

Влияние псиллиума на структурно-механические и органолептические свойства безглютенового хлеба

© Волкова* Лариса Владимировна, Петров Дмитрий Ильич,
Волков Роман Геннадьевич, Котельников⁺ Дмитрий Николаевич
Кафедра охраны окружающей среды. Пермский национальный исследовательский
политехнический университет. Комсомольский проспект, д.29. г. Пермь, 614990.
Пермский край. Россия. E-mail: wolkowalw@mail.ru

*Ведущий направление; ⁺Поддерживающий переписку

Ключевые слова: безглютеновый хлеб, псиллиум, дрожжевая ферментация.

Аннотация

Производство безглютеновых хлебобулочных изделий остаётся актуальной задачей, так как такие продукты востребованы для специализированного питания, но часто уступают традиционному хлебу по объёму, структуре мякиша и потребительским свойствам.

В классической технологии хлебопечения глютен формирует каркас теста, обеспечивающий удержание углекислого газа, образующегося в процессе брожения. Исключение клейковины приводит к ухудшению структурно-механических и органолептических свойств изделий.

В статье представлены результаты исследования возможности использования псиллиума как структурообразующего компонента безглютенового хлеба на основе альтернативных видов муки: рисовой, нутовой и амарантовой.

Другим важным элементом технологии является дрожжевая ферментация. Дрожжи рода *Saccharomyces cerevisiae* обеспечивают образование углекислого газа, необходимого для формирования пористой структуры хлеба. В условиях безглютенового теста взаимодействие между дрожжами и структурообразующими компонентами, такими как псиллиум, приобретает решающее значение.

Базовая рецептура состоит из муки, воды, дрожжей, сахара, соли, растительного масла, а также псиллиума в количестве 2-4% к массе муки.

После изготовления безглютенового хлеба, для каждого вида осуществлялась оценка физико-химических показателей по следующим параметрам: удельный объём, пористость мякиша, влажность и активная кислотность pH. Также производилась оценка органолептических свойств хлеба, таких как: внешний вид, состояние поверхности, цвет корки, структура мякиша, вкус и запах. Данные показатели позволяют оценить не только технологическую сторону процесса хлеба, но и потребительскую приемлемость безглютенового хлеба.

В ходе эксперимента было доказано, что псиллиум может использоваться как структурообразующий компонент при разработке безглютенового хлеба и выявлено оптимальное содержание псиллиума для каждого вида рассмотренной альтернативной муки.

Выходные данные для цитирования русскоязычной печатной версии статьи:

Волкова Л.В., Петров Д.И., Волков Р.Г., Котельников Д.Н. Влияние псиллиума на структурно-механические и органолептические свойства безглютенового хлеба. *Бутлеровские сообщения*. 2026. Т.87. №9. С.72-84. DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/26-87-9-72

Выходные данные для цитирования русскоязычной электронной версии статьи:

Волкова Л.В., Петров Д.И., Волков Р.Г., Котельников Д.Н. Влияние псиллиума на структурно-механические и органолептические свойства безглютенового хлеба. *Бутлеровские сообщения* С. 2026. Т.14. №3. Id.15. DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/26-87-9-72/ROI-jbc-C/26-14-3-15 (Russian)

The output for citing the English online version of the article:

Larisa V. Volkova, Dmitry I. Petrov, Roman G. Volkov, Dmitry N. Kotelnikov. The influence of psyllium on structural-mechanical and organoleptic properties of gluten-free bread. *Butlerov Communications* С. 2026. Vol.14. No.3. Id.15. DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/26-87-9-72/ROI-jbc-C/26-14-3-15

Литература

- [1] E. Gallagher, T.R. Gormley, E.K. Arendt. Recent advances in the formulation of gluten-free cereal-based products. *Trends in Food Science & Technology*. **2004**. Vol.15. P.143-152. DOI: 10.1016/j.tifs.2003.09.012
- [2] M.E. Matos, C.M. Rosell. Understanding gluten-free dough for reaching breads with physical quality and nutritional balance. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. **2015**. Vol.95. No.4. P.653-661. DOI: 10.1002/jsfa.6732
- [3] A. Lazaridou, D. Duta, M. Papageorgiou, N. Belc, C.G. Biliaderis. Effects of hydrocolloids on dough rheology and bread quality parameters in gluten-free formulations. *Journal of Food Engineering*. **2007**. Vol.79. No.3. P.1033-1047. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2006.03.032
- [4] M. Mariotti, M.A. Pagani, M. Lucisano. The role of hydrocolloids in gluten-free breadmaking. *Food Hydrocolloids*. **2009**. Vol.23. P.205-214. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2008.01.005
- [5] A.-S. Hager, E.K. Arendt. Influence of hydrocolloids on gluten-free bread quality. *Food Research International*. **2014**. Vol.62. P.123-131. DOI: 10.1016/j.foodres.2014.02.043
- [6] A. Culetu, D.E. Duta, M. Papageorgiou, T. Varzakas. The role of hydrocolloids in gluten-free bread and pasta: rheology, characteristics, staling and glycemic index. *Foods*. **2021**. Vol.10. No.12. Article 3121. DOI: 10.3390/foods10123121
- [7] Миралимова А.И., Исмаилова Т.Э., Сулейманова Г.Ш., Сулейманова Д.А. Современные рецептуры и инновационные технологии производства хлеба на основе безглютеновой муки и мучных смесей. *Universum: технические науки*. **2024**. No.10(127). С.5-9. DOI: 10.32743 [A.I. Miralimova, T.E. Ismailova, G.Sh. Suleimanova, D.A. Suleimanova. Modern recipes and innovative bread production technologies based on gluten-free flour and mixtures. *Universum: Technical Sciences*. **2024**. No.10(127). P.5-9. DOI: 10.32743 (Russian)]
- [8] L. Alvarez-Jubete, M. Auty, E.K. Arendt, E. Gallagher. Baking properties and microstructure of pseudocereal flours in gluten-free bread formulations. *European Food Research and Technology*. **2010**. Vol.230. P.437-445. DOI: 10.1007/s00217-009-1184-2
- [9] I. Ammar, H. Sebi, T. Aloui, H. Attia, B. Hadrich, I. Felfoul. Optimization of a novel, gluten-free bread's formulation based on chickpea, carob and rice flours using response surface design. *Heliyon*. **2022**. Vol.8. No.12. Article e12164. DOI: 10.1016/j.heliyon.2022.e12164
- [10] S. Azizi, M.H. Azizi. Evaluation of producing gluten-free bread by utilizing amaranth and lipase and protease enzymes. *Journal of Food Science and Technology*. **2023**. Vol.60. No.8. P.2213-2222. DOI: 10.1007/s13197-023-05709-5
- [11] N. Utarova, A. Iskakova, G. Muldabekova, B. Tulegenova, A. Izmayev. Development of gluten-free bread production technology with enhanced nutritional value in the context of Kazakhstan. *Foods*. **2024**. Vol.13. No.2. Article 271. DOI: 10.3390/foods13020271
- [12] Корячкина С.Я., Храмцов А.Г. Технология хлеба, кондитерских и макаронных изделий. СПб.: ГИОРД. **2016**. 432с. [S.Ya. Koryachkina, A.G. Khramtsov. Technology of bread, confectionery and pasta. St. Petersburg: GIORД. **2016**. 432p. (Russian)]
- [13] Пучкова Л.И. Лабораторный практикум по технологии хлебопекарного производства. 4-е изд., перераб. и доп. СПб.: ГИОРД. **2004**. 264с. [L.I. Puchkova. Laboratory workshop on technology of bakery production technology. 4th ed., rev. and add. St. Petersburg: GIORД. **2004**. 264p. (Russian)]
- [14] Дробот В.И. Технология хлебопекарного производства. Москва.: ДеЛи плюс. **2012**. 520с. [V.I. Drobot. Technology of bakery production. Moscow: DeLi plus. **2012**. 520p. (Russian)]
- [15] Минцевич А.С. Обоснование применения псиллиума в технологии безглютеновых мучных изделий из дрожжевого теста. *Актуальные научные направления развития пищевой инженерии и гигиены питания*. **2020**. С.133-136. [A.S. Mintsevich. Justification for the use of psyllium in the technology of gluten-free yeast dough. *Current Scientific Trends in the Development of Food Engineering and Nutrition Hygiene*. **2020**. P.133-136. (Russian)]
- [16] R.P. Zandonadi, R.B.A. Botelho, W.M.C. Araújo. Psyllium as a substitute for gluten in bread. *Journal of the American Dietetic Association*. **2009**. Vol.109. No.10. P.1781-1784. DOI: 10.1016/j.jada.2009.07.013
- [17] Белевская И.В., Тащилин И.С., Бетмерзаева М.Р. Псиллиум — новое слово в низкоуглеводной безглютеновой выпечке. *Научные труды МГТУ им. Г.И. Носова*. **2018**. Т.16. №4. С.38-44. DOI: 10.17213/2075-0829-2018-4-38-44 [I.V. Belevskaya, I.S. Tashchilin, M.R. Betmerzaeva. Psyllium — the new word in low-carb gluten-free baking. *Scientific Proceedings of MSTU named after G.I. Nosov*. **2018**. Vol.16. No.4. P.38-44. DOI: 10.17213/2075-0829-2018-4-38-44 (Russian)]

- [18] Меркулова Е.Г., Ладнова О.Л., Извекова Е.В., Кузина А.В. Изучение возможности применения псиллиума в технологии безглютеновых изделий. *Вестник ОрелГИЭТ*. **2021**. №2(56). С.154-158. DOI: 10.36683/2076-5347-2021-2-56-154-158 [E.G. Merkulova, O.L. Ladnova, E.V. Izvekova, A.V. Kuzina. Study of the potential application of psyllium in gluten-free products. *Bulletin of OrelGIET*. **2021**. No.2(56). P.154-158. DOI: 10.36683/2076-5347-2021-2-56-154-158 (Russian)]
- [19] M. Belorio, M. Gómez. Effect of hydration on gluten-free breads made with hydroxypropyl methylcellulose in comparison with psyllium and xanthan gum. *Foods*. **2020**. Vol.9. No.11. Article 1548. DOI: 10.3390/foods9111548
- [20] C.M. Mancebo, M.A. San Miguel, M.M. Martínez, M. Gómez. Optimisation of rheological properties of gluten-free doughs with HPMC, psyllium and different levels of water. *Journal of Cereal Science*. **2015**. Vol.61. P.8-15. DOI: 10.1016/j.jcs.2014.10.006
- [21] Журавлёва Н.А., Кузнецова Л.А. Технология хлебобулочных изделий. *Москва: КолосС*. **2013**. 320с. [N.A. Zhuravleva, L.A. Kuznetsova. Bakery Technology. *Moscow: KolosS*. **2013**. 320p. (Russian)]
- [22] D. Sabanis, C. Tzia. Effect of hydrocolloids on selected properties of gluten-free dough and bread. *Food Science and Technology International*. **2011**. Vol.17. No.4. P.279-291. DOI: 10.1177/1082013210382353
- [23] M. Mariotti, M. Lucisano, M.A. Pagani, P.K.W. Ng. The role of corn starch, amaranth flour, pea isolate, and psyllium flour on the rheological properties and the ultrastructure of gluten-free doughs. *Food Research International*. **2009**. Vol.42. P.963-975. DOI: 10.1016/j.foodres.2009.04.018
- [24] ГОСТ 5667-2022. Изделия хлебобулочные. Правила приемки, методы отбора образцов, методы определения органолептических показателей и массы изделий. *Москва.: ФГБУ "РСТ"*. **2022**. 12с. [GOST 5667-2022. Bakery products. Acceptance rules, sampling methods, methods for determination of organoleptic parameters and mass of products. *Moscow: FSBI "RSI"*. **2022**. 12p. (Russian)]
- [25] ГОСТ 5669-96. Хлебобулочные изделия. Метод определения пористости. *Минск: ИПК Издательство стандартов*. **1996**. 6с. [GOST 5669-96. Bakery products. Method for determination of porosity. — *Minsk: IPK Standards Publishing House*. **1996**. 6p. (Russian)]
- [26] ГОСТ 21094-2022. Изделия хлебобулочные. Методы определения влажности. *Москва: ИПК Издательство стандартов*. **2022**. 10 с. [GOST 21094-2022. Bakery products. Methods for determination of moisture. — *Moscow: IPK Standards Publishing House*. **2022**. 10p. (Russian)]
- [27] ГОСТ 5670-96. Хлебобулочные изделия. Методы определения кислотности. *Минск: ИПК Издательство стандартов*. **1996**. 7с. [GOST 5670-96. Bakery products. Methods for determination of acidity. — *Minsk: IPK Standards Publishing House*. **1996**. 7p. (Russian)]
- [28] Чижова К.Н., Березина Н.И., Сокол Н.И., Щербакowa Н.А. Технохимический контроль хлебопекарного производства. *Москва.: Пищевая промышленность*. **1975**. 480с. [K.N. Chizhova, N.I. Berezina, N.I. Sokol, N.A. Shcherbakova. Technochemical control of bread production. *Moscow: Food Industry*. **1975**. 480p. (Russian)]
- [29] Larisa V. Volkova, Dmitry I. Petrov, Roman G. Volkov, Dmitry N. Kotelnikov. The influence of psyllium on structural-mechanical and organoleptic properties of gluten-free bread. *Butlerov Communications C*. **2026**. Vol.14. No.3. Id.15. DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/26-87-9-72/ROI-jbc-C/26-14-3-15
- [30] Волкова Л.В., Петров Д.И., Волков Р.Г., Котельников Д.Н. Влияние псиллиума на структурно-механические и органолептические свойства безглютенового хлеба. *Бутлеровские сообщения С*. **2026**. Т.14. №3. Id.15. DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/26-87-9-72/ROI-jbc-C/26-14-3-15 (Russian)

The English version of the article has been published in the international edition of the journal

Butlerov Communications C
Advances in Biochemistry & Technologies

The Reference Object Identifier – ROI: jbc-C/26-14-3-15

The Digital Object Identifier – DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/26-87-9-72/ROI-jbc-C/26-14-3-15

The influence of psyllium on structural-mechanical and organoleptic properties of gluten-free bread

Larisa V. Volkova,* Dmitry I. Petrov, Roman G. Volkov, Dmitry N. Kotelnikov⁺

*Department of Environmental Protection. Perm National Research Polytechnic University.
Komsomol Ave., 29. Perm Kray, 614990. Perm. Russia.*

*Supervising author; ⁺Corresponding author

Keywords: gluten-free bread, psyllium, yeast fermentation.

Abstract

The production of gluten-free bakery products remains an urgent task, since such products are in demand for specialized nutrition, but are often inferior to traditional bread in volume, crumb structure and consumer properties.

In classical baking technology, gluten forms the dough frame, which ensures the retention of carbon dioxide formed during fermentation. Exclusion of gluten leads to deterioration of structural-mechanical and organoleptic properties of products.

The article presents the results of a study on the possibility of using psyllium as a structure-forming component of gluten-free bread based on alternative types of flour: rice, chickpea and amaranth.

Another important element of the technology is yeast fermentation. Yeast of the genus *Saccharomyces cerevisiae* provides the carbon dioxide necessary for the formation of the porous structure of bread. Under gluten-free dough conditions, the interaction between yeast and structure-forming components such as psyllium becomes crucial.

The basic formula consists of flour, water, yeast, sugar, salt, vegetable oil, as well as psyllium in an amount of 2-4% of the flour weight.

After making gluten-free bread, for each type, physicochemical indicators were evaluated for the following parameters: specific volume, crumb porosity, humidity and pH. The organoleptic properties of bread were also evaluated, such as appearance, surface condition, crust color, crumb structure, taste and smell. These indicators make it possible to assess not only the technological side of the bread process, but also the consumer acceptability of gluten-free bread.

During the experiment, it was proved that psyllium can be used as a structure-forming component in the development of gluten-free bread, and the optimal psyllium content for each type of alternative flour considered was revealed.