



Разработка технологии бубликов с применением порошка из батата





| | | | |
|----------------------|--------------|--|---|
| Светлана И. Лукина | ¹ | lukina.si@ya.ru |  0000-0003-4393-2046 |
| Елена И. Пономарева | ¹ | elena6815@ya.ru |  0000-0023-2310-2838 |
| Надежда Н. Алехина | ¹ | nadinat@yandex.ru |  0000-0002-3317-9858 |
| Варвара И. Останкова | ¹ | varyalipa20@mail.ru |  0009-0009-0384-7040 |

¹ Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Аннотация. В технологии бубликов актуальным является расширение ассортимента, улучшение качества и повышение пищевой ценности изделий за счет применения нетрадиционного растительного сырья и продуктов его переработки. Цель исследования – получение порошка из батата и исследование его влияния на показатели качества и пищевую ценность бубликов, приготовленных разными способами. В работе получен порошок из батата, проведена оценка его качества по органолептическим и физико-химическим показателям. Дана характеристика его химического состава и свойств. Проведены исследования влияния дозировки порошка из батата на свойства теста и показатели качества бубликов. Определен рациональный рецептурный состав бубликов повышенной пищевой ценности, предусматривающий внесение порошка из батата в количестве 10% к массе муки. Рекомендован опарный способ приготовления, при котором наблюдались наилучшие характеристики теста и изделий. Другим применимым способом является ускоренный с сокращенным периодом брожения теста до 60 мин на молочной сыворотке. В разработанном продукте определен химический состав и степень удовлетворения суточной потребности организма в пищевых веществах и энергии за счет употребления 100 г изделия. По сравнению с традиционным изделием разработанный бублик характеризуется повышенной пищевой ценностью за счет дополнительного внесения с порошком из батата биологически активных нутриентов.

Ключевые слова: порошок из батата, бублик, показатели качества, способ приготовления теста, пищевая ценность.

Developing a bagel technology using sweet potato powder

| | | | |
|----------------------|--------------|--|---|
| Svetlana I. Lukina | ¹ | lukina.si@ya.ru |  0000-0003-4393-2046 |
| Elena I. Ponomareva | ¹ | elena6815@ya.ru |  0000-0023-2310-2838 |
| Nadezhda N. Alekhina | ¹ | nadinat@yandex.ru |  0000-0002-3317-9858 |
| Varvara I. Ostankova | ¹ | varyalipa20@mail.ru |  0009-0009-0384-7040 |

¹ Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

Abstract. In bagel technology, expanding the product range, improving quality, and enhancing the nutritional value of products through the use of non-traditional plant-based ingredients and their derivatives is a pressing issue. The objective of this study was to obtain sweet potato powder and investigate its effect on the quality and nutritional value of bagels prepared using various methods. In this study, sweet potato powder was obtained, and its quality was assessed based on organoleptic and physicochemical properties. Its chemical composition and properties were characterized. The effect of sweet potato powder dosage on dough properties and bagel quality was studied. A rational recipe for bagels with increased nutritional value was determined, calling for the addition of sweet potato powder at a rate of 10% of the flour weight. The sponge method was recommended, as it demonstrated the best dough and product characteristics. Another applicable method is an accelerated method with a reduced dough fermentation period of 60 minutes using whey. The chemical composition of the developed product and the degree to which the body's daily nutrient and energy requirements are satisfied by consuming 100 grams of the product were determined. Compared to traditional products, the developed bagel boasts increased nutritional value due to the addition of biologically active nutrients with sweet potato powder.

Keywords: sweet potato powder, bagel, quality indicators, dough preparation method, nutritional value.

Введение

Бублик представляет собой традиционное восточноевропейское хлебобулочное изделие пониженной влажности, вырабатываемое в форме кольца из пшеничного дрожжевого теста. Входит в группу бараночных изделий, от других видов которых отличается более крупными размерами (от 8 до 20 см в диаметре), повышенной влажностью (25–27%) и относительно недлительным сроком хранения (до 96 ч) [1].

История создания бубликов уходит далеко в прошлое и связана с разными культурами народов мира. По существующей версии первые изделия в форме колец выпекались ещё в Древнем Египте. Современный облик бублика окончательно сформировался в XVI веке в Восточной Европе, в XVII веке особое распространение этот продукт получил в южных регионах Российской империи.

Название «бублик» происходит от древнерусского слова, связанного с глаголом «бублить» –

Для цитирования

Лукина С.И., Пономарева Е.И., Алехина Н.Н., Останкова В.И. Разработка технологии бубликов с применением порошка из батата // Вестник ВГУИТ. 2026. Т. 88. № 2. С. 69–75. doi:10.20914/2310-1202-2026-2-69-75

For citation

Lukina S.I., Ponomareva E.I., Alekhina N.N., Ostankova V.I. . Developing a bagel technology using sweet potato powder. Vestnik VGUIT [Proceedings of VSUET]. 2026. vol. 88 no. 2. pp. 69–75. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2026-2-69-75

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

«пузыриться, вспучиваться». Характерной технологической особенностью его производства является ошпаривание или обваривание тестовой заготовки перед выпечкой, что придаёт изделию специфическую структуру и вкусовые качества [2].

Современный ассортимент бараночных изделий, в том числе бубликов, включает около 50 наименований. Бублики вырабатывают из муки пшеничной хлебопекарной первого сорта различных видов: простые, сдобные, ванильные, горчичные, лимонные, с маком, кунжутом, тмином.

С целью расширения ассортимента хлебобулочных изделий пониженной влажности, создания продуктов питания профилактического, диетического и лечебного назначения, интенсификации технологического процесса и улучшения качественных характеристик полуфабрикатов и готовых изделий проводятся исследования по применению различных видов нетрадиционного растительного сырья и продуктов его переработки [3–7].

В этой связи представляет интерес батат – вид клубнеплодных растений рода Ипомея семейства Выюновые, хорошо известный под названием «сладкий картофель» и являющийся ценной пищевой и кормовой культурой. Историческими регионами по выращиванию батата являются страны Центральной и Южной Америки, Китай и Африка. В России посевные площади по производству батата находятся в Южном федеральном округе и Дальневосточных регионах.

Питательная ценность и калорийность корневых клубней батата в 1,5 раза выше, чем у картофеля. В батате выявлено высокое содержание биологически активных веществ: флавоноидов, фенольных соединений, каротиноидов, являющихся природными антиоксидантами. В оранжевых сортах батата содержание каротиноидов варьируется от 14 до 128,5 мг/г сухого вещества. Именно их содержание обеспечивает разнообразие окраски кожуры и мякоти клубней батата – от насыщенно-жёлтого и красного до оранжевого и фиолетового.

В мякоти батата содержатся пищевые волокна (до 49,7%), из которых преобладает пектин (39,5%), присутствуют целлюлоза, гемицеллюлоза, лигнин, обладающие функциональными свойствами. Батат содержит значительное количество сложных углеводов (20,12%), имеет низкий гликемический индекс, который варьируется от 44 до 61, что способствует снижению риска хронических заболеваний и нормализации уровня сахара в крови.

Батат является источником органических кислот: аскорбиновой, щавелевой (в виде оксалатов), яблочной, лимонной и винной (в небольших количествах). Калий, содержащийся

в батате (337 мг/100 г), способствует регулированию кровяного давления и профилактике сердечнососудистых заболеваний [5].

С целью сохранения качества и всех полезных свойств данного продукта целесообразным является получение из батата порошка, который даёт широкий потенциал его использования в пищевой промышленности.

Учитывая вышеизложенное, теоретический и практический интерес представляет разработка рецептуры и способа производства бубликов с применением порошка из батата.

Цель работы – получение порошка из батата и исследование его влияния на показатели качества и пищевую ценность бубликов, приготовленных разными способами.

Материалы и методы

Сырьё, применяемое в работе: мука пшеничная хлебопекарная первого сорта (ГОСТ Р 26574–2017), дрожжи хлебопекарные прессованные (ГОСТ Р 54731–2011), соль пищевая (ГОСТ Р 51574–2000), сахар белый (ГОСТ 33222–2015), масло горчичное (ГОСТ 8807–94), батат (ГОСТ Р 57976–2017), вода питьевая (СанПиН 2.1.4.1074–01). Оценку качества применяемого сырья проводили по методикам, приведенным в пособии [8].

В исследованиях использовали клубни батата с мякотью оранжевого цвета. Получение порошка осуществляли следующим образом: клубни батата промывали, очищали от кожуры и нарезали на ломтики. Сушку нарезанных ломтиков проводили конвективным способом при температуре 60 °С в течение 6–7 ч, раскладывая ломтики равномерным слоем на противни. Высушенное сырьё измельчали в лабораторной мельнице до получения однородного порошка и просеивали через сито с ячейками 0,5 мм.

Объектами исследования являлись образцы бубликов, приготовленные с применением порошка из батата.

В качестве контрольного образца взята рецептура бубликов горчичных, приготовление теста осуществляли безопасным способом. В опытных образцах предусматривали внесение порошка из батата в количестве 5–15% к массе муки. Тесто готовили влажностью 33,5%, продолжительность брожения – 120 мин. Выпечку тестовых заготовок проводили при температуре 200–220 °С в течение 15–18 мин. Выпеченные готовые изделия охлаждали и анализировали [9].

Для оценки качества готовых изделий в работе использовались методы определения массовой доли влаги по ГОСТ 21094–2022, кислотности по ГОСТ 5670–96, коэффициента набухаемости по ГОСТ 7128–91. Внешний вид, цвет, вкус, запах и внутреннее состояние определяли в соответствии с ГОСТ 32124–2013.

Анализ химического состава бубликов осуществляли по следующим методикам: содержание белка определяли по ГОСТ 10846–91, водорастворимых углеводов – по ГОСТ Р 51636–2000, жира – по ГОСТ 32905–2014, пищевых волокон – по ГОСТ 31675–2012, витаминный состав (РР, В₁, В₂) – по ГОСТ 29140–91, ГОСТ 29138–91, ГОСТ 29139–91. Минеральный состав (калий, кальций, магний, фосфор, железо) исследовали по ГОСТ 32343–2013, ГОСТ 26657–97.

Показатели пищевой ценности изделий рассчитывали по программе «КОМПЛЕКС», разработанной на кафедре технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств ФГБОУ ВО «ВГУИТ», согласно утвержденной методике расчета химического состава и пищевой ценности хлебобулочных, бараночных и сухарных изделий (1987).

Результаты и обсуждения

На первом этапе исследования проведена оценка порошка из батата по органолептическим и физико-химическим показателям качества [10]. По внешнему виду порошок имел однородную структуру с мелкими крупичками, слегка комковался, цвет – оранжевый, вкус и запах – свойственные батату, без посторонних привкусов и запахов. Определены физико-химические показатели порошка: массовая доля влаги – 10,0%; угол естественного откоса – 56°; объемная масса – 673 г/см³; кислотность титруемая – 5,2 град.

На втором этапе исследовано влияние порошка из батата на формирование свойств теста и показателей качества бубликов.

Установлено, что по сравнению с контролем пробы теста с порошком из батата имели более высокие значения начальной кислотности теста, увеличиваясь по мере увеличения дозировки добавки (на 0,4 град. при 15% порошка) за счет внесения органических кислот – яблочной, лимонной, щавелевой. При брожении теста в течение 120 мин наибольшее значение кислотности (4,4 град.) было достигнуто в пробе с максимальной дозировкой порошка. Это связано с наличием в нем сахаров, аминокислот, витаминов и минералов, являющихся питательной средой для дрожжевых клеток и способствующих интенсификации процесса брожения теста. Данные подтвердились анализом опытных проб теста по бродильной активности и газодерживающей способности, значения последней повысились на 5–9% по сравнению с контролем.

Анализ образцов бубликов по органолептическим показателям свидетельствует о положительном влиянии порошка из батата. С увеличением его дозировки цвет изделия на срезе становился насыщеннее, приобретая оранжевый оттенок, объем изделий повышался, цвет поверхности изменялся от золотистого до желто-коричневого, появлялся характерный сладковатый привкус по сравнению с контрольным образцом. Структура образцов бубликов была мелкопористой и однородной, поверхность – глянцевой. Посторонние привкусы и запахи отсутствовали.

Анализ образцов бубликов по физико-химическим показателям показал (таблица 1), что применение порошка из батата способствовало увеличению их удельного объема на 25%, титруемой кислотности – на 1 град.

Таблица 1.

Физико-химические показатели качества бубликов

Table 1.

Physicochemical quality indicators of bagels

| Показатель Indicator | Значения показателей контрольного и опытных образцов бубликов с добавлением порошка из батата, % к массе муки Values of the indicators of the control and experimental samples of bagels with the addition of sweet potato powder, % of the flour weight | | | |
|--|--|------|------|------|
| | Контроль Control | 5 | 10 | 15 |
| Средняя масса одного изделия, г Average weight of one product, g | 51 | 52 | 53 | 53 |
| Влажность готовых изделий, % Humidity of finished products | 26,0 | 26,5 | 27,0 | 27,5 |
| Кислотность титруемая, град Titratable acidity, degrees | 1,8 | 2,2 | 2,6 | 2,8 |
| Удельный объем изделия, см ³ /г Specific volume of the product, cm ³ /g | 1,6 | 1,8 | 2,0 | 2,0 |
| Коэффициент набухаемости Swelling coefficient | 3,2 | 3,0 | 3,0 | 2,7 |

Таким образом, применение 10% порошка из батата в рецептуре бубликов обеспечивало достижение наилучших органолептических характеристик и значений показателей качества изделий.

На третьем этапе определено влияние способа приготовления теста на показатели качества опытных образцов бубликов, приготовленных разными способами: 1 – безопарным; 2 – ускоренным с применением сухой молочной сыворотки (дозировка сыворотки – 0,8% к массе муки); 3 – опарным на большой густой опаре (влажность опары – 45%, доза муки в опару – 60%). Порошок из батата вносили в количестве 10% к массе муки.

Выявлено, что бродительная активность в пробах теста, приготовленных на опаре, была в 2 раза выше, чем одностадийными способами. Наибольшая начальная титруемая кислотность (3,6 град) зафиксирована при приготовлении теста ускоренным способом, что связано с дополнительным внесением молочной сыворотки, при этом продолжительность брожения теста была сокращена до 60 мин.

В готовых изделиях установлено, что наибольшее значение удельного объема (2,2 см³/г) наблюдалось у образца, приготовленного опарным способом. Он же имел наибольший коэффициент набухаемости (рисунок).

Таким образом, для приготовления бубликов с порошком из батата применимы все из рассмотренных способов приготовления теста. Наилучшим признан опарный способ.

На завершающем этапе проведены исследования показателей пищевой ценности контрольного и опытного образцов бубликов.

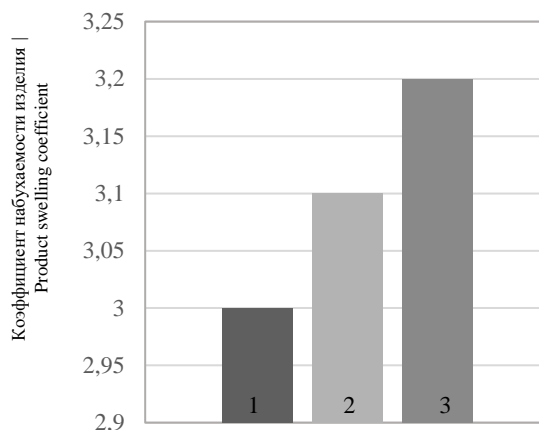


Рисунок 1. Коэффициент набухаемости образцов, приготовленных способами: 1 – безопарным; 2 – ускоренным; 3 – опарным

Figure 1. Swelling coefficient of samples prepared by the following methods: 1 – straight; 2 – accelerated; 3 – sponge

Определено, что в разработанном изделии увеличилось содержание пищевых волокон, минеральных веществ и витаминов (таблица 2).

Потребление 100 г разработанного изделия обеспечит удовлетворение суточной нормы в белках – на 10%, жирах – на 7%, углеводах – на 15%, пищевых волокнах – на 11%, фосфоре и витамине В₆ – на 12%, железе – на 13%. С учетом того, что β-каротин в организме преобразуется в витамин А, то удовлетворение суточной потребности в нем составляет 20%. Энергетическая ценность снизилась на 23 кДж по сравнению с контролем.

Таблица 2.

Содержание пищевых нутриентов и степень удовлетворения их суточной потребности организма за счет употребления 100 г изделия

Table 2.

The content of food nutrients and the degree of satisfaction of their daily needs of the body due to the use of 100 g of the product

| Пищевые вещества и энергетическая ценность Food substances and energy value | Физиологическая суточная потребность, г/сут (ТР ТС 022/2011) Physiological daily requirement, g/day (TR CU 022/2011) | Содержание в образцах Content in samples | | Степень удовлетворения за счет употребления бубликов Degree of satisfaction from eating bagels | |
|--|---|---|--------------------|---|--------------------|
| | | Контроль Control | Опыт Experiment | Контроль Control | Опыт Experiment |
| Белки, г Proteins, g | 75 | 7,50 | 7,21 | 10 | 9,6 |
| Жир, г Fat, g | 83 | 6,54 | 6,01 | 8 | 7 |
| Углеводы, г Carbohydrates, g | 365 | 55,55 | 55,76 | 15 | 15 |
| Пищевые волокна, г Dietary fiber, g | 30 | 3,13 | 3,40 | 10 | 11 |
| Зола, г Ash, g | - | 1,54 | 1,67 | - | - |
| Калий, мг Potassium, mg | 3500 | 142 | 170 | 4 | 5 |
| Кальций, мг Calcium, mg | 1000 | 19 | 26 | 2 | 3 |
| Магний, мг Magnesium, mg | 400 | 35 | 37 | 8 | 9 |
| Фосфор, мг Phosphorus, mg | 800 | 93 | 95 | 11 | 12 |
| Железо, мг Iron, mg | 14 | 1,75 | 1,83 | 12 | 13 |
| А (ретинол), мкг A (retinol), mcg | 800 | 0 | 53,8 | 0 | 7 |
| Витамин В ₁ , мг Vitamin B ₁ , mg | 1,4 | 0,21 | 0,21 | 15 | 15 |
| Витамин В ₂ , мг Vitamin B ₂ , mg | 1,6 | 0,18 | 0,18 | 11 | 11 |
| Витамин В ₆ , мг Vitamin B ₆ , mg | 1,3 | 0,13 | 0,16 | 10 | 12 |
| Витамин РР, мг Vitamin PP, mg | 20 | 1,81 | 1,86 | 10 | 10 |
| β-каротин, мкг β-carotene, mcg | 4800 | 0 | 646,7 | 0 | 13,5 |
| Энергетическая ценность, ккал (кДж) Energy value, kcal (kJ) | 2500 (10460) | 311 (1303) | 306 (1280) | 12,6 | 12,2 |

Заключение

В результате проведенных исследований получен порошок из батата, для которого определены органолептические и физико-химические показатели, проанализирован химический состав и свойства.

Установлено влияние дозировки порошка из батата на показатели качества теста и хлебобулочных изделий пониженной влажности – бубликов. Определен рациональный рецептурный состав бубликов повышенной пищевой ценности, предусматривающий внесение порошка из батата в количестве 10% к массе муки. Рекомендован опарный способ приготовления, при котором были достигнуты наилучшие характеристики теста и изделий. В случае необходимости сокращения технологического процесса возможно

применение ускоренного способа с сокращенным периодом брожения теста до 60 мин на молочной сыворотке.

Определен химический состав и степень удовлетворения суточной потребности организма в пищевых веществах и энергии за счет употребления 100 г. изделия, что характеризует разработанный продукт как бублик повышенной пищевой ценности, обогащенный по микронутриентному составу.

Применение данной технологии будет способствовать расширению ассортимента хлебобулочных изделий пониженной влажности, обогащению биологически активными нутриентами, улучшению потребительских свойств, повышению показателей качества и пищевой ценности продукта.

Литература

- Новикова Ж.В., Сергеева С.М., Муханов Е.В. Разработка булочных изделий для здорового питания с применением растительного сырья // *Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий*. 2020. Т. 82. № 4. С. 188–195. doi: 10.20914/2310-1202-2020-4-188-195
- Бублик [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://znanierussia.ru/articles/Бублик> (дата обращения: 01.04.2026).
- Буховец В.А., Ефимова Д.В., Давыдова Л.В. Разработка технологии производства хлебобулочных изделий повышенной пищевой ценности // *Техника и технология пищевых производств*. 2019. Т. 49. № 2. С. 193–200.
- Rosell M.A., Quizhpe J., Ayuso P., Peñalver R. et al. Proximate composition, health benefits, and food applications in bakery products of purple-fleshed sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) and its by-products: a comprehensive review // *Antioxidants*. 2024. Vol. 13. No. 8. P. 954. doi: 10.3390/antiox13080954
- Саги В.А.К., Невская Е.В. Изучение влияния продуктов переработки батата на показатели качества и структурно-механические свойства мякиша хлеба // *Пищевые инновации и биотехнологии: материалы V Международной научной конференции. Кемерово, 2017. С. 609–610.*
- Тихий А.В., Баракова Н.В., Самоделкин Е.А. Обоснование эффективности применения гидратированных порошков моркови и свеклы в технологии опары для бараночных изделий // *Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий*. 2022. № 1. С. 125–130. doi: 10.20914/2310-1202-2022-1-125-130
- Лукина С.И., Пономарева Е.И., Клёпова Т.А., Боташева Х.Ю. Исследование влияния муки из кукурузных отрубей на показатели качества баранок // *Хлебопродукты*. 2021. № 6. С. 42–44.
- Ngoma K., Mashau M.E., Silungwe H. Physicochemical and functional properties of chemically pretreated Ndou sweet potato flour // *International Journal of Food Science*. 2019. Vol. 2019. Article ID 4158213. doi: 10.1155/2019/4158213
- Chikpah S.K., Korese J.K., Hensel O., Sturm B. et al. Influence of blend proportion and baking conditions on the quality attributes of wheat, orange-fleshed sweet potato and pumpkin composite flour dough and bread: optimization of processing factors // *Discover Food*. 2023. Vol. 3. doi: 10.1007/s44187-023-00041-z
- Лукина С.И., Пономарева Е.И., Алёхина Н.Н., Останкова В.И. Порошок из батата: получение и применение в технологии бубликов // *Новое в технологии и технике функциональных продуктов питания на основе медико-биологических воззрений: сборник научных статей и докладов XII Международной научно-технической конференции. Воронеж, 2025. С. 45–50.*
- Trancoso-Reyes N., Ochoa-Martínez L.A., Bello-Pérez L.A., Morales-Castro J. et al. Effect of pre-treatment on physicochemical and structural properties, and the bioaccessibility of β -carotene in sweet potato flour // *Food Chemistry*. 2016. Vol. 200. P. 199–205. doi: 10.1016/j.foodchem.2016.01.047
- Nzamwita M., Duodu K.G., Minnaar A. Stability of β -carotene during baking of orange-fleshed sweet potato-wheat composite bread and estimated contribution to vitamin A requirements // *Food Chemistry*. 2017. Vol. 228. P. 85–90. doi: 10.1016/j.foodchem.2017.01.133
- Chikpah S.K., Korese J.K., Hensel O., Sturm B. Effect of sieve particle size and blend proportion on the quality properties of peeled and unpeeled orange fleshed sweet potato composite flours // *Foods*. 2020. Vol. 9. No. 6. P. 740. doi: 10.3390/foods9060740
- Mbogo D., Muzhingi T., Janaswamy S. Starch digestibility and β -carotene bioaccessibility in the orange-fleshed sweet potato puree-wheat bread // *Journal of Food Science*. 2021. Vol. 86. No. 3. P. 901–906. doi: 10.1111/1750-3841.15620
- Ruttarattanamongkol K., Chittrakorn S., Weerawatanakorn M., Dangpium N. Effect of drying conditions on properties, pigments and antioxidant activity retentions of pretreated orange and purple-fleshed sweet potato flours // *Journal of Food Science and Technology*. 2016. Vol. 53. P. 1811–1822. doi: 10.1007/s13197-015-2086-7
- Шмалько Н.А., Ваницкая Т.В., Кудрявцева Л.А., Никитин И.А. и др. Технология приготовления пшеничного хлеба из цельнозерновой муки // *Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий*. 2024. Т. 86. № 4. С. 122–135. doi: 10.20914/2310-1202-2024-4-122-135

- 17 Meng H., Xu C., Wu M., Feng Y. Effects of potato and sweet potato flour addition on properties of wheat flour and dough, and bread quality // *Food Science & Nutrition*. 2022. Vol. 10. No. 3. P. 689–697. doi: 10.1002/fsn3.2693
- 18 Бабухадия К.Р., Бузык И.А., Неустроев А.О. Аспекты использования нетрадиционного сырья в производстве хлебобулочных изделий // *Дальневосточный аграрный вестник*. 2023. Т. 17. № 1. С. 76–85. doi: 10.22450/19996837_2023_1_76
- 19 Захарова А.С., Конева С.И., Мелёшкина Л.Е. Влияние нетрадиционного сырья на формирование качества и пищевую ценность хлебобулочных изделий функционального назначения // *Ползуновский вестник*. 2023. № 3. С. 34–40. doi: 10.25712/astu.2072-8921.2023.03.004
- 20 Гарькина П.К., Кудряков Д.Н. Применение свекольного порошка в хлебопечении // *Инновационная техника и технология*. 2024. Т. 11. № 3. С. 29-32.

References


- Novikova Zh.V., Sergeeva S.M., Mukhanov E.V. Development of bakery products for healthy nutrition using plant raw materials. *Bulletin of the Voronezh State University of Engineering Technologies*. 2020. vol. 82. no. 4. pp. 188–195. doi: 10.20914/2310-1202-2020-4-188-195 (in Russian).
- Bagel. *Znanie.Russia*. Available at: <https://znanierussia.ru/articles/Бублик> (accessed: 01.04.2026) (in Russian).
- Bukhovets V.A., Efimova D.V., Davydova L.V. Development of technology for the production of bakery products of increased nutritional value. *Technique and Technology of Food Production*. 2019. vol. 49. no. 2. pp. 193–200. (in Russian).
- Rosell M.A., Quizhpe J., Ayuso P., Peñalver R. et al. Proximate composition, health benefits, and food applications in bakery products of purple-fleshed sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) and its by-products: a comprehensive review. *Antioxidants*. 2024. vol. 13. no. 8. article 954. doi: 10.3390/antiox13080954.
- Sagi V.A.K., Nevskaya E.V. Study of the influence of sweet potato processing products on quality indicators and structural-mechanical properties of bread crumb. In: *Food Innovations and Biotechnologies: Proceedings of the V International Scientific Conference*. Kemerovo, 2017. pp. 609–610. (in Russian).
- Tikhii A.V., Barakova N.V., Samodelkin E.A. Justification of the effectiveness of using hydrated powders of carrots and beets in the technology of sourdough for bagel products. *Bulletin of the Voronezh State University of Engineering Technologies*. 2022. no. 1. pp. 125–130. doi: 10.20914/2310-1202-2022-1-125-130 (in Russian).
- Lukina S.I., Ponomareva E.I., Klopova T.A., Botasheva Kh.Yu. Study of the influence of corn bran flour on the quality indicators of bagels. *Khleboпродукты*. 2021. no. 6. pp. 42–44. (in Russian).
- Ngoma K., Mashau M.E., Silungwe H. Physicochemical and functional properties of chemically pretreated Ndou sweet potato flour. *International Journal of Food Science*. 2019. vol. 2019. article 4158213. doi: 10.1155/2019/4158213.
- Chikpah S.K., Korese J.K., Hensel O., Sturm B. et al. Influence of blend proportion and baking conditions on the quality attributes of wheat, orange-fleshed sweet potato and pumpkin composite flour dough and bread: optimization of processing factors. *Discover Food*. 2023. vol. 3. [Online first]. doi: 10.1007/s44187-023-00041-z.
- Lukina S.I., Ponomareva E.I., Alyokhina N.N., Ostankova V.I. Sweet potato powder: production and application in bagel technology. In: *New in Technology and Technique of Functional Food Products Based on Biomedical Views: Collection of Scientific Articles and Reports of the XII International Scientific and Technical Conference*. Voronezh, 2025. pp. 45–50. (in Russian).
- Trancoso-Reyes N., Ochoa-Martínez L.A., Bello-Pérez L.A., Morales-Castro J. et al. Effect of pre-treatment on physicochemical and structural properties, and the bioaccessibility of β -carotene in sweet potato flour. *Food Chemistry*. 2016. vol. 200. pp. 199–205. doi: 10.1016/j.foodchem.2016.01.047.
- Nzamwita M., Duodu K.G., Minnaar A. Stability of β -carotene during baking of orange-fleshed sweet potato-wheat composite bread and estimated contribution to vitamin A requirements. *Food Chemistry*. 2017. vol. 228. pp. 85–90. doi: 10.1016/j.foodchem.2017.01.133.
- Chikpah S.K., Korese J.K., Hensel O., Sturm B. Effect of sieve particle size and blend proportion on the quality properties of peeled and unpeeled orange fleshed sweet potato composite flours. *Foods*. 2020. vol. 9. no. 6. article 740. doi: 10.3390/foods9060740.
- Mbogo D., Muzhingi T., Janaswamy S. Starch digestibility and β -carotene bioaccessibility in the orange-fleshed sweet potato puree-wheat bread. *Journal of Food Science*. 2021. vol. 86. no. 3. pp. 901–906. doi: 10.1111/1750-3841.15620.
- Ruttarattanamongkol K., Chittrakorn S., Weerawatanakorn M., Dangpium N. Effect of drying conditions on properties, pigments and antioxidant activity retentions of pretreated orange and purple-fleshed sweet potato flours. *Journal of Food Science and Technology*. 2016. vol. 53. pp. 1811–1822. doi: 10.1007/s13197-015-2086-7.
- Shmalko N.A., Vanitskaya T.V., Kudryavtseva L.A., Nikitin I.A. et al. Technology of making wheat bread from whole grain flour. *Bulletin of the Voronezh State University of Engineering Technologies*. 2024. vol. 86. no. 4. pp. 122–135. doi: 10.20914/2310-1202-2024-4-122-135 (in Russian).
- Meng H., Xu C., Wu M., Feng Y. Effects of potato and sweet potato flour addition on properties of wheat flour and dough, and bread quality. *Food Science & Nutrition*. 2022. vol. 10. no. 3. pp. 689–697. doi: 10.1002/fsn3.2693.
- Babukhadiya K.R., Butsik I.A., Neustroev A.O. Aspects of the use of non-traditional raw materials in the production of bakery products. *Far Eastern Agrarian Bulletin*. 2023. vol. 17. no. 1. pp. 76–85. doi: 10.22450/19996837_2023_1_76 (in Russian).
- Zakharova A.S., Koneva S.I., Melyoshkina L.E. Influence of non-traditional raw materials on the formation of quality and nutritional value of functional bakery products. *Polzunovsky Bulletin*. 2023. no. 3. pp. 34–40. doi: 10.25712/astu.2072-8921.2023.03.004 (in Russian).
- Garkina P.K., Kudryakov D.N. Application of beet powder in baking. *Innovative Technique and Technology*. 2024. vol. 11. no. 3. pp. 29–32. (in Russian).

Сведения об авторах


Светлана И. Лукина к.т.н., доцент, кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, lukina.si@ya.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-4393-2046>


Елена И. Пономарева д.т.н., профессор, кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, elena6815@ya.ru

 <https://orcid.org/0000-0023-2310-2838>

Надежда Н. Алехина д.т.н., профессор, кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, nadinat@yandex.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-3317-9858>

Варвара И. Останкова студент, кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, varyalipa20@mail.ru

 <https://orcid.org/0009-0009-0384-7040>

Вклад авторов

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about authors


Svetlana I. Lukina Cand. Sci. (Engin.), assistant professor, bakery technology, confectionery, pasta and grain processing industries department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, lukina.si@ya.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-4393-2046>


Elena I. Ponomareva Dr. Sci. (Engin.), professor, bakery technology, confectionery, pasta and grain processing industries department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, elena6815@ya.ru

 <https://orcid.org/0000-0023-2310-2838>

Nadezhda N. Alekhina Dr. Sci. (Engin.), professor, Bakery technology, confectionery, pasta and grain processing industries department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, nadinat@yandex.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-3317-9858>

Varvara I. Ostankova student, bakery technology, confectionery, pasta and grain processing industries department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, varyalipa20@mail.ru

 <https://orcid.org/0009-0009-0384-7040>

Contribution

All authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

| | | |
|-----------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|
| Поступила 11/04/2026 | После редакции 18/04/2026 | Принята в печать 10/05/2026 |
| Received 11/04/2026 | Accepted in revised 18/04/2026 | Accepted 10/05/2026 |