

Разработка рецептуры обогащенных булочных изделий с пониженной энергетической ценностью с использованием полбяной муки и порошка из яблок

Майоров М.А., Гарькина П.К.

Аннотация. В статье представлены результаты исследований по разработке рецептуры булочных изделий функционального назначения с пониженной энергетической ценностью. В качестве объектов модификации традиционной рецептуры дрожжевого теста выбраны полбяная мука и порошок из яблок. Обоснован выбор нетрадиционного сырья, направленного на повышение пищевой и биологической ценности продукции, обогащение ее пищевыми волокнами, минеральными веществами и йодом. Проведена оценка влияния дозирования полбяной муки и яблочного порошка на органолептические и физико-химические показатели качества теста и готовых изделий. Установлена оптимальная дозировка компонентов: 20 % полбяной муки (к массе пшеничной муки) и 15 % порошка из яблок (к массе сахара). Рассчитана пищевая ценность разработанного продукта, подтверждающая его статус функционального. Приведен расчет экономической эффективности, демонстрирующий снижение себестоимости сырья и повышение рентабельности производства.

Ключевые слова: полбяная мука, порошок из яблок, булочные изделия, пищевые волокна, энергетическая ценность, функциональный продукт, дрожжевое тесто, клейковина, аминокислотный скор.

Для цитирования: Майоров М.А., Гарькина П.К. Разработка рецептуры обогащенных булочных изделий с пониженной энергетической ценностью с использованием полбяной муки и порошка из яблок // Инновационная техника и технология. 2026. Т. 13. № 3. С. 62–66.

Development of a recipe for enriched bundles with reduced energy value using flaxen flour and apple powder

Mayorov M.A., Garkina P.K.

Abstract. The article presents the results of research into the development of a recipe for bakery products with functional purpose and reduced energy value. Spelt flour and apple powder were selected as the objects for modifying the traditional yeast dough recipe. The choice of non traditional raw materials is justified, as it is aimed at increasing the nutritional and biological value of the product and enriching it with dietary fiber, minerals, and iodine. An assessment was carried out of the effect of the dosages of spelt flour and apple powder on the organoleptic and physicochemical quality indicators of the dough and finished products. The optimal dosage of the components has been established: 20 % spelt flour (relative to the weight of wheat flour) and 15 % apple powder (relative to the weight of sugar). The nutritional value of the developed product has been calculated, confirming its functional status. An economic efficiency calculation is provided, demonstrating a reduction in the cost of raw materials and an increase in production profitability.

Keywords: einkorn flour, apple powder, bakery products, dietary fiber, energy value, functional product, yeast dough, gluten, amino acid score.

For citation: Mayorov M.A., Garkina P.K. Development of a recipe for enriched bundles with reduced energy value using flaxen flour and apple powder. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2026. Vol. 13. No. 3. pp. 62–66. (In Russ.).

Введение

В современной России наблюдается устойчивая тенденция к формированию культуры здорового питания. Стратегия повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года ставит перед пищевой промышленностью задачу расширения ассортимента продуктов, обладающих профилактическими свойствами и заданными характеристиками качества [1]. Мучные кондитерские и булочные изделия, являясь продуктами повсеместного потребления, традиционно обладают высокой энергетической ценностью и дефицитом эссенциальных нутриентов, что способствует развитию алиментарно-зависимых заболеваний.

Актуальным направлением хлебопечения является использование нетрадиционных видов растительного сырья для снижения калорийности изделий и обогащения их пищевыми волокнами, витаминами и минералами. Перспективным источником функциональных ингредиентов является полба – древняя зерновая культура, отличающаяся высоким содержанием белка с сбалансированным аминокислотным составом и наличием грубых пищевых волокон [2]. В качестве источника пектиновых веществ, органических кислот и йода целесообразно использование порошка из яблок, который позволяет не только обогатить рецепт, но и частично заменить сахар, снижая энергетическую ценность продукта [3].

Цель работы: разработка рецептуры и технологии булочных изделий с пониженной энергетической ценностью с применением полбяной муки и порошка из яблок.

Объекты и методы исследования

Объектами исследования служили: мука пшеничная высшего сорта (ГОСТ 26574-2017), мука полбяная (СТО 21318887-001-2013), порошок из яблок, а также контрольные и опытные образцы дрожжевого теста и булочных изделий.

Исследования проводились в лабораториях кафедры «Пищевые производства» ПензГТУ. Оценка качества сырья и готовой продукции осуществлялась стандартными органолептическими и физико-химическими методами. Количество и качество сырой клейковины определяли методом отмывания (ГОСТ 27839-2013). Влажность, кислотность и пористость изделий оценивали по ГОСТ 5900-2014 и ГОСТ 5669-96. Расчет пищевой и энергетической ценности проводился расчетно-аналитическим методом с использованием принципов линейного программирования и нутрициологического моделирования [4].

Результаты и их обсуждение

На первом этапе исследований была изучена целесообразность замены части пшеничной муки

(ПМ) на полбяную (ПБМ). Анализ аминокислотного состава показал, что белок полбяной муки обладает более высокой биологической ценностью. Количество незаменимых аминокислот в ПБМ на 43 % выше, чем в ПМ. Лимитирующими аминокислотами в пшеничной муке являются лизин и треонин (аминокислотный скор 44 % и 78 % соответственно), тогда как в полбяной муке наблюдается лучшее сбалансированность, особенно по фенилаланину+тироzinу (144 % к эталону ФАО/ВОЗ) и валину (96 %).

Для определения оптимальной дозировки ПБМ были приготовлены образцы теста с заменой 15, 20 и 25 % пшеничной муки на полбяную. Органолептическая оценка (таблица 1) показала, что замена на уровне 20 % обеспечивает наилучшие показатели: изделие сохраняет округлую форму, приобретает приятный темно-соломенный цвет и специфический, но не навязчивый аромат добавки. Увеличение дозировки до 25 % приводит к появлению выраженного постороннего привкуса и уплотнению структуры мякиша. Балловая оценка образца с 20 % ПБМ составила 50 баллов против 47 баллов у контроля.

На втором этапе исследований изучалось влияние порошка из яблок (ПЯ) на качество клейковины и свойства теста. Яблочный порошок, богатый пектином и клетчаткой, обладает высокой влагопоглощательной способностью. Внесение ПЯ в мучную смесь приводило к снижению выхода сырой клейковины (с 35 % в контроле до 23,2 % при внесении 20 % ПЯ), однако при этом наблюдалось укрепление ее упругих свойств. Растяжимость клейковины сокращалась с 15 см до 6 см, что свидетельствует о переходе клейковины в более упругую, короткую фракцию, что положительно сказывается на формоустойчивости теста.

Поскольку порошок из яблок содержит до 55 % природных сахаров (фруктозы и глюкозы), было предложено использовать его для частичной замены сахара-песка с целью снижения энергетической ценности. Были исследованы дозировки ПЯ: 10, 15 и 20 % к массе сахара.

Физико-химические показатели изделий представлены в таблице 2.

Внесение ПЯ способствует незначительному снижению влажности (на 0,2–0,3 % при дозировке 10–15 %), что объясняется способностью пищевых волокон яблока удерживать влагу в связанном состоянии и отдавать ее при выпечке. Кислотность мякиша возрастает на 0,1–0,2 градуса за счет наличия органических кислот в яблочном порошке. Пористость изделий остается на высоком уровне (53 %), структура мякиша равномерная, эластичная. Органолептический анализ образца с 15 % ПЯ показал наилучшие результаты: легкий яблочный аромат, приятный вкус без посторонних привкусов, тогда как 20 % ПЯ придавали изделию избыточную кислоту и плотную структуру.

На основании полученных данных была сфор-

Таблица 1 – Органолептическая оценка булочек с полбяной мукой (баллы)

Показатель	Контроль (0% ПБМ)	15 % ПБМ	20 % ПБМ	25 % ПБМ
Форма и поверхность	10	10	10	10
Цвет	5	5	5	5
Вкус и запах	10	10	10	9
Вид на изломе и пористость	9	8	10	8,5
Состояние мякиша	8,5	8,5	10	8,5
Промес и пропеченность	4,5	3,5	5	4
Итого	47	45	50	45,5

Таблица 2 – Физико-химические показатели булочек с порошком из яблок

Наименование показателя	Контроль (0% ПЯ)	10 % ПЯ	15 % ПЯ	20 % ПЯ
Массовая доля влаги, %	33,79	33,5	32,6	33,2
Кислотность мякиша, град	1,5	1,55	1,6	1,7
Плотность, г/см ³	1,25	1,2	1,2	1,2
Пористость, %	55	53	53	53

Таблица 3 – Пищевая и энергетическая ценность 100 г булочки

Наименование	Рекомендуемый уровень суточного потребления	Контроль (прототип)	Опытный образец (20% ПБМ + 15% ПЯ)	Степень удовлетворения суточной потребности, %
Белки, г	75	7,66	7,7	10,27
Углеводы, г	365	48,56	44,64	12,23
Пищевые волокна, г	20	2,19	3,5	17,5
Калий, мг	350	130,7	137	39,14
Магний, мг	400	29,5	36	9
Йод, мкг	150	0	1	0,67
Энергетическая ценность, ккал	2500	332,08	317,54	12,7

мирована итоговая рецептура булочки «Домашняя» функционального назначения, включающая 20 % полбяной муки (к массе пшеничной) и 15 % порошка из яблок (к массе сахара).

Расчет пищевой ценности разработанного изделия (таблица 3) подтвердил его высокую биологическую эффективность.

Введение полбяной муки и яблочного порошка позволило снизить энергетическую ценность изделия на 14,54 ккал (с 332,08 до 317,54 ккал/100 г) за счет замены части легкоусвояемого сахара-песка на комплекс природных сахаров и пищевых волокон. Содержание пищевых волокон возросло до 3,5 г, что обеспечивает удовлетворение суточной потребности организма в них на 17,5 % при потреблении 100 г продукта. Продукт также становится источником йода (0,67 мкг/100 г), калия и магния, что способствует профилактике сердечно-сосудистых заболеваний и нарушений функций щитовидной железы.

Оценка экономической эффективности

Экономическая эффективность производства оценивалась на основе расчета себестоимости сырьевого набора для производства 1 тонны продук-

ции. Использование полбяной муки (цена 24 руб./кг) частично компенсируется заменой сахара-песка (цена 45 руб./кг) на порошок из яблок (цена 25 руб./кг).

Затраты на сырье по стандартной рецептуре составили 31890,3 руб./т, тогда как по предлагаемой рецептуре себестоимость снизилась до 31471,8 руб./т. Экономия составляет 418,5 руб. на каждую тонну продукции.

При расчете выручки и прибыли (с учетом наценки на сырье 10 % и условно-постоянных расходов) установлено, что прибыль от реализации 1 тонны продукции по предлагаемой рецептуре возрастает. Уровень рентабельности производства увеличивается с 85 % (для классической рецептуры) до 88 % (для обогащенной рецептуры). Дополнительным социальным эффектом является выпуск продукта, способствующего профилактике алиментарных заболеваний населения.

Выводы

Обоснована целесообразность использования полбяной муки и порошка из яблок в технологии

дрожжевых булочных изделий для снижения энергетической ценности и повышения пищевой биологической ценности.

Установлено, что оптимальной дозировкой полбяной муки является 20 % к массе пшеничной муки, а порошка из яблок – 15 % к массе сахара-песка. При таких дозировках органолептические показатели изделия находятся на максимальном уровне (50 баллов).

Внесение яблочного порошка влияет на реологические свойства теста, укрепляя клейковину, и способствует снижению влажности и умеренному повышению кислотности мякиша.

Литература

- [1] Стратегия повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года: Распоряжение Правительства РФ от 29 июня 2016 года № 1364-р.
- [2] Санжаровская Н. С., Галинский А. В. Перспективы использования муки из зерна полбы в хлебопечении //Переработка и управление качеством сельскохозяйственной продукции: сборник статей VI Международной научно-практической конференции. Минск, 30–31 марта 2023 г./под общ. ред.: ВЯ Груданова.–Минск: БГАТУ, 2023.–468 с.: ил.–ISBN 978-985-25-0203-0. – 2023. – С. 61.
- [3] Перфилова О. В., Бабушкин В. А., Чичканов Н. М. Использование яблочного порошка из выжимок для повышения качества сдобного печенья //Наука и Образование. – 2020. – Т. 3. – №. 4.
- [4] Максимов С. В., Чмыхалова В. Б. Разработка технологии производства хлебобулочных изделий пониженной энергетической ценности с шиповником //Национальная (всероссийская) научно-практическая конференция «Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промышленное и техническое использование». – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Камчатский государственный технический университет», 2020. – №. XI. – С. 178-182.
- [5] Бочкарева З.А., Пчелинцева О.Н. Применение черемуховой муки в производстве хлебобулочных изделий функционального назначения // Вестник КрасГАУ. 2021. № 4. С. 112-118.
- [6] Гарькина П. К., Курочкин А. А., Соколова Н. Н. Разработка оптимизированной рецептуры булочных изделий //Хлебопечение России. – 2023. – Т. 67. – №. 2. – С. 24-32.

Разработанный продукт обладает статусом функционального: 100 г булочки удовлетворяют суточную потребность в пищевых волокнах на 17,5 %, в калии на 39,1 %. Энергетическая ценность снижена на 4,4 %.

Экономический расчет подтверждает рентабельность внедрения разработки: себестоимость сырья снижается на 1,3 %, а уровень рентабельности производства возрастает до 88 %. Разработан проект технических условий на новую продукцию.

References

- [1] Strategy for Improving the Quality of Food Products in the Russian Federation until 2030: Resolution No. 1364 r of the Government of the Russian Federation dated June 29, 2016.
- [2] Sanzharovskaya N. S., Galinsky A. V. Prospects for Using Spelt Flour in Baking //Processing and Quality Management of Agricultural Products: Collection of Articles of the VI International Scientific and Practical Conference. Minsk, March 30–31, 2023 / Edited by V. Ya. Grudanov.– Minsk: BSAU, 2023. – 468 p.: ill. – ISBN 978-985-25-0203-0. – 2023. – P. 61.
- [3] Perfilova O. V., Babushkin V. A., Chichkanov N. M. Using apple pomace powder to improve the quality of butter cookies //Science and Education. – 2020. – Vol. 3. – No. 4.
- [4] Maksimov S. V., Chmykhalova V. B. Development of technology for the production of bakery products with reduced energy value containing rosehip //National (All Russian) scientific and practical conference “Natural resources, their current state, protection, commercial and technical use”. – Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Kamchatka State Technical University”, 2020. – No. XI. – Pp. 178–182.
- [5] Bochkareva Z.A., Pchelintseva O.N. The use of bird cherry flour in the production of functional bakery products // Bulletin of KrasSAU. 2021. No. 4. Pp. 112-118.
- [6] Garkina P. K., Kurochkin A. A., Sokolova N. N. Development of an optimized formulation for bakery products // Bread-Baking in Russia. – 2023. – Vol. 67. – No. 2. – Pp. 24–32.

Сведения об авторах

Information about the authors

Майоров Михаил Александрович магистрант кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 E-mail:	Mayorov Mikhail Alexandrovich undergraduate of the department «Food productions» Penza State Technological University E-mail:
Гарькина Полина Константиновна кандидат технических наук доцент кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 Тел.: +7(927) 094-79-49 E-mail: worolina89@mail.ru	Garkina Polina Konstantinovna PhD in Technical Sciences associate professor at the department of «Food productions» Penza State Technological University Phone: +7(927) 094-79-49 E-mail: worolina89@mail.ru