

Разработка технологии хлебобулочного изделия, обогащенного льняной мукой и порошком плодов рябины

Алмакаев Р.Р., Фролов Д.И.

Аннотация. В работе рассмотрена разработка технологии производства хлебобулочного изделия, обогащенного растительными компонентами, в качестве которых были выбраны семена льна и плоды рябины обыкновенной. Проведен анализ научно-технической литературы, обоснован выбор обогащающих ингредиентов, дана характеристика объектов и методов исследования. Изучены физико-химические свойства порошка из плодов рябины и льняной муки, а также их влияние на свойства сырья, полуфабрикатов и готового изделия. На основе проведенных исследований разработана рецептура и технология нового хлебобулочного изделия «Грин». Определено оптимальное соотношение вносимых компонентов: льняная мука – 5 % и порошок плодов рябины – 3 % от массы пшеничной муки. Установлено, что внесение данных ингредиентов позволяет улучшить органолептические показатели готового продукта, обогатить его жизненно важными микро- и макроэлементами, витаминами, минералами и жирными кислотами. Разработана технико-технологическая карта на новый продукт. Новизна работы заключается в обосновании и практической реализации рецептуры хлебобулочного изделия, сочетающего в себе льняную муку и порошок плодов рябины, что позволяет получить продукт с высокой пищевой и биологической ценностью.

Ключевые слова: хлебобулочное изделие, обогащение, льняная мука, порошок плодов рябины, рецептура, пищевая ценность.

Для цитирования: Алмакаев Р.Р., Фролов Д.И. Разработка технологии хлебобулочного изделия, обогащенного льняной мукой и порошком плодов рябины // Инновационная техника и технология. 2026. Т. 13. № 3. С. 23–28.

Development of technology for bakery products enriched with flax flour and rowan fruit powder

Almakaev R.R., Frolov D.I.

Abstract. This study examines the development of a production process for a bakery product enriched with plant-based ingredients—specifically, flax seeds and common rowan berries. The authors reviewed relevant scientific and technical literature, justified the choice of enriching ingredients, and described the research materials and methods. The physicochemical properties of rowan berry powder and flax flour were analyzed, as was their impact on the characteristics of the raw materials, intermediate products, and the finished item. Based on this research, a formulation and production process were developed for a new bakery product named «Green.» The optimal ratio of added ingredients was determined to be 5% flax flour and 3% rowan berry powder (relative to the mass of wheat flour). It was established that incorporating these ingredients improves the finished product's organoleptic qualities and enriches it with essential micro- and macronutrients, vitamins, minerals, and fatty acids. A technical production specification for the new product was also developed. The study's novelty lies in the justification and practical implementation of a bakery product formulation combining flax flour and rowan berry powder, resulting in a product with high nutritional and biological value.

Keywords: bakery product, enrichment, flax flour, rowan fruit powder, recipe, nutritional value.

For citation: Almakaev R.R., Frolov D.I. Development of technology for bakery products enriched with flax flour and rowan fruit powder. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2026. Vol. 13. No. 3. pp. 23–28. (In Russ.).

Введение

На сегодняшний день большая часть продовольственных продуктов и сырья в России импортные. Учитывая сложные отношения государства со странами-поставщиками и возрастающие санкции, необходимо развитие собственного полноценного производства товаров и сырья, не уступающих по качеству импортным. Именно поэтому одной из перспективных областей пищевой промышленности в России является разработка новых качественных продуктов питания, отвечающих физиологическим требованиям определенных групп населения и имеющих лечебное и профилактическое действие [1].

Весомая часть населения России из-за технологических преобразований и использования неадекватного пищевого сырья не получает необходимого количества основных компонентов пищи, что приводит к болезням, преждевременному старению и сокращению жизни. В России хлебобулочные изделия являются наиболее доступным продуктом питания. Их употребляют 98 % населения страны. Поэтому повышение их качества и пищевой ценности, разработка изделий профилактической направленности, функциональных и обогащенных, способствуют реализации современной концепции здорового питания [2].

Наиболее естественным и целесообразным, с точки зрения экономики, технологии производства и физиологии, способом расширения ассортимента хлебобулочных изделий является рациональное

комбинирование пищевых компонентов с использованием растительных ингредиентов. Они богаты необходимыми организму человека минеральными веществами, витаминами, пищевыми волокнами, микро- и макроэлементами. В качестве обогащающих растительных ингредиентов целесообразнее всего использовать доступные в местном масштабе, экологически чистые и широко распространенные сырьевые материалы. Именно поэтому плоды рябины обыкновенной и семена льна, содержащие витамины, макро- и микроэлементы, пищевые волокна, органические кислоты, незаменимые жирные кислоты и другие вещества, заслуживают внимания [3].

Целью работы является разработка технологии производства хлебобулочных изделий, обогащенных растительными компонентами. Для достижения поставленной цели решались задачи патентно-информационного поиска по применению семян льна и плодов рябины в хлебопечении, оценки физико-химических свойств обогащающих растительных ингредиентов и исследования их влияния на свойства сырья, полуфабрикатов и готового изделия, разработки рецептуры и технологии предлагаемого продукта питания.

Объекты и методы исследований

Объектами исследования являлись порошок из плодов рябины обыкновенной, льняная мука, пшеничная мука высшего сорта, дрожжи хлебопе-



Рис. 1. Схема экспериментальных исследований

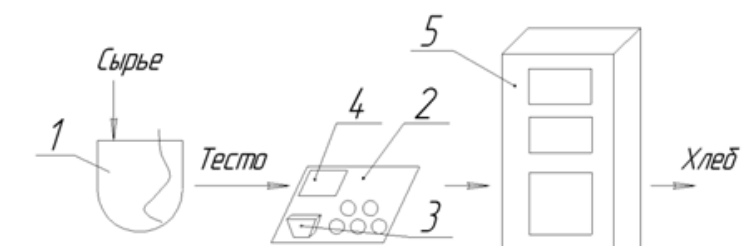


Рис. 2. Лабораторная установка для производства хлеба: 1 – тестомесильная машина; 2 – стол; 3 – форма хлебопекарная; 4 – весы; 5 – расстойно-печной мини агрегат

карные прессованные, а также полуфабрикаты и готовые хлебобулочные изделия. Отбор и подготовку проб для проведения анализа проводили согласно ГОСТ 26313-84, ГОСТ 5667-65 и ГОСТ 18321-73.

При выполнении работы использовались стандартные и общепринятые методы исследования. Массовую долю влаги определяли по ГОСТ 28561-90, титруемую кислотность – по ГОСТ 25555.0-82, содержание белка – по методу Кьельдаля, содержание аскорбиновой кислоты – по ГОСТ 24556-89, содержание β -каротина – колориметрическим методом по Мурри, содержание пищевых волокон – ферментативным методом. Органолептические показатели готовых изделий оценивали по ГОСТ 5667-65, пористость – по ГОСТ 5669-96, кислотность – по ГОСТ 5670-96.

Для характеристики сырья, полуфабрикатов и готовых изделий была составлена схема эксперимента, включающая информационный поиск, обоснование использования компонентов, исследование их влияния на качество продукта, разработку рецептуры, изучение последовательности внесения компонентов и разработку технической документации. Общая схема организации работ представлена на рисунке 1.

Выработку опытных образцов полуфабрикатов

Таблица 1 – Рецептура хлебобулочного изделия «Грин»

Наименования сырья	Расход сырья, кг			
	Контрольный образец	Образец № 1	Образец № 2	Образец № 3
Мука пшеничная высшего сорта	100	95,5	92	86,5
Соль	1,5	1,5	1,5	1,5
Сахар-песок	5	5	5	5
Дрожжи	2	2	2	2
Льняная мука	-	3	5	9
Порошок плодов рябины	-	1,5	3	4,5
Итого:	108,5	108,5	108,5	108,5

и хлеба осуществляли в лабораторных условиях. Лабораторная установка для производства хлеба представлена на рисунке 2.

Результаты и их обсуждение

В связи с глобальной тенденцией укрепления продовольственной безопасности, а также ухудшением качества основного сырья широкое распространение получило использование различных растительных ингредиентов в производстве хлебобулочных изделий. Они позволяют регулировать свойства используемого сырья, влиять на технологический процесс производства и получать конечные продукты терапевтического, профилактического и функционального назначения [4].

Для эксперимента были взяты высушенные плоды рябины красной, которые предварительно измельчали, и льняная мука. Для обоснования целесообразности их использования в рецептурах хлебобулочных изделий в качестве источника биологически активных веществ были изучены их органолептические показатели и химический состав. Порошок плодов рябины представляет собой однородную сыпучую массу с характерным слабым фруктовым запахом, оранжевого и темно-оранжевого цвета. Сравнительная оценка минерального состава показала, что порошок плодов рябины превосходит пшеничную муку высшего сорта по содержанию минеральных веществ. В исследуемых образцах обнаружены витамины С, Е и β -каротин, известные как мощные антиоксиданты.

Что касается льняной муки, то при механической переработке семян льна также наблюдается изменение химического состава. Уменьшается содержание жира, но этот показатель все равно имеет высокие значения и превышает показатели пшеничной муки на 88 %, а ржаной – на 82 %. Однако энергетическая ценность льняной муки ниже, чем у пшеничной. Белки льна по аминокислотному составу более полноценны по сравнению с белками пшеничной муки и могут дополнять, повышая ценность хлебобулочных изделий.

Разработка рецептуры хлебобулочного изделия, обогащенного льняной мукой и порошком плодов рябины, осуществлялась на основе проанализированных диссертаций и работ. Было выявлено, что оптимальное соотношение льняной и пшенич-

Таблица 2 – Органолептические показатели образцов

Органолептические показатели	Контроль	Образец №1	Образец №2	Образец №3
Внешний вид				
Форма	Форма правильная, округлая, не расплывчатая, с выпуклой коркой. Поверхность ровная, без подрывов и трещин.			Форма правильная округлая. Увеличен в размерах. Поверхность с подрывами и трещинами.
Цвет	Желтый	Светло-желтый	Светло-коричневый	Коричневый
Состояние мякиша				
Пропеченность	Пропеченный, не влажный на ощупь. Эластичный	Пропеченный, без комков и следов непромеса. Эластичный	Пропеченный, без комков и следов непромеса. Эластичный, упругий.	Пропеченный, без комков и следов непромеса. Эластичный, мякиш влажный.
Характер пористости	Равномерная, развитая.	Равномерная, развитая.	Равномерная, хорошо развитая, тонкостенная.	Равномерная, развитая, тонкостенная.
Вкус	Свойственный данному виду изделия, без постороннего привкуса.	Свойственные данному виду изделия, с легким вкусом плодов рябины.	Свойственные данному виду изделия, с легким вкусом плодов рябины и маслянистостью.	Свойственные данному виду изделия, с выраженным вкусом плодов рябины, маслянистый. Немного горький.
Запах	Свойственный данному виду изделия, без постороннего запаха.	Свойственный данному виду изделия с легким ароматом плодов рябины.	Свойственный данному виду изделия, с легким ароматом плодов рябины, маслянистый.	Свойственный данному виду изделия, с выраженным ароматом плодов рябины, маслянистый.

Таблица 3 – Расчёт пищевой и энергетической ценности хлебобулочного изделия «Грин»

Наименование продуктов	Масса нетто, г	Белки		Жиры		Углеводы	
		В 100 г	В блюде	В 100 г	В блюде	В 100 г	В блюде
Мука пшеничная	92	13,2	12,2	2,5	2,3	72	66,24
Соль	1,5	0	0	0	0	0	0
Сахар-песок	5	0	0	0	0	99,8	4,99
Дрожжи	2	40,44	0,8	7,61	0,15	14,32	0,29
Мука льняная	5	30	1,5	14	0,7	12	0,6
Порошок плодов рябины	3	1,4	0,04	0,2	0,006	8,9	0,27
Итого в сырье	108,5		14,54		3,16		72,39
Сохранность при тепловой обработке			95		94		91
Итого в блюде	98,3		13,8		3		65,9
В 100 г			14,1		3,1		67,1
Энергетическая ценность, ккал	14,1*4+3,1*9+67,1*4=352,7						

ной муки такое, где льняная мука не превышает 6 % от пшеничной. Соотношение пшеничной муки и порошка плодов рябины замечено оптимальным как 97:3. При разработке рецептуры были использованы три образца с разным содержанием добавляемых компонентов. Рецепт хлеба «Грин» представлен в таблице 1.

В результате характеристики конечного продукта выявлено, что оптимален образец № 2. Ключевую роль в выборе такого соотношения ингредиентов играл органолептический анализ готовых изделий (таблица 2).

Рассчитана энергетическая ценность полученного продукта (таблица 3).

После разработки рецептуры разработан технологический процесс производства, который состоит из нескольких основных этапов: замес и брожение полуфабрикатов, разделка теста, выпечка, хранение готового изделия. Первоначально замешивается опара. Пшеничная мука в 50 % от основного количества замешивается с дрожжами и водой. После опару оставляют для дальнейшего брожения. Начальная температура ферментации опары составляет 25–29 °С, время брожения в среднем 180–270

мин. Конечная кислотность опары составляет 2,5–3,5 градуса. Тесто замешивают в тестомесильной машине периодического действия из общего количества сброженной опары, оставшегося количества муки, обогащающих ингредиентов, солевого раствора и воды. Внесение льняной муки и порошка рябины предлагается с 50%-м содержанием муки пшеничной от общего количества ее в рецептуре, все это вносится в сухом виде. Начальная температура теста составляет 27–33 °С, время брожения в соответствии с передовой технологией составляет 55 минут. Ферментированное тесто направляется на разделку, которая включает разделение теста на куски и помещение его в формы, окончательную расстойку тестовых заготовок. Кусочек взвешенного теста весом 720 г помещают в предварительно смазанную маслом форму и отправляют на окончательную расстойку, которая осуществляется при температуре 36 °С, относительной влажности воздуха 75–78 %, в течение 40 минут. Разведенные тестовые заготовки отправляются на выпечку. Хлеб выпекают в пекарной камере хлебопекарной печи при температуре паровоздушной среды 220 °С в течение 35 мин. Хлебобулочные изделия, вынутые из печи, остывают при температуре 18–25 °С в специальном остывочном отделении.

Полученные результаты согласуются с данными ранее опубликованных исследований, в которых отмечается положительное влияние растительных порошков на качество хлебобулочных изделий. В частности, авторы установили [5], что введение порошка рябины в пшеничное тесто снижает урожайность клейковины, но обладает усиливающим эффектом, при этом способность абсорбции воды улучшается, что позволяет использовать пшеничную муку общего назначения для производства хлебобулочных изделий. Присутствие витаминов, минералов и особенно моносахаридов в порошке рябины активизирует активность дрожжевых клеток, тем самым ускоряя процесс ферментации и сокращая созревание теста. Эти закономерности подтверждаются и в настоящей работе: внесение порошка плодов рябины и льняной муки интенсифицировало газообразование и способствовало улучшению пористости мякиша.

Следует отметить, что введение порошков в тесто более 5 % необоснованно из-за ограниченной эластичности скелета клейковины. Если имеется мало влаги, не связанной с тестом, то пищевое волокно, которое поглощает воду быстрее, чем молекулы белка, будет препятствовать образованию скелета белка, так что введение льняной муки и порошка в количестве более 5 % мучной массы техно-

логически нецелесообразно. Полученные в работе данные о том, что оптимальным является образец № 2 с содержанием льняной муки 5 % и порошка плодов рябины 3 %, согласуются с этими представлениями.

Таким образом, результаты проведенного исследования развивают существующие представления о роли растительных ингредиентов в формировании качества хлебобулочных изделий и подтверждают перспективность совместного использования льняной муки и порошка плодов рябины для создания продуктов с повышенной пищевой и биологической ценностью.

Выводы

Наиболее целесообразным и эффективным с физиологической и технологической точек зрения способом расширения ассортимента хлебобулочных изделий и повышения их витаминной и минеральной ценности является обогащение растительными ингредиентами, представляющими собой натуральный, сбалансированный источник витаминов, пищевых волокон, макро- и микроэлементов. В качестве таких ингредиентов перспективно использование местных сырьевых ресурсов, обладающих доступностью, экологической чистотой и широким распространением в регионе; с этой точки зрения внимания заслуживают плоды рябины и семена льна.

В работе выполнена поставленная цель – разработана технология производства хлебобулочного изделия «Грин», обогащенного порошком плодов рябины и льняной мукой. Обоснована целесообразность применения растительных ингредиентов, изучены их физико-химические свойства и доказано положительное влияние на показатели качества муки пшеничной, дрожжей хлебопекарных и структурно-механические свойства теста. Разработаны рецептура продукта, технологическая схема производства и технико-технологическая карта. Выявлено оптимальное соотношение компонентов, обеспечивающее улучшение качества готового изделия – более упругий и пористый мякиш, что благоприятно влияет на вкусовые качества. Новизна работы заключается в обосновании и практической реализации рецептуры хлебобулочного изделия, сочетающего льняную муку и порошок плодов рябины, что позволяет обогатить продукт полиненасыщенными жирными кислотами, витаминами С, Е и β-каротином. Разработанное изделие может быть включено в диетическое меню.

Литература

- [1] Ипатова Л. Г. и др. Пищевые волокна в продуктах питания //Пищевая промышленность. – 2007. – № 5. – С. 8-10.

References

- [1] Ipatova L. G. et al. Dietary fibers in food products // Food Industry. – 2007. – No. 5. – P. 8–10.
- [2] Reshetnik E. I., Sharipova T. V., Maksimuk V. A.

- [2] Решетник Е. И., Шарипова Т. В., Максимюк В. А. Методология проектирования продуктов питания с требуемым комплексом показателей пищевой ценности. Монография. – Дальневосточный ГАУ – 2016–197 с, 2016.
- [3] Блинникова О. М. Товароведная оценка плодов рябины обыкновенной как источника ценных микронутриентов при производстве продуктов функционального назначения // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2013. – №. 1. – С. 89-93.
- [4] Туманова А. Е. и др. Использование смеси растительных порошков в производстве булочных изделий // Пищевая промышленность. – 2022. – №. 1. – С. 16-20.
- [5] Нилова Л. П. и др. Оптимизация качества хлебобулочных изделий, полученных с использованием нетрадиционного сырья // Вестник Южно-уральского государственного университета. Серия: экономика и менеджмент. – 2007. – №. 27 (99). – С. 70-75.
- Methodology for designing food products with a required set of nutritional value indicators. Monograph. – Far Eastern State Agrarian University – 2016 – 197 p.
- [3] Blinnikova O. M. Commodity assessment of common rowan (*Sorbus aucuparia*) fruits as a source of valuable micronutrients for the production of functional foods // Bulletin of Michurinsk State Agrarian University. – 2013. – No. 1. – P. 89–93.
- [4] Tumanova A. E. et al. Use of a mixture of plant-based powders in the production of bakery products // Food Industry. – 2022. – No. 1. – P. 16–20.
- [5] Nilova L. P. et al. Quality optimization of bakery products made using non-traditional raw materials // Bulletin of South Ural State University. Series: Economics and Management. – 2007. – No. 27 (99). – P. 70–75.

Сведения об авторах

Information about the authors

Алмакаев Рамиль Ряшитович магистрант кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 E-mail:	Almakaev Ramil Ryashitovich undergraduate of the department «Food productions» Penza State Technological University E-mail:
Фролов Дмитрий Иванович кандидат технических наук доцент кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 Тел.: +7(937) 408-35-28 E-mail: surr@bk.ru	Frolov Dmitriy Ivanovich PhD in Technical Sciences associate professor at the department of «Food productions» Penza State Technological University Phone: +7(937) 408-35-28 E-mail: surr@bk.ru