

УДК 664.681

## Повышение пищевой ценности кексов и оценка их качества

Е. И. Пономарева\*, Н. Н. Федорченко,  
С. И. Лукина, Н. Н. Алехина, Л. А. Никитина

\**Воронежский государственный университет инженерных технологий, г. Воронеж, Россия;*  
*e-mail: elena6815@eandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0023-2310-2838>*

### Информация о статье      Реферат

Поступила  
в редакцию  
01.04.2024;

получена  
после доработки  
22.04.2024;

принята  
к публикации  
14.05.2024

### Ключевые слова:

нетрадиционное сырье, химический состав, кексы, показатели качества, пищевая ценность

Использование в производстве мучных кондитерских изделий нетрадиционных видов сырья позволяет повысить пищевую ценность продукции и обогатить ее полезными нутриентами (белками, пищевыми волокнами, витаминами, минеральными веществами). В ходе исследования применялись органолептические, химические, микробиологические, биохимические методы анализа сырья, полуфабрикатов и изделий для определения химического состава и расчета пищевой ценности предлагаемых кексов. Частичная замена муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта в рецептуре кекса "Столичный" (ГОСТ 15052-2014) на муку из косточковых плодов (гранатовых и абрикосовых косточек) и муку пшеничную хлебопекарную обойную цельнозерновую, а также введение патоки высокоосахаренной, масла подсолнечного с добавлением оливкового способствуют улучшению органолептических и физико-химических показателей изделий, повышению их функциональности и не приводят к ухудшению микробиологических характеристик. Употребление 100 г разработанных обогащенных изделий обеспечивает степень удовлетворения суточной потребности в белке на 19 %, жире – 8, углеводах – 14, пищевых волокнах – 28, минеральных веществах – 6–30, витаминах – на 6–39 %. Результаты исследования будут способствовать расширению ассортимента обогащенных кексов повышенной пищевой ценности при применении традиционного и нетрадиционного сырья, обеспечивающего безопасность питания и ресурсосбережение.

### Для цитирования

Пономарева Е. И. и др. Повышение пищевой ценности кексов и оценка их качества. Вестник МГТУ. 2024. Т. 27, № 3. С. 385–399. DOI: <https://doi.org/10.21443/1560-9278-2024-27-3-385-399>.

## Increasing the nutritional value of cupcakes and evaluating their quality

Elena I. Ponomareva\*, Nina N. Fedorchenko,  
Svetlana I. Lukina, Nadezhda N. Alyokhina, Lilia A. Nikitina

\**Voronezh State University of Engineering Technologies, Voronezh, Russia;*  
*e-mail: elena6815@eandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0023-2310-2838>*

### Article info

Received  
01.04.2024;

received  
in revised  
22.04.2024;

accepted  
14.05.2024

### Key words:

non-traditional raw materials, chemical composition, cupcakes, quality indicators, nutritional value

### Abstract

The use of non-traditional types of raw materials in the production of flour confectionery products makes it possible to increase the nutritional value of products and enrich them with useful nutrients (proteins, dietary fiber, vitamins, and minerals). During the study, organoleptic, chemical, microbiological, and biochemical methods of analysis of raw materials, semi-finished products and products were used to determine the chemical composition and calculate the nutritional value of the proposed cupcakes. Partial replacement of premium-grade wheat flour in the recipe for the Stolichny cake with stone fruit flour (pomegranate and apricot kernels) and whole-grain wallpaper wheat flour, as well as the introduction of highly sugared molasses, sunflower oil with the addition of olive oil, contribute to the improvement organoleptic and physicochemical characteristics of products, increase their functionality and do not lead to a deterioration in microbiological characteristics. Consumption of 100 g of developed fortified products ensures the degree of satisfaction of the daily requirement for protein by 19 %, fat – 8, carbohydrates – 14, dietary fiber – 28, minerals – 6–30, vitamins – 6–39 %. The results of the study will contribute to expanding the range of enriched muffins with increased nutritional value using traditional and non-traditional raw materials that ensure food safety and resource conservation.

### For citation

Ponomareva, E. I. et al. 2024. Increasing the nutritional value of cupcakes and evaluating their quality. *Vestnik of MSTU*, 27(3), pp. 385–399. (In Russ.) DOI: <https://doi.org/10.21443/1560-9278-2024-27-3-385-399>.

## Введение

Различные виды кексов являются продукцией повседневного спроса, однако большинство мучных кондитерских изделий характеризуется низкой пищевой ценностью и высокой сахаремкостью. В настоящее время актуальными разработками являются технологии мучных кондитерских изделий (различных видов печенья, кексов, пряников, бисквита) с применением нетрадиционного сырья, позволяющего придать изделиям функциональную направленность, что согласуется со стратегическими целями государственной политики России о здоровом и безопасном питании (распоряжение Правительства РФ "Об утверждении Стратегии повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 г."; приказ Минздрава РФ "Об утверждении Стратегии формирования здорового образа жизни населения, профилактики и контроля неинфекционных заболеваний на период до 2025 г."; постановление Президиума РАН "Об актуальных проблемах оптимизации питания населения России: роль науки")<sup>1</sup>.

Введение в рецептуру кексов обогатителей, химический состав которых включает пищевые волокна, витамины, макро- и микроэлементы, способствует получению готовых изделий с полезными нутриентами, повышению их пищевой ценности и функциональности. Разработка таких изделий – одно из направлений инновационного развития пищевых технологий, связанного с поиском новых источников сырья, способных обогащать продукты эссенциальными нутриентами (*Магомедов и др., 2012; Лобосова и др., 2020; Плотникова и др., 2019; Жаркова и др., 2019*).

Известна возможность использования свекловичных пищевых волокон в производстве кексов. При внесении обогатителей в количестве 5 % изготавливаются изделия с более выраженным вкусом, ароматом и насыщенным цветом, а также улучшенными физико-химическими свойствами (*Тарасенко и др., 2016*). Рецептура кекса с пониженным содержанием глютена включает композитную смесь из кукурузной и рисовой муки в соотношении 1 : 1 или композитную смесь из кукурузной и тыквенной муки в соотношении 1 : 1. В результате исследований получено изделие повышенной пищевой ценности, что позволило расширить ассортимент безглютеновой продукции, характеризующейся высокими органолептическими показателями (*Ушакова и др., 2020*).

Предложенный способ производства кексов функционального назначения предусматривает смешивание муки из семян чиа, яйца куриного, тростникового сахара нерафинированного, фруктового сока и разрыхлителя. Этот способ позволяет повысить качество кексов, а также расширить ассортимент функциональных мучных кондитерских изделий улучшенного состава (*Егорова и др., 2018*). В разработанной смеси для кексов профилактического назначения содержатся мука пшеничная, мука льняная в соотношении 1 : 12, сахар белый, меланж, аммоний углекислый, соль пищевая и функциональная добавка, состоящая из смеси аскорбиновой кислоты, порошков из гранатовых косточек и корневищ девясила, взятых в соотношении 1 : 15 : 20. Внесение предлагаемой смеси способствует получению пищевого продукта с повышенным содержанием функциональных микронутриентов, низкой калорийностью и улучшенными структурно-механическими свойствами (*Функциональная смесь..., 2013*).

В ходе исследования возможности использования муки тритикале и порошка шиповника в качестве частичной замены пшеничной хлебопекарной муки высшего сорта в рецептуре кекса "Столичный" установлены их оптимальные дозировки в количестве 70 и 6 % соответственно, обеспечивающие наилучшие показатели качества готового изделия (*Бадамышина и др., 2018*). При замене стандартного масла в рецептуре кексов на масло подсолнечное рафинированное возможно получение изделий со сроком годности 6 месяцев, отличающихся повышенной пищевой ценностью и характеризующихся улучшенными органолептическими и физико-химическими показателями (*González-Rámila et al., 2022*).

Введение нетрадиционного сырья – волокон из пшеницы, овса и ячменя – способствует повышению пищевой ценности изделий, формированию более мягкой текстуры мякиша. Кексы, хранящиеся в полиэтиленовых пакетах в течение 6 дней, показывают замедленную потерю влаги и меньшую черствость в сравнении с контрольным образцом (*Lebesi et al., 2011*). В ходе экспериментов изучена возможность обогащения кексов кукурузной мукой, измельченным зеленым чаем, овсом, арахисом и выявлено, что внесение обогатителей улучшает пористость, увеличивает удельный объем изделий (*Jeyanthi Rebecca et al., 2016*).

Целями настоящей работы являются повышение пищевой ценности кекса "Столичный", изготавливаемого из муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта, и определение влияния замены ингредиентов в его рецептуре нетрадиционными видами сырья на показатели качества теста и готового изделия.

---

<sup>1</sup> См.: Распоряжение Правительства РФ от 29.06.2016 № 1364-р "Об утверждении Стратегии повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года". URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_200636/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_200636/); Приказ Минздрава РФ от 15.01.2020 г. № 8 "Об утверждении Стратегии формирования здорового образа жизни населения, профилактики и контроля неинфекционных заболеваний на период до 2025 года". URL: <https://docs.cntd.ru/document/564215449>; Постановление Президиума РАН № 178 от 27.11.2018 г. "Об актуальных проблемах оптимизации питания населения России: роль науки". URL: <https://www.ras.ru/presidium/documents/directions.aspx?ID=ba975c30-3182-4770-aff8-5601f6042ff5>.

## Материалы и методы

В качестве сырья применяли муку пшеничную хлебопекарную высшего сорта (ГОСТ 26574-2017), муку пшеничную хлебопекарную обойную цельнозерновую (ГОСТ 26574-2017), муку из косточковых плодов (гранатовых и абрикосовых косточек) (ТУ 10.86.10-578-02068108-2022<sup>2</sup>), масло сливочное (ГОСТ 32261-2013), масло подсолнечное с добавлением оливкового (ГОСТ 1129-2013), сахар белый (ГОСТ 33222-2015), патоку высокосахаренную (ГОСТ Р 55316-2012), гидрокарбонат натрия (ГОСТ 2156-76), уксус столовый (ГОСТ Р 56968-2016), соль пищевую (ГОСТ Р 51574-2018), яйцо куриное пищевое (ГОСТ 31654-2012), виноград сушеный (ГОСТ 6882-88).

В процессе исследования использовались:

– контрольный образец 1 – кекс "Столичный" из муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта (ГОСТ 15052-2014)<sup>3</sup>;

– опытный образец 2 – кекс "Абелия", в рецептуре которого часть муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта (20 %) заменена мукой пшеничной хлебопекарной обойной цельнозерновой и мукой из гранатовых косточек (ТУ 10.72.12-582-02068108-2023<sup>4</sup>);

– опытный образец 3 – кекс "Илекс", в рецептуре которого часть муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта (20 %) заменена мукой пшеничной хлебопекарной обойной цельнозерновой и мукой из абрикосовых косточек (в соотношении 30 : 70) (ТУ 10.72.12-583-02068108-2023<sup>5</sup>).

В опытных образцах произведена замена сахара белого, предусмотренного по рецептуре, на патоку высокосахаренную, масло сливочное – на масло подсолнечное с добавлением оливкового (замена по сухим веществам и на основании действующих норм взаимозаменяемости сырья).

В ходе исследования замешивали тесто влажностью 28 %, затем формовали тестовые заготовки массой 0,06 кг, раскладывали их в формы и выпекали в конвекционной печи КЭП-10П при температуре пекарной камеры 180–185 °С в течение 18–20 мин.

Анализ химического состава сырья осуществляли по следующим методикам:

1) аминокислотный состав белка – методом ионообменной хроматографии на автоматическом аминокислотном анализаторе ААА Т-339 (Mikrotechna, Чехия);

2) количество триптофана – методом ионнообменной хроматографии (ГОСТ 32201-2013);

3) содержание белка – по ГОСТ 10846-91; водорастворимых углеводов – перманганатным методом Бертрана; жира – ГОСТ 32905-2014, пищевых волокон – ГОСТ 34844-2022;

4) минеральный состав (калий, кальций, магний, фосфор, железо, цинк, селен) – по ГОСТ 32343-2013, ГОСТ 26657-97, ГОСТ Р 55449-2013;

5) витаминный состав (тиамин, рибофлавин, пантотеновая кислота, пиридоксин, никотиновая кислота, токоферол) – по ГОСТ 29138-91, ГОСТ 29139-91, ГОСТ 31483-2012, ГОСТ 53494-2009, ГОСТ 29140-91, ГОСТ Р 54634-2011 (Пономарева и др., 2018).

Объемную массу теста исследовали волюмометрическим методом (Лакиза, 2015).

В готовых изделиях органолептические показатели (форму, цвет, поверхность, структуру, вкус, запах) определяли по ГОСТ 5897-90. Для анализа результатов исследуемых показателей использовали профильный метод и балловую оценку качества готовых изделий.

Физико-химические показатели кексов анализировали следующим образом: влажность – по ГОСТ 5900-2014; щелочность – ГОСТ 5898-2022; удельный объем – волюмометрическим методом (Лакиза, 2015), суммарное содержание антиоксидантов – с помощью анализатора "ЦветЯуза-01-АА" (НПО "Химвавтоматика", Россия). Микрофлору кексов анализировали по количеству мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) по ГОСТ 10444.15-94, наличие плесени, дрожжей – по ГОСТ 10444.12-88.

Пищевую и энергетическую ценность изделий, степень покрытия суточной потребности в нутриентах рассчитывали по программе "Комплекс", разработанной на кафедре технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств (ТХКМЗП) Воронежского государственного университета инженерных технологий (ВГУИТ) и основанной на методике, утвержденной Федеральным исследовательским центром питания, биотехнологии и безопасности пищи. Содержание витаминов в кексах рассчитывали с учетом коэффициентов сохранности.

Исследования проводили в лабораториях кафедры ТХКМЗП, испытательном центре ВГУИТ, испытательном лабораторном центре (ИЛЦ) комбикормов, комбикормового сырья, пищевых продуктов

<sup>2</sup> Технические условия изготовления муки из косточковых плодов ТУ 10.86.10-578-02068108-2022 разработаны в Воронежском государственном университете инженерных технологий.

<sup>3</sup> Сборник рецептов мучных кондитерских и булочных изделий / сост. А. В. Павлов. СПб., 2005, 294.

<sup>4</sup> Технические условия изготовления кекса "Абелия" ТУ 10.72.12-582-02068108-2023 разработаны в Воронежском государственном университете инженерных технологий.

<sup>5</sup> Технические условия изготовления кекса "Илекс" ТУ 10.72.12-583-02068108-2023 разработаны в Воронежском государственном университете инженерных технологий.

Научно-технического центра "Комбикорм" (г. Воронеж), ИЛЦ Центра гигиены и эпидемиологии в Воронежской области.

Экспериментальные исследования проводили в трехкратной повторности, полученные данные обрабатывали общепринятыми методами математической статистики с использованием стандартного пакета прикладных программ MAPLE 8; ошибка опыта не превышала более 5 %.

### Результаты и обсуждение

Приоритетным направлением повышения пищевой ценности мучных кондитерских изделий является включение в их рецептуру нетрадиционных видов сырья. Использование данных продуктов в питании улучшает баланс витаминов, аминокислот, макро- и микроэлементов, пищевых волокон в организме и положительно влияет на здоровье человека.

Мука пшеничная хлебопекарная обойная цельнозерновая – источник витаминов, микроэлементов, белков, углеводов, дающих энергию; полиненасыщенных жирных кислот, положительно влияющих на обменные процессы в организме и способствующих укреплению сосудов. Использование цельнозерновой муки позволяет сохранить основные нутриенты – белки, аминокислоты, витамины группы В, РР, Е, зародыш зерна, пищевые волокна (Прихожаев и др., 2020).

Муку из косточковых плодов получали дезинтеграционно-волновым помолом, с помощью которого исходный продукт преобразуется в ходе применения классической схемы возбуждения генератора на диоде Ганна при слабом информационном СВЧ-воздействии и длинах волн порядка 8 мм. Синхронизируемые условия взаимодействия энергетических полей и вещества на атомно-молекулярном уровне, создаваемые в дезинтеграторе, способствуют позитивным изменениям химического состава получаемого продукта (Магомедов и др., 2013).

В муке из гранатовых косточек содержится большое количество жирных кислот (линолевой, олеиновой), участвующих в строительстве новых клеток и нормализующих обменные процессы в организме человека. Содержащиеся в муке витамины группы В, Е и пищевые волокна способствуют улучшению нервной, сердечно-сосудистой систем и желудочно-кишечного тракта. Мука из абрикосовых косточек обладает уникальными свойствами, в ней содержится значительное количество витамина В<sub>17</sub> – амигдалина. Употребление витамина В<sub>17</sub>, преобразующегося в организме в простой углевод, является своего рода естественной химиотерапией (Федорченко и др., 2023; Ahmadi et al., 2022).

Патока высокоосахаренная отличается высоким содержанием витаминов группы В. Сироп содержит важные минеральные вещества: магний, калий, фосфор, кальций и железо. В состав продукта входит глюкоза (14–20 %), мальтоза (12–18 %), мальтотриоза (22–26 %), фруктоза, сахароза, декстрины, ферменты, белки (аминокислоты) и жиры (Магомедов и др., 2019). Патока менее калорийна по сравнению с сахаром белым и является лучшей его заменой.

Польза подсолнечного масла с добавлением оливкового для организма неоценима. В его составе представлены витамины группы В, Е, А, С, F, К. В подсолнечном масле идеальное сочетание жирных кислот, оно богато поли- и мононенасыщенными жирными кислотами (Казарова и др., 2018; Mildner-Szkudlarz et al., 2015; Магомедов и др., 2017; Шаймерденова и др., 2017).

На первом этапе работы был изучен химический состав используемой муки. Сравнительная оценка содержания нутриентов в 100 г исследуемых видов муки показала существенное различие количества пищевых веществ (табл. 1). В муке пшеничной хлебопекарной обойной цельнозерновой содержится больше пищевых волокон в 2,7 раза, минеральных веществ в 1,2–6,6 раз, витаминов – в 1,1–3,9 раз по сравнению с пшеничной мукой высшего сорта.

Мука из косточковых плодов отличается наибольшим содержанием белка и наименьшим количеством углеводов по сравнению с мукой пшеничной хлебопекарной высшего сорта. В муке из абрикосовых косточек содержится больше белка в 2,4 раза, углеводов меньше в 24 раза, в муке из гранатовых косточек содержание белка больше в 1,5 раза, углеводов меньше в 1,3 раза по сравнению с пшеничной мукой высшего сорта. Также наблюдалось большее количество витаминов и минеральных веществ в нетрадиционных видах муки, чем в пшеничной высшего сорта.

Таблица 1. Химический состав муки  
Table 1. Chemical composition of flour

Наименование пищевой вещества	Содержание пищевых веществ в муке			
	пшеничной хлебопекарной		из косточек	
	высшего сорта	обойной цельнозерновой	гранатовых	абрикосовых
Белок, г	10,3	11,5	16,0	25,0
Жиры, г	1,1	2,1	11,0	45,5
Углеводы, г	68,5	59,2	51,0	2,8
Зола, г	0,7	7,2	12,0	125,0
Пищевые волокна, г	3,5	9,3	1,7	2,6

Макроэлементы, мг				
Калий	122,0	310,0	150,0	802,0
Кальций	18,0	39,0	48,0	93,0
Магний	16,0	94,0	325,0	196,0
Фосфор	86,0	336,0	49,0	461,0
Микроэлементы				
Железо, мг	1,2	4,7	4,1	7,0
Цинк, мкг	1,0	5,5	3,9	–
Селен, мкг	6,0	20,0	11,5	–
Витамины, мг				
Тиамин	0,46	0,41	1,8	1,0
Рибофлавин	0,13	0,15	0,18	0,3
Никотиновая кислота	2,2	5,5	3,34	4,0

В работе предлагается замена масла сливочного на масло подсолнечное с добавлением оливкового, в котором содержится больше полиненасыщенных жирных кислот и природных антиоксидантов (табл. 2). Включение его в рецептуру кексов будет способствовать улучшению работы сердечно-сосудистой системы и укреплению иммунитета.

Таблица 2. Жирнокислотный состав масла (Лобанов и др., 2003)  
 Table 2. Fatty acid composition of the oil (Lobanov et al., 2003)

Жирные кислоты	Содержание пищевых веществ в масле, %	
	сливочном	подсолнечном с добавлением оливкового
Насыщенные	47,1	10,62
Мононенасыщенные	22,06	23,8
Полиненасыщенные	2,2	65,0

Вторым этапом работы было изучение влияния нетрадиционных видов сырья на органолептические, микробиологические и физико-химические показатели теста и готовых изделий.

Объемную массу полуфабриката определяли волюмометрическим методом. Установили, что максимальное значение исследуемого показателя наблюдалось у образца, в состав которого входила мука из гранатовых косточек (0,84 г/см<sup>3</sup>) (рис. 1).

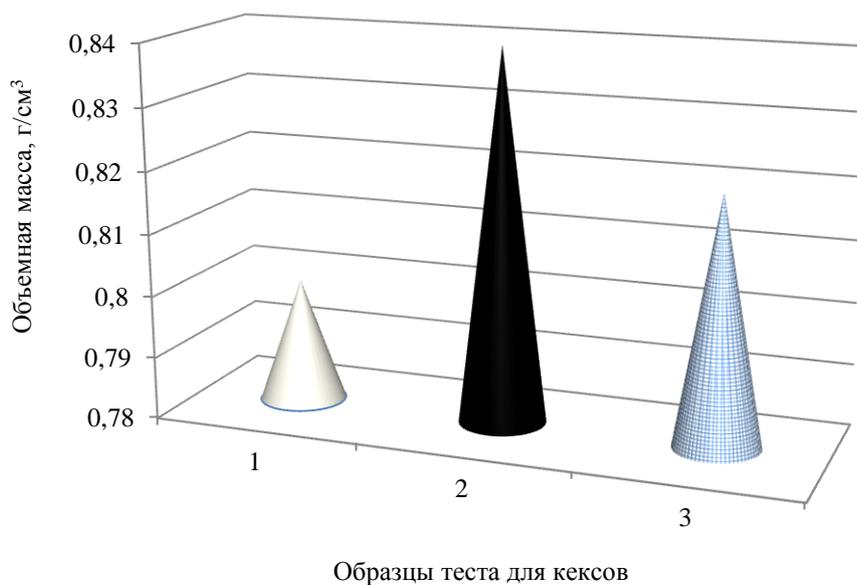


Рис. 1. Изменение объемной массы теста в образцах кексов: 1 – "Столичный"; 2 – "Абелия"; 3 – "Илекс"  
 Fig. 1. Change in volume mass of dough in cupcake samples: 1 – "Stolichny"; 2 – "Abelia"; 3 – "Ilex"

Результаты пробной выпечки свидетельствуют о том, что внесение нетрадиционных видов сырья и замена ингредиентов в рецептуре кекса "Столичный" повышали балловую оценку изделий (табл. 3). Кекс "Абелия" характеризовался максимальным значением баллов (35) по сравнению с другими образцами.

Таблица 3. Показатели качества образцов кексов  
Table 3. Quality indicators of cupcake samples

Органолептическая характеристика	Показатель качества, баллы		
	"Столичный"	"Абелия"	"Илекс"
Форма	4 (менее выпуклая, с характерными трещинами и явно выраженной боковой поверхностью)	5 (выпуклая, с характерными трещинами и явно выраженной боковой поверхностью)	4 (менее выпуклая, с характерными трещинами и явно выраженной боковой поверхностью)
Поверхность	4 (менее выпуклая, с характерными трещинами)	5 (менее выпуклая, с характерными трещинами)	4 (менее выпуклая, с характерными трещинами)
Цвет	5 (светло-коричневый)	5 (бордовый)	5 (светло-коричневый, с отрубянистыми частицами)
Вид в изломе	4 (разрыхленный, пропеченный, с равномерной структурой, без признаков непромеса)	5 (хорошо разрыхленный, пропеченный, с равномерной структурой, без признаков непромеса)	5 (хорошо разрыхленный, пропеченный, с равномерной структурой, без признаков непромеса)
Структура	5 (мягкая, связанная, пористая, без пустот и уплотнений)	5 (мягкая, связанная, пористая, без пустот и уплотнений)	5 (мягкая, связанная, пористая, без пустот и уплотнений)
Вкус	4 (свойственный данному виду)	5 (присутствует приятный вкус муки из гранатовых косточек)	5 (присутствует приятный вкус муки из абрикосовых косточек)
Запах	4 (свойственный данному виду)	5 (достаточно выраженный аромат граната)	5 (приятный запах муки из абрикосовых косточек)
Итого	31	35	33

Графические изображения результатов анализа дегустационных испытаний образцов кексов (профиллограммы) приведены на рис. 2.



Рис. 2. Профиллограммы органолептических показателей качества образцов кексов:  
а – "Столичный"; б – "Абелия"; в – "Илекс"

Fig. 2. Profilograms of organoleptic quality indicators of cupcake samples:  
а – "Stolichny", б – "Abelia", в – "Ilex"

По результатам анализа профиллограмм выявлено, что кексы "Столичный" и "Илекс" характеризовались оценкой "хорошо"; кекс "Абелия" – "отлично".

При определении щелочности изделий установлено, что включение в рецептуру нетрадиционных видов сырья снижало значение исследуемого показателя (рис. 3). Минимальная величина щелочности (1 градус) наблюдалась в кексе "Илекс" с абрикосовой мукой.

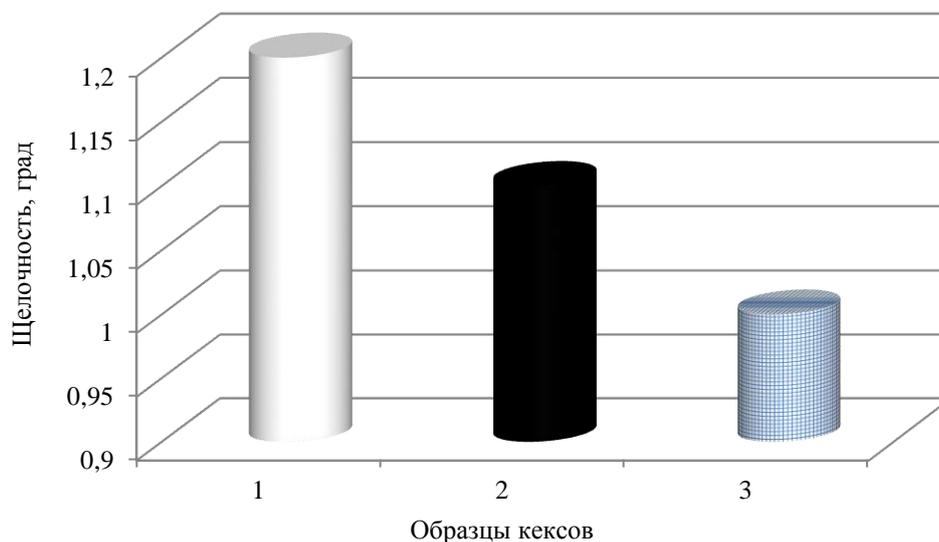


Рис. 3. Значение щелочности в образцах кексов: 1 – "Столичный"; 2 – "Абелия"; 3 – "Илекс"  
Fig. 3. The value of alkalinity in cupcake samples: 1 – "Stolichnyy"; 2 – "Abeliya"; 3 – "Ilex"

Определено, что за счет внесения нетрадиционных видов сырья удельный объем изделий увеличивался в сравнении с контролем на 1,2 ("Абелия") и 1,0 см<sup>3</sup>/г ("Илекс"). Это объясняется пониженным содержанием пищевых волокон в муке из косточковых плодов, способствовавшим получению более разрыхленной структуры кексов и повышению их объема (рис. 4).

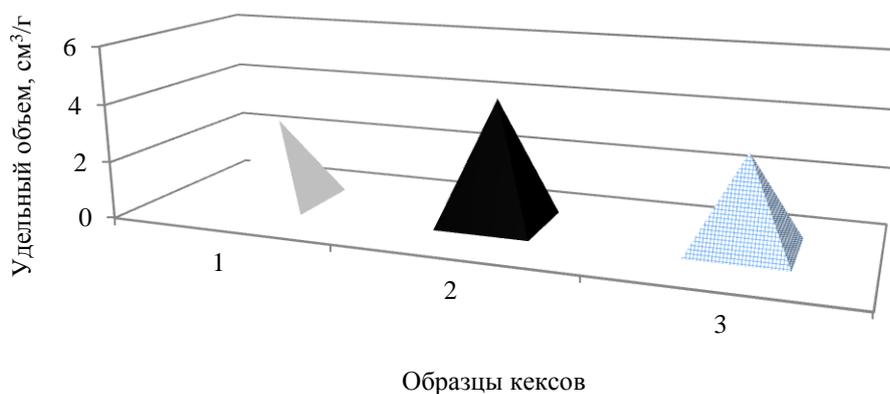


Рис. 4. Значения удельного объема в образцах кексов: 1 – "Столичный"; 2 – "Абелия"; 3 – "Илекс"  
Fig. 4. The value of the specific volume in cupcake samples: 1 – "Stolichnyy"; 2 – "Abeliya"; 3 – "Ilex"

Антиоксидантную активность в изделиях определяли амперометрическим методом, заключающимся в измерении электрического тока, возникающего в процессе окисления вещества, при определенном потенциале и сравнении полученного сигнала с сигналом стандарта (кверцетина) (Яшин, 2021).

Установлено, что содержание антиоксидантов в образцах кексов "Абелия" и "Илекс" составило 0,227 и 0,127 мг/г соответственно, что значительно больше, чем в кексе "Столичный" (0,054 мг/г) (рис. 5). Этот факт обусловлен добавлением муки пшеничной хлебопекарной обойной цельнозерновой и муки из косточковых плодов в соотношении 30:70, которые в своем составе содержат витамины (тиамин, рибофлавин), а также микроэлементы (железо, цинк, селен). Кекс с добавлением гранатовой муки отличался наиболее высоким содержанием антиоксидантов, так как данная мука характеризуется значительным

количеством флавоноидов, которые оказывают антиоксидантный, противовоспалительный эффект, обладают антимуtagenными и антиканцерогенными свойствами.

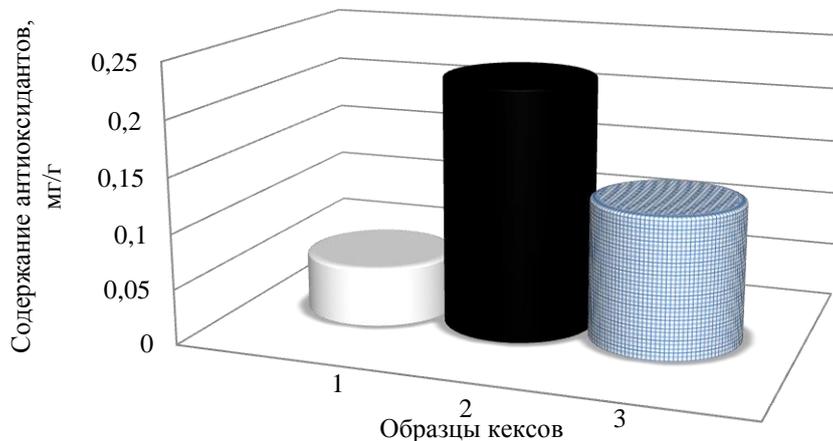


Рис. 5. Антиоксидантная активность в образцах кексов: 1 – "Столичный"; 2 – "Абелия"; 3 – "Илекс"  
 Fig. 5. Antioxidant activity in cupcakes: 1 – "Stolichny"; 2 – "Abelia"; 3 – "Пех"

Стойкость кексов к плесневению определяли путем фиксации признаков появления колоний плесневых грибов на поверхности образцов изделий на протяжении 40 сут при температуре  $24 \pm 2$  °C по шкале, указанной в работе (Мыколенко и др., 2014) (табл. 4).

Таблица 4. Шкала оценивания плесневения мучных кондитерских изделий  
 Table 4. Scale of assessment of mold formation of flour confectionery products

Признак	Баллы
Отсутствуют колонии	0
Присутствуют 1–2 одиночные колонии	1
Присутствуют 3–4 колонии	2
Присутствуют 5–10 колоний	3
Присутствуют 10–20 колоний	4
Присутствует более 20 колоний	5
Повреждено более 50 % поверхности изделия	6
Повреждено 70 % поверхности изделия	7
Повреждено 80 % поверхности изделия	8
Повреждено 90 % поверхности изделия	9
Вся поверхность изделия покрыта плесенью	10

В ходе исследования установлено, что первые признаки плесневения наблюдались в образце 1 на 28 сут хранения; в образце 2 – 36 сут хранения, в образце 3 – на 35 сут хранения (табл. 5). Через 36 сут хранения образец 1 был покрыт плесенью в большей степени (степень плесневения 4 балла) по сравнению с образцами 2 и 3 (степень плесневения 2 балла). На 40 сут на контрольном образце 1 присутствовало более 20 колоний (степень плесневения 5 баллов), в образцах 2 и 3 около 12–14 колоний (степень плесневения 4 балла).

Таблица 5. Устойчивость кексов к плесневению  
 Table 5. The resistance of cupcakes to mold formation

Продолжительность хранения, сут	Оценка уровня микробиологического повреждения плесневыми грибами кексов					
	"Столичный"		"Абелия"		"Илекс"	
	Наличие признаков	Баллы	Наличие признаков	Баллы	Наличие признаков	Баллы
1–10	–	0	–	0	–	0
11–27	–	0	–	0	–	0
28	+	2	–	0	–	0
29–35	+	3	–	0	+	2
36	+	4	+	2	+	2
40	+	5	+	4	+	4

Выявлено, что в процессе хранения образцы 2 и 3 в имеют меньшее количество МАФAnM по сравнению с образцом 1. После 40 сут значение микробиологического показателя в кексах, содержащих нетрадиционные виды сырья, было на 17 % меньше, чем в кексе 1 (контроль) (рис. 6). Представленные данные указывают на то, что замена сырья в рецептуре кекса "Столичный" способствует подавлению жизнедеятельности плесневых грибов. Применение дезинтеграционно-волнового помола для получения муки из косточковых плодов обеспечивает позитивные изменения физико-химического состояния продукта, в том числе микробиологического, за счет возникающих в камере дезинтегратора синхронизируемых условий взаимодействия электромагнитного поля и вещества на атомно-молекулярном уровне (Магомедов и др., 2013; Федорченко и др., 2023).

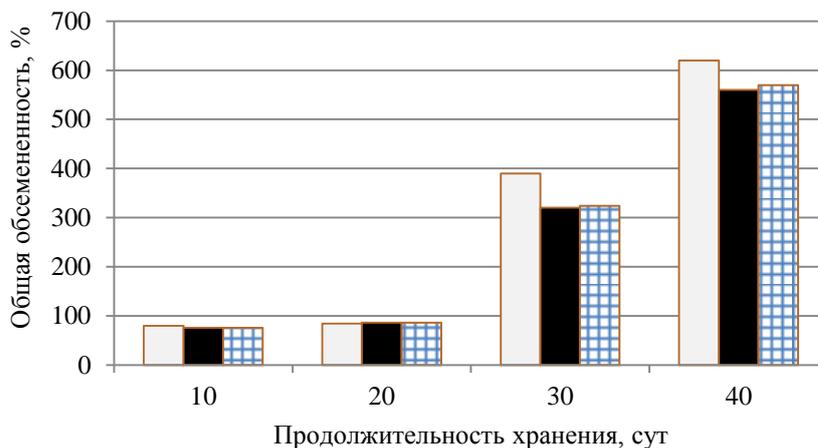


Рис. 6. Изменение содержания МАФAnM в изделиях в процессе хранения  
Fig. 6. Changes in the content of MAFAnM in products during storage

Таким образом, введение в рецептуру кекса нетрадиционных видов сырья (муки пшеничной хлебопекарной обойной цельнозерновой, муки из косточковых плодов, масла подсолнечного с добавлением оливкового, патоки высокоосахаренной) не приводит к ухудшению микробиологических показателей; для данного вида изделия может быть установлен срок годности 40 сут с сохранением потребительских характеристик.

Следующим этапом исследования была сравнительная оценка пищевой ценности рассматриваемых кексов. Анализ расчета химического состава образцов, степени удовлетворения суточной потребности в веществах показал, что изделия, приготовленные с использованием нетрадиционных видов сырья, превосходят контрольный образец (рис. 7, табл. 6).

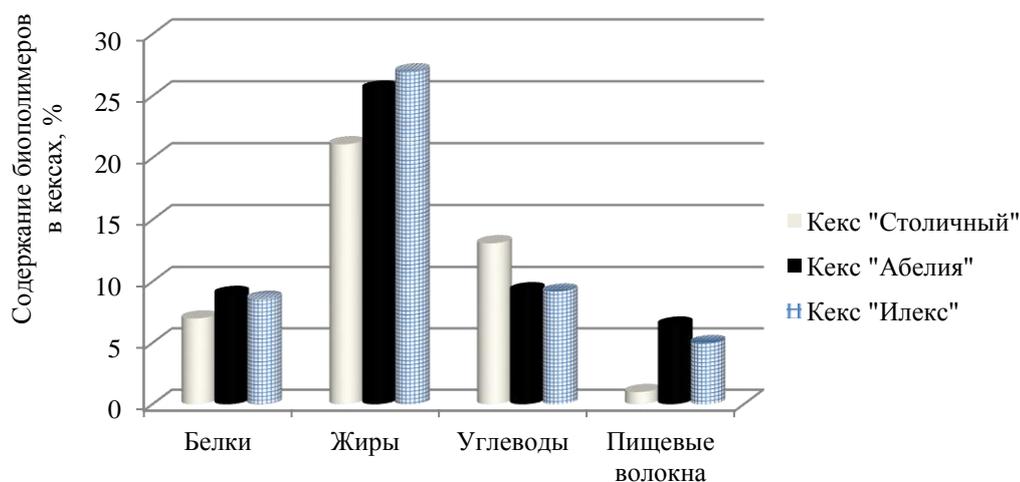


Рис. 7. Фактическое содержание биополимеров  
Fig. 7. The actual content of biopolymers

Таблица 6. Минеральный и витаминный состав кексов в 100 г  
Table 6. Mineral and vitamin composition of cupcakes in 100 g

Наименование пищевой вещества	Содержание в образцах кексов		
	"Столичный"	"Абелия"	"Илекс"
Витамины, мг			
Тиамин	0,3	0,5	0,11
Рибофлавин	0,5	0,13	0,18
Никотиновая кислота	50,0	58,0	60,0
Макроэлементы, мг			
Калий	143,0	327,7	260,8
Кальций	41,4	49,6	44,0
Магний	10,9	64,0	68,2
Фосфор	82,7	95,17	96,86
Микроэлементы			
Железо, мг	1,1	1,96	1,7
Цинк, мкг	3,2	5,8	3,8
Селен, мкг	30,0	33,0	26,4

Так, в 100 г кексов "Абелия" и "Илекс" содержится больше белков на 1,8–2,0 г, жиров – на 3,9–4,4 г, пищевых волокон – на 1,86 г, чем в контрольном образце "Столичный", при этом снижается содержание углеводов на 4,0–5,8 г (табл. 7).

Установлено, что потребление 100 г полученных кексов обеспечит удовлетворение суточной потребности в белке на 19 %, жире – 8, углеводах – 14, пищевых волокнах – 28, минеральных веществах – 3–30, витаминах – на 2–39 %.

Таблица 7. Степень удовлетворения суточной потребности организма человека  
в пищевых нутриентах за счет потребления 100 г кексов

Table 7. The degree of satisfaction of the daily needs of the human body due  
to the consumption of 100 g of cupcakes

Наименование пищевой вещества	Физиологическая суточная потребность, г/сут (ТР ТС 022/2011)	Степень удовлетворения при употреблении образцов кексов, %		
		"Столичный"	"Абелия"	"Илекс"
Белки, г	75,0	7,3	9,96	8,2
Жиры, г	83,0	21,1	25,6	42,0
Углеводы, г	365,0	13,1	9,3	1,8
Пищевые волокна, г	30,0	0,3	6,5	4,2
Тиамин, мг	1,4	35,7	36,5	35,2
Рибофлавин, мг	1,6	6,3	12,5	10,1
Никотиновая кислота, мг	13,0	10,0	11,6	12,1
Калий, мг	3 500,0	4,1	9,4	8,2
Кальций, мг	1 000,0	4,14	4,96	4,05
Магний, мг	400,0	2,7	16,0	17,4
Фосфор, мг	800,0	10,3	11,9	11,0
Железо, мг	14,0	7,9	14,0	10,0
Цинк, мкг	150,0	2,0	4,0	4,8
Селен, мкг	20,0	1,0	1,3	1,5
Энергетическая ценность, ккал (кДж)	2 500,0	430,0 (1 800,0)	406,0 (1 699,0)	414,0 (1 733,0)

### Заключение

Применение нетрадиционных видов сырья – муки пшеничной хлебопекарной обойной цельнозерновой, муки из косточковых плодов (гранатовых и абрикосовых косточек) – при производстве кексов из муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта позволяет улучшить их органолептические показатели (форму, цвет, поверхность, структуру, запах), увеличить значения физико-химических характеристик теста (объемной массы) и изделий (удельного объема), а также обеспечить рациональное использование сырьевых ресурсов.

Внесение обогатителей (нетрадиционных видов муки, масла подсолнечного с добавлением оливкового, патоки высокосахаренной) в рецептуру кекса "Столичный" обеспечивает гармоничный вкус, увеличивает

его антиоксидантную активность и функциональность и не приводит к ухудшению микробиологических показателей. Полученные экспериментальные данные позволяют сделать обоснованный вывод об эффективности применения нетрадиционных видов сырья в производстве обогащенных кексов. Разработанные мучные кондитерские изделия могут быть рекомендованы для питания различных категорий населения, в том числе для профилактики заболеваний, связанных с недостатком микронутриентов.

#### **Конфликт интересов**

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

#### **Библиографический список**

- Бадамшина Е. В., Лещенко Н. И., Колесникова Н. В., Карачурина Г. Р. Совершенствование рецептуры кекса "Столичный" с добавлением муки тритикале и порошка шиповника // Тритикале : материалы междунар. науч.-практ. конф. "Тритикале и стабилизация производства зерна, кормов и продуктов их переработки", Ростов-на-Дону, 07 июня 2018 г. Ростов-на-Дону, 2018. С. 243–249. EDN: YMTRUD.
- Егорова Е. Ю., Козубаева Л. А. Безглютеновые кексы с амарантовой мукой // Ползуновский вестник. 2018. № 1. С. 22–26. DOI: <https://doi.org/10.25712/astu.2072-8921.2018.01.005>. EDN: YWIPRU.
- Жаркова И. М., Самохвалов А. А., Густинович В. Г., Корячкина С. Я. [и др.]. Обзор разработок мучных изделий для безглютенового и геродиетического питания // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2019. Т. 81. № 1(79). С. 213–217. DOI: <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2019-1-213-217>. EDN: NBPQNA.
- Казарова И. Г., Закурдаева А. А. Разработка рецептуры кондитерского изделия, обогащенного растительными компонентами // Устойчивое развитие науки и образования. 2018. № 10. С. 233–236. EDN: YNRKDJ.
- Лакиза Н. В. Анализ пищевых продуктов. Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2015. 188 с.
- Лобанов В. Г., Щербин В. В. Оптимальный жирнокислотный состав пищевых растительных масел // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2003. № 4(275). С. 21–23. EDN: QCPICV.
- Лобосова Л. А., Малюткина Т. Н., Нестерова И. Ю., Деревщиков Н. С. Кексы функциональной направленности // Пищевая индустрия. 2020. № 2(44). С. 30–31. EDN: RLQMGL.
- Магомедов Г. О. [и др.]. Исследование структурно-механических свойств кексов с нетрадиционными видами муки // материалы 3-й Междунар. науч.-практ. конф. "Управление реологическими свойствами пищевых продуктов". 2012. С. 120–123.
- Магомедов Г. О., Плотникова И. В., Кузнецова И. В., Наумченко И. С. [и др.]. Исследование форм связи влаги зефира различного состава методом термического анализа // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2017. Т. 79, № 3(73). С. 42–50. DOI: [10.20914/2310-1202-2017-3-42-50](https://doi.org/10.20914/2310-1202-2017-3-42-50). EDN: ZTUKMN.
- Магомедов Г. О., Плотникова И. В., Шевякова Т. А., Плотников В. Е. Оптимизация рецептурного состава и показателей качества кремовой кондитерской массы с использованием крахмальной патоки // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2019. № 1(367). С. 50–54. DOI: <https://doi.org/10.26297/0579-3009.2019.1.12>. EDN: VWEDPF.
- Магомедов Г. О., Садыгова М. К., Лукина С. И., Кустов В. Ю. Влияние дезинтеграционно-волнового помола на фракционный и аминокислотный состав белка нута // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2013. № 1(55). С. 94–97. EDN: PYEPKV.
- Мыколенко С. Ю., Пивоваров А. А., Тищенко А. П. Повышение микробиологической устойчивости хлебопекарной продукции с применением плазмохимических технологий // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. 2014. Т. 2, № 2(68). С. 30–36. EDN: SEBENZ.
- Плотникова И. В., Магомедов Г. О., Шевякова Т. А., Губковская В. В. [и др.]. Шоколадные кексы улучшенного качества // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2019. Т. 81, № 2(80). С. 125–132. DOI: <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2019-2-125-132>. EDN: LRCTAM.
- Пономарева Е. И., Кривошеев А. Ю., Лукина С. И., Алехина Н. Н. [и др.]. Хлебные палочки повышенной пищевой ценности для ахлоридного питания // Техника и технология пищевых производств. 2018. Т. 48, № 1. С. 114–124. DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2018-1-114-124>. EDN: YWOGCD.
- Прихожаев И. В., Смирнова В. В. Особенности технологии производства хлеба из цельнозерновой муки // Горинские чтения. Инновационные решения для АПК : материалы междунар. студ. науч. конф., Майский, 18–19 марта 2020 г. Майский : Изд-во БГАУ им. В. Я. Горина, 2020. Т. 2. С. 339. EDN: KBORQM.
- Тарасенко Н. А., Баранова З. А., Быкова Н. С., Третьякова Н. Р. Использование пищевых волокон в функциональных кондитерских изделиях // Успехи современного естествознания. 2016. № 11. С. 86–90. EDN: XAHARH.
- Ушакова Ю. В., Паськова Е. М., Рысмухамбетова Г. Е., Кулеватова Т. Б. Влияние состава композитных смесей с пониженным содержанием глютена на реологические свойства теста на их основе // Новые

- технологии. 2020. № 4. С. 74–83. DOI: <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2020-15-4-74-83>. EDN: YMHLEY.
- Федорченко Н. Н., Пономарева Е. И., Бакаева И. А., Кустов И. А. Мука из косточковых плодов: показатели качества и перспектива использования // Продовольственная безопасность: научное, кадровое и информационное обеспечение : сб. науч. ст. и докл. IX междунар. науч.-практ. конф., Воронеж, 15–17 декабря 2022 г. Воронеж : ВГУИТ, 2023. С. 259–260. EDN: NUUEJQ.
- Функциональная смесь для производства кексов : пат. № 2492657 Рос. Федерация / Ершова Н. П., Тарасенко Н. А. № 2012109027 : заявл. 03.11.2012 : опубл. 20.09.2013.
- Шаймерденова Д. А., Горбатовская Н. А., Изтаев А. И. Определение перспективности сортов мягкой пшеницы Казахстана методом микроскопирования // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2017. Т. 79, № 3(73). С. 86–92. DOI: <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2017-3-86-92>. EDN: ZTUKPF.
- Яшин А. Я. Методология определения антиоксидантной активности пищевых продуктов и биологических жидкостей // Аналитика. 2021. Т. 11. № 5. С. 370–385. DOI: <https://doi.org/10.22184/2227-572x.2021.11.5.370.384>. EDN: HXTAIN.
- Ahmadi F., Aghajani N., Ardabili A. G. Response surface optimization of cupcake physicochemical and sensory attributes during storage period: Effect of apricot kernel flour addition // Food Science & Nutrition. 2022. Vol. 10, Iss. 3. P. 661–677. DOI: <https://doi.org/10.1002/fsn3.2688>.
- González-Rámila S., Mateos R., García-Cordero J., Seguido M. A. [et al.] Olive pomace oil versus high oleic sunflower oil and sunflower oil: A comparative study in healthy and cardiovascular risk humans // Foods. 2022. Vol. 11, Iss. 15. Article number: 2186. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods11152186>.
- Jeyanthi R. L., Candace Seshiah, Sharmila D. Fortification of cupcakes with cereals and pulses // International Journal of Novel Research in Life Sciences. 2016. Vol. 3, Issue 3. P. 1–6.
- Lebesi D. M., Tzia C. Effect of the addition of different dietary fiber and edible cereal bran sources on the baking and sensory characteristics of cupcakes // Food and Bioprocess Technology. 2011. Vol. 4. P. 710–722. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11947-009-0181-3>.
- Mildner-Szkudlarz S., Siger A., Szwengiel A., Bajerska J. Natural compounds from grape by-products enhance nutritive value and reduce formation of CML in model muffins // Food Chemistry. 2015. N 172. P. 78–85. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.09.036>.

## References

- Badamshina, E. V., Leshchenko, N. I., Kolesnikova, N. V., Karachurina, G. R. 2018. Improving the recipe of the "Stolichny" cupcake with the addition of triticale flour and rosehip powder. Rostov-na-Donu, Donskoy Publishing Center, pp. 243–249. EDN: YMTRUD. (In Russ.)
- Egorova, E. Yu., Kozubaeva, L. A. 2018. Gluten-free cupcakes with amaranth flour. *Polzunovskiy Vestnik*, 1, pp. 22–26. DOI: <https://doi.org/10.25712/astu.2072-8921.2018.01.005>. EDN: YWIPRU. (In Russ.)
- Zharkova, I. M., Samokhvalov, A. A., Gustinovich, V. G., Koryachkina, S. Ya. et al. 2019. Review of the development of flour products for gluten-free and herodiatic nutrition. *Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies*, 81(1(79)), pp. 213–217. DOI: <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2019-1-213-217>. EDN: NBPQHA. (In Russ.)
- Kazarova, I. G., Zakurdaeva, A. A. 2018. Formulation development of confectionery enriched with vegetable components. *Ustoichivoe Razvitie Nauki I Obrazovaniya*, 10, pp. 233–236. EDN: YNRKDJ. (In Russ.)
- Lakiza, N. V. 2015. Analysis of food products. Yekaterinburg. (In Russ.)
- Lobanov, V. G., Shcherbin, V. V. 2003. Optimal fatty acid composition of edible vegetable oils. *Izvestiya Vuzov. Food Technology*, 4(275), pp. 21–23. EDN: QCPICV. (In Russ.)
- Lobosova, L. A., Maljutina, T. N., Nesterova, I. Yu., Derevshchikov, N. S. 2020. Cupcakes of functional orientation. *Pishchevaya Industriya*, 2(44), pp. 30–31. EDN: RLQMGL. (In Russ.)
- Magomedov, G. O. et al. 2012. Investigation of the structural and mechanical properties of cupcakes with non-traditional types of flour. Proceedings of 3 Intern. scient.-pract. conf. *Management of rheological properties of food products*, pp. 120–123. (In Russ.)
- Magomedov, G. O., Plotnikova, I. V., Kuznetsova, I. V., Naumchenko, I. S. et al. 2017. Investigation of the forms of moisture bonding of marshmallows of various compositions by thermal analysis. *Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies*, 79(3(73)), pp. 42–50. DOI:10.20914/2310-1202-2017-3-42-50. EDN: ZTUKMN. (In Russ.)
- Magomedov, G. O., Plotnikova, I. V., Shevyakova, T. A., Plotnikov, V. E. 2019. Optimization of the formulation composition and quality indicators of cream confectionery mass using starch molasses. *Izvestiya Vuzov. Food Technology*, 1(367), pp. 50–54. DOI: <https://doi.org/10.26297/0579-3009.2019.1.12>. EDN: VWEDPF. (In Russ.)

- Magomedov, G. O., Sadygova, M. K., Lukina, S. I., Kustov, V. Yu. 2013. The effect of disintegration wave grinding on the fractional and amino acid composition of chickpea protein. *Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies*, 1(55), pp. 94–97. EDN: PYEPKV. (In Russ.)
- Mykolenko, S. Yu., Pivovarov, A. A., Tishchenko, A. P. 2014. Improving the microbiological stability of bakery products using plasma chemical technologies. *East European Journal of Advanced Technologies*, 2(2(68)), pp. 30–36. EDN: SEBEHZ. (In Russ.)
- Plotnikova, I. V., Magomedov, G. O., Shevyakova, T. A., Gubkovskaya, V. V. et al. 2019. Chocolate cupcakes of improved quality. *Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies*, 81(2(80)), pp. 125–132. DOI: <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2019-2-125-132>. EDN: LRCTAM. (In Russ.)
- Ponomareva, E. I., Krivosheev, A. Yu., Lukina, S. I., Alyokhina, N. N. et al. 2018. Breadsticks of increased nutritional value for achloride nutrition. *Food Processing: Techniques and Technology*, 48(1), pp. 114–124. DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2018-1-114-124>. EDN: YWOGCD. (In Russ.)
- Prikhozhaev, I. V., Smirnova, V. V. 2020. Features of the technology of bread production from whole grain flour. Proceedings of Intern. students' scient. conf. *Gorinsky readings. Innovative solutions for agriculture*, Maisky, 18–19 March, 2020. Maisky, Vol. 2, pp. 339. EDN: KBORQM. (In Russ.)
- Tarasenko, N. A., Baranova, Z. A., Bykova, N. S., Tretyakova, N. R. 2016. The use of dietary fibers in functional confectionery products. *Uspekhi Sovremennogo Estestvoznaniya*, 11, pp. 86–90. EDN: XAHARH. (In Russ.)
- Ushakova, Yu. V., Paskova, E. M., Rysmukhambetova, G. E., Kulevatova, T. B. 2020. The effect of the composition of composite mixtures with a reduced gluten content on the rheological properties of dough based on them. *New Technologies*, 4, pp. 74–83. DOI: <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2020-15-4-74-83>. EDN: YMHLEY. (In Russ.)
- Fedorchenko, N. N., Ponomareva, E. I., Bakaeva, I. A., Kustov, I. A. 2023. Stone fruit flour: Quality indicators and prospects of use. Coll. of articles and reports of the IX Intern. Scient. and Pract. Conf. *Food security: scientific, personnel and information support*, Voronezh, 15–17 December, 2022. Voronezh, pp. 259–260. EDN: NUEEJQ. (In Russ.)
- Ershova, N. P., Tarasenko, N. A. 2013. Functional mixture for the production of cupcakes, Russian Federation, Pat. 2492657. (In Russ.)
- Shaimerdenova, D. A., Gorbatovskaya, N. A., Iztaev, A. I. 2017. Determination of the prospects of soft wheat varieties of Kazakhstan by microscopy. *Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies*, 79(3(73)), pp. 86–92. DOI: <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2017-3-86-92>. EDN: ZTUKPF. (In Russ.)
- Yashin, A. Ya. 2021. Methodology for determining the antioxidant activity of food products and biological fluids. *Analytics*, 11(5), pp. 370–385. DOI: <https://doi.org/10.22184/2227-572x.2021.11.5.370.384>. EDN: HXTAIN. (In Russ.)
- Ahmadi, F., Aghajani, N., Ardabili, A. G. 2022. Response surface optimization of cupcake physicochemical and sensory attributes during storage period: Effect of apricot kernel flour addition. *Food Science & Nutrition*, 10(3), pp. 661–677. DOI: <https://doi.org/10.1002/fsn3.2688>.
- González-Rámila, S., Mateos, R., García-Cordero, J., Seguido, M. A. et al. 2022. Olive pomace oil versus high oleic sunflower oil and sunflower oil: A comparative study in healthy and cardiovascular risk humans. *Foods*, 11(15). Article number: 2186. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods11152186>.
- Jeyanthi, R. L., Candace, Seshiah, Sharmila, D. 2016. Fortification of cupcakes with cereals and pulses. *International Journal of Novel Research in Life Sciences*, 3(3), pp. 1–6.
- Lebesi, D. M., Tzia, C. 2011. Effect of the addition of different dietary fiber and edible cereal bran sources on the baking and sensory characteristics of cupcakes. *Food and Bioprocess Technology*, 4, pp. 710–722. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11947-009-0181-3>.
- Mildner-Szkudlarz, S., Siger, A., Szwengiel, A., Bajerska, J. 2015. Natural compounds from grape by-products enhance nutritive value and reduce formation of CML in model muffins. *Food Chemistry*, 172, pp. 78–85. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.09.036>.

#### Сведения об авторах

**Пономарева Елена Ивановна** – пр. Революции, 19, г. Воронеж, Россия, 394036;  
Воронежский государственный университет инженерных технологий, д-р техн. наук, профессор;  
e-mail: [elena6815@eandex.ru](mailto:elena6815@eandex.ru), ORCID: <https://orcid.org/0000-0023-2310-2838>

**Elena I. Ponomareva** – 19 Revolution Ave., Voronezh, Russia, 394036; Voronezh State University of Engineering Technologies (VSUIT), Dr Sci. (Engineering), Professor;  
e-mail: [elena6815@eandex.ru](mailto:elena6815@eandex.ru), ORCID: <https://orcid.org/0000-0023-2310-2838>

**Федорченко Нина Николаевна** – пр. Революции, 19, г. Воронеж, Россия, 394036;  
Воронежский государственный университет инженерных технологий, аспирант;  
e-mail: ni2na.carvi@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-0148-8458>

**Nina N. Fedorchenko** – 19 Revolution Ave., Voronezh, Russia, 394036; Voronezh State University of Engineering Technologies (VSUIT), Ph.D. Student;  
e-mail: ni2na.carvi@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-0148-8458>

**Лукина Светлана Ивановна** – пр. Революции, 19, г. Воронеж, Россия, 394036;  
Воронежский государственный университет инженерных технологий, канд. техн. наук, доцент;  
e-mail: lukina.si@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4393-2046>

**Svetlana I. Lukina** – 19 Revolution Ave., Voronezh, Russia, 394036; Voronezh State University of Engineering Technologies (VSUIT), Cand. Sci. (Engineering), Associate Professor;  
e-mail: lukina.si@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4393-2046>

**Алехина Надежда Николаевна** – пр. Революции, 19, г. Воронеж, Россия, 394036;  
Воронежский государственный университет инженерных технологий, д-р техн. наук, профессор;  
e-mail: nadinat@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3317-9858>

**Nadezhda N. Alyokhina** – 19 Revolution Ave., Voronezh, Russia, 394036; Voronezh State University of Engineering Technologies (VSUIT), Dr Sci. (Engineering), Professor;  
e-mail: nadinat@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3317-9858>

**Никитина Лилия Андреевна** – пр. Революции, 19, г. Воронеж, Россия, 394036;  
Воронежский государственный университет инженерных технологий, магистр;  
e-mail: lilia.nikit2001@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-2033-4756>

**Lilia A. Nikitina** – 19 Revolution Ave., Voronezh, Russia, 394036; Voronezh State University of Engineering Technologies (VSUIT), Master's Degree;  
e-mail: lilia.nikit2001@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-2033-4756>

Нормативные документы, использованные в статье

ГОСТ 26574-2017	Мука пшеничная хлебопекарная. Технические условия. URL: <a href="https://base.garant.ru/71965208/">https://base.garant.ru/71965208/</a> .
ГОСТ 32261-2013	Масло сливочное. Технические условия. URL: <a href="https://base.garant.ru/70878866/">https://base.garant.ru/70878866/</a> .
ГОСТ 1129-2013	Масло подсолнечное. Технические условия. URL: <a href="https://base.garant.ru/70771282/">https://base.garant.ru/70771282/</a> .
ГОСТ 33222-2015	Сахар белый. Технические условия. URL: <a href="https://base.garant.ru/71276818/">https://base.garant.ru/71276818/</a> .
ГОСТ Р 33917-2016	Патока крахмальная. Общие технические условия. URL: <a href="https://base.garant.ru/71797784/">https://base.garant.ru/71797784/</a> .
ГОСТ 2156-76	Натрий двууглекислый. Технические условия. URL: <a href="https://base.garant.ru/3924934/">https://base.garant.ru/3924934/</a> .
ГОСТ Р 56968-2016	Уксус столовый. Технические условия. URL: <a href="https://base.garant.ru/71830522/">https://base.garant.ru/71830522/</a> .
ГОСТ Р 51574-2018	Соль пищевая. Общие технические условия. URL: <a href="https://base.garant.ru/72049520/">https://base.garant.ru/72049520/</a> .
ГОСТ 31654-2012	Яйца куриные пищевые. Технические условия. URL: <a href="https://base.garant.ru/70650974/">https://base.garant.ru/70650974/</a> .
ГОСТ 6882-88	Виноград сушеный. Технические условия. URL: <a href="https://base.garant.ru/5925735/">https://base.garant.ru/5925735/</a> .
ГОСТ 15052-2014	Кексы. Общие технические условия. URL: <a href="https://base.garant.ru/71263888/">https://base.garant.ru/71263888/</a> .
ГОСТ 10846-91	Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка. URL: <a href="https://base.garant.ru/5924668/">https://base.garant.ru/5924668/</a> .
ГОСТ 32905-2014	Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Метод определения содержания сырого жира. URL: <a href="https://base.garant.ru/71314484/">https://base.garant.ru/71314484/</a> .
ГОСТ 34844-2022	Продукция пищевая. Определение массовой доли пищевых волокон. URL: <a href="https://docs.cntd.ru/document/1200184485">https://docs.cntd.ru/document/1200184485</a> .
ГОСТ 32343-2013	Корма, комбикорма. Определение содержания кальция, меди, железа, магния, марганца, калия, натрия и цинка методом атомно-абсорбционной спектроскопии. URL: <a href="https://base.garant.ru/400756481/">https://base.garant.ru/400756481/</a> .
ГОСТ 26657-97	Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания фосфора. URL: <a href="https://base.garant.ru/5917557/">https://base.garant.ru/5917557/</a> .
ГОСТ Р 55449-2013	Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Определение содержания селена флуориметрическим методом. URL: <a href="https://base.garant.ru/401228658/">https://base.garant.ru/401228658/</a> .
ГОСТ 29138-91	Мука, хлеб и хлебобулочные изделия пшеничные витаминизированные. Метод определения витамина В1 (тиамина). URL: <a href="https://base.garant.ru/5920540/">https://base.garant.ru/5920540/</a> .
ГОСТ 29139-91	Мука, хлеб и хлебобулочные изделия пшеничные витаминизированные. Метод определения витамина В2 (рибофлавина). URL: <a href="https://base.garant.ru/5920541/">https://base.garant.ru/5920541/</a> .
ГОСТ 31483-2012	Премиксы. Определение содержания витаминов: В1 (тиамина), В2 (рибофлавина), В3 (пантотеновой кислоты), В5 (никотиновой кислоты и никотинамида), В6 (пиридоксина), Вс (фолиевой кислоты), С (аскорбиновой кислоты) методом капиллярного электрофореза. URL: <a href="https://base.garant.ru/71380408/">https://base.garant.ru/71380408/</a> .
ГОСТ 53494-2009	Премиксы витаминные и витаминно-минеральные для обогащения пшеничной хлебопекарной муки. Технические условия. URL: <a href="https://base.garant.ru/70224468/">https://base.garant.ru/70224468/</a> .
ГОСТ 29140-91	Мука, хлеб и хлебобулочные изделия пшеничные витаминизированные. Метод определения витамина РР (никотиновой кислоты). URL: <a href="https://base.garant.ru/71332950/">https://base.garant.ru/71332950/</a> .
ГОСТ Р 54634-2011	Продукты пищевые функциональные. Метод определения витамина Е. URL: <a href="https://base.garant.ru/71564002/">https://base.garant.ru/71564002/</a> .
ГОСТ 5897-90	Изделия кондитерские. Методы определения органолептических показателей качества, размеров, массы нетто и составных частей. URL: <a href="https://docs.cntd.ru/document/1200022442">https://docs.cntd.ru/document/1200022442</a> .
ГОСТ 5898-2022	Изделия кондитерские. Методы определения кислотности и щелочности. URL: <a href="https://docs.cntd.ru/document/1200184671">https://docs.cntd.ru/document/1200184671</a> .
ГОСТ 5900-2014	Изделия кондитерские. Методы определения влаги и сухих веществ. URL: <a href="https://base.garant.ru/71190308/">https://base.garant.ru/71190308/</a> .
ГОСТ 10444.15-94	Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов. URL: <a href="https://base.garant.ru/70240984/">https://base.garant.ru/70240984/</a> .
ГОСТ 10444.12-88	Продукты пищевые. Метод определения дрожжей и плесневых грибов. URL: <a href="https://docs.cntd.ru/document/1200021096">https://docs.cntd.ru/document/1200021096</a> .
ТР ТС 022/2011	Пищевая продукция в части ее маркировки. URL: <a href="https://docs.cntd.ru/document/902320347">https://docs.cntd.ru/document/902320347</a> .
ГОСТ 32201-2013	Корма, комбикорма. URL: <a href="https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293774/4293774012.pdf">https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293774/4293774012.pdf</a> .