

Применение порошка бобов овощной фасоли в технологии ржано-пшеничного хлеба

Курочкин А.А., Новикова О.А.

Аннотация. В работе обоснована целесообразность применения порошка бобов овощной фасоли (*Phaseolus vulgaris* L.) в технологии ржано-пшеничного хлеба. Установлено, что внесение порошка в количестве 5,0-7,5 % к массе мучных ингредиентов способствует улучшению органолептических показателей (оценка по 100-балльной шкале: 92-94 балла против 88 баллов в контроле) и физико-химических характеристик готовых изделий: пористость мякиша увеличивается на 8,6-10,3 %, удельный объем – на 20,0-23,3 %. Показана возможность частичной замены пшеничной муки первого сорта порошком бобов фасоли с целью обогащения хлебобулочных изделий растительным белком, пищевыми волокнами, витаминами группы В и минеральными веществами при сохранении технологических параметров производства.

Ключевые слова: пищевые продукты, функциональные ингредиенты, бобовые культуры, овощная фасоль, ржано-пшеничный хлеб, показатели качества, технологические параметры.

Для цитирования: Курочкин А.А., Новикова О.А. Применение порошка бобов овощной фасоли в технологии ржано-пшеничного хлеба // Инновационная техника и технология. 2026. Т. 13. № 2. С. 29–33.

Applications of vegetable bean powder in rye-wheat bread technology

Kurochkin A.A., Novikova O.A.

Abstract. The presented work systematizes data on the high technological potential of using vegetable beans (*Phaseolus vulgaris* L.) as a functional food additive. Based on a critical analysis of literature sources and the results of our own experimental studies, we have substantiated the feasibility of using a multi-component approach, in which the biologically active components of vegetable bean pods are integrated into the matrix of the food additive by thermovacuum extrusion of a mixture with wheat grain. We have also presented extended data on the physical, mechanical, and chemical characteristics of the pods of two varieties of semi-sugar beans at different stages of ontogenesis. Extruding modes have been developed and experimentally verified to ensure the production of a stable-quality extrudate with specified functional and technological properties.

Keywords: food products, functional ingredients, legumes, green beans, rye-wheat bread, quality indicators, technological parameters.

For citation: Kurochkin A.A., Novikova O.A. Applications of vegetable bean powder in rye-wheat bread technology. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2026. Vol. 13. No. 2. pp. 29–33. (In Russ.).

Введение

Реализация приоритетов Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации, утверждённой Указом Президента РФ от 28.02.2024 № 145, предусматривает развитие исследований в области создания безопасных и качественных функциональных продуктов питания [1].

В рамках исполнения Распоряжения Правительства РФ от 29.06.2016 № 1364-р «Стратегия повышения качества пищевой продукции в Рос-

сийской Федерации до 2030 года» актуальны разработки рецептур хлебобулочных изделий с использованием нетрадиционного растительного сырья, содержащего функциональные пищевые ингредиенты (ФПИ) [2].

Расширение ассортимента обогащённых хлебобулочных изделий способствует профилактике алиментарно-зависимых заболеваний, связанных с дефицитом макро- и микронутриентов, пищевых волокон и других биологически активных компонентов [9].

Бобовые культуры представляют перспективный источник ФПИ благодаря сбалансированному аминокислотному составу белков, высокому содержанию пищевых волокон, витаминов и минеральных веществ [3].

Фасоль овощная – ценная пищевая культура, пользующаяся большой популярностью у населения Российской Федерации.

По назначению различают зерновую и овощную фасоль. У овощной в пищу используют зеленые бобы (стручки или лопатки) или же недозрелые семена в отваренном, тушеном виде или в супах и гарнирах, а на юге страны – в основном для консервирования. По питательности она выше многих видов овощей [5].

Питательность ее недозрелых бобов (стручков) определяется, кроме высокого содержания белков, наличием сахаров и витаминов. В исследованиях установлено: бобы фасоли овощной в технической спелости содержат до 6% белка, витамины А, В1, В2, В6, В12, К, С, РР, сахара (3,4%), минеральные соли К, Р, Са, Na, Fe, J, также они богаты клетчаткой (3,9%) и пектинами. В100 г зеленых бобов содержится 0,26-0,45 мг каротина и 23-28 мг аскорбиновой кислоты [3, 5, 6].

Анализ исследований, связанных с применением фасоли, позволяет сделать выводы о возможности ее применения в качестве функциональной добавки при выработке целого ряда пищевых продуктов, в том числе – хлеба и хлебобулочных изделий [4, 7, 8, 10, 11].

При этом особый интерес в контексте разработки функциональных ингредиентов для обогащения хлебобулочных изделий представляют пищевые волокна, содержание которых в семенах фасоли, и особенно в стручках, достигает значительных величин.

Важно отметить, что свойства фасоли в зависимости от вида, степени созревания, составной части растения – семена или бобы (стручки), существенно отражаются на содержании в ней полезных ингредиентов. С этой точки зрения целесообразно использовать сорта фасоли, которые соответствуют рациональному направлению хозяйственного использования – овощному или зерновому [6].

Целью работы является изучение возможности обогащения ржано-пшеничного хлеба ФПИ путем использования порошка бобов овощной фасоли.

Объекты и методы исследования

Объекты исследования: порошок из высушенных стручков овощной фасоли сорта «Краснодарская» в стадии технической спелости.

Методы анализа: физико-химические показатели экспериментальных образцов выпеченного хлеба определяли на основе требований ГОСТ 21094-2022 (влажность), ГОСТ 5670-96 (кислотность), ГОСТ 5669-96 (пористость). Удельный объем рассчитывали как отношение объема изделия (см³) к

его массе (100 г). Формоустойчивость оценивали как отношение высоты к диаметру изделия (Н:Д)

Порошок бобов овощной фасоли получен в лабораторных условиях на кафедре пищевых производств ПензГТУ путем высушивания образцов замороженной фасоли сорта «Краснодарская» в дегидраторе Airhot FD-10G с последующим измельчением с помощью кухонного процессора «Kitfort» КТ-1395. Температура сушки составляла 50 оС, продолжительность обработки 40 часов; высушенные до влажности 10 % бобы фасоли измельчали путем установки на моторный блок процессора кофемолки с длительностью измельчения загружаемой порции 1 минута.

В работе использовали высушенные бобы и их измельченные частицы, полученные путем просеивания на сите с диаметром отверстий 0,5 мм.

Тесто готовили однофазным способом с использованием сухой закваски для ржано-пшеничных сортов хлеба. В рецептуре применяли: муку ржаную обдирную (ГОСТ 7045-2017), муку пшеничную первого сорта (ГОСТ 26574-2017), порошок бобов овощной фасоли влажностью 8-10 %, соль пищевую (ГОСТ Р 51574-2018), дрожжи хлебопекарные прессованные (ГОСТ Р 54731-2011) и воду питьевую.

Порошок бобов фасоли вносили в количестве 2,5; 5,0; 7,5 и 10 % к массе мучных ингредиентов взамен эквивалентного количества ржаной муки. Контрольный образец готовили без добавления порошка. Режимы технологического процесса: замес теста – 8 мин, брожение – 120 мин при 28-32 °С, расстойка заготовок – 55-60 мин при относительной влажности воздуха 80-85 %, выпечка – 45 мин при 210-215 °С.

Органолептические показатели оценивали по ГОСТ 2077-2023 «Хлеб из ржаной хлебопекарной муки и смеси ржаной и пшеничной хлебопекарной муки. Технические условия», влажность по ГОСТ 21094-2022 «Изделия хлебобулочные. Методы определения влажности», кислотность по ГОСТ 5670-96 «Хлебобулочные изделия. Методы определения кислотности», пористость по ГОСТ 5669-96 «Хлебобулочные изделия. Метод определения пористости».

Результаты и их обсуждение

С целью определения рациональной дозировки порошка бобов овощной фасоли изучено его влияние на органолептические показатели хлеба.

Органолептическую оценку проводили по ГОСТ 2077-2023 с использованием 100-балльной шкалы (внешний вид – 20 баллов, состояние поверхности – 15, цвет корки и мякиша – 15, пористость – 15, вкус и запах – 20, разжевываемость – 15).

Каждый опыт проводили в трёхкратной повторности. Статистическую обработку данных

Таблица 1 – Физико-химические показатели качества ржано-пшеничного хлеба с порошком бобов овощной фасоли (M±m, n=3)

Наименование показателя	Дозировка порошка из бобов овощной фасоли, % к общей массе мучных ингредиентов				
	0	2,5	5	7,5	10
Влажность мякиша, %	47,0±0,3	47,0±0,2	47,2±0,3	47,0±0,2	47,3±0,4
Кислотность мякиша, град	7,0±0,2	7,3±0,3	7,5±0,2*	7,6±0,3*	7,5±0,2*
Пористость мякиша, %	58,0±1,1	59,0±0,9	63,0±1,2	64,0±1,0	59,5±1,3
Удельный объем, см ³ /100 г хлеба	3,0±0,1	3,1±0,1	3,6±0,2*	3,7±0,1*	3,2±0,2
Формоустойчивость, Н:Д	0,42±0,02	0,45±0,03	0,50±0,02*	0,52±0,02*	0,46±0,03

* – различия достоверны относительно контроля при $p \leq 0,05$.

выполняли с использованием критерия Стьюдента при уровне значимости $p \leq 0,05$.

Установлено, что образцы с внесением 5 и 7,5 % порошка характеризуются наиболее сбалансированным профилем органолептических показателей: интенсивным ароматом с ореховыми нотками, равномерной тонкостенной пористостью, эластичным мякишем и выраженной окраской корки.

Суммарная органолептическая оценка для данных образцов составила 92,3±1,2 и 94,1±0,9 балла соответственно, что достоверно выше контрольного образца (88,0±1,5 балла; $p < 0,05$).

Полученные результаты исследований свидетельствуют о значительном влиянии внесения 10 % и 15 % порошка на уровень органолептических и физико-химических показателей образцов ржано-пшеничного хлеба. Сенсорная оценка подтвердила соответствие требованиям ГОСТ 2077-2023 к изделиям из смеси ржаной и пшеничной муки. Образцы хлебобулочных изделий, приготовленные с внесением 10 % и 15 % порошка, характеризуются гладкой поверхностью без трещин, выраженным цветом корки, интенсивно выраженным вкусом и ароматом, тонкостенной равномерно распределенной пористостью, что обусловлено химическим составом применяемого сырья, а также биохимическими и микробиологическими процессами, протекающими в тесте. Основные физико-химические показатели опытных образцов ржано-пшеничного хлеба соответствуют требованиям ГОСТ 2077-2023 (таблица 1).

Анализ данных таблицы показывает, что влажность мякиша всех образцов находится в пределах нормативных значений ГОСТ 2077-2023 (45-49 %) и не имеет достоверных различий между вариантами. Кислотность опытных образцов с дозировкой порошка 5-10 % достоверно выше контроля на 0,5-0,6 град, что может быть обусловлено буферной ёмкостью минеральных компонентов фасоли и активацией метаболизма.

Наиболее выраженное положительное влияние порошка фасоли отмечено на структурно-механи-

ческие характеристики мякиша: при дозировке 5,0 и 7,5 % пористость увеличивается на 8,6 и 10,3 % соответственно, а удельный объём — на 20,0 и 23,3 %. Данный эффект, вероятно, связан с наличием в составе порошка растворимых пищевых волокон (пектины, гемицеллюлозы), способных удерживать влагу и формировать гелеобразную структуру, а также с комплементарностью белков фасоли и злаковых культур, что способствует улучшению реологических свойств теста [3, 7, 14].

Превышение дозировки порошка до 10 % приводит к снижению пористости и удельного объёма, что может объясняться разбавлением клейковинного каркаса теста небелковыми компонентами фасоли и изменением водопоглотительной способности мучной смеси [9, 12].

Выводы

1. Установлена возможность применения порошка бобов овощной фасоли в технологии ржано-пшеничного хлеба в количестве 5,0-7,5 % к массе мучных ингредиентов без ухудшения технологических параметров производства данного вида пищевого продукта.

2. Внесение порошка фасоли в указанной дозировке способствует улучшению органолептических показателей (суммарная оценка 92-94 балла) и физико-химических характеристик хлеба: повышению пористости на 8,6-10,3 %, удельного объёма – на 20,0-23,3 %.

3. Разработанная рецептура позволяет обогатить хлебобулочные изделия растительным белком (дополнительно 2,1-3,2 г/100 г), пищевыми волокнами (1,2-1,9 г/100 г), калием, магнием и витаминами группы В, что соответствует принципам функционального питания.

4. Полученные результаты могут быть использованы при разработке нормативной документации и организации промышленного производства функциональных хлебобулочных изделий.

Литература

- [1] «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации» // Указ Президента Российской Федерации от 28.02.2024 № 145 / [Электронный ресурс] URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/50358/> (дата обращения 12.04.2026).
- [2] «Стратегия повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года»//Распоряжение Правительства Российской Федерации от 29 июня 2016 года N 1364-р. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71335844/> (дата обращения 14.04.2026).
- [3] Босак, В.Н. Биологическая ценность и аминокислотный состав различных сортов фасоли овощной / В.Н. Босак, Т.В. Сачивко //Овощеводство. 2017. т. 25. С. 5-10.
- [4] Волох, Е.Ю. Разработка технологии производства пшеничного хлеба с использованием добавок из бобовых культур: автореф. дис. ...канд. с.-х. наук: 05.18.01 / Волох Елена Юрьевна. Махачкала, 2017. 24 с.
- [5] Костикова, Н.О. Оценка различных сортов фасоли обыкновенной (*Phaseolus vulgaris* L.) по химическому составу и энергетической ценности зерна / Н.О. Костикова, О.А. Миоц //Зернобобовые и крупяные культуры. 2021. №3 (39). С. 97-101. DOI: 10.24412/2309-348X-2021-3-97-101.
- [6] Курочкин, А.А. Поликомпонентная пищевая добавка на основе овощной фасоли /А.А. Курочкин, О.А. Новикова // Инновационная техника и технология. 2023. Т. 10, № 2. С. 19-24. – EDN EJLWUL.
- [7] Курочкин, А.А. О возможности применения экструдированной смеси в технологии ржано-пшеничного хлеба / А.А. Курочкин, П.К. Гарькина, С.А. Буренкова // Хлебопродукты. 2025. № 12. С. 49-52.
- [8] Русина, И.М. Возможности применения муки из фасоли и гороха в хлебопечении /И.М. Русина, А.Ф. Макарчиков, Т.П. Троцкая, Ю.В. Мистюк, С.С. Ковалевская //Пищевая промышленность: наука и технологии. 2012. №. 4(18). С. 22-27.
- [9] Терехин, С. П. Проблема неинфекционных алиментарно-зависимых заболеваний в современном мире / С. П. Терехин [и др.] // Медицина и экология. 2018. № 2 (87). С. 40-48.
- [10] Черемных, Д.А. Применение зеленой стручковой фасоли для обогащения пшеничной муки / Д.А. Черемных, Л.В. Наймушина, И.Д. Зыкова // Вестник КрасГАУ. 2018. № 3. С. 152-156.
- [11] Чижикова, О.Г. Разработка ассортимента хлеба пшеничного с добавлением семян фасоли /О.Г. Чижикова, О.Л. Коршенко, М.А. Суховарова, А.В. Исаков // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 7, №3 (2015) <http://naukovedenie.ru/PDF/184TVN315.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/184TVN315.

References

- [1] «On the Strategy of scientific and technological development of the Russian Federation» // Decree of the President of the Russian Federation dated 02/28/2024 No. 145 / [Electronic resource] URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/50358/> / (accessed 04/12/2026).
- [2] «Strategy for improving the quality of food products in the Russian Federation until 2030»//Decree of the Government of the Russian Federation dated June 29, 2016 No. 1364-R. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71335844/> / (accessed 04/14/2026).
- [3] Bosak, V.N. Biological value and amino acid composition of various varieties of vegetable beans / V.N. Bosak, T.V. Sachivko //Vegetable growing. 2017. vol. 25. p. 5-10.
- [4] Volokh, E.Yu. Development of technology for the production of wheat bread using additives from legumes: abstract. dis. ... candidate of Agricultural Sciences: 05.18.01 / Volokh Elena Yurievna. Makhachkala, 2017. 24 p.
- [5] Kostikova, N.O. Evaluation of various varieties of common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) by chemical composition and energy value of grain / N.O. Kostikova, O.A. Miyuts //Legumes and cereals. 2021. No.3 (39). pp. 97-101. DOI: 10.24412/2309-348X-2021-3-97-101.
- [6] Kurochkin, A.A. Polycomponent food additive based on vegetable beans / A.A. Kurochkin, O.A. Novikova // Innovative Technique and Technology. 2023. Vol. 10, No. 2. Pp. 19-24.
- [7] Kurochkin, A.A. On the possibility of using an extruded mixture in the technology of rye-wheat bread / A.A. Kurochkin, P.K. Garkina, S.A. Burenkova // Bread products. 2025. No. 12. pp. 49-52.
- [8] Rusina, I.M. Possibilities of using bean and pea flour in baking /I.M. Rusina, A.F. Makarchikov, T.P. Trotskaya, Yu.V. Mistyuk, S.S. Kovalevskaya //Food industry: science and technology. 2012. No. 4(18). pp. 22-27.
- [9] Terekhin, S. P. The problem of non-communicable alimentary-dependent diseases in the modern world / S. P. Terekhin [et al.] // Medicine and ecology. 2018. No. 2 (87). pp. 40-48.
- [10] Cheremnykh, D.A. The use of green string beans for enriching wheat flour / D.A. Cheremnykh, L.V. Naimushina, I.D. Zykova // Bulletin of KrasGAU. 2018. No. 3. pp. 152-156.
- [11] Chizhikova, O.G. Development of an assortment of wheat bread with the addition of bean seeds /O.G. Chizhikova, O.L. Korshenko, M.A. Sukhovarova, A.V. Isakov // Online journal «Science Studies» Volume 7, No. 3 (2015) <http://naukovedenie.ru/PDF/184TVN315.pdf> (access is free). Cover from the screen. Yaz. rus., eng. DOI: 10.15862/184TVN315.

Сведения об авторах

Information about the authors

<p>Курочкин Анатолий Алексеевич доктор технических наук профессор кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 Тел.: +7(927) 382-85-03 E-mail: anatolii_kuro@mail.ru</p>	<p>Kurochkin Anatoly Alekseevich D.Sc. in Technical Sciences professor at the department of «Food productions» Penza State Technological University Phone: +7(927) 382-85-03 E-mail: anatolii_kuro@mail.ru</p>
<p>Новикова Ольга Анатольевна аспирант кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 Тел.: +7(937) 914-73-00 E-mail: ms.varlos@mail.ru</p>	<p>Novikova Olga Anatolievna upostgraduate student of the department «Food productions» Penza State Technological University Phone: +7(937) 914-73-00 E-mail: ms.varlos@mail.ru</p>