

Оригинальная статья / Original paper

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-4-21-34>

УДК 664.683.61:616.379-008.64



Технология производства кексов с низкой гликемической нагрузкой для расширения ассортимента мучных кондитерских изделий для лиц, страдающих сахарным диабетом

Е.Г. Дунец, Т.А. Джум, Р.А. Журавлев, М.Ю. Тамова✉

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный технологический университет»;
г. Краснодар, Российская Федерация,
✉tamova_maya@mail.ru*

Аннотация. Введение. Актуальность статьи связана с ограниченным ассортиментом специализированной продукции с низкой гликемической нагрузкой для одного из распространенных заболеваний – сахарного диабета. В век ускоренных темпов жизни неправильное питание, перекусы «на ходу», включающие продукцию с легкоусвояемыми углеводами, приводят к повышению сахара в крови, нарушению обмена веществ, избыточному весу и как результату к сахарному диабету. **Цель исследования.** В ходе исследования была поставлена цель разработать рецептуры и технологию кексов с низкой гликемической нагрузкой, так как ассортимент мучных кондитерских изделий из нетрадиционных видов сырья представлен недостаточно. В качестве объектов исследования использовано растительное сырье – разные виды муки с низким гликемическим индексом: цикорий, пектин, фруктоза, а также кексы. Несмотря на ограничение потребления мучных кондитерских изделий, данная ассортиментная группа популярна и востребована. В ходе исследования авторами изучены характеристики сырья для обоснования выбора рецептурных ингредиентов, их оптимальные соотношения для максимально возможного значения органолептики, сбалансированности нутриентов и минимальной гликемической нагрузки. **Методы.** Исследования проведены с использованием лабораторной базы ФГБОУ ВО «КубГТУ» по проведению общепринятых инструментальных методов оценки качества и безопасности сырья и готовой продукции, а также методов регрессионного анализа и математического программирования, ориентируясь на принципы пищевой комбинаторики. **Результаты.** В ходе экспериментальных исследований авторами разработаны рецептуры кексов с низкой гликемической нагрузкой: овсяного «Азалия», овсяно-амарантовых «Алтея» и «Анемона», – пищевая ценность которых выше контрольного образца за счет увеличения содержания основных функциональных ингредиентов. Разработанные образцы соответствуют требованиям нормативных документов по результатам физико-химических исследований, проведенных авторами. Определены допустимые сроки хранения на основе микробиологических исследований. **Заключение.** Разработанные рецептуры и технология позволяют получить кексы с повышенной пищевой ценностью, низкими калорийностью и гликемической нагрузкой, что определяет возможность их рекомендовать в рацион питания диабетиков.

Ключевые слова: кексы, рецептура, технология, низкая гликемическая нагрузка, сахарный диабет, овсяная, амарантовая мука, водопоглотительная способность, пектин, цикорий, показатели качества

Для цитирования: Дунец Е.Г., Джум Т.А., Журавлев Р.А., Тамова М.Ю. Технология производства кексов с низкой гликемической нагрузкой для расширения ассортимента мучных кондитерских изделий для лиц, страдающих сахарным диабетом. *Новые технологии / New technologies.* 2024;20(4):21-34. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-4-21-34>

© Е.Г. Дунец, Т.А. Джум, Р.А. Журавлев, М.Ю. Тамова, 2024

Low-glycemic load muffin production process for flour confectionery products expansion for people suffering from diabetes mellitus

E.G. Dunets, T.A. Dzhum, R.A. Zhuravlev, M.Yu. Tamova✉

Kuban State Technological University; Krasnodar, the Russian Federation,

✉tamova_maya@mail.ru

Abstract. Introduction. The relevance of the article is associated with the limited assortment of specialized products with low glycemic load for one of the common diseases, i.e. diabetes mellitus. In the age of accelerated pace of life, unhealthy diet, quick snacks, including products with easily digestible carbohydrates, lead to increased blood sugar, metabolic disorders, excess weight and, as a result, diabetes mellitus. **The goal of the research.** The goal was to develop recipes and technology for low-glycemic load muffins, since the range of flour confectionery products made from non-traditional raw materials was insufficiently represented. Plant-based raw materials - different types of flour with a low glycemic index, chicory, pectin, fructose, and muffins were the objects of the research. Despite the limited consumption of flour confectionery products, this product group is popular and demanded. During the research, the authors studied the characteristics of raw materials to justify the choice of recipe ingredients, their optimal ratios for the maximum possible organoleptic value, nutrient balance and minimum glycemic load. **The Methods.** The studies were conducted using the laboratory base of the KubSTU for conducting generally accepted instrumental methods for assessing the quality and safety of raw materials and finished products, as well as regression analysis and mathematical programming methods, focusing on the principles of food combinatorics. **The Results.** During the experimental studies, the authors developed recipes for muffins with a low glycemic load - oatmeal “Azalea”, oatmeal-amaranth “Althea” and “Anemone”, the nutritional value of which was higher than the control sample due to the increased content of the main functional ingredients. The developed samples meet the requirements of regulatory documents based on the results of physicochemical studies conducted by the authors. Permissible shelf life is determined based on microbiological studies. **The Conclusion.** The developed recipes and technology allow obtaining muffins with increased nutritional value, low calorie content and glycemic load, which determines the possibility of recommending them in the diet of patients with diabetics.

Keywords: muffins, recipe, technology, low glycemic load, diabetes mellitus, oatmeal, amaranth flour, water absorption capacity, pectin, chicory, quality indicators

For citation: Dunets E.G., Dzhum T.A., Zhuravlev R.A., Tamova M.Yu. Low-glycemic load muffin production process for flour confectionery products expansion for people suffering from diabetes mellitus. *New technologies / Novye Tehnologii*. 2024;20(4):21-34. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2024-20-4-21-34>

Введение. Нарушение обмена веществ, поражение сосудов, нервной системы и, как итог, сахарный диабет является распространенным заболеванием среди населения. Согласно статистике, данным видом заболевания страдает более 8 % населения планеты, и с каждым годом число заболевших увеличивается. Это может быть связано с наследственной предрасположенностью, систематическим переизбытком, избыточным употреблением продуктов, содержащих легкоусвояемые углеводы, к которым относятся мучные кондитерские изделия [3,8].

Основная цель лечения направлена на нормализацию обменных процессов в организме, что связано со снижением уровня сахара в крови, влияющим на уменьшение жажды и повышение работоспособности. Этому способствуют не только прием соответствующих лекарств, но и рацион питания, для которого необходим ассортимент специализированных продуктов [1]. К сожалению, их рынок недостаточно развит, хотя имеет высокую социально-экономическую значимость.

Цель исследования. Несмотря на ограничение потребления мучных кондитерских

изделий, данная группа продукции пользуется большим спросом, особенно востребованы рулеты, кексы, печенье, пряники. Это мотивировало постановку цели исследования, связанной с разработкой технологии на базе новых рецептур кексов с низкой гликемической нагрузкой для диабетиков.

При разработке рецептур для диабетиков большое значение имеет подбор соответствующих продуктов, которые после употребления не оказывают сильного влияния на уровень сахара в крови, что отражает их гликемический индекс [9]. С учетом этого различают продукты с пониженным гликемическим индексом (55 единиц и ниже), наиболее подходящие для рациона питания больных сахарным диабетом, так как медленно усваиваются, поддерживая уровень сахара в крови на определенном уровне и насыщение в течение продолжительного времени; со средним гликемическим индексом (56-69 единиц) и высоким его значением (70 единиц и выше), которые являются причиной резкого подъема сахара из-за содержания быстроусвояемых углеводов [4, 7, 9]. Основопологающим принципом организации питания лиц, страдающих сахарным диабетом, является контроль суточной гликемической нагрузки. Для диабетиков она должна быть не выше 80 единиц, для здоровых людей – не выше 100 единиц. При разработке рецептуры учитывается способность продуктов влиять друг на друга, что может приводить к понижению общей гликемической нагрузки готовой продукции. Так, анализируя рецептуры диетических блюд, входящих в рацион питания лиц, страдающих сахарным диабетом, выявлено широкое использование цикория, топинамбура, стевиозида, растительного масла, свежего плодово-ягодного сырья, содержащего клетчатку, что способствует получению ассортиментных позиций, которые имеют низкую гликемическую нагрузку [2, 14, 16].

Среди задач в разрезе цели исследования необходимо изучить характеристики

сырья для выбора рецептурных ингредиентов, обосновать их оптимальные соотношения, разработать алгоритм технологического процесса, рассчитать гликемическую нагрузку новых мучных кондитерских изделий, оценить показатели качества и безопасности.

В качестве объектов исследования выбраны мука овсяная (ГОСТ 3034), мука амарантовая (ТУ 9146-017-70834238), цикорий растворимый натуральный (ГОСТ Р 55512), пектин (ГОСТ 29186).

Исследования проводились на базе лаборатории ФГБОУ ВО «КубГТУ», а также в лаборатории отдела контроля качества «Краснодарского завода инфузионных растворов СТЕРИТЕК» по определению физико-химических и микробиологических показателей разработанных мучных кондитерских изделий: кексов овсяного «Азалия», овсяно-амарантовых «Алтея» и «Анемона».

Методы исследования. Экспериментальная часть исследования связана с обоснованием выбора сырья, оценкой показателей качества и безопасности, моделирования рецептуры и исследования физико-химических показателей модельных систем. Технологическая часть связана с разработкой рецептур и технологии приготовления кексов с низкой гликемической нагрузкой («Азалия», «Алтея», «Анемона») и исследованием потребительских свойств (ГОСТ 5904, ГОСТ 5897) и физико-химических показателей (массовой доли влаги по ГОСТу 5900, массовой доли жира по ГОСТу 31902, массовой доли фруктозы по методу Бертрана (ГОСТ Р 54607.6), плотности по ГОСТ 15810).

Методами регрессионного анализа и математического программирования моделировалась продукция, связанная с выбором и оптимальным соотношением входящих в рецептуру ингредиентов с низкими гликемическими индексами, которая демонстрировала максимально возможное значение органолептики, сбалансированность по

нутриентному составу и минимальную гликемическую нагрузку [5, 6, 10].

На основе ТТК с использованием таблиц химического состава пищевых продуктов произведен расчет теоретических показателей по определению пищевой и энергетической ценности готовой продукции.

Установление сроков безопасного хранения на основе микробиологических исследований, связанных с определением массовой доли токсичных элементов (свинца, мышьяка, ртути и кадмия), бактерий рода *Salmonella*, бактерий рода *St.aureus*

проведено в соответствии с методиками по ГОСТ 26930, ГОСТ 26927, ГОСТ 26932, ГОСТ 26933, ГОСТ 26929.

Объем лабораторных испытаний и их оценка регламентируется ТР ТС 021/2011.

Результаты. Стандартная рецептура № 82 кекса «Столичного» сборника [13] явилась базой и контрольным образцом при разработке новых раскладок кексов с низкой гликемической нагрузкой. Выбор муки для производства выпечки для диабетиков обосновывается величиной гликемического индекса, представленной в таблице 1.

Таблица 1. Величина гликемического индекса муки разных видов
Table 1. Glycemic index of different types of flour

| Вид муки | Величина гликемического индекса |
|------------------|---------------------------------|
| Пшеничная мука | 85 |
| Ржаная мука | 40 |
| Гречневая мука | 50 |
| Овсяная мука | 45 |
| Рисовая мука | 95 |
| Амарантовая мука | 25 |

Из таблицы 1 видно, что наименьшим гликемическим индексом обладают амарантовая, ржаная и овсяная мука. Поэтому эти виды муки использованы для экспериментальной проработки [11]. В рецептуре № 82 [13], принятой за контрольный образец, пшеничная мука высшего сорта заменялась овсяной мукой (кекс «Азалия»), а также прорабатывались соотношения в ходе пробных лабораторных выпечек овсяной и амарантовой муки [11]. Наиболее оптимальными композициями как по органолептике, так и по сбалансированности химического состава стали смеси овсяной и амарантовой муки с соотношениями 80:20 (кекс «Алтея») и 50:50 (кекс «Анемона») [10]. Проработки с ржаной мукой показали, что изделия из неё не соответствуют требованиям ГОСТ 15052 из-за плотного и влажного мякиша за счет высокой водопоглотительной способности, связанной с содержанием слизей, хорошо набухающих и поглощающих большое количество воды. В связи с этим рецептуры составлены с

использованием овсяной муки, амарантовой, фруктозы, заменяющей сахар и изюм, пектина для повышения содержания пищевых волокон и цикория, который является неотъемлемой частью рациона для диабетиков и используется для обогащения инулином (природным полисахаридом), нормализующим уровень сахара в крови. Расчеты проводились в MathCAD.

Кексовое тесто характеризуется кратковременностью замеса с мукой сбитой массы. При этом уменьшается набухание клейковины, увеличивается её упругость, что отражается на плотной структуре изделий. Тесто, приготовленное с использованием овсяной муки, обладает высокой способностью поглощать воду. Это свойство обусловлено наличием в овсе обширного количества некрахмальных полисахаридов и способностью овсяного крахмала удерживать значительные объемы воды. Такие характеристики способствуют увеличению объема производства конечной продукции. Время образования теста из овсяной муки

больше по сравнению со стандартной рецептурой за счет высокой вязкости водных растворов β -D-глюкана (водорастворимых пищевых волокон), стимулирующих работу поджелудочной железы и способствующих выведению из организма холестерина. Но в то же время малое количество клейковинных белков и присутствие (1-3), (1-4) - β -D-глюкана препятствует образованию сильной клейковины и ослабленной консистенции теста.

Амарантовая мука отличается высоким содержанием водорастворимых компонентов, превышающим аналогичный показатель пшеничной муки вдвое, если рассматривать их количество относительно сухой массы. Благодаря значительному содержанию пищевых волокон отличается высокой влагоудерживающей способностью. Ис-

пользование амарантовой муки в производстве кексов улучшает их потребительские качества, обогащая продукт белками, пищевыми волокнами и микроэлементами, что делает кексы не только вкусными, но и более питательными и полезными для здоровья. Это может быть особенно важно для людей, следящих за своим питанием или имеющих определённые диетические ограничения [11].

Тесто для кексов рассматривается как дисперсная система, состоящая из твердой, жидкой и газообразной фаз. Газообразная фаза отвечает за пористость и легкость продукта, твердая фаза обеспечивает структуру, а жидкая фаза связывает все ингредиенты вместе, придавая тесту необходимую вязкость [6]. Данные о качестве модельных систем представлены в таблице 2.

Таблица 2. Показатели качества модельных систем
Table 2. Quality indicators of model systems

| Наименование показателя | Кекс «Столичный» (контроль) | Кексы с низкой гликемической нагрузкой | | |
|--|-----------------------------|--|---------|-----------|
| | | «Азалия» | «Алтея» | «Анемона» |
| Влажность теста, % | 24,60 | 26,70 | 27,10 | 27,80 |
| Намокаемость, % | 164,00 | 172,00 | 181,00 | 184,00 |
| Плотность выпеченного кекса, г/см ³ | 0,33 | 0,38 | 0,40 | 0,44 |

Как видно из таблицы 2, влажность мучных кондитерских изделий с низкой гликемической нагрузкой сравнительно выше, чем в контрольном образце, из-за высокой влажности выбранных видов муки. Тем не менее, влажность этих образцов соответствует допустимому значению для кексов. Намокаемость данных видов кексов, как и их плотность, выше по сравнению с контрольным образцом, что обусловлено высокой водопоглотительной способностью вносимых видов муки. Исследование вязкости теста для кексов с помощью ротационного вискозиметра «Реотест-2» позволяет точно определить, как

тесто будет реагировать на различные скорости сдвига. При скоростях сдвига от 0,167 до 4,5 с⁻¹ важно наблюдать за структурой теста, так как при более высоких значениях скорости сдвига возможно разрушение структуры, что негативно скажется на качестве готовых кексов. Измерения вязкости, проведенные при комнатной температуре (+25 °C), помогают установить оптимальные параметры замеса для достижения желаемой текстуры и пористости кексов [6, 12, 14]. Это важный шаг в процессе разработки рецептуры, который влияет на конечное качество выпечки. Результаты исследования представлены в таблице 3.

Таблица 3. Показатели качества кексового теста
Table 3. Muffin dough quality indicators

| Наименование показателя | Кекс «Столичный» (контроль) | Кексы с низкой гликемической нагрузкой | | |
|--|-----------------------------|--|---------|-----------|
| | | «Азалия» | «Алтея» | «Анемона» |
| Эффективная вязкость, Па·с при $\dot{\gamma}=0,9 \text{ с}^{-1}$ | 168,78 | 167,65 | 163,97 | 161,21 |
| Плотность теста, г/см ³ | 1,68 | 1,78 | 1,82 | 1,86 |

Анализируя данные таблицы 3, можно отметить, что из мучных кондитерских изделий с низкой гликемической нагрузкой наибольшая вязкость характерна для кекса «Азалия», которая приближена к вязкости контрольного образца. Овсяная мука обладает высокой водопоглотительной способностью, что делает её особенно полезной в выпечке. Это свойство позволяет тесту удерживать больше влаги, что может способствовать улучшению текстуры и вкуса готовых изделий. Кроме того, овсяная мука богата пищевыми волокнами, которые не только улучшают структуру выпечки, но и делают её полезной для здоровья [6].

Снижение вязкости и повышение плотности образцов теста (табл. 3) связаны с уменьшением содержания воздуха и увеличением количества твердых частиц, которые адсорбируют поверхностно-активные вещества, снижая их концентрацию в жидкой фазе. Экспериментальные исследования подтвердили, что для получения мучных кондитерских изделий высокого качества вязкость и плотность теста должны быть сопоставимы или иметь минимальные отличия от стандартного образца. Установлено, что кекс «Азалия» демонстрирует значения вязкости и плотности, наиболее приближенные к контрольному образцу. Разработанная рецептура кекса «Азалия» способствует формированию продукта с оптимальной структурой и пищевой ценностью, что важно для достижения желаемого качества продукции. Поддержание этих параметров важно для обеспечения однородности и качества конечного продукта. В новые рецептуры

теста входит пектин, характеризующийся высокой способностью к набуханию и связыванию влаги, применяемый в качестве эмульгатора и стабилизатора, имеющий склонность к сгущению (увеличению вязкости) для обогащения пищевыми волокнами, что позволяет уменьшить суммарную гликемическую нагрузку готовых изделий. Терапевтическое действие пектина обусловлено его уникальной химической структурой. Полимерная цепь полигалактуроновой кислоты в сочетании с активными карбоксильными группами и гидроксилами способствует формированию стойких хелатных комплексов с ионами металлов, что способствует их эффективному удалению из организма. Эти свойства делают пектин ценным компонентом в диетах, направленных на детоксикацию и улучшение пищеварения [6].

Исследования, направленные на определение оптимального состава проектируемого кондитерского изделия и изучение влияния рецептурных компонентов на характеристики теста и конечного продукта, позволили создать рецептуры и технологии производства кексов, которые обладают низкой гликемической нагрузкой и оптимальными технологическими свойствами (табл. 4).

Основные операции, составляющие технологический процесс, представлены подготовкой сырья, приготовлением теста, формовкой тестовых заготовок, выпечкой, охлаждением и упаковкой.

При подготовке сырья учтены рекомендации действующих сборников рецептур [13, 15]. Входящие ингредиенты освобождаются от упаковки, дозируются, мука просеивается

вается. Масло сливочное зачищается от штаффа, в размягченном виде взбивается 12–15 минут с постепенным добавлением яичной массы, предварительно процеженной.

Дозированный цикорий заваривается и охлаждается.

Замачивается и доводится до кипения смесь пектина с фруктозой с последующим охлаждением.

Во взбитую массу вводятся полученные охлажденные растворы, аммоний, соль с последующим перемешиванием.

При замесе теста для кекса «Азалия» добавляется овсяная мука.

При замесе теста для кексов «Алтея», «Анемона» – смесь из двух видов муки: овсяной и амарантовой – в разных соотношениях согласно раскладке.

Полученные виды теста порционируются по формочкам и выпекаются 45 –50 минут при температуре 180 °С. Влажность готовых изделий составляет 13,0±3 %. Выпечка охлаждается до температуры 25 °С.

Величина гликемической нагрузки является основным показателем ассортиментных позиций для диабетиков, которая рассчитывается как сумма произведений гликемического индекса на количество содержащихся углеводов, выраженных в единицах, по каждому ингредиенту, входящему в состав данной ассортиментной позиции.

Для кекса «Столичного» гликемическая нагрузка составляет 34,65 единиц. Согласно проведенному расчету определена гликемическая нагрузка разработанных мучных кондитерских изделий. Так, для кекса «Азалия» она составила 13,47 единиц, кекса «Алтея» – 13,01 единицы, кекса «Анемона» – 12,42 единицы. Как показали расчеты, гликемическая нагрузка разработанных изделий уменьшилась в 2,5-2,8 раза [4].

Органолептические показатели разработанных кексов с низкой гликемической нагрузкой в сравнении с контрольным образцом (кекс «Столичный») представлены в таблице 5.

Таблица 4. Рецептуры кексов с низкой гликемической нагрузкой
Table 4. Low glycemic load muffin recipes

| Наименование сырья | Расход сырья на 1 шт. готового изделия, г | | | |
|------------------------------|---|--|---------|-----------|
| | Кекс «Столичный» (контроль) | Кексы с низкой гликемической нагрузкой | | |
| | | «Азалия» | «Алтея» | «Анемона» |
| Мука пшеничная высшего сорта | 23,39 | - | - | - |
| Мука овсяная | - | 24,00 | 19,20 | 12,00 |
| Мука амарантовая | - | - | 4,80 | 12,00 |
| Сахар-песок | 17,55 | - | - | - |
| Фруктоза | - | 9,00 | 10,00 | 12,00 |
| Масло сливочное | 17,54 | 17,50 | 17,50 | 17,50 |
| Яйца | 14,04 | 14,00 | 14,00 | 14,00 |
| Соль | 0,07 | 0,10 | 0,10 | 0,10 |
| Аммоний углекислый | 0,07 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Изюм | 17,54 | - | - | - |
| Пудра рафинадная | 0,82 | - | - | - |
| Эссенция | 0,07 | - | - | - |
| Цикорий | - | 25,00 | 25,00 | 25,00 |
| Пектин | - | 0,25 | 0,25 | 0,25 |
| Выход | 75 | 75 | 75 | 75 |

Таблица 5. Органолептические показатели кексов
Table 5. Organoleptic characteristics of muffins

| Наименование показателя | Характеристика показателя | | | |
|-------------------------|--|--|--|-----------|
| | Кекс «Столичный» (контроль) | Кексы с низкой гликемической нагрузкой | | |
| | | «Азалия» | «Алтея» | «Анемона» |
| Внешний вид | Форма круглая или прямоугольная, присыпанная рафинадной пудрой с равномерным распределением изюма на разрезе | Выпуклые, с небольшим количеством трещин | | |
| Цвет | желтый | темно-бежевый | темно-коричневый | |
| Запах | свежевыпеченного теста, приятный | аромат цикория и овсяной муки, без посторонних запахов | аромат цикория и амарантовой муки, без посторонних запахов | |
| Консистенция | мякиш плотный | мягкая, связанная, разрыхленная, пористая, без пустот и уплотнений | | |
| Вкус | сладкий | сдобный | | |

В ходе дегустации оценивались стандартные показатели качества, представленные в таблице 5. В дегустации участвовали двадцать студентов и преподавателей ФГБОУ ВО «КубГТУ», возрастной диапазон которых 20–55 лет. Результаты проведенной дегустации представлены на рисунке 1.

Согласно данным, представленным на рисунке 1, выделен по вкусу и цвету кекс «Анемона», по внешнему виду и запаху – кекс «Алтея», а по консистенции – кекс «Азалия». Анализ пищевой и энергетической ценности показал, что по количеству белков и жиров в химическом составе разработанные кексы опережают контрольный образец. Если в кексе «Столичном» белков содержится 4,81 г, жиров – 14,72 г, то в кексах с низкой гликемической нагрузкой – белков от 5,39 г (кекс «Алтея») до 6,26 г (кекс «Анемона»), жиров от 15,98 г до 16,23 г.

По углеводам ситуация обратная: контрольный образец содержит 47,13 г, а в новинках – от 29,13 г до 31,76 г.

По остальным нутриентам: пищевые волокна, минеральные вещества, витамины – содержание в пределах норматива. Из минеральных веществ по содержанию магния и фосфора преимущество у новых изделий. Так, в контрольном образце магния содержится 19,44 мг, фосфора – 81,8 мг, а в новинках содержание магния колеблется в пределах 28,94–47,42 мг, а фосфора – 116,96–167,6 мг. Новые рецептуры отличаются и пониженной калорийностью. Так, в контрольном образце энергетическая ценность составляет 338,19 ккал, а в новых разработках от 276,85 до 289,93 ккал. Данные результаты показывают, что разработанные новинки по пищевой и энергетической ценности можно рекомендовать для включения в рацион питания диабетиков.

По физико-химическим показателям не отмечено особых отклонений от норматива, задаваемого контрольным образцом, что представлено в таблице 6.

Изменение качественных показателей в течение времени оказывает влияние на со-

храняемость продукции, что может привести к микробиологической порче и черствению [8, 9, 12].

Результаты микробиологических лабораторных исследований представлены в таблице 7.

Анализируя полученные результаты, можно сделать вывод, что микробиологические показатели новинок не превышают допустимого уровня. Поэтому кексы с низкой гликемической нагрузкой имеют стандартные сроки хранения – 7 суток.

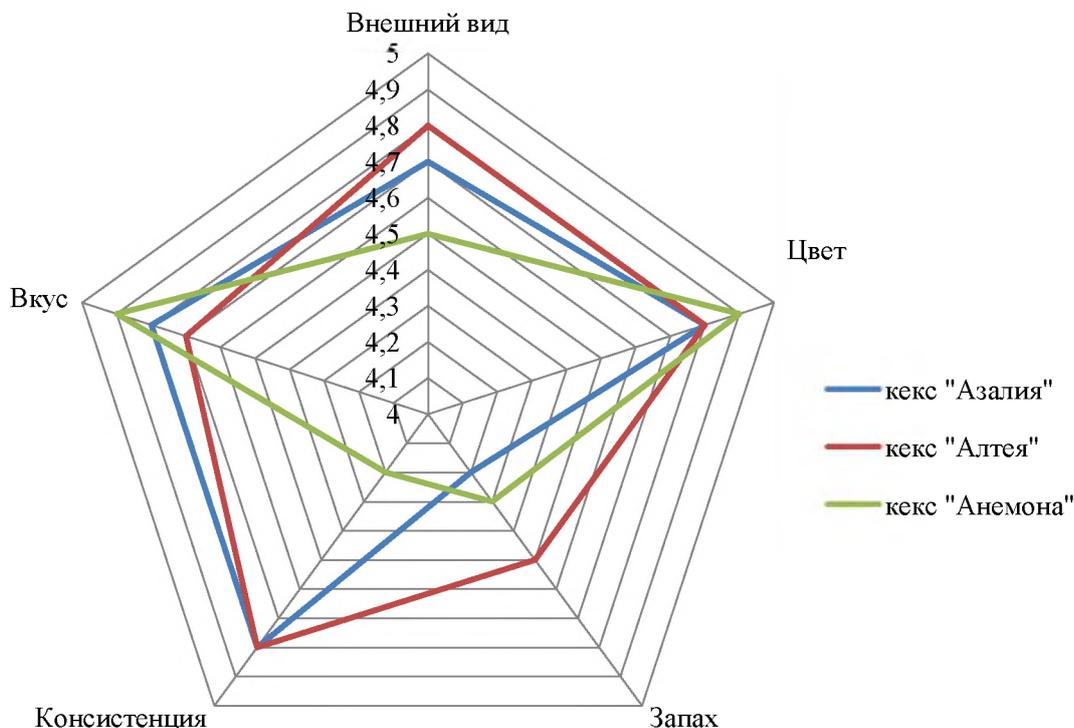


Рис. 1. Результаты дегустации кексов с низкой гликемической нагрузкой
Fig. 1. The results of tasting low glycemic load muffins

Таблица 6. Физико-химические показатели кексов
Table 6. Physicochemical properties of muffins

| Наименование показателя | Значение показателя | | | |
|--------------------------------|-----------------------------|--|---------|-----------|
| | кекс «Столичный» (контроль) | кексы с низкой гликемической нагрузкой | | |
| | | «Азалия» | «Алтея» | «Анемона» |
| Массовая доля сухих веществ, % | 76,80 | 78,40 | 79,30 | 72,10 |
| Массовая доля жира, % | 11,90 | 13,20 | 13,80 | 13,90 |
| Минеральные примеси | отсутствуют | | | |
| Посторонние примеси | отсутствуют | | | |

Таблица 7. Микробиологические показатели кексов с низкой гликемической нагрузкой

Table 7. Microbiological parameters of low glycemic load muffins

| Наименование показателей | Результаты испытаний | | | Нормативное значение показателя |
|--------------------------------|-------------------------|-------------------|----------------|---------------------------------|
| | кекс «Азалия» | кекс «Алтея» | кекс «Анемона» | |
| S.aureus | не обнаружено в 0,1 г | | | не допускается в 0,1 г |
| БГКП | не обнаружено в 0,1 г | | | не допускается в 0,1 г |
| Дрожжи, КОЕ/г | менее $1,0 \times 10^1$ | | | не более 50 |
| КМАФАнМ, КОЕ/г | $0,7 \times 10^1$ | $0,9 \times 10^1$ | | не более 5×10^3 |
| Патогенные, в т.ч. сальмонеллы | не обнаружено в 25,0 г | | | не допускается в 25 г |
| Плесени, КОЕ/г | менее $1,0 \times 10^1$ | | | не более 50 |

Заключение. С учетом поставленной цели исследования проведен анализ сырья с низким гликемическим индексом для обоснования его выбора при разработки новых рецептур кексов: «Азалия», «Алтея» и «Анемона», гликемическая нагрузка которых от 12,42 до 13,47 единиц. Ориентиром являлась рецептура кекса «Столичный» (по нормативному сборнику рецептур для предприятий общественного питания), но с заменой ингредиентов, входящих в сырьевой набор. Пшеничная мука заменена овсяной мукой и смесями овсяной и амарантовой, сахар-песок и изюм – фруктозой. В рецептуры введены пектин для повышения содержания пищевых волокон и цикорий для насыщения изделий инулином. Проведена оценка потребительских свойств, показывающая, что разработанная продукция характеризуется приятным внешним видом, хорошим вкусом,

цветом, запахом и консистенцией. Исследован химический состав, который продемонстрировал более высокую пищевую ценность новинок из-за увеличения содержания основных функциональных ингредиентов. Результаты исследований, проведенные авторами, показали, что физико-химические показатели в разработанных мучных кондитерских изделиях не превышают допустимого уровня и соответствуют требованиям ГОСТ 15052. На основании микробиологических исследований определены допустимые сроки хранения, которые составляют 7 суток, что является стандартным для данной группы продукции. С учетом представленных материалов исследований данную продукцию можно рекомендовать для расширения ассортимента специализированных продуктов питания для лиц, страдающих сахарным диабетом.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

CONFLICT OF INTERESTS

The authors declare no conflict of interests

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аверкиева А.И., Соболев И.В. Разработка функциональных продуктов для людей, страдающих сахарным диабетом // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: сборник статей по материалам XI Всероссийской конференции молодых ученых, посвященной 95-летию Кубанского ГАУ и 80-летию со дня образования Краснодарского края. Краснодар, 2017. С. 898-899.

Новые технологии / New Technologies, 2024; 20 (4)

2. Барашкина Е.В., Костенко М.И., Агафонова Е.В. Разработка рецептуры десерта, обогащенного пищевыми волокнами // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2017. № 1. С. 54-57.
3. Богомолов М.В. Сахарный диабет у детей и подростков. М.: Эксмо, 2015. 288 с.
4. Гликемический индекс и гликемическая нагрузка [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.med39.ru/pitanie/gi.html>, свободный. MED39/. Яз. рус.
5. Джум Т.А., Тамова М.Ю. Инновации в индустрии питания: учебное пособие. Краснодар: КубГТУ, 2023.
6. Джум Т.А., Дунец Е.Г. Физико-химические основы технологии продуктов общественного питания: учебное пособие. Краснодар: КубГТУ; ПринтТерра, 2023. 181 с.
7. Донченко Л.В. Безопасность пищевого сырья и продуктов питания. М.: Пищепромиздат, 2017. 352 с.
8. Каганов Б.С. Лечебное питание. Как ускорить выздоровление при хронических болезнях. М.: Эксмо, 2015. 224 с.
9. Красина И.Б., Тарасенко Н.А., Карачанская Т.А. Мучные кондитерские изделия для нутрициальной коррекции при сахарном диабете: монография. Краснодар: Издательский Дом-Юг, 2010. 69 с.
10. Квалиметрические аспекты оптимизации многокомпонентных продуктов для детского питания / Р.И. Шаззо [и др.] // Хранение и переработка сельхозсырья. 2010. № 9. С. 44.
11. Матвеева И.В., Смирнов С.О. Амарантовая мука в качестве сырья для производства безглютеновых мучных кондитерских изделий // Хлебопродукты. Наука. Техника. Производство. 2012. № 11. С. 48-50.
12. Могильный М.П., Шленская Т.В., Лежина Е.А. Контроль качества продукции общественного питания: учебник. М.: ДеЛи плюс, 2016.
13. Павлов А.В. Сборник рецептур мучных кондитерских и булочных изделий. СПб: Гидрометеиздат, 2009. 294 с.
14. Способ приготовления теста для производства кекса: патент 2659082 Рос. Федерация, МПК А21D 13/04 / Иванова К.С., Гартованная Е.А.; патентообладатель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Дальневосточный государственный аграрный университет»; № 2017126001; заявл. 19.07.2017; опубл. 28.06.2018.
15. Ханина К.С., Дунец Е.Г., Корнева О.А. Разработка рецептур и технологии мучных кондитерских изделий с низкой гликемической нагрузкой для питания больных, страдающих сахарным диабетом // Новое в технологии и технике функциональных продуктов питания на основе медико-биологических воздействий: сборник статей по материалам VIII Международной научно-технической конференции, посвященной 90-летию технологического факультета ВГУИТ. Воронеж, 2019. С. 341-345.
16. Чурикова С.Ю., Манжесов В.И., Бабенкова М.С. Цикорий корнеплодный как сырье для производства продуктов питания профилактического действия // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2017. № 1. С. 105-112.

REFERENCES

1. Averkieva A.I., Sobol I.V. Development of functional products for people suffering from diabetes // Scientific support of the agro-industrial complex: a collection of articles based on the materials of the XI All-Russian Conference of Young Scientists dedicated to the 95th anniversary of the Kuban State Agrarian University and the 80th anniversary of the formation of the Krasnodar Territory. Krasnodar, 2017. P. 898-899. (In Russ.).

2. Barashkina E.V., Kostenko M.I., Agafonova E.V. Development of a recipe for a dessert enriched with dietary fiber // News of higher educational institutions. Food technology. 2017. No. 1. P. 54-57. (In Russ.).
3. Bogomolov M.V. Diabetes mellitus in children and adolescents. Moscow: Eksmo, 2015. 288 p. (In Russ.).
4. Glycemic index and glycemic load [Electronic resource]. Access mode: <https://www.med39.ru/pitanie/gi.html>, free. MED39/. (In Russ.).
5. Dzhum T.A., Tamova M.Yu. Innovations in the food industry: a tutorial. Krasnodar: KubSTU, 2023. (In Russ.).
6. Dzhum T.A., Dunets E.G. Physicochemical foundations of public catering technology: a tutorial. Krasnodar: KubSTU; PrintTerra, 2023. 181 p. (In Russ.).
7. Donchenko L.V. Safety of food raw materials and food products. Moscow: Pishchepromizdat, 2017. 352 p. (In Russ.).
8. Kaganov B.S. Therapeutic nutrition. How to speed up recovery from chronic diseases. Moscow: Eksmo, 2015. 224 p. (In Russ.).
9. Krasina I.B., Tarasenko N.A., Karachanskaya T.A. Flour confectionery products for nutritional correction in diabetes mellitus: a monograph. Krasnodar: Izdatelskiy Dom-Yug, 2010. 69 p. (In Russ.).
10. Qualimetric aspects of optimization of multicomponent products for baby food / R.I. Shazzo [et al.] // Storage and processing of agricultural raw materials. 2010. No. 9. P. 44. (In Russ.).
11. Matveeva I.V., Smirnov S.O. Amaranth flour as a raw material for the production of gluten-free flour confectionery products // Bread products. Science. Technology. Production. 2012. No. 11. P. 48-50. (In Russ.).
12. Mogilny M.P., Shlenskaya T.V., Lezhina E.A. Quality control of catering products: a textbook. Moscow: DeLi plus, 2016. (In Russ.).
13. Pavlov A.V. Collection of recipes for flour confectionery and bakery products. St. Petersburg: Gidrometeoizdat, 2009. 294 p. (In Russ.).
14. Method for preparing dough for cake production: patent 2659082 the Russian Federation, IPC A21D 13/04 / Ivanova K.S., Gartovannaya E.A.; patent holder: The Far Eastern State Agrarian University; No. 2017126001; declared 19.07.2017; published 28.06.2018. (In Russ.).
15. Khanina K.S., Dunets E.G., Korneva O.A. Development of recipes and technology for flour confectionery products with a low glycemic load for the nutrition of patients with diabetes mellitus // New in the technique and technology of functional food products based on medical and biological effects: a collection of articles based on the materials of the VIII International Scientific and Technical Conference dedicated to the 90th anniversary of the Technological Faculty of VSUET. Voronezh, 2019. P. 341-345. (In Russ.).
16. Churikova S.Yu., Manzhesov V.I., Babenkova M.S. Chicory as a raw material for the production of preventive food products // Innovations in the agro-industrial complex: problems and prospects. 2017. No. 1. P. 105-112.

Информация об авторах / Information about the authors

Дунец Елена Георгиевна, доцент кафедры общественного питания и сервиса, кандидат технических наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный технологический университет»; 350072, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Московская, 2, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4499-9069>, e-mail: dunetsL@yandex.ru

Джум Татьяна Александровна, доцент кафедры общественного питания и сервиса, кандидат технических наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный технологический университет»; 350072, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Московская 2, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4025-326X>, e-mail: tatalex7@mail.ru

Журавлев Ростислав Андреевич, доцент кафедры общественного питания и сервиса, кандидат технических наук, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный технологический университет»; 350072, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Московская 2, Краснодар, Россия, ORCID: <https://orcid.org/0000-2701-734X>, e-mail: irostx@gmail.com

Тамова Майя Юрьевна, заведующая кафедрой общественного питания и сервиса, доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный технологический университет»; 350072, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Московская 2, Краснодар, Россия, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0710-8279>, e-mail: tamova_maya@mail.ru

Elena G. Dunets, PhD (Eng.), Associate Professor, Department of Public Catering and Service, Kuban State Technological University; 350072, the Russian Federation, Krasnodar, 2 Moskovskaya St., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4499-9069>, e-mail: dunetsL@yandex.ru

Tatiana A. Dzhum, PhD (Eng.), Associate Professor, Department of Public Catering and Service, Kuban State Technological University; 350072, the Russian Federation, Krasnodar, 2 Moskovskaya St., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4025-326X>, e-mail: tatalex7@mail.ru

Rostislav A. Zhuravlev, PhD (Eng.), Associate Professor, Department of Public Catering and Service, Kuban State Technological University; 350072, the Russian Federation, Krasnodar, 2 Moskovskaya St., ORCID: <https://orcid.org/0000-2701-734X>, e-mail: irostx@gmail.com

Maya Yu. Tamova, Dr Sci. (Eng.), Head of the Department of Public Catering and Service, Professor, Kuban State Technological University; 350072, the Russian Federation, Krasnodar, 2 Moskovskaya St., ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0710-8279>, e-mail: tamova_maya@mail.ru

Заявленный вклад авторов

Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

Claimed contribution of authors

All authors of the research were directly involved in the planning, execution, and analysis of the research. All authors of the article have read and approved the final version submitted.

Поступила в редакцию 30.08.2024

Поступила после рецензирования 31.10.2024

Принята к публикации 04.11.2024

Received 30.08.2024

Revised 31.10.2024

Accepted 04.11.2024