03-46-48.
4. Резниченко, И. Ю. Разработка и оценка качества отделочного полуфабриката с плодово-ягодным сырьем / И.Ю. Резниченко, М.И. Гутова, И.

А. Бакин, А. С. Мустафина, А. Н. Табаторович // Вестник КрасГАУ. – 2020. – № 12(165). – С. 222-231. – DOI 10.36718/1819-4036-2020-12-222-231.

5. Бакин, И. А. Информационные системы контроля и управления процессов дегидратации плодово-ягодного сырья / И. А. Бакин, С. В. Шилов, А. С. Мустафина // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2023. – № 1. – С. 163–176. – DOI 10.36107/spfp.2023.277.

6. Расщепкин, А. Н. Влияние режимов низкотемпературной обработки на качественные показатели ягод черной смородины / А. Н. Расщепкин, И. А. Короткий, Е. В. Короткая // Техника и технология пищевых производств. – 2014. – № 1(32). – С. 101-105.

7. Queiroz V. A. V. et al. A low calorie and nutritive sorghum powdered drink mix: Influence of tannin on the sensorial and functional properties // Journal of Cereal Science. – 2018. – Т. 79. – P. 43–49.

8. Liu, Bu, Jielun Hu, Haodong Yao, Lin Zhang, Huan Liu. Improved viability of probiotics encapsulated by layer-by-layer assembly using zein nanoparticles and pectin // Food Hydrocolloids 143 (2023): 108899.

9. Esfandiary R. et al. Effect of freezing on lyophilization process performance and drug product cake appearance // Journal of pharmaceutical sciences. – 2016. – Т. 105. – №. 4. – P. 1427-1433.

Бакин И. А.

доктор технических наук, профессор,
заведующий кафедрой процессов
и аппаратов перерабатывающих производств,
Российский государственный аграрный
университет – МСХА. 127434, г. Москва,
ул. Тимирязевская, 49. E-mail:
bakin@rgau-msha.ru.

Бычков Д. С.

аспирант кафедры биотехнологий, Кузбасский
государственный аграрный университет. 650056,
г. Кемерово, ул. Марковцева, д. 5, E-mail:
bakin@rgau-msha.ru.

REFERENCES

1. Gavrilova, N.B. Cottage cheese product with vegetable ingredients / N. B. Gavrilova, K. N. Shipkova // Dairy industry. – 2019. – No. 3. – pp. 20-21.
2. Bakin, I. A. The influence of natural vegetable powders on the quality of yogurt / I.A. Bakin, A.V. Korchuganova, D.S. Bychkov, A.S. Mustafina // Bulletin of KrasGAU. – 2023. – № 8(197). – Pp. 233-241. – DOI 10.36718/1819-4036-2023-8-233-241.
3. Krasnova, I. S. Justification of shelf life of fermented milk freeze-dried products / I.S. Krasnova, V.I. Ganina, G.V. Semenov, I. I. Ionova, J. P. Guchok // Dairy industry. - 2023. – No. 3. – pp. 46-48. – DOI 10.31515/1019-8946-2023-03-46-48.
4. Reznichenko, I. Yu. Development and quality assessment of finishing semi-finished products with fruit and berry raw materials / I.Yu. Reznichenko, M.I. Gutova, I. A. Bakin, A. S. Mustafina, A. N. Tabatorovich // Bulletin KrasGAU. – 2020. – № 12(165). – Pp. 222-231. – DOI 10.36718/1819-4036-2020-12-222-231.
5. Bakin, I. A. Information systems for monitoring and controlling the processes of dehydration of fruit and berry raw materials / I. A. Bakin, S. V. Shilov, A. S. Mustafina // Storage and processing of agricultural raw materials. – 2023. – No. 1. – pp. 163-176. – DOI 10.36107/spfp.2023.277.
6. Splavkin, A. N. Influence of low-temperature processing modes on the quality indicators of black currant berries / A. N. Splavkin, I. A. Korotkiy, E. V. Korotkaya // Equipment and technology of food production. – 2014. – № 1(32). – Pp. 101–105.

7. Queiroz V. A. V. et al. A low calorie and nutritive sorghum powdered drink mix: Influence of tannin on the sensory and functional properties // Journal of Cereal Science. – 2018. – Vol. 79. – P. 43–49.

8. Liu, Bu, Jielun Hu, Haodong Yao, Lin Zhang, Huan Liu. Improved viability of probiotics encapsulated by layer-by-layer assembly using zein nanoparticles and pectin // Food Hydrocolloids 143 (2023): 108899.

9. Esfandiary R. et al. Effect of freezing on lyophilization process performance and drug product cake appearance // Journal of pharmaceutical sciences. – 2016. – vol. 105. – No. 4. – P. 1427–1433.