

УДК 664.66

DOI: 10.46548/21vek-2020-0952-0014

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МУКИ ЗАРОДЫШЕЙ ПШЕНИЦЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ ХЛЕБА ИЗ СМЕСИ РЖАНОЙ И ПШЕНИЧНОЙ МУКИ

©2020

**Лесникова Наталья Александровна**, инженер кафедры технологии питания

*Уральский государственный экономический университет*

(620144, Россия, Екатеринбург, ул. 8 Марта/Народной воли, 62/45, e-mail: lista507@rambler.ru)

**Котова Татьяна Вячеславовна**, доктор технических наук, доцент,

ведущий научный сотрудник научно-образовательного центра «Технологии инновационного развития»

*Уральский государственный экономический университет*

профессор кафедры фармацевтической и общей химии

*Кемеровский государственный медицинский университет*

(650056, Россия, Кемерово, ул. Ворошилова, 22а, e-mail: t\_kotova@inbox.ru)

**Аннотация.** Статья посвящена использованию муки из зародышей пшеницы для обогащения и расширения ассортимента хлеба, выработанного из смеси ржаной и пшеничной муки. Зародыши пшеницы – продукт переработки зерна, обладают повышенной биологической ценностью и высокими биопротекторными свойствами. Мука из зародышей пшеницы в отличие от муки хлебопекарной богата белком, пищевыми волокнами, витаминами, аминокислотами, зольными макро- и микроэлементами. На первом этапе исследований установлено, что использование муки из пшеничных зародышей в нативном виде приводит к расслаблению клейковинного комплекса пшеничной муки, предположительно, за счёт повышенного содержания в зародышах пшеницы глутатиона. Как следствие наблюдается ухудшение качества хлеба. Для улучшения качественных характеристик хлебобулочных изделий рассмотрена термическая обработка муки зародышей пшеницы при различных температурных режимах и времени воздействия. В результате исследований при производстве хлеба доказана возможность применения муки зародышей пшеницы после термообработки при температуре 100 °С в течение 8 ч до влажности 4 %. Определена оптимальная дозировка муки из пшеничных зародышей в рецептуре хлеба из смеси ржаной и пшеничной муки. Готовая хлебобулочная продукция высокого качества и обладает повышенной пищевой ценностью.

**Ключевые слова:** мука зародышей пшеницы, хлеб из смеси ржаной и пшеничной муки, термическая обработка, показатели качества, пищевая ценность.

## USE OF WHEAT EMERGENCY FLOUR IN PRODUCTION OF BREAD FROM MIXTURE OF RYE AND WHEAT FLOUR

©2020

**Lesnikova Natalia Aleksandrovna**, engineer of the Department of food technology

*Ural state University of Economics*

(620144, Russia, Yekaterinburg, 8 March/Narodnaya Volya st., 62/45, e-mail: lista507@rambler.ru)

**Kotova Tatyana Vyacheslavovna**, doctor of technical Sciences, docent,

leading Researcher, Scientific and Educational Center «Innovative Development Technologies»

*Ural state University of Economics*

professor, Department of Pharmaceutical and General Chemistry

*Kemerovo State Medical University*

(650056, Russia, Kemerovo, Voroshilova st., 22a, e-mail: t\_kotova@inbox.ru)

**Abstract.** The article is devoted to the use of wheat germ flour to enrich and expand the bread assortment produced from a mixture of rye and wheat flour. Wheat germ - a product of grain processing, have high biological value and high bioprotective properties. Flour from wheat germ, unlike baking flour, is rich in protein, dietary fiber, vitamins, amino acids, ash macro and micro elements. At the first stage of research, it was found that the use of flour from wheat germ in its native form leads to a relaxation of the gluten complex of wheat flour, presumably due to the increased content of glutathione in wheat germ. As a result, there is a deterioration in the quality of bread. To improve the quality characteristics of bakery products, the heat treatment of wheat germ flour at various temperature conditions and exposure time is considered. As a result of research in the production of bread, the possibility of using wheat germ flour after heat treatment at a temperature of 100 °C for 8 hours to a moisture content of 4% was proved. The optimal dosage of wheat germ flour in the bread recipe from a mixture of rye and wheat flour was determined. Finished bakery products are of high quality and have high nutritional value.

**Keywords:** wheat germ flour, bread made from a mixture of rye and wheat flour, heat treatment, quality indicators, nutritional value.

**Введение.** Потребление продуктов питания населением разных регионов России характеризуется повышенным содержанием в этих продуктах жиров животного происхождения, легкоусвояемых углеводов, но недостаточным содержанием пищевых волокон, витаминов, минеральных веществ. В России хлебобулочные изделия являются массово потребляемыми продуктами питания. Поэтому актуальным считается поиск и внедрение в производство новых хлебобулочных изделий с улучшенным химическим составом и повышенной пищевой ценностью [1, 2].

В настоящее время большой интерес для обогащения пищевых продуктов необходимыми нутриентами вызывает сырье натурального происхождения. Одним из видов такого сырья являются зародыши пшеницы – уникальные по биологическому составу, содержащие витамины, практически все аминокислоты и микроэлементы. На мукомольных заводах их получают как в зерноочистительном, так и размольном отделении. В рецептурах хлебобулочных изделий часто применяются продукты переработки зародышей пшеницы: мука, хлопья, жмых и масло [3-5].

В таблице 1 приведён химический состав муки зародышей пшеницы в сравнении с мукой пшеничной первого сорта и мукой ржаной обдирной.

Таблица 1 – Химический состав муки [6]

Показатели на 100 г муки	Мука		
	зародышей пшеницы	пшеничная первого сорта	ржаная обдирная
Вода, г	5,9	14,0	14,0
Белки, г	33,9	11,1	8,9
Жиры, г	7,7	1,5	1,7
Углеводы усвояемые, г	32,7	67,8	61,8
Моно- и дисахариды, г	17,2	1,2	0,9
Пищевые волокна, г	15,6	4,9	12,4
Зола, г	4,3	0,7	1,2
Витамины:			
Витамин А, мкг	8,0	–	–
Бета-каротин, мг	0,048	–	–
Витамин В <sub>1</sub> , мг	0,6	0,24	0,35
Витамин В <sub>2</sub> , мг	0,87	0,09	0,12
Витамин Е, мг	9,6	1,8	1,9
Витамин РР, мг	11,5	4,4	2,8
Витамин В <sub>3</sub> , мг	4,1	2,3	1,0
Минералы:			
Калий, мг	781,0	176,0	350,0
Кальций, мг	27,0	24,0	34,0
Магний, мг	176,0	44,0	60,0
Натрий, мг	5,0	4,0	2,0
Фосфор, мг	1075,0	116,0	189,0
Железо, мг	4,3	2,1	3,5

Из представленных в таблице 1 результатов, видно, что мука зародышей пшеницы по сравнению с мукой пшеничной первого сорта и ржаной обдирной

содержит в три раза больше белка, богата пищевыми волокнами, жирами, сахарами. Витаминный состав муки зародышей пшеницы отличается наличием витамина А и β-каротина, а содержание витаминов В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, Е, РР, В<sub>3</sub> в муке зародышей пшеницы значительно выше, чем в других сравниваемых видах муки. Также мука из пшеничных зародышей в количественном отношении богата и минеральными веществами, например, содержание магния в ней выше в четыре раза, железа – в два раза по сравнению с мукой пшеничной первого сорта, а в три раза и в 1,2 раза соответственно по сравнению с мукой ржаной обдирной [7].

Таким образом, использование муки из пшеничных зародышей в хлебопекарном производстве позволит расширить ассортимент и обогатить готовые изделия ценными макро- и микронутриентами [8].

**Цель исследования** заключалась в изучении влияния термической обработки муки из пшеничных зародышей на качество ржано-пшеничного хлеба.

**Материалы и методы исследования.** Объектами исследования являются образцы хлеба Столичного, приготовленные из смеси ржаной обдирной муки и пшеничной первого сорта без внесения и с внесением 5 %, 10%, 15%, 20% муки из пшеничных зародышей от общей массы муки без термообработки и с термообработкой.

Содержание глютенина в разных видах муки определяли методом титрования раствором йодата калия в присутствии йодистого калия и крахмала по методике Х. Н. Починок [9].

Анализ качества муки, полуфабрикатов и готовой продукции проводили стандартными и общепринятыми методами.

**Результаты исследования.** Исследовательская работа осуществлялась на базе Уральского государственного экономического университета.

Тесто готовилось на большой густой закваске с дозировкой ржаной муки 50% от общей массы муки по следующим вариантам:

- контрольный образец (без внесения муки зародышей пшеницы);
- образцы 1, 2, 3, 4 с добавлением 5%, 10%, 15% и 20% муки из пшеничных зародышей от общей массы муки соответственно.

Изучали воздействие муки из пшеничных зародышей на количество и качество клейковины пшеничной муки. Установили, что повышение дозировки муки из пшеничных зародышей до 20% приводит к уменьшению количества сырой клейковины на 0,5% по сравнению с контролем. Качество клейковины, ус. ед. прибора ИДК, в зависимости от дозировки муки пшеничных зародышей составило для:

- контрольного образца – 78;
- образца 1 – 84;
- образца 2 – 88,5;
- образца 3 – 91,5;
- образца 4 – 93.

При увеличении дозировки муки из пшеничных зародышей качество клейковины ухудшается. Она

становится слабой, возможно, из-за повышенного количества глутатиона в пшеничных зародышах. Отрицательное влияние глутатиона на клейковину объясняется наличием в нём свободных сульфгидрильных групп  $-SH$ , изменяющих физические свойства белков клейковины [10, 11].

Для выявления снижения содержания глутатиона в муке из пшеничных зародышей её подвергали воздействию разных температурных режимов и экспозиции, а также сравнению с образцами без термической обработки.

Содержание глутатиона, мг/100 г, в образцах муки:

- пшеничной первого сорта – 153,5;
- ржаной обдирной – 276,3;
- из пшеничных зародышей без термообработки – 1228,0;
- из пшеничных зародышей после термообработки при 200 °C – 921,0;
- из пшеничных зародышей после термообработки при 150 °C – 820,0;
- из пшеничных зародышей после термообработ-

ки при 100 °C – 918,0.

В сравнении с мукой пшеничной хлебопекарной первого сорта и ржаной обдирной в муке зародышей пшеницы глутатиона содержится значительно больше. Однако после термообработки как при температуре 200 °C, так и при температурах 150 °C и 100 °C количество глутатиона снижается на 307,0-310,0 мг/100 г соответственно. Образцы муки из пшеничных зародышей, подвергнутые термическому воздействию при 150 °C и 200 °C, в последующих исследованиях не использовались, т.к. имели неспецифичный жжёный привкус и запах [12, 13].

Исследованы физико-химические показатели теста с разными дозировками муки из пшеничных зародышей без термообработки и с термообработкой. Тесто для образцов под номерами 5, 6, 7, 8 замешивали с добавлением 5%, 10%, 15% и 20% муки из пшеничных зародышей после воздействия на неё температуры 100 °C при экспозиции 8 часов. На рисунке 1 показана зависимость кислотности теста в конце брожения от дозировки муки из пшеничных зародышей.

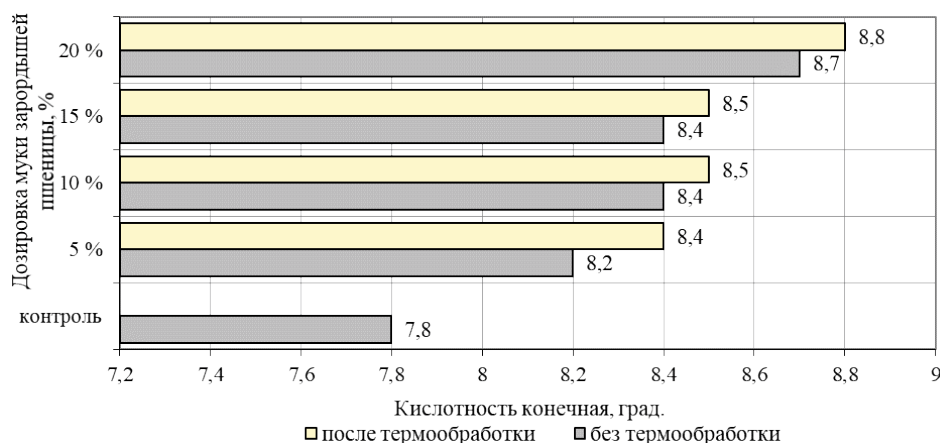


Рисунок 1 – Зависимость кислотности теста в конце брожения от дозировки муки из пшеничных зародышей без термообработки и с термообработкой

Из результатов, представленных на рисунке 1, видно, что с увеличением дозировки муки из пшеничных зародышей повышается кислотность теста в сравнении с контролем. Процесс брожения теста интенсифицируется, так как с мукой зародышей пшеницы вносится большое количество питательных веществ для молочнокислых бактерий [14 – 16]. В результате термообработки муки из пшеничных зародышей конечная кислотность теста значительно не изменяется в сравнении с кислотностью теста, приготовленного с внесением муки из пшеничных зародышей, не подвергавшейся термообработке.

Исследованы органолептические показатели объектов исследования с использованием муки из пшеничных зародышей. Установлено, что органолептические показатели образцов 1 и 2 не отличаются от образца без зародышей. Увеличение дозировки муки из пшеничных зародышей более 10% в рецептуре хлеба ухудшает качество готовых изделий. У образцов 3 и 4 поверхность корки шероховатая, мякиш с недостаточно развитой пористостью, заминающийся. Веро-

ятно, это объясняется наличием большого количества глутатиона, который способствует разжижению теста [17, 18]. На этом этапе исследования можно сделать вывод, что внесение муки из пшеничных зародышей без термического воздействия в количестве 10% в рецептуру ржано-пшеничного хлеба является оптимальным.

При определении органолептических показателей готовой продукции с использованием муки из пшеничных зародышей после термовоздействия при 100 °C выявлено – при повышении дозировки муки из пшеничных зародышей до 15,0% от массы муки (образцы 5, 6, 7) качественные характеристики хлеба заметно улучшаются в сравнении с образцом без зародышей: поверхность корки гладкая, выпуклая; мякиш становится эластичным с более развитой, равномерной, тонкостенной пористостью и с приятным ароматом. Образец 8 с введением 20% муки из пшеничных зародышей отличается пониженными потребительскими свойствами по сравнению с другими опытными образцами.

Результаты исследования физико-химических показателей готовых изделий с применением муки из пшеничных зародышей приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Физико-химические показатели хлеба

Показатели качества хлеба	Образцы								
	без зародышей	1	2	3	4	5	6	7	8
Влажность мякиша, %	47,9	48,0	48,0	47,8	47,9	48,0	47,8	48,0	47,9
Кислотность мякиша, град.	8,1	8,2	8,2	8,3	8,6	8,2	8,2	8,3	8,6
Пористость мякиша, %	67,0	67,8	68,7	63,6	59,7	67,9	68,5	70,0	59,8

На рисунке 2 показана зависимость объемного выхода хлеба от дозировки муки из пшеничных зародышей.

Анализируя результаты таблицы 2 и рисунок 2 установлено, что при увеличении дозировки муки из

пшеничных зародышей, не подвергнутой термическому воздействию, пористость мякиша хлеба образца 2 повышается с 67% до 68,7%, объемный выход увеличивается с 330 см<sup>3</sup> до 350 см<sup>3</sup> в сравнении с образцом без зародышей. Можно предположить, что в тесте благодаря добавлению муки зародышей, создаются более благоприятные условия для питания дрожжей, так как в состав муки входят витамины, минеральные вещества и азотистые соединения [19]. Увеличение дозировки муки зародышей пшеницы более 10% приводит к снижению пористости и объемного выхода хлеба, что, вероятно, свидетельствует о более вязкой и слабой консистенции теста по сравнению с контролем [20]. При этом образцы с использованием муки из пшеничных зародышей после термообработки имеют повышенные показатели пористости и объемного выхода в сравнении с образцами с теми же дозировками муки из пшеничных зародышей, но без термической обработки.

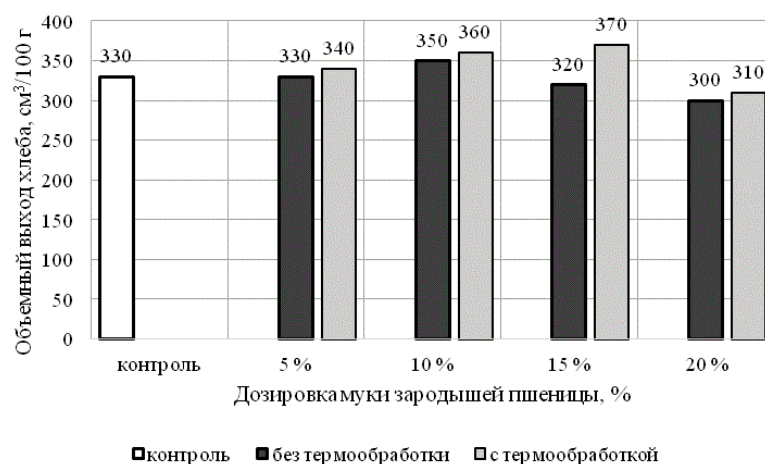


Рисунок 2 – Изменение объемного выхода хлеба от дозировки муки зародышей пшеницы без термообработки и с термообработкой

Таким образом, хлеб, изготовленный с внесением муки из пшеничных зародышей после термического воздействия в количестве 15%, получился лучшего качества по исследуемым показателям по сравнению с другими экспериментальными образцами. Пористость мякиша образца 7 оказалась выше на 0,3%, а объемный выход хлеба на 20 см<sup>3</sup>/100 г в сравнении с образцом 2 (10% муки из пшеничных зародышей без термического воздействия).

Все опытные изделия по органолептическим и физико-химическим показателям соответствовали требованиям ГОСТ 31807-2018 «Изделия хлебобулочные из ржаной хлебопекарной и смеси ржаной и пшеничной хлебопекарной муки. Общие технические условия» [21].

Также проведены исследования по определению содержания массовой доли клетчатки и золы в образцах: контрольном и 3 (с 15% муки из пшеничных зародышей после термического воздействия). Установлено, что в оптимальном образце содержание клетчатки

превышает на 7,5%, а содержание золы – на 28,2% по сравнению с контролем. Это объясняется более высоким содержанием указанных веществ в муке зародышей пшеницы.

**Заключение.** Введение в рецептуру хлебобулочных изделий муки из пшеничных зародышей, выдержанной 8 часов при температуре 100 °С, в количестве 15% способствует повышению качества и пищевой ценности готовой продукции, позволяет расширить ассортимент ржано-пшеничного хлеба.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Олейник, С. Г. Опыт и перспективы использования продуктов переработки зародышей зерновых культур в технологии хлеба повышенной пищевой ценности / С. Г. Олейник, О. В. Самохвалова, Г. В. Степанькова, Н. В. Лапицкая // Переработка и управление качеством сельскохозяйственной продукции: сборник статей III Международной научно-практической конференции. 23-24 марта 2017 г. – Минск: БГАТУ, 2017. – С. 131-133.

2. Фёдорова, Р. А. Применение функциональных добавок

и нетрадиционных видов сырья в хлебопекарной промышленности / Р. А. Фёдорова, В. М. Пономаренко // Процессы и аппараты пищевых производств. 2011. – № 1. – С. 209-217.

3. Фёдорова, Р. А. Исследование влияния окары на качество хлеба / Р. А. Фёдорова // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2016. – № 42. – С. 46-51.

4. Пономарева, Е. И. Мука из жмыха зародышей пшеницы – перспективное сырье для производства хлебобулочных изделий / Е. И. Пономарева, Н. Н. Алехина, И. А. Бакаева, И. С. Быковская // Международный журнал экспериментального образования. 2015. – № 3-3. – С. 397-397.

5. Яковлева, О. И. Биохимические особенности продуктов переработки зерна. Отруби / О. И. Яковлева, Р. А. Фёдорова // Вестник Студенческого научного общества. 2018. – № 9 (1). – С. 259-261.

6. Скурихин, И.М. Химический состав российских пищевых продуктов: Справочник / Под ред. член-корр. МАИ, проф. И. М. Скурихина и академика РАМН, проф. В. А. Тутельяна. – М.: ДеЛи принт, 2002. – 236 с.

7. Коломникова, Я. П. Совершенствование рецептуры сдобных булочных изделий повышенной пищевой ценности / Я. П. Коломникова, Е. В. Литвинова // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности. АПК-продукты здорового питания. 2016. – № 1 (9). – С. 48-52.

8. Лесникова, Н. А. Влияние механоактивированной муки зародышей пшеницы на качество хлеба из смеси ржаной и пшеничной муки / Н. А. Лесникова, Л. Ю. Лаврова, Е. Л. Борцова // Технологии и товароведение инновационных пищевых продуктов. 2014. – № 5. – С. 42-47.

9. Пономарева, Е. И. Влияние продуктов переработки зародышей пшеницы на показатели качества зернового хлеба / Е. И. Пономарева, Н. Н. Алехина, И. А. Бакаева // Вестник ВГУИТ. 2014. – № 3. – С. 106-109.

10. Лукин, А. А. Разработка технологии производства хлебобулочного изделия с использованием муки из пророщенного зерна пшеницы / А. А. Лукин, С. П. Меренкова // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». 2016. – Т. 4. – С. 5-12.

11. Фёдорова, Р. А. Исследование влияния добавок функционального назначения на качество кондитерских изделий / Р. А. Фёдорова // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2015. – № 41. – С. 52-56.

12. Котова, Т. В. Влияние термической обработки на состав отрубей ржаных / Т. В. Котова, В. Ю. Масаев, А. С. Сухих // Достижения науки и техники АПК. 2018. – Т. 32. – № 12. – С. 86-89.

13. Котова, Т. В. Разработка и исследование технологии мягких сыров с использованием ржаных отрубей: дисс. канд. техн. наук. – Кемерово, 2001. – 132 с.

14. Васюкова, А. Т. Влияние составных компонентов рецептуры на качество дрожжевого теста / А. Т. Васюкова, Т. С. Жилина, О. А. Хлебникова, А. И. Беленков, В. Ф. Пучкова // Известия ТСХА. 2013. – № 5. – С. 101-114.

15. Корячкина, С. Я. Обоснование применения нетрадиционного растительного сырья в технологии хлебобулочных изделий / С. Я. Корячкина, В. П. Корячкин, А. В. Микаелян // Материалы V Международной научно-практической конференции «Хлебобулочные, кондитерские и макаронные изделия XXI века». – Кубань: ФГБОУ ВО «КубГТУ». 2017. – С. 205-211.

16. Захарова, Л. М. Производство мягких кислотно-сычужных сыров с растительными компонентами / Л. М. Захарова, Т. В. Котова, А. А. Ильина // Сыроделие и маслоделие. 2000. – № 3. – С. 34.

17. Братерский, Ф. Д. Ферменты зерна. – М.: Колос, 1994.

– 196 с.

18. Гончаров, Ю. В. Инновационные аспекты разработки технологии хлеба из пророщенного зерна пшеницы: дисс. канд. техн. наук. – Орел, 2008. – 175 с.

19. Матвеева, Т. В. Физиологически функциональные пищевые ингредиенты для хлебобулочных и кондитерских изделий: монография / Т. В. Матвеева, С. Я. Корячкина. – Орел: ФГБОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК», 2012. – 947 с.

20. Рыбаков, Ю. С. Использование механоактивации зародышей пшеницы в производстве хлебобулочных изделий / Ю. С. Рыбаков, Н. А. Лесникова, Л. Ю. Лаврова, Е. Л. Борцова, Т. В. Мажеева // Аграрный вестник Урала. 2014. – № 4. – С. 50-53.

21. ГОСТ 31807-2018 «Изделия хлебобулочные из ржаной хлебопекарной и смеси ржаной и пшеничной хлебопекарной муки. Общие технические условия». – М.: Стандартинформ, 2018. – 16 с.

*Статья поступила в редакцию 11.07.2020*

*Статья принята к публикации 14.09.2020*