



ПИЩЕВЫЕ СИСТЕМЫ/FOOD SYSTEMS

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.71.11>

EDN: KZKNFY

ОБОСНОВАНИЕ СРОКОВ ГОДНОСТИ ОБОГАЩЕННЫХ БЕЛЬГИЙСКИХ ВАФЕЛЬ

Научная статья

Анистратова О.В.^{1,*}, Гришина В.Е.², Альшевская М.Н.³¹ORCID : 0000-0002-6278-0861;²ORCID : 0009-0005-0243-9898;³ORCID : 0000-0002-0632-9013;¹ Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, Калининград, Российская Федерация^{1, 2, 3} Калининградский государственный технический университет, Калининград, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (oksana.anistratova[at]klgtu.ru)

Предложена: 27.04.2026; Принята: 23.06.2026; Опубликовано: 20.07.2026

Аннотация

Разработка рецептур мучных кондитерских изделий с использованием растительных компонентов и безглютеновых мучных композиций вносит вклад в реализацию здорового питания населения в соответствии со «Стратегией повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года», ориентированной на обеспечение полноценного питания населения, профилактику заболеваний, и восполнение дефицита пищевых волокон и микронутриентов.

В статье представлены результаты установления и обоснования срока годности безглютеновых бельгийских вафель, приготовленных из мучной смеси (рисовая, кукурузная, амарантовая мука в соотношении 40:40:20) с добавлением морковного жмыха. Отсутствие глютена в образцах подтверждено иммунохроматографическим тестом. Содержание пищевых волокон в готовом продукте составило 2,6 г/100 г, каротиноидов — 0,6 мг/100 г. Образцы закладывали на хранение при температуре минус 18±1°C в вакуумной упаковке на 108 суток (коэффициент резерва 1,2).

Установлено, что на 90-е сутки хранения показатель КМАФАНМ достиг 5,9·10³ КОЕ/г, превысив нормативное значение (5·10³ КОЕ/г). Патогенные, санитарно-показательные и условно-патогенные микроорганизмы не обнаружены.

На основании оценки результатов исследований по органолептическим, физико-химическим и микробиологическим показателям установлен срок годности продукта — 60 суток. Полученные данные могут быть использованы предприятиями кондитерской отрасли, специализирующимися на выпуске безглютеновых мучных кондитерских изделий.

Ключевые слова: безглютеновые бельгийские вафли, морковный жмых, срок годности, пищевые волокна, каротиноиды.

JUSTIFICATION OF SHELF LIFE OF ENRICHED BELGIAN WAFFLES

Research article

Anistratova O.V.^{1,*}, Grishina V.Y.², Alshevskaya M.N.³¹ORCID : 0000-0002-6278-0861;²ORCID : 0009-0005-0243-9898;³ORCID : 0000-0002-0632-9013;¹ Russian President Academy of National Economy and Public Administration, Kaliningrad, Russian Federation^{1, 2, 3} Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russian Federation

* Corresponding author (oksana.anistratova[at]klgtu.ru)

Suggested: 27.04.2026; Accepted: 23.06.2026; Published: 20.07.2026

Abstract

The development of recipes for flour confectionery products using plant components and gluten-free flour compositions contributes to the implementation of a healthy diet for the population in accordance with the Strategy for Improving Food Quality in the Russian Federation until 2030, focused on providing adequate nutrition, preventing diseases, and addressing the deficiency of dietary fiber and micronutrients.

The article presents the results of the establishment and justification of the shelf life of gluten-free Belgian waffles made from a flour mixture (rice, corn, amaranth flour in a ratio of 40:40:20) with the addition of carrot pomace. The absence of gluten in the samples was confirmed by an immunochromatographic test. The content of dietary fiber in the finished product was 2.6 g/100 g, carotenoids – 0.6 mg/100 g. The samples were stored at a temperature of minus 18 ± 1°C in a vacuum package for 108 days (reserve coefficient 1.2).

It was found that on the 90th day of storage, the QMAFAnM reached 5.9·10³ CFU/g, exceeding the standard value (5·10³ CFU/g). Pathogenic, sanitary-indicator, and conditionally pathogenic microorganisms were not detected.

Based on the evaluation of research results on organoleptic, physico-chemical and microbiological parameters, the shelf life of the product is 60 days. The data obtained can be used by enterprises of the confectionery industry specializing in the production of gluten-free flour confectionery products.

Keywords: gluten-free Belgian waffles, carrot pomace, shelf life, dietary fiber, carotenoids.

Введение

Глютен (глиадин) и другие родственные белки злаковых (проламины) являются причиной развития целиакии и родственных заболеваний. Больные целиакией для предотвращения обострений обязаны постоянно контролировать свою диету на содержание глютена в рационе. Однако зачастую незаявленный глютен может присутствовать в продуктах, что является нарушением и может представлять опасность для потребителей, страдающих непереносимостью данного компонента.

Ключевая технологическая проблема при создании безглютеновых мучных кондитерских изделий связана с отсутствием — белка (глютена), формирующего структурный каркас теста. Замена пшеничной муки на один вид безглютеновой муки часто приводит к получению продуктов с неудовлетворительными органолептическими свойствами и пониженной пищевой ценностью.

В связи с этим актуальным направлением становится разработка композитных мучных смесей, сочетающих преимущества разных видов безглютеновой муки, а также использование вторичных ресурсов переработки растительного сырья. Их применение в рецептурах позволяет повысить пищевую ценность, улучшить цвет изделий и частично решить проблему утилизации отходов.

Разработке безглютеновых вафель и использованию в их составе вторичного растительного сырья посвящен ряд работ.

Отечественными учеными проводятся исследования по применению различных нехлебопекарных видов муки и овощного сырья в технологии вафельных кондитерских изделий, что обеспечивает высокий уровень органолептических характеристик, коррекции пищевых дефицитов и различную диетическую направленность.

Так, предложен способ производства безглютеновых вафель с использованием рисовой муки и многокомпонентной мучной смеси, что позволило получить вафли с повышенной пищевой ценностью и функциональной направленностью. Разработана технология получения безглютенового вафельного листа на основе рисовой и гречневой муки. Изучено влияние различных видов безглютеновой муки (кукурузной, рисовой, гречневой, а также их смесей с крахмалом) на стабилизацию процесса выпечки, улучшение качества и увеличение срока хранения вафельных листов [1], [2], [3]. Разработана технология по изготовлению вафельных изделий рисовой, овсяной, сорговой муки взамен пшеничной муки, позволяющая получать изделия удовлетворительного качества [6], [7], [8], [9]. Проводятся исследования по использованию растительных жмыхов в пищевых продуктах [10].

Известен ряд работ, посвященных разработке рецептур вафель и блинов с использованием муки из риса сорта Riceberry и добавлением сахарозаменителей и стабилизаторов, а также изучению их влияния на органолептические и текстурные показатели готового продукта [11], [12]. Проводятся исследования по установлению оптимальной дозировки окары (соевого жмыха) в безглютеновых хрустящих вафлях [13].

Однако ограниченный срок хранения вафельных изделий актуализирует проведение исследований по обоснованию сроков годности и изменению показателей качества в условиях хранения при низких температурах.

Цель работы — экспериментальное установление и научное обоснование срока годности безглютеновых бельгийских вафель при температуре хранения минус 18 ± 1 °C.

Задачи:

- 1) исследовать образцы вафель на содержание глютена;
- 2) изучить динамику изменения органолептических, текстурных и физико-химических показателей в процессе хранения;
- 3) определить микробиологическую безопасность образцов и установить срок годности.

Методы и принципы исследования

Объектом исследования являлись образцы бельгийских вафель, приготовленные из следующего вида сырья, представленного в таблице 1.

Таблица 1 - Перечень сырья

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.71.11.1>

Наименование	Производитель	Нормативный документ
Мука рисовая	«Селяночка», ООО «ХЛЕБЗЕРНОПРОДУКТ», Россия, Ростовская обл., г. Таганрог	ТР ТС 021/2011, СТО
Мука кукурузная	«Селяночка», ООО «ХЛЕБЗЕРНОПРОДУКТ», Россия, Ростовская обл., г. Таганрог	ТР ТС 021/2011, СТО
Мука амарантовая	«Eleo», ООО «Специалист»,	ТР ТС 021/2011

Наименование	Производитель	Нормативный документ
	Россия, Алтайский край, г. Бийск	
Пекарский порошок	«ЭТОНОВО». ООО «ТД» МАНХЭТТЕН», Россия, Московская обл., г. Сергиев Посад	ТР ТС 029/2011
Сахар-песок	«Smart», ИП Баев Владимир Владимирович, Россия, Калининградская обл., г. Калининград	ТР ТС 021/2011, ГОСТ 33222-2015
Соль поваренная	ОАО «Мозырьсоль», Беларусь, Гомельская обл., г. Мозырь	ТР ТС 021/2011, ГОСТ Р 51574-2018
Сухое обезжиренное молоко	«Добрый удой». ГК «Дитол», Россия, Ленинградская обл., дер. Заневка	ТР ТС 033/2011, ТУ
Меланж яичный пастеризованный	«METRO CHEF», Россия	ТР ТС 021/2011, ГОСТ 30363-2013
Масло сливочное (м.д.ж. 82,5%)	ООО «Залесский Фермер», Россия, Калининградская обл.	ТР ТС 033/2011, ГОСТ 32261-2013
Жмых морковный	(Морковь свежая мытая) ООО «Агрофабрика Натурово», Россия, Калининградская обл., г. Калининград	ТР ТС 021/2011

Все используемое сырьё и полуфабрикаты для проведения эксперимента по показателям качества и безопасности соответствовали требованиям нормативной документации.

Морковный жмых получали из свежей мытой моркови (свежая столовая морковь — *Daucus carota* L.) путем отжима на центробежной соковыжималке (Robot Coupe J80) производительностью 120 л/час.

По рецептуре (табл. 2) были изготовлены опытные образцы вафель. При их изготовлении была выбрана безглютеновая мучную смесь, состоящая из рисовой, кукурузной и амарантовой муки в соотношении 40:40:20. Указанное соотношение было установлено на основании научных исследований, представленных в работах [14], [15].

Часть мучной смеси (15% от общей массы муки) заменяли морковным жмыхом — вторичным продуктом переработки моркови при производстве соков. Морковный жмых, использованный в рецептуре, является источником каротиноидов и пищевых волокон. В промышленных условиях продукт зачастую утилизируется, поэтому его применение в технологии мучных кондитерских изделий способствует решению задачи рационального использования сырья. Дозировка 15% обеспечила оптимальный баланс между степенью обогащения и сохранением технологических свойств теста, а также позволила получить готовые вафли с высокими органолептическими характеристиками, лучшими текстурными и реологическими показателями по сравнению с другими вариантами.

Таблица 2 - Рецептура безглютеновых вафель

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.71.11.2>

Сырье и полуфабрикаты	Расход сырья на 1000 кг вафель, кг
Мука рисовая	155,7
Мука кукурузная	155,7
Мука амарантовая	77,9
Пекарский порошок	11,7
Сахар-песок	67,1
Соль поваренная	5,1
Сухое обезжиренное молоко	57,7
Вода питьевая	445,5
Меланж яичный пастеризованный	251,6
Масло сливочное (м.д.ж. 82,5%)	81,2
Жмых морковный (м.д.в. 85,0±2,0%)	68,6
Выход теста, кг	1377,8
Выход вафель, кг	1000,0

Для проведения исследования была изготовлена опытная партия безглютеновых бельгийских вафель. Замораживание образцов проводили в камере шоковой заморозки при температуре минус $38\pm 1^\circ\text{C}$ в течение 50 минут до достижения температуры минус $12\pm 1^\circ\text{C}$ в толще продукта. Замороженные образцы вафель упаковывали в пакеты из полипропилена (60 мкм) и вакуумировали (каждый в индивидуальной упаковке) и закладывали на хранение при температуре минус $18\pm 1^\circ\text{C}$. Перед проведением измерений образцы размораживали воздушным способом при температуре 2–6 °C и отепляли до температуры $20\pm 1^\circ\text{C}$.

Контрольные точки отбора проб для анализа устанавливали в соответствии с рекомендациями МУК 4.2.1847-04 и с учётом коэффициента резерва 1,2: фон (0 суток), 30, 60, 90, 108 суток хранения.

Экспериментальные исследования выполнены в лабораториях кафедр технологии продуктов питания и водных биоресурсов и аквакультуры Калининградского государственного технического университета (ФГБОУ ВО «КГТУ») и лаборатории нормирования и стандартизации Атлантического филиала ФГБНУ «ВНИРО»

Определение глютена проводили с использованием иммунохроматографического теста «ХЕМАТест ГЛЮТЕН» (ООО «ХЕМА», Россия). Тест основан на принципе иммунохроматографии и применяется для качественного обнаружения глютена (глиадына) в пищевых продуктах, смывах с посуды и технологического оборудования (рис.1).

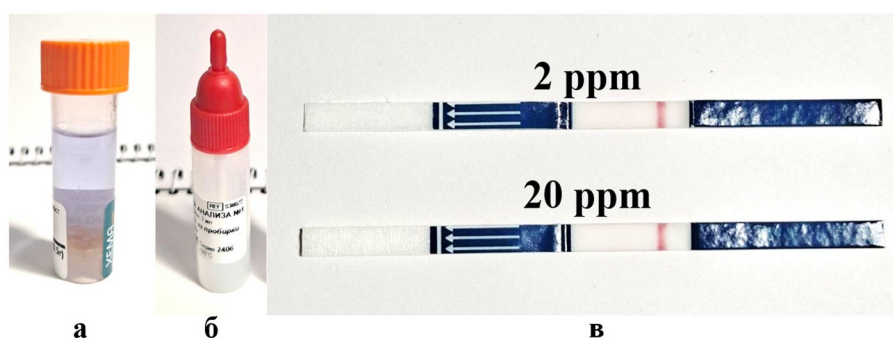


Рисунок 1 - Тест на глютен:

а – пробирка для экстракции; б – пробирка для анализа; в – тестовые полоски

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.71.11.3>

Физико-химический анализ включал определение массовой доли влаги в исходном сырье (морковном жмыхе) и готовых вафельных изделиях. Измерения проводили стандартными методами высушивания по ГОСТ 28561-90 (для жмыха) и ГОСТ 5900-2014 (для готовой продукции). Кислотность продукта устанавливали в соответствии с ГОСТ 5898-2022 титриметрическим методом.

Массовую долю белка определяли по ГОСТ 34551-2019 методом Кьельдаля, золы – по ГОСТ 5901-2014 методом озоления, жира — по ГОСТ 31902-2012 экстракционно-весовым методом. Содержание пищевых волокон исследовали согласно ГОСТ Р 54014-2010 ферментативно-гравиметрическим методом. Определение каротиноидов проводили по ГОСТ Р 54058-2010 спектрофотометрическим методом.

Оценка готового продукта по органолептическим показателям проводилась на основе разработанной пятибалльной шкалы дегустационной комиссией, состоящей из 5 человек.

Структурно-механические (текстурные) характеристики образцов исследовали инструментальным методом на текстурометре «Brookfield СТЗ». Параметры текстуры фиксировали при помощи акрилового цилиндрического индентора диаметром 38 мм. Условия измерения: скорость перемещения шпинделя 2 мм/с, глубина погружения в образец 5 мм.

Микробиологическую безопасность и стабильность оценивали по стандартным методикам, регламентированным для пищевых продуктов. Определяли следующие показатели: общее количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (ГОСТ 10444.15-94); наличие бактерий группы кишечных палочек (ГОСТ 31747-2012); присутствие *Staphylococcus aureus* (ГОСТ 31746-2012); количество сульфитредуцирующих клостридий (ГОСТ 29185-2014); наличие дрожжей и плесневых грибов (ГОСТ 10444.12-2013); отсутствие патогенных микроорганизмов, включая бактерии рода *Salmonella* (ГОСТ 31659-2012).

В соответствии с рекомендациями по обоснованию сроков годности МУК 4.2.1847-04 проводили испытания образцов в течение 108 суток с учетом коэффициента резерва 1,2.

Все измерения проводили в трёхкратной повторности. Статистическую обработку и анализ полученных данных проводили с использованием профессионального программного обеспечения: Rheocalc, TexturePro СТ и пакета приложений Microsoft Office 2024.

Основные результаты

При проведении иммунохроматографического теста глиадин связывается специфическими антителами, нанесенными на тест-полоску и на поверхность окрашенных микрочастиц. В результате их взаимодействия образуется комплекс, видимый в форме цветной линии.

Метод использует пару моноклональных антител, что обеспечивает высокую чувствительность и специфичность, в том числе после продолжительной тепловой обработки пищевых продуктов.

Небольшой фрагмент исследуемого образца (около 1 г) отделяли по диаметру пробирки для экстракции (рис. 1а) с использованием чистых одноразовых инструментов. Измельченный продукт помещали в пробирку для экстракции, добавляли буферный раствор до метки «5 мл», закрывали крышкой и встряхивали 30–40 секунд. После осаждения частиц с помощью пипетки отбирали 4 капли экстракта (для порога чувствительности 2 ppm) или 8 капель (для порога 20 ppm) и переносили в пробирку для анализа (рис. 1б). Содержимое встряхивали 5–10 секунд, затем погружали тест-полоску до риски в полученный раствор на 5–10 секунд и оставляли её на чистой поверхности на 15 минут.

По истечении указанного времени на тест-полосках сформировалась только одна (контрольная) цветная линия (рис. 1в), что соответствует отрицательному результату. Следовательно, содержание глютена в исследуемом образце ниже порогов обнаружения (2 ppm и 20 ppm).

Результаты органолептической оценки бельгийских вафель в процессе хранения отражены на профилограмме (рис. 2).

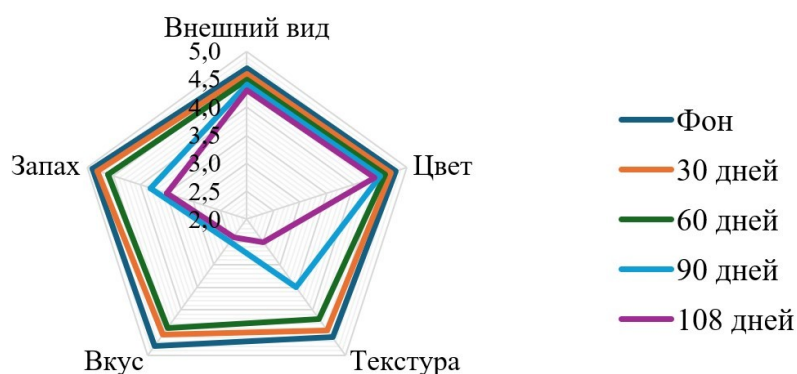


Рисунок 2 - Органолептическая оценка бельгийских вафель в процессе хранения

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.71.11.4>

Внешний вид и цвет изделий практически не изменялись на протяжении всего срока хранения (снижение с 4,7 до 4,3 балла и с 4,8 до 4,4 балла соответственно). Запах на протяжении хранения постепенно терял интенсивность без появления посторонних оттенков (с 4,9 балла в фоновой точке до 3,5 балла на 108 сутки). Основные изменения затронули текстуру и вкус. На 60 сутки отмечен более выраженный вкус (4,4 балла) кукурузы, вафли стали ощутимо суше, а мякиш – более рыхлым (4,2 балла). К 90 суткам хранения вкус вафель изменился — стал пресным и невыразительным — что делает продукт неприемлемым для потребителя.

Согласно требованиям МУК 4.2.1847-04, снижение среднего значения органолептических показателей в течение проектируемого срока годности не должно превышать 0,5 балла. Изменение среднего балла показало снижение на 0,3 балла (с 4,8 в фоновой точке до 4,5 на 60 сутки), что остаётся в рамках нормы. К 90 суткам установлено снижение среднего балла на 1,1 балла (с 4,8 до 3,7 балла), что не соответствует требованиям нормативного документа.

Параметры текстуры готовых изделий в процессе хранения представлены в таблице 3.

Таблица 3 - Параметры текстуры бельгийских вафель в процессе хранения

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.71.11.5>

Параметр текстуры	Фон	30 дней	60 дней	90 дней	108 дней
Твердость, Н	14,61±0,52	22,30±1,08	31,50±2,47	41,27±3,33	44,80±2,73
Адгезивность, мДж	0,20±0,01	0,60±0,02	0,40±0,03	0,20±0,01	0,15±0,01
Индекс упругости	0,31±0,02	0,34±0,01	0,39±0,01	0,45±0,03	0,48±0,03

Параметр текстуры	Фон	30 дней	60 дней	90 дней	108 дней
Прожевываемость, Н	10,42±0,41	14,41±0,56	22,47±1,35	30,87±2,48	34,30±2,08

Анализ текстурных характеристик показал, что в процессе хранения наиболее существенные изменения претерпели твердость и прожевываемость. Твердость образцов увеличилась с 14,61 Н (фон) до 44,80 Н (108 суток), что в 3,1 раза выше начального значения. Прожевываемость выросла с 10,42 Н до 34,30 Н, что в 3,3 раза превышает значение в фоновой точке. Данные изменения коррелируют с изменением органолептической оценки по показателю «текстура», который снизился с 4,6 балла в фоновой точке до 2,5 балла на 108 сутки, что сопровождалось появлением суховатой консистенции готовых изделий.

Полученные данные о росте твердости вафель в процессе низкотемпературного хранения согласуются с результатами работ авторов, которые отметили увеличение твердости корки и мякиша безглютенового хлеба после 28 суток хранения при температуре минус 18°C [16].

Оценка физико-химических показателей (табл. 4) выявила стабильность показателя массовой доли влаги и кислотности в процессе хранения.

Таблица 4 - Физико-химические показатели готовых изделий

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.71.11.6>

Показатель	Фон	30 дней	60 дней	90 дней	108 дней
Массовая доля влаги, %	32,9±0,4	32,7±0,4	32,3±0,4	32,1±0,4	32,0±0,4
Кислотность, °Т	1,6±0,1	1,5±0,1	1,6±0,1	1,7±0,1	1,7±0,1

Для оценки безопасности образцов были проведены микробиологические исследования свежеприготовленной вафли и в замороженных вафель в процессе хранения (табл. 5).

Таблица 5 - Результаты микробиологических испытаний проб замороженных безглютеновых бельгийских вафель при установлении срока годности

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.71.11.7>

Контрольные точки проведения испытаний (сутки)	Микробиологические показатели					
	Допустимый уровень (КОЕ/г)		Масса продукта (г), в которой не допускается			
	КМАФАнМ (5,0·10 ³)	Плесени (100), дрожжи (50)	БГКП (0,1)	<i>S. aureus</i> (0,1)	Сульфитредуцирующие клостридии (0,1)	<i>Salmonella</i> (25)
0 (фон)	1,7·10 ³	П: менее 5 Д: менее 15	Не обн.	Не обн.	Не обн.	Не обн.
30	Менее 1,0·10 ¹	П: менее 5 Д: менее 15	«-»	«-»	«-»	«-»
60	3,2·10 ²	П: менее 5 Д: менее 15	«-»	«-»	«-»	«-»
90	5,9·10 ³	П: менее 5 Д: менее 15	Не обн.	Не обн.	Не обн.	Не обн.
108	7,4·10 ⁴	П: менее 5 Д: менее 15	Не обн.	Не обн.	Не обн.	Не обн.

Во всех контрольных точках патогенные, санитарно-показательные, условно-патогенные микроорганизмы не были обнаружены. Бактерии группы кишечных палочек, золотистый стафилококк, сульфитредуцирующие клостридии и сальмонелла отсутствовали во всех пробах.

Плесени и дрожжи на протяжении всего срока хранения не превышали 5 КОЕ/г и 15 КОЕ/г соответственно.

На начальном этапе был проведен анализ микробного фона образцов бельгийских вафель (свежеприготовленный продукт) перед закладкой их на хранение. Показатель КМАФАнМ составил $1,7 \cdot 10^3$ КОЕ/г и не превышал нормативных значений. Микробный фон был представлен исключительно грамположительными кокками (100%). Исследуемые образцы были подвергнуты замораживанию и упаковке под вакуум с последующим холодильным хранением при температуре минус $18 \pm 1^\circ\text{C}$.

На 30-е сутки хранения образцов под воздействием анаэробной среды (вакуумной упаковки) произошло снижение обсемененности: КМАФАнМ уменьшился до менее $1,0 \cdot 10^1$ КОЕ/г. В микробном фоне преобладали грамположительные кокки (70%), появились грамположительные палочки без спор (30%).

На 60-е сутки хранения отмечено возрастание КМАФАнМ на порядок (до $3,2 \cdot 10^2$ КОЕ/г). Доля палочек в микробном фоне составила 90%, тогда как доля кокков сократилась до 10%, что, вероятно, связано с различной выживаемостью разных групп микроорганизмов при замораживании и последующем размораживании.

На 90-е сутки хранения показатель КМАФАнМ ($5,9 \cdot 10^3$ КОЕ/г) превысил нормативное значение ($5,0 \cdot 10^3$ КОЕ/г) согласно ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции». В микробном фоне кокки отсутствовали, доля палочек без спор снизилась до 5%, появились спорообразующие грамположительные палочки, которые стали преобладать (95%). Превышение количества микроорганизмов связано с активизацией палочковидной микрофлоры, обсеменение которой увеличивается за счет внесения растительных компонентов (морковного жмыха). Палочковидные бактерии лидируют в микробной порче пищевых продуктов.

К концу срока хранения на 108-е сутки состав микробного фона был представлен исключительно грамположительными палочками со спорами (100%).

На основании полученных данных заключили, что установление срока годности 60 суток является обоснованным, поскольку после этого срока наблюдается превышение нормативного значения КМАФАнМ. Исследования проводились после 60 суток с двумя точками контроля на 90-е и 108-е сутки хранения, что позволяет уверенно подтвердить, что именно 60 суток является конечным сроком, в течение которого продукт соответствует требованиям безопасности.

Химический состав исследуемого образца на конец срока годности представлен в таблице 6.

Таблица 6 - Пищевая и энергетическая ценность опытного образца вафель

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.71.11.8>

Показатель	Безглютеновая бельгийская вафля
Энергетическая ценность, ккал	314 $\pm$ 17,2
Белки, г	9,7 $\pm$ 0,5
Жиры, г	10,3 $\pm$ 0,8
Углеводы, г	44,3 $\pm$ 1,9
Пищевые волокна, г	2,6 $\pm$ 0,2
Каротиноиды, мг/100г	0,600 $\pm$ 0,005

Примечание: на 100 г продукта

Содержание каротиноидов и пищевых волокон в опытных образцах обеспечивается за счет внесения морковного жмыха, а также кукурузной и амарантовой муки.

Заключение

Научно обосновано и экспериментально подтверждено получение безглютеновых бельгийских вафель, обогащенных пищевыми волокнами и каротиноидами, за счет использования мучной смеси (рисовая, кукурузная, амарантовая мука в соотношении 40:40:20) и морковного жмыха. Разработанная рецептура позволяет получить продукт с высокими органолептическими характеристиками в условиях низкотемпературного хранения в вакууме, обеспечить повышенную пищевую ценность в результате увеличения содержания пищевых волокон (2,6 г/100 г) и каротиноидов (0,6 мг/100 г).

Изучена динамика изменения органолептических, физико-химических, микробиологических показателей в процессе низкотемпературного хранения (минус $18 \pm 1^\circ\text{C}$) бельгийских вафель, е содержащих глютен в вакуумной упаковке в течение 108 суток.

Внешний вид и цвет образцов оставались стабильными в процессе низкотемпературного хранения. Запах постепенно ослабевал. На 60 сутки усилился вкус кукурузы, появилась выраженная сухость и рыхлость. Отмечено снижение органолептических характеристик на более чем 0,5 балла от фоновой точки на 90-е сутки хранения.

Показатели твёрдость и прожевываемость увеличились в 3 раза (с 14,61 Н до 44,80 Н и с 10,42 Н до 34,30 Н). Благодаря герметичной упаковке снижение показателя массовой доли влаги в образцах практически не отмечено. Показатель кислотности на протяжении всего срока хранения оставался стабильным.

Установлено превышение нормативного значения показателя КМАФАнМ ($5 \cdot 10^3$ КОЕ/г) на 90-е сутки хранения ($5,9 \cdot 10^3$ КОЕ/г).

С учётом комплексной оценки срок хранения обогащенных бельгийских вафель при температуре минус $18 \pm 1^\circ\text{C}$ составил 60 суток.



Результаты исследований могут служить основой для внедрения разработанной рецептуры на предприятия, специализирующихся на выпуске безглютеновых мучных кондитерских изделий. Направления дальнейших исследований заключаются в изучении возможности продления срока годности за счет оптимизации рецептуры и технологических параметров.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Бурак Л.Ч., ООО «БЕЛПРОСАКВА», Минск Беларусь
DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.71.11.9>

Conflict of Interest

None declared.

Review

Burak L.C., Belrosakva LLC, Minsk Belarus
DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2026.71.11.9>

Список литературы / References

1. Патент № 2828880 С1 Российская Федерация, МПК A21D 13/45, A21D 13/066, A21D 13/047. Способ производства безглютеновых вафель : № 2024107335 : заявл. 21.03.2024 : опубл. 21.10.2024 / И.Ю. Резниченко; заявитель Кузбасский государственный аграрный университет имени В.Н. Полецкого. — 6 с.
2. Патент № 2520147 С1 Российская Федерация, МПК A21D 13/08. Безглютеновые вафли и способ их получения : № 2013118456/13 : заявл. 22.04.2013 : опубл. 20.06.2014 / В.И. Грачев, И.Ю. Резниченко, Ю.А. Алешина; заявитель Научно-производственная компания «АВЕРС». — 8 с.
3. Патент № 2591464 С1 Российская Федерация, МПК A21D 13/08. Способ производства вафельных листов : № 2015116104/13 : заявл. 28.04.2015 : опубл. 20.07.2016 / В. А. Васькина, А. А. Борисова, М. С. Букреев [и др.]. — 9 с.
4. Тарасенко Н.А. Использование продуктов переработки риса в технологии мягких вафель / Н.А. Тарасенко, И.А. Чумак, А.В. Доброштан // Обеспечение технологического суверенитета АПК: подходы, проблемы, решения : сборник статей Международной научно-методической конференции, посвященной 300-летию Российской академии наук, Екатеринбург, 16–17 февраля 2023 года. — Екатеринбург: Уральский государственный аграрный университет, 2023. — С. 157–158.
5. Зимичев А.В. Исследование влияния сорговой муки на качество вафель / А.В. Зимичев, О.Е. Темникова, Д.М. Ушакова // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. — 2023. — № 1(391). — С. 48–50. — DOI: 10.26297/0579-3009.2023.1.6.
6. Нелюбина Е.Г. Овощные безглютеновые вафли как биопродукт / Е.Г. Нелюбина, А.И. Пятаева // Парадигма. — 2024. — № 1. — С. 15–18.
7. Ретивых И.М. Разработка технологии венских вафель из композитной смеси гречневой и овсяной муки / И.М. Ретивых, К.Е. Белоглазова, Г.Е. Рысмухамбетова // Пищевые здоровьесберегающие технологии : Сборник тезисов II Международного Симпозиума, посвященного 50-летию КемГУ, Кемерово, 02–03 ноября 2023 года. — Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2023. — С. 271–274.
8. Долгих А.В. Технология производства мягких вафель на основе муки из нетрадиционного сырья с тыквенной начинкой / А.В. Долгих, Е.В. Рыжов // Безопасность и качество сельскохозяйственного сырья и продовольствия-2024 : Материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции, Москва, 30 октября 2024 года. — Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2024. — С. 721–725.
9. Корнева О.А. Технология безглютеновых вафельных изделий на основе нетрадиционных видов растительного сырья / О.А. Корнева, Е.Г. Дунец, Т.Д. Полозюк [и др.] // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. — 2019. — № 5-6 (371-372). — С. 44–47. — DOI: 10.26297/0579-3009.2019.5-6.11.
10. Наурзбаева Г.К. Применение растительного жмыха в технологии производстве сливочного масла / Г.К. Наурзбаева, Ф.Х. Смольникова, М.Б. Ребезов [и др.] // Вестник Университета Шакарима. Серия технические науки. — 2020. — № 4 (92). — С. 167–171.
11. Tongkaew P. Acute Effect of Riceberry Waffle Intake on Postprandial Glycemic Response in Healthy Subjects / P. Tongkaew, D. Purong, S. Ngoh [et al.] // Foods. — 2021. — Vol. 10 (12). — P. 2937. — DOI: 10.3390/foods10122937.
12. Phongnarisorn B. Gluten-free pancakes and waffles prepared from Riceberry flour instant mix with xanthan gum addition: physical, sensory and chemical properties / B. Phongnarisorn, N. Pichaiyut, P. Tongkaew // Agriculture and Natural Resources. — 2023. — Vol. 57 (1). — P. 1–10. — DOI: 10.34044/j.anres.2023.57.1.01.
13. Aussanasuwannakul A. Enhancing Gluten-Free Crispy Waffles with Soybean Residue (Okara) Flour: Rheological, Nutritional, and Sensory Impacts / A. Aussanasuwannakul, K. Puntaburt, T. Pantoa // Foods. — 2024. — Vol. 13 (18). — P. 2951. — DOI: 10.3390/foods13182951.
14. Гришина В.Е. Обоснование применения композиций безглютеновых видов муки и отходов сокового производства в технологии бельгийских вафель / В.Е. Гришина, О.В. Анистратова, М.Н. Альшевская // Вестник Международной академии холода. — 2025. — № 3. — С. 66–75. — DOI: 10.17586/1606-4313-2025-24-3-66-75.
15. Гришина В.Е. Изучение реологических характеристик теста для производства бельгийских вафель / В.Е. Гришина, О.В. Анистратова, М.Н. Альшевская // Балтийский морской форум: Материалы XIII Международного Балтийского морского форума: в 6 томах. XII Национальная научная конференция, Калининград, 29 сентября – 03 октября 2025 года. — Калининград: Калининградский государственный технический университет, 2025. — С. 53–61.



16. Aguilar N. Influence of Final Baking Technologies in Partially Baked Frozen Gluten-Free Bread Quality / N. Aguilar, E. Albanell, B. Miñarro [et al.] // *Journal of Food Science*. — 2015. — Vol. 80. — P. E619–E626. — DOI: 10.1111/1750-3841.12784.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Pat. 2828880 C1 Russian Federation, IPC A21D 13/45, A21D 13/066, A21D 13/047. Spособ proizvodstva bezgljutenovyh vafel [Method for producing gluten-free waffles] : No. 2024107335 : appl. 21.03.2024 : publ. 21.10.2024 / I.Yu. Reznichenko; applicant Kuzbass State Agrarian University named after V.N. Poletskov. — 6 p. [in Russian]
2. Pat. 2520147 C1 Russian Federation, IPC A21D 13/08. Bezgljutenovye vafli i sposob ih poluchenija [Gluten-free waffles and method for their production] : No. 2013118456/13 : appl. 22.04.2013 : publ. 20.06.2014 / V.I. Grachev, I.Yu. Reznichenko, Yu.A. Aleshina; applicant Scientific-production company "AVERS". — 8 p. [in Russian]
3. Pat. 2591464 C1 Russian Federation, IPC A21D 13/08. Spособ proizvodstva vafelnyh listov [Method for producing waffle sheets] : No. 2015116104/13 : appl. 28.04.2015 : publ. 20.07.2016 / V.A. Vaskina, A.A. Borisova, M.S. Bukreev [et al.]. — 9 p. [in Russian]
4. Tarasenko N.A. Ispolzovanie produktov pererabotki risa v tehnologii myagkih vafel [Use of rice processing products in the technology of soft waffles] / N.A. Tarasenko, I.A. Chumak, A.V. Dobroshtan // Obespechenie tehnologicheskogo suvereniteta APK: podhody, problemy, reshenija [Ensuring technological sovereignty of the agro-industrial complex: approaches, problems, solutions] : Proceedings of the International Scientific and Methodological Conference marking the 300th anniversary of the Russian Academy of Sciences, Yekaterinburg, 16–17 February 2023. — Yekaterinburg: Ural State Agrarian University, 2023. — P. 157–158. [in Russian]
5. Zimichev A.V. Issledovanie vlijanija sornovoj muki na kachestvo vafel [Study of the influence of sorghum flour on waffle quality] / A.V. Zimichev, O.E. Temnikova, D.M. Ushakova // Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Pishhevaja tehnologija [Proceedings of Universities. Food Technology]. — 2023. — № 1(391). — P. 48–50. — DOI: 10.26297/0579-3009.2023.1.6. [in Russian]
6. Nelyubina E.G. Ovoshhnye bezgljutenovye vafli kak bioproduct [Vegetable gluten-free waffles as a bioproduct] / E.G. Nelyubina, A.I. Pyataeva // Paradigma [Paradigm]. — 2024. — № 1. — P. 15–18. [in Russian]
7. Retivikh I.M. Razrabotka tehnologii venskih vafel iz kompozitnoj smesi grechnevoj i ovsjanoy muki [Development of technology for Vienna waffles from a composite mixture of buckwheat and oat flour] / I.M. Retivikh, K.E. Beloglazova, G.E. Rysmukhambetova // Pishhevye zdorovjesberegajushhie tehnologii [Food health-saving technologies] : Proceedings of the 2nd International Symposium marking the 50th anniversary of Kemerovo State University, Kemerovo, 2–3 November 2023. — Kemerovo: Kemerovo State University, 2023. — P. 271–274. [in Russian]
8. Dolgikh A.V. Tehnologija proizvodstva myagkih vafel na osnove muki iz netradicionnogo syrja s tykvennoj nachinkoj [Technology for producing soft waffles based on flour from non-traditional raw materials with pumpkin filling] / A.V. Dolgikh, E.V. Ryzhov // Bezopasnost i kachestvo selskhozajstvennogo syrja i prodovolstvija-2024 [Safety and quality of agricultural raw materials and food-2024] : Proceedings of the All-Russian Student Scientific and Practical Conference, Moscow, 30 October 2024. — Moscow: Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, 2024. — P. 721–725. [in Russian]
9. Korneva O.A. Tehnologija bezgljutenovyh vafelnyh izdelij na osnove netradicionnyh vidov rastitelnogo syrja [Technology of gluten-free waffle products based on non-traditional types of vegetable raw materials] / O.A. Korneva, E.G. Dunets, T.D. Polozyuk [et al.] // Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Pishhevaja tehnologija [Proceedings of Universities. Food Technology]. — 2019. — № 5-6 (371-372). — P. 44–47. — DOI: 10.26297/0579-3009.2019.5-6.11. [in Russian]
10. Naurzbaeva G.K. Primenenie rastitelnogo zhmyha v tehnologii proizvodstve slivochnogo masla [Application of vegetable cake in the technology of butter production] / G.K. Naurzbaeva, F.Kh. Smolnikova, M.B. Rebezov [et al.] // Vestnik Universiteta Shakarima. Serija tehnicheckie nauki [Bulletin of Shakaran University. Technical Sciences Series]. — 2020. — № 4 (92). — P. 167–171. [in Russian]
11. Tongkaew P. Acute Effect of Riceberry Waffle Intake on Postprandial Glycemic Response in Healthy Subjects / P. Tongkaew, D. Purong, S. Ngoh [et al.] // *Foods*. — 2021. — Vol. 10 (12). — P. 2937. — DOI: 10.3390/foods10122937.
12. Phongnarisorn B. Gluten-free pancakes and waffles prepared from Riceberry flour instant mix with xanthan gum addition: physical, sensory and chemical properties / B. Phongnarisorn, N. Pichaiyut, P. Tongkaew // *Agriculture and Natural Resources*. — 2023. — Vol. 57 (1). — P. 1–10. — DOI: 10.34044/j.anres.2023.57.1.01.
13. Aussanasuwannakul A. Enhancing Gluten-Free Crispy Waffles with Soybean Residue (Okara) Flour: Rheological, Nutritional, and Sensory Impacts / A. Aussanasuwannakul, K. Puntaburt, T. Pantoa // *Foods*. — 2024. — Vol. 13 (18). — P. 2951. — DOI: 10.3390/foods13182951.
14. Grishina V.E. Obosnovanie primenenija kompozicij bezgljutenovyh vidov muki i othodov sokovogo proizvodstva v tehnologii belgijskih vafel [Justification of the use of compositions of gluten-free types of flour and juice production waste in the technology of Belgian waffles] / V.E. Grishina, O.V. Anistratova, M.N. Alshevskaya // Vestnik Mezhdunarodnoj akademii holoda [Bulletin of the International Academy of Refrigeration]. — 2025. — № 3. — P. 66–75. — DOI: 10.17586/1606-4313-2025-24-3-66-75. [in Russian]
15. Grishina V.E. Izuchenie reologicheskikh harakteristik testa dlja proizvodstva belgijskih vafel [Study of rheological characteristics of dough for the production of Belgian waffles] / V.E. Grishina, O.V. Anistratova, M.N. Alshevskaya // Baltic Maritime Forum: Proceedings of the 13th International Baltic Maritime Forum: in 6 volumes. 12th National Scientific Conference, Kaliningrad, 29 September – 3 October 2025. — Kaliningrad: Kaliningrad State Technical University, 2025. — P. 53–61. [in Russian]



16. Aguilar N. Influence of Final Baking Technologies in Partially Baked Frozen Gluten-Free Bread Quality / N. Aguilar, E. Albanell, B. Miñarro [et al.] // *Journal of Food Science*. — 2015. — Vol. 80. — P. E619–E626. — DOI: 10.1111/1750-3841.12784.