

Оценка качества кексов, выработанных из многокомпонентной сухой смеси

Мурашкина О.А., Солоденко В.А.

Аннотация. В статье представлены результаты разработки и оценки качества безглютеновых мучных кондитерских изделий. Актуальность обусловлена ростом спроса на функциональные продукты и необходимостью устранения недостатков традиционной безглютеновой выпечки – крошливости, сухости и низкой пищевой ценности. Объект исследования – многокомпонентная сухая смесь для кексов, в которой пшеничная мука полностью заменена композицией из 60% муки зеленой гречки и 40% муки тапиоки. Гречка обеспечивает биологическую ценность, тапиока имитирует клейковинный каркас. Методология включала органолептический, физико-химический и структурно-механический анализ в сравнении с рецептурой кекса «Столичный». Установлено, что тапиоковая мука нивелирует дефекты безглютенового теста, обеспечивая мякишу эластичность, пористость и влагосвязывающую способность. Отмечены гармоничный вкус с ореховыми нотами и отсутствие посторонних привкусов. Анализ показал рост содержания белка, пищевых волокон, микроэлементов и витаминов группы В при снижении калорийности и гликемического индекса. Сделан вывод о технологической эффективности и коммерческой перспективности смеси для диетических десертов.

Ключевые слова: питание, дефицит, витамины, многокомпонентная смесь, тапиока, структурообразователь, безглютеновый продукт.

Для цитирования: Мурашкина О.А., Солоденко В.А. Оценка качества кексов, выработанных из многокомпонентной сухой смеси // Инновационная техника и технология. 2026. Т. 13. № 3. С. 78–83.

Quality assessment of cupcakes produced from a multi component dry mix

Murashkina O.A., Solodenko V.A.

Abstract. The article presents the results of the development and quality assessment of gluten-free flour-based confectionery products. The study is driven by the growing demand for functional foods and the need to overcome the drawbacks of traditional gluten-free baked goods, such as crumbliness, dryness, and low nutritional value. The subject of the research is a multicomponent dry mix for cupcakes, in which wheat flour is entirely replaced by a blend of 60% green buckwheat flour and 40% tapioca flour; the buckwheat provides nutritional value, while the tapioca mimics the gluten network. The methodology involved organoleptic, physicochemical, and structural-mechanical analyses, with the «Stolichny» cupcake recipe serving as a control. It was found that tapioca flour mitigates the defects of gluten-free batter, imparting elasticity, porosity, and moisture-binding capacity to the crumb. The product exhibited a harmonious flavor with nutty notes and an absence of off-flavors. Analysis revealed increased levels of protein, dietary fiber, trace elements, and B vitamins, alongside reduced caloric content and a lower glycemic index. The study concludes that the mix is technologically effective and commercially promising for dietary desserts.

Keywords: nutrition, deficiency, vitamins, multi component mixture, tapioca, structure forming agent, gluten free product.

For citation: Murashkina O.A., Solodenko V.A. Quality assessment of cupcakes produced from a multi component dry mix. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2026. Vol. 13. No. 3. pp. 78–83. (In Russ.).

Введение

Современные тенденции развития пищевой индустрии и изменение потребительских предпочтений диктуют необходимость пересмотра традиционных подходов к формированию ассортимента мучных кондитерских изделий. Наблюдается устойчивый рост спроса на функциональные продукты питания, а также на изделия, не содержащие в своем составе глютен. При этом традиционные безглютеновые аналоги зачастую уступают классическим изделиям по органолептическим свойствам, пищевой ценности и срокам сохранности [1].

В связи с этим актуальным направлением научных исследований становится разработка инновационных рецептур и технологий, позволяющих нивелировать недостатки безглютенового хлебопечения. Перспективным решением данной проблемы является использование многокомпонентных сухих смесей, которые не только упрощают технологический процесс на стороне конечного потребителя или предприятия общественного питания, но и позволяют точно дозировать сложные композиции из альтернативных видов сырья. Особый интерес в контексте повышения биологической ценности и улучшения реологических свойств теста представляет сочетание муки из зеленой гречки и муки тапиоки [2].

Зеленая гречка представляет собой непропаренное и нешелушеное зерно, которое подвергается щадящей обработке, позволяющей сохранить алейроновый слой и зародыш. Именно это обуславливает высокую концентрацию в ней полноценных белков, содержащих незаменимые аминокислоты, такие как лизин, метионин и треонин. Кроме того, мука из зеленой гречки богата рутином, кверцетином, витаминами группы В и минеральными веществами.

Таблица 1 – Сравнительный анализ органолептических показателей кексов

Наименование показателя	Кекс «Столичный» (базовая рецептура, пшеничная мука) [5]	Кекс на основе муки зеленой гречки и муки тапиоки [6]
Внешний вид и форма	Правильная, не деформированная, без трещин и подрывов боковой корочки.	Правильная, устойчивая, без трещин и оседания после выпечки.
Состояние поверхности	Гладкая, слегка блестящая, равномерно окрашенная.	Гладкая, матовая, равномерно пропеченная, без блестящей жировой пленки.
Цвет поверхности	Золотисто-коричневый, насыщенный.	Золотисто-бежевый с легким, благородным зеленовато-кремовым оттенком.
Цвет мякиша	Светло-желтый или кремовый, однородный.	Светло-кремовый с едва уловимым зеленовато-оливковым оттенком, однородный.
Структура и пористость	Равномерная, мелкопористая, без пустот и уплотнений.	Равномерная, хорошо развитая, эластичная, без сухих или сырых участков.
Консистенция	Мягкая, эластичная, при разламывании слегка крошится.	Мягкая, высокоэластичная, влажная, тягучая, не крошится.
Вкус	Сладкий, выраженный сливочно-масляный, гармоничный.	Умеренно сладкий, гармоничный, с мягкими ореховыми и зерновыми нотами.
Запах	Свежей выпечки, сливочный, с нотами ванили и изюма.	Свежий, тонкий, с деликатным ароматом обжаренных орехов и цельного зерна.
Послевкусие	Сладкое, маслянистое, длительное.	Чистое, приятное ореховое, быстро исчезающее, без терпкости.

ствами, включая железо, магний и калий. В отличие от традиционной пропаренной гречки, зеленая обладает более мягким, слегка сладковатым вкусом и не имеет характерного резкого аромата, что делает ее идеальным ингредиентом для деликатных кондитерских изделий, таких как кексы. [3] Однако отсутствие в гречневой муке клейковинных белков формирует главную технологическую проблему, заключающуюся в неспособности удерживать углекислый газ, выделяющийся при разрыхлении теста, что приводит к получению плотного, низкого и крошливого мякиша.

Для решения проблемы формирования каркаса кондитерского изделия в отсутствие глютена в композицию вводится мука тапиоки, получаемая из крахмалистых корней маниоки. Тапиоковый крахмал отличается высоким содержанием амилопектина, что обуславливает его уникальные функциональные свойства. При гидратации и последующей термообработке тапиока образует вязкую, эластичную и прозрачную гелевую структуру, которая успешно имитирует клейковинный каркас. Эта структура эффективно удерживает влагу и газы, обеспечивая кексам необходимый объем, пористость и характерную для бисквитных изделий текстуру, приятную упругость и сочность. Синергетическое взаимодействие белково-минерального комплекса зеленой гречки и углеводной матрицы тапиоки позволяет создать сбалансированную по составу и структуре систему, лишенную типичных дефектов безглютеновой выпечки [4].

Объекты и методы исследования

Комплексная оценка качества готовых кексов, выработанных из разработанной сухой смеси, включала в себя сравнительный анализ пищевой,

Таблица 2 - Сравнительный анализ пищевой и энергетической ценности кексов на 100 г

Показатель	Единица измерения	Кекс «Столичный» (базовая рецептура) [9]	Кекс на основе муки зеленой гречки и муки тапиоки [10]	Динамика изменения (прирост/снижение)
Энергетическая ценность (калорийность)	ккал	395	342	- 53,0 ккал (-13,4%)
Белки	г	7,6	10,8	+ 3,2 г (+42,1%)
Жиры	г	15,2	13	- 2,2 г (-14,4%)
Углеводы (общие)	г	58,4	48,5	- 9,9 г (-16,9%)
в т.ч. моно- и дисахариды (сахара)	г	32,5	24	- 8,5 г (-26,1%)
Пищевые волокна (клетчатка)	г	1,8	7,6	+ 5,8 г (+322,2%)
Железо (Fe)	мг	1,4	5,5	+ 4,1 мг (+292,8%)
Магний (Mg)	мг	14	105	+ 91,0 мг (+650,0%)
Калий (K)	мг	115	420	+ 305,0 мг (+265,2%)
Фосфор (P)	мг	85	195	+ 110,0 мг (+129,4%)
Витамин B1 (Тиамин)	мг	0,1	0,38	+ 0,28 мг (+280,0%)
Витамин B6 (Пиридоксин)	мг	0,12	0,45	+ 0,33 мг (+275,0%)
Витамин PP (Ниацин)	мг	0,8	2,6	+ 1,80 мг (+225,0%)
Гликемический индекс (ГИ)	усл. ед.	65 - 75 (высокий)	40 - 45 (средний/низкий)	(-40,0%)
Наличие глютена	-	Содержится	Отсутствует	-

энергетической ценности и некоторых микроэлементов, органолептических, физико-химических и структурно-механических показателей.

Сравнительный анализ органолептических показателей кексов на основе смеси муки из зеленой гречки 60% и муки тапиоки 40%, в сравнении с базовой рецептурой кекса «Столичный» приведен в таблице 1.

Органолептическая оценка демонстрирует, что поверхность кексов имеет равномерно пропеченную, гладкую корочку золотисто-бежевого цвета с легким, благородным зеленоватым оттенком, обусловленным присутствием хлорофилла и флавоноидов зеленой гречки. Форма изделий правильная, без разрывов и подрывов боковой корочки, что свидетельствует о стабильности структуры теста в период выпечки и эффективной работе разрыхлителей в среде тапиокового крахмала.

Мякиш готовых кексов характеризуется равномерной, хорошо развитой пористостью без наличия уплотненных участков или непромесов. Структура мякиша эластичная, в меру влажная и сочная, что напрямую подтверждает высокую влагосвязывающую способность тапиоковой муки. При сжатии мякиш быстро и практически полностью восстанавливает свою первоначальную форму, что является нетипичным для многих безглютеновых аналогов, склонных к крошению. Вкус изделий гармоничный, в меру сладкий, с ярко выраженным, приятным ореховым послевкусием, которое органично сочетается с ванильными или сливочными нотами, традиционно используемыми в кексовых композициях. Посторонние привкусы, в том числе характерная для некоторых альтернативных видов муки горечь или бобовые оттенки, полностью от-

сутствуют благодаря использованию именно зеленой, а не пропаренной гречки, а также качественной очистке и подготовке тапиоки. Аромат изделий свежий, характерный для высококачественных мучных кондитерских изделий, с легкими тонами обжаренных орехов.

Физико-химические показатели качества подтверждают технологическую стабильность процесса. Влажность мякиша кексов находится в оптимальных пределах, обеспечивающих сочность продукта и его микробиологическую стабильность при краткосрочном хранении. Пористость изделий достигает высоких значений, сопоставимых с классическими пшеничными аналогами, что свидетельствует о полноценном протекании процессов газообразования и эффективном удержании углекислоты тапиоковой мукой. Набухаемость сухих веществ и водопоглотительная способность смеси сбалансированы таким образом, что тесто не требует дополнительного времени на отстаивание для набухания белков и крахмалов, что значительно сокращает общее время приготовления блюда.

Структурно-механические свойства и процессы старения мякиша являются критическими параметрами для кондитерских изделий. Традиционные кексы на основе пшеничной муки подвержены ретроградации крахмала, что приводит к черствению и потере потребительской привлекательности уже в первые сутки хранения. [7] В разработанной композиции мука тапиоки выступает в роли естественного ингибитора черствения. Высокое содержание амилопектина и способность тапиоки удерживать влагу в виде стабильного геля замедляют процесс рекристаллизации амилозы.

Методы текстурного анализа подтверждают,

что кексы на основе многокомпонентной смеси из муки зеленой гречкой и тапиоковой мукой сохраняют низкую жесткость и высокую когезивность мякиша на протяжении значительно более длительного времени по сравнению с контрольными образцами, выработанными из монокомпонентных безглютеновых смесей. [8] Синерезис, то есть выделение влаги на поверхность изделия при хранении, не наблюдается, что говорит о прочном связывании воды в структуре геля.

Ключевым достижением данной смеси является полное устранение типичных дефектов безглютеновой выпечки, таких как сухость, крошливость и наличие непромесов. Мука тапиоки в доле 40% выступает идеальным структурным модификатором, обеспечивая мякишу высокую эластичность и влагосвязывающую способность. При этом доля зеленой гречки в 60% является оптимальной для формирования насыщенного, но деликатного орехового вкуса и аромата, а также для придания мякишу благородного естественного оттенка без нарушения его визуальной привлекательности.

Пищевая и биологическая ценность готовых кексов существенно превосходит традиционные аналоги. Сравнительный анализ пищевой и энергетической ценности кексов на основе смеси муки из зеленой гречки 60% и муки тапиоки 40%, в сравнении с базовой рецептурой кекса «Столичный» приведен в таблице 2.

Результаты и их обсуждение

Снижение общей калорийности и содержания углеводов в инновационном продукте обусловлено двумя факторами. Во-первых, мука из зеленой гречки содержит меньше быстрых крахмалов и больше сложных углеводов и клетчатки по сравнению с рафинированной пшеничной мукой высшего сорта. Во-вторых, тапиоковая мука обладает высокой влагосвязывающей способностью, что позволяет незначительно снизить долю добавленных жиров и сахаров в рецептуре без потери сочности и текстуры мякиша.

Резкий рост содержания пищевых волокон (более чем в 4 раза) переводит кекс из зеленой гречки в разряд функциональных продуктов. Клетчатка способствует замедлению всасывания сахаров, что подтверждается значительным снижением гликемического индекса (с высокого до среднего/низкого). Это делает продукт безопасным и полезным для людей с инсулинорезистентностью и диабетом 2 типа.

Увеличение количества белка на 42% связано с тем, что зеленая гречка является одним из лидеров среди растительных культур по содержанию полноценного белка. В отличие от пшеничного белка (глутена), который беден лизином, белок гречихи имеет сбалансированный аминокислотный профиль, близкий к животным белкам (содержит все незаменимые аминокислоты).

Переход от рафинированной пшеничной муки к цельнозерновой муке из зеленой гречки (которая перемалывается вместе с алейроновым слоем и зародышем) приводит к колоссальному росту концентрации микроэлементов:

Магний: Прирост на 650%. Зеленая гречка – один из лучших природных источников магния, который критически важен для работы нервной системы, снятия стресса и здоровья сердечно-сосудистой системы.

Железо и Калий: Прирост более чем в 2,5–3 раза. Высокое содержание калия в сочетании с магнием оказывает выраженный кардиопротекторный эффект и помогает регулировать артериальное давление.

Витамины группы В: Содержание тиамина (B1), пиридоксина (B6) и ниацина (PP) возрастает в 2–3 раза. Эти витамины необходимы для нормального протекания метаболических процессов, энергообеспечения клеток и здоровья нервной системы. При термообработке (выпечке) зеленая гречка, в отличие от обжаренной, сохраняет больше термочувствительных витаминов благодаря отсутствию предварительной высокотемпературной обработки (пропаривания) на этапе подготовки зерна.

Полное исключение глютена из рецептуры делает продукт пригодным для питания людей с целиакией и непереносимостью клейковины. При этом, благодаря синергии гречневой муки и тапиоки, удастся избежать главного дефекта безглютеновой выпечки – «песочной» и крошливой текстуры. Тапиока обеспечивает эластичность, а зеленая гречка – насыщенный ореховый вкус и высокую пищевую плотность.

Изделие сохраняет высокую дегустационную оценку, при этом приобретая статус функционального продукта, что расширяет его целевую аудиторию.

Подводя итог проведенному исследованию, можно констатировать, что предложенная композиция сырья позволяет получить изделия с превосходными органолептическими характеристиками, высокой пористостью, эластичной структурой мякиша и сбалансированным вкусом. Тапиоковая мука успешно выполняет роль структурообразователя и влагоудерживающего агента, нивелируя технологические недостатки безглютенового сырья, в то время как зеленая гречка обеспечивает высокую биологическую ценность, богатый минерально-витаминный комплекс и уникальный вкусоароматический профиль.

Выводы

Таким образом, замена пшеничной муки на композицию из муки зеленой гречки и муки тапиоки трансформирует кекс из высококалорийного десерта с «пустыми» калориями в функциональное кондитерское изделие с высокой биологической

ценностью, обогащенное эссенциальными микро-нутриентами и пищевыми волокнами.

Использование таких инновационных полуфабрикатов способствует диверсификации рынка

безглютеновых продуктов и повышению общего качества питания населения.

Литература

- [1] Богомолова И. П., Василенко И. Н., Шатохина Н. М. Тренды потребительских предпочтений как основа развития пищевой биотехнологии //Актуальная биотехнология. – 2025. – №. 4. – С. 27-31.
- [2] Самуйленко Т. Д. Анализ современных сырьевых компонентов растительного происхождения, используемых в технологии хлеба с внесением ржаной муки. – 2024.
- [3] Кузиева М. К., Рахмонов К. С., Хайдар-Заде Л. Н. Разработка и оптимизация рецептурных смесей для производства безглютеновых мучных кондитерских изделий ТИПА «БРАУНИ» //Universum: технические науки. – 2026. – Т. 7. – №. 5 (146). – С. 12-20.
- [4] Козубаева Л. А., Кузьмина С. С. Современные тенденции формирования ассортимента безглютеновых мучных кондитерских изделий // Ползуновский вестник. – 2022. – Т. 1. – №. 4. – С. 57-67.
- [5] Межгосударственный стандарт ГОСТ 15052-2014 «Кексы. Общие технические условия» (введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 19 ноября 2014 г. N 1660-ст)
- [6] Габдукаева Л. З. Разработка технологии мучных кондитерских изделий, обогащенных эссенциальными нутриентами //Хранение и переработка сельхозсырья. – 2024. – №. 2. – С. 116-132.
- [7] Гринвальд С. А., Баракова Н. В., Арсеньева Т. П. Реологические и структурно-механические свойства тестового полуфабриката из композиционной смеси на основе пшеничной муки с добавлением муки из виноградных косточек, зеленой гречихи и льна.
- [8] Рензяева Т. В., Тубольцева А. С., Рензяев А. О. Мучные кондитерские изделия функциональной направленности на основе многокомпонентных смесей //Техника и технология пищевых производств. – 2017. – Т. 47. – №. 4. – С. 77-83.
- [9] Сборник рецептов мучных кондитерских и булочных изделий для предприятий общественного питания : справочник. – Санкт-Петербург : Троицкий мост, 2017. – 194 с.
- [10] Влияние нетрадиционных видов муки на формирование потребительских свойств кексов // Ползуновский вестник. – 2023. – №. 4. – С. 15-23.

References

- [1] Bogomolova I. P., Vasilenko I. N., Shatokhina N. M. Trends in consumer preferences as the basis for the development of food biotechnology //Actual Biotechnology. – 2025. – No. 4. – Pp. 27–31.
- [2] Samuylenko T. D. Analysis of modern raw materials of plant origin used in bread technology with the addition of rye flour. – 2024.
- [3] Kuzieva M. K., Rakhmonov K. S., Khaidar Zade L. N. Development and optimization of recipe mixtures for the production of gluten free flour confectionery products of the “BRAUNI” type // Universum: technical sciences. – 2026. – Vol. 7. – No. 5 (146). – Pp. 12–20.
- [4] Kozubaeva L. A., Kuzmina S. S. Modern trends in the development of the range of gluten free flour confectionery products //Polzunovsky Vestnik. – 2022. – Vol. 1. – No. 4. – Pp. 57–67.
- [5] Interstate Standard GOST 15052-2014 “Cupcakes. General Technical Specifications” (introduced into force by Order of the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology dated November 19, 2014, No. 1660 st).
- [6] Gabdukaeva L. Z. Development of technology for flour confectionery products enriched with essential nutrients // Storage and Processing of Agricultural Raw Materials. – 2024. – No. 2. – Pp. 116–132.
- [7] Grinvald S. A., Barakova N. V., Arsenyeva T. P. Rheological and structural mechanical properties of a dough semi finished product made from a composite mixture based on wheat flour with the addition of grape seed flour, green buckwheat, and flax.
- [8] Renzyaeva T. V., Tuboltseva A. S., Renzyaev A. O. Functional flour confectionery products based on multicomponent mixtures //Technology and Engineering of Food Production. – 2017. – Vol. 47. – No. 4. – Pp. 77–83.
- [9] Collection of recipes for flour confectionery and bakery products for food service enterprises: a reference book. – Saint Petersburg: Troitsky Most, 2017. – 194 p.
- [10] The influence of non traditional types of flour on the formation of consumer properties of cupcakes // Polzunovsky Vestnik. – 2023. – No. 4. – Pp. 15–23.

Сведения об авторах

Information about the authors

Мурашкина Оксана Александровна старший преподаватель кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 Тел.: +7(927) 364-59-71 E-mail: xeniam13@yandex.ru	Murashkina Oksana Alexandrovna senior lecturer of the department «Food productions» Penza State Technological University Phone: +7(927) 364-59-71 E-mail: xeniam13@yandex.ru
Солоденко Варвара Андреевна студент кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 E-mail:	Solodenko Varvara Andreevna student of the department «Food productions» Penza State Technological University E-mail: