

## РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ХЛЕБОБУЛОЧНОГО ИЗДЕЛИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МУКИ ИЗ ПРОРОЩЕННОГО ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ

*А.А. Лукин, С.П. Меренкова*

*Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск*

Пророщенная пшеница является биологически ценным продуктом, содержащим высокие концентрации витаминов, полноценных белков, макро- и микроэлементов. Использование муки из пророщенного зерна пшеницы позволяет получать хлебобулочные изделия с функциональными свойствами. В технологическом процессе производства хлеба при замене пшеничной муки на муку из пророщенного зерна, возникают такие проблемы, как снижение количества клейковинных белков, высокая активность амилолитических ферментов. Возникают значительные дефекты готовых изделий: мелкопористый, неэластичный мякиш хлеба, низкий удельный объем и формоустойчивость, поражение плесенью и картофельной болезнью при хранении. В связи с этим подбор оптимальных рецептур хлеба с включением зерна из пророщенной пшеницы является актуальной задачей. В статье рассмотрена технология производства хлебобулочного изделия с заменой пшеничной муки на муку из пророщенного зерна пшеницы в концентрациях от 5 до 20 %. Проведены исследования физико-химических показателей, органолептический анализ готовых изделий. Увеличение количества муки из пророщенного зерна в рецептуре хлебобулочных изделий приводит к увеличению содержания влаги до 41,9 %, снижению кислотности до 0,8 %, уменьшению пористости до 72 %. Причем максимальные отклонения от контрольного образца имели изделия с содержанием 20 % пророщенного зерна. Хлебобулочные изделия, содержащие 5 и 15 % пророщенного зерна пшеницы, характеризовались наилучшими органолептическими показателями: имели тонкую хрустящую корочку, однородный желтоватый мякиш с равномерной мелкой пористостью, выраженный хлебный вкус и аромат. Установлена оптимальная концентрация муки из пророщенного зерна пшеницы в рецептуре, которая составляет 15 %.

**Ключевые слова:** пророщенное зерно пшеницы, хлебобулочное изделие, технологический процесс, органолептический анализ.

**Актуальность исследований.** В последние годы российский рынок хлебобулочных изделий предлагает множество видов новых, необычных сортов изделий, содержащих пищевые волокна, витамины, минеральные вещества, муку из нетрадиционного сырья – овсяную, гречневую, кукурузную, а также семена льна, кунжута, подсолнечника, тыквы. Новым направлением, которое активно развивается в России, является производство хлебобулочных изделий повышенной пищевой ценностью на основе использования диспергированного цельного зерна пшеницы. Применение диспергированного пророщенного зерна в составе хлеба повышает уровень содержания пищевых и биологически активных веществ. Но одновременно усложняет технологический процесс получения хлеба с высокими потребительскими свойствами, так как

содержит меньшее количество клейковинных белков [3, 4, 10, 12].

В настоящее время для отечественной пищевой промышленности актуально создание рецептур с функциональными свойствами. На повышение качества и сроков годности таких продуктов влияют микробиологические показатели их компонентов. Например, мука из пророщенной пшеницы пищевого назначения применяется как самостоятельный продукт, так и в виде добавки к пище [8].

На протяжении многих лет в области хлебопечения ведутся работы, направленные на решение таких важных задач, как улучшение качества хлебобулочных изделий и повышение их пищевой и биологической ценности за счет натуральных нетрадиционных видов сырья. Здесь представляет интерес пророщенная пшеница, которая является биологически

ценным продуктом, содержащим витамины группы В, витамин Е, белки с незаменимыми аминокислотами, липиды. Благодаря ценному биохимическому составу пророщенная пшеница нашла применение в пищевой, кондитерской, спиртовой, молочной, хлебопекарной, комбикормовой, парфюмерной промышленности, в медицине. Цельные или измельченные сырые проростки можно добавлять в различные молочные продукты, творожные массы, фарш, готовые салаты, в мороженое, начинку для пельменей, замораживать отдельно либо в смеси с другими овощами [1, 14].

Одним из прогрессивных направлений в развитии производства продуктов функционального питания является создание обогащённых продуктов на основе зерна, так как в силу невысокой стоимости исходного сырья они доступны широким слоям населения и способны компенсировать недостаток биологически активных веществ в рационе, повысить сопротивляемость организма к неблагоприятным факторам внешней среды, и, следовательно, увеличить продолжительность жизни населения. В России уже разработаны рецептуры и технологии производства хлебобулочных изделий, крупяных изделий, обогащённых витаминами группы В, железом, йодом [2, 5, 9].

Учитывая, что продукты переработки зерна относятся к доступным продуктам каждодневного спроса, стоит вопрос о придании им функциональных свойств. Важно максимально сохранить приемлемую часть оболочек и алейронового слоя в конечном продукте, как наиболее богатых биологически активными веществами частей зерна [7]. Особый интерес представляют пророщенные зерна пшеницы, их использование позволяет разнообразить ассортимент продукции, придавать продуктам оригинальную вкусовую гамму и обогащать биологически активными веществами. В настоящее время, несмотря на несомненные высокие пищевые достоинства, продукты, полученные на основе пророщенного зерна, на российском рынке представлены недостаточно. В торговой сети потребителю предлагаются пророщенные зерна или проростки различных зерновых культур, в том числе проростки пшеницы. Пророщенное в течение непродолжительного времени зерно пшеницы является основой для производства цельнозернового хлеба. Однако для этого продукта характерна

склонность к ускоренному микробиологическому поражению, что ограничивает расширение использования пророщенного зерна при производстве хлебопекарной продукции. В связи с этим исследования, направленные на создание оригинальных технологий пищевых продуктов, обладающих повышенной пищевой ценностью за счет использования пророщенного зерна пшеницы, являются актуальными [6, 11, 13, 15].

**Целью научного исследования** является разработка технологии производства хлебобулочного изделия с использованием муки из пророщенного зерна пшеницы.

**Объектами исследования** послужили образцы хлеба пшеничного, приготовленного по традиционной рецептуре и хлеба пшеничного с добавлением муки из пророщенного зерна пшеницы (от массы муки) в количестве 5; 10; 15 и 20 %.

Полученные образцы теста и готовых изделий изучали с использованием общепринятых методов исследования: отбор проб и подготовку сырья проводили по методике ГОСТ 26929-94, готовых изделий – по ГОСТ 5904-82. Органолептические показатели изучали по общепринятым методам, по пятибалльной шкале. Физико-химические показатели: массовую долю влаги – по ГОСТ 5900-73; кислотность – по ГОСТ 5670-96; пористость – по ГОСТ 5669-96; массовую долю белка – методом Кьельдаля (ГОСТ 10846-91).

### **Результаты научного исследования**

Производство муки из пророщенного зерна пшеницы состоит из следующих технологических этапов: промывание зерна ( $t_{\text{воды}} = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ); выкладывание слоем 1,5–2 см и заливание водой ( $t_{\text{воды}} = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ); проращивание зерна (24–36 ч); промывание пророщенного зерна; сушка пророщенного зерна при  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ , до постоянного содержания влаги в зерне 11 %; измельчение зерна и просеивание.

Образцы хлебобулочных изделий готовили в соответствии с рецептурами, представленными в табл. 1.

Технологический процесс приготовления хлеба с мукой из пророщенного зерна пшеницы состоит из следующих стадий: приготовление муки из пророщенного зерна пшеницы, замеса теста и других полуфабрикатов, брожения полуфабрикатов, деления теста на куски определенной массы, формирования и расстойки тестовых заготовок, выпечки, охлаждения и хранения изделий.

## Рецептуры образцов хлебобулочных изделий

Наименование сырья	Количество сырья, г				
	Контроль	5 %	10 %	15 %	20 %
Мука пшеничная высшего сорта	324,0	307,8	291,6	275,4	259,2
Дрожжи хлебопекарные сухие	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Соль поваренная пищевая	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
Сахар-песок	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Мука из пророщенного зерна пшеницы	–	16,2	32,4	48,6	64,8
Вода	170,0	170,0	170,0	170,0	170,0

Результаты исследования массовой доли влаги в образцах хлебобулочных изделий представлены на рис. 1. Наименьшую влажность (41 %) имеют контрольный образец и образец с добавлением 5 % муки из пророщенного зерна. Увеличение количества муки из пророщенного зерна в рецептуре хлебобулочных изделий приводит к увеличению влажности образцов. Причем влажность нарастает волнообразно. Образцы хлебобулочных изделий, в которые добавляли муку из пророщенного зерна в количестве 10 и 20 %, имели максимальную влажность, в то время как добавление 15 % добавки приводило к снижению влажности хлеба до уровня, близкого к влажности контрольного образца.

Результаты определения кислотности образцов хлебобулочных изделий представлены на рис. 2. Видно, что кислотность контрольного образца составляет 1,1 °Т. Замена пшеничной муки на муку из пророщенного зерна пшеницы в количестве до 15 %, приводит к незначительному изменению показателя кислотности. Увеличение количества добавки свыше 15 % от массы муки способствует резкому снижению показателя кислотности, что в свою очередь отразится на уменьшении срока хранения хлеба, так как образующаяся в процессе брожения кислота является природным консервантом. Поэтому для хлебобулочных изделий с добавкой из пророщенного зерна свыше 15 %, необходимо проведение

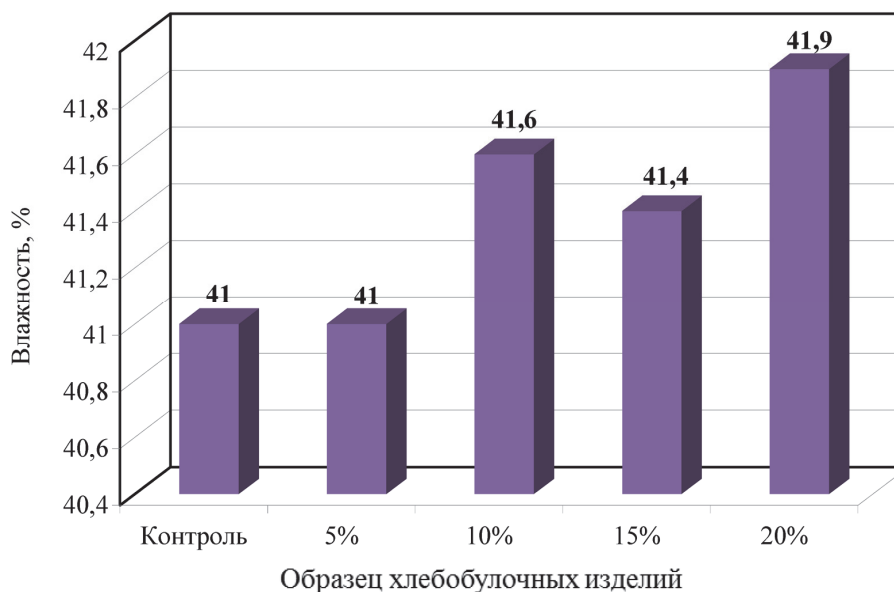


Рис. 1. Массовая доля влаги в образцах хлебобулочных изделий

## Прикладная биохимия и биотехнологии

дополнительных исследований на микробиологическую безопасность с целью обоснования срока хранения.

Результаты определения пористости образцов хлебобулочных изделий представлены на рис. 3. Пористость контрольного образца составляет 78 %. Введение добавки из пророщенного зерна пшеницы в количестве до 15 % способствует незначительному изменению пористости хлеба, в пределах 1–2 %. Добавление муки из пророщенного зерна в количе-

стве, превышающем 15 %, способствует резкому снижению пористости, что приводит к уплотнению изделия. Так, например, при добавлении муки из пророщенного зерна в количестве 20 %, пористость хлеба снижается до 72 %.

Результаты исследования белка в образцах хлебобулочных изделий представлены на рис. 4. Видим, что все образцы хлебобулочных изделий имели примерно одинаковое содержание белка. Отклонения не превышали

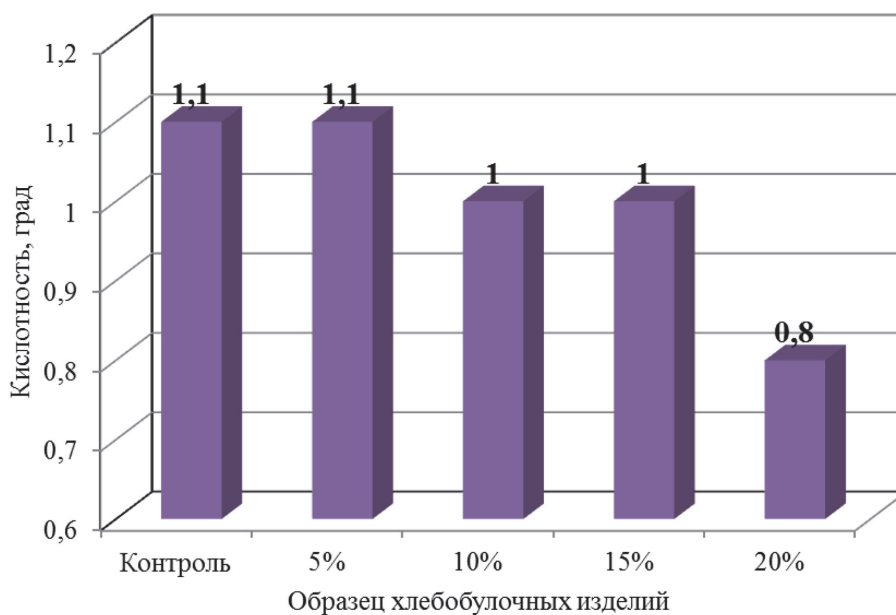


Рис. 2. Кислотность образцов хлебобулочных изделий

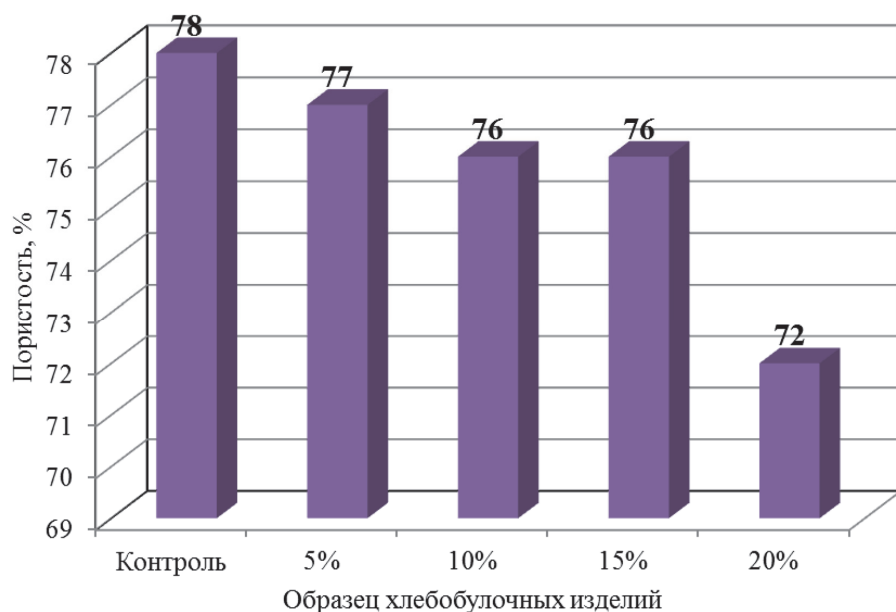


Рис. 3. Пористость образцов хлебобулочных изделий

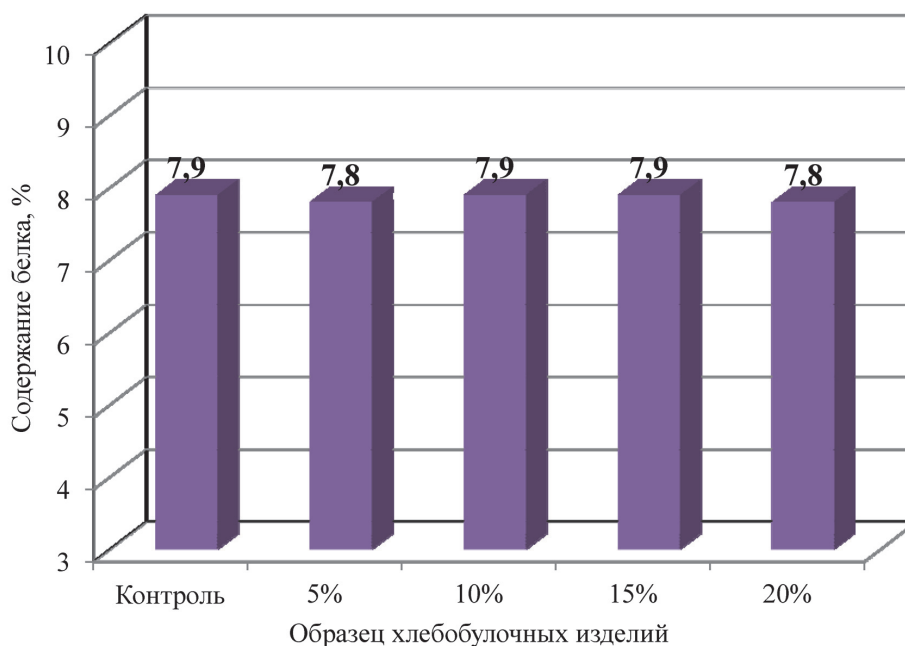


Рис. 4. Содержание белка в образцах хлебобулочных изделий

0,1 %, что укладывается в погрешность эксперимента. Таким образом, введение в рецептуру хлебобулочных изделий муки из пророщенного зерна пшеницы в любом количестве не оказывает влияния на содержание белка в конечном изделии.

Определение органолептических показателей хлебобулочных изделий проводили в соответствии с требованиями ГОСТ 5667–65 с использованием 5-балловой шкалы. Фотографии образцов представлены на рис. 5.

Исследуемые образцы хлебобулочных изделий сравнивали с контролем, имеющим в сумме 5 баллов по всем показателям. Образцы 1 и 3 получили максимальный балл по всем показателям (5 % и 15 % добавки соответственно). Образцы 2 и 4 получили по 4,5 и 4,1 балла соответственно. Так как использование пророщенной пшеницы в технологии хлебобулочных изделий способствует повышению пищевой ценности, необходимо стремиться вводить максимальное количество предложенной добавки без ущерба для качества. Таким образом, лучшим образцом признан № 3, в котором 15 % пшеничной муки было заменено на муку из пророщенного зерна пшеницы. Данные органолептического исследования согласуются с результатами, полученными при физико-химическом исследовании образцов.

#### Заключение

На основании проведенных исследований и полученных экспериментальных данных разработана технология производства хлеба с использованием муки из пророщенного зерна. Предлагаемые технологические решения позволяют обеспечить население функциональными продуктами на основе растительного сырья, с минимальными потерями при выпекании. По органолептическим показателям хлеб с добавлением муки из пророщенного зерна по своему внешнему виду и вкусу не отличается от обычного хлеба.

#### Литература

1. Байгарин, Е.К. Содержание пищевых волокон в пищевых продуктах растительного происхождения / Е.К. Байгарин // *Вопросы питания*. – 2006. – № 3. – С. 42–44.
2. Бежеулов, М.Ш. Рационализация питания человека путем расширения ассортимента хлебобулочных изделий / М.Ш.Бежеулов // *Хлебопечение России*. – 2002. – № 2. – С. 24–25.
3. Беркетова, Л.В. Биологически активные добавки – источники пищевых волокон / Л.В. Беркетова // *Пищевая промышленность*. – 2003. – № 6. – С. 80–82.
4. Беркетова, Л.В. Исследование качественного и количественного состава пищевых

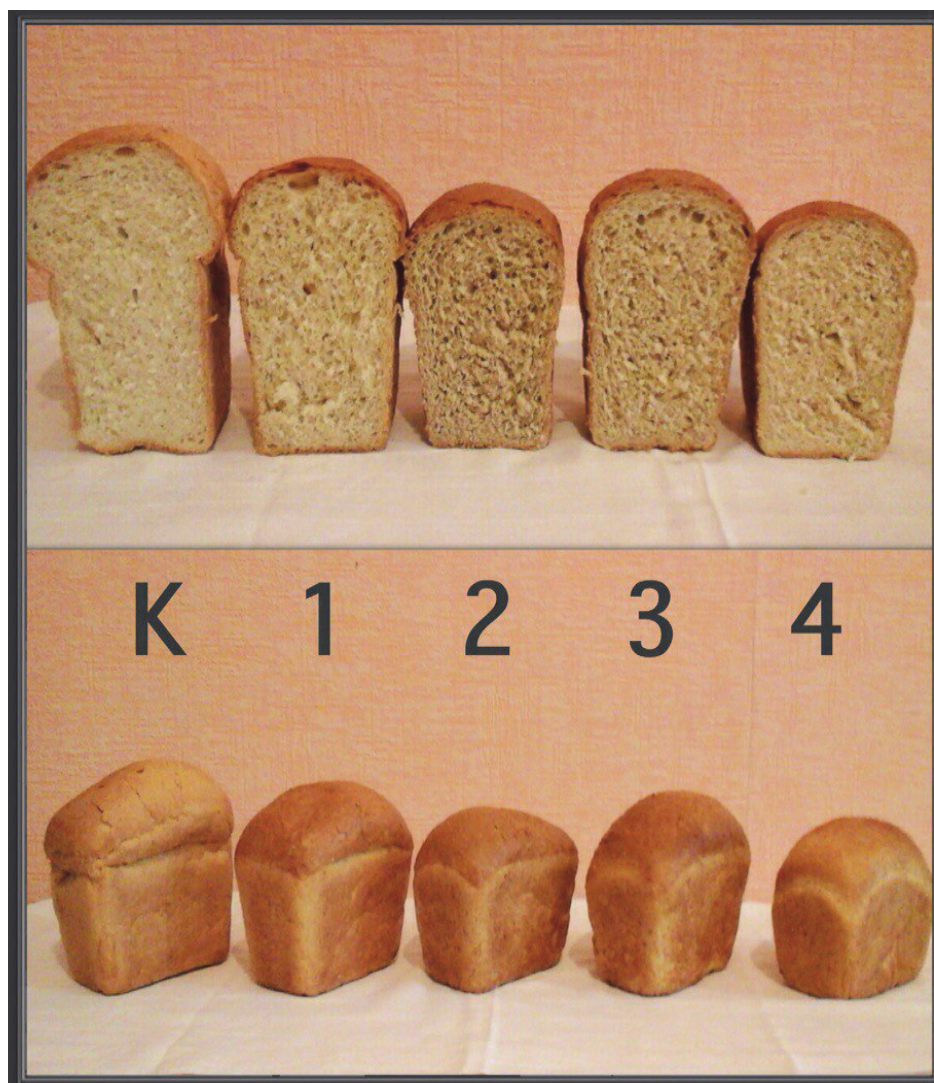


Рис. 5. Фотографии образцов хлебобулочных изделий: К – контроль; 1 – 5 % добавки; 2 – 10 % добавки; 3 – 15 % добавки; 4 – 20 % добавки

волокон в сухих завтраках и биологически активных добавках к пище, содержащих пищевые отруби / Л.В. Беркетова // Вопросы питания – 2006. – № 2. – С. 30–32.

5. Гончаров, Ю.В. Инновационные аспекты разработки технологии хлеба из проросшего зерна пшеницы: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.01 / Ю.В. Гончаров. – Орел, 2008. – 175 с.

6. Жарикова, Г.Г. Микробиология продовольственных товаров. Санитария и гигиена. – М.: АСАДЕМА, 2005. – 296 с.

7. Журавко, Е.В. Микробиологические показатели муки из зародышей пшеницы и качество функциональных продуктов / Е.В. Журавко, Е.В. Грузинов, Е.И. Кострова // Пищевые ингредиенты. – 2005. – № 1. – С. 66–70.

8. Иунихина, В.С. Крупяные продукты для здорового питания / В.С. Иунихина, Е.М. Мельников // Хлебопродукты. – 2005. – № 12. – С. 36–39.

9. Казаков, Е.Д. Методы оценки качества зерна. Лабораторный практикум / Е.Д. Казаков. – М.: Агропромиздат, 1997. – 215 с.

10. Корячкина, С.Я. Инновационная технология хлеба из проросшего зерна пшеницы / С.Я. Корячкина, Е.А. Кузнецова // Хлебопечение России. – 2009. – № 3. – С. 52–53.

11. Blaiotta, G. Rope-producing strains of *Bacillus* spp. from wheat bread and strategy for their control by lactic acid bacteria // *Appl. Environ. Microbiol.* – 2003. – Vol. 64. – № 4. – P. 221–229.

12. *Dietary Guidelines for Americans, 2010. 7th Edition. Washington, DC: US Government Printing Office, 2010. – <http://www.health.gov/dietaryguidelines/dga2010/dietaryguidelines2010.pdf>.*

13. *Molecular weights of what gluten fractions / R.W. Jones, G.E. Bancroft, N.W. Taylor et.al. // Arch. Biochem. and Biophys. – 1961. – Vol. 94, № 3. – P. 485–488.*

14. *Raven P.H., Evert R.F., Eichhorn S.E. Germination // Biology of Plants, 7th Edition, W.H. Freeman and Company Publishers. – New York, 2005. – P. 70.*

15. *Thompson J.M., Waites W.M., Dodd C.E.R. Detection of rope spoilage in bread caused by Bacillus species // J. Appl. Microbiol. – 1998. – V. 85. – P. 481–486.*

**Лукин Александр Анатольевич.** Кандидат технических наук, доцент кафедры «Пищевые и биотехнологии», Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск), lukin321@rambler.ru

**Меренкова Светлана Павловна.** Кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры «Пищевые и биотехнологии», Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск), dubinipur@mail.ru

Поступила в печать 7 июля 2016 г.

DOI: 10.14529/food160301

## DEVELOPMENT OF THE BAKERY GOODS PRODUCTION TECHNOLOGY USING FLOUR FROM GERMINATED WHEAT GRAINS

**A.A. Lukin, S.P. Merenkova**

*South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation*

Germinated wheat is a biologically valuable product which has a high concentration of vitamins, complete protein, macro- and microelements. The use of flour from germinated grains of wheat enables us to get bakery products with functional properties. In the manufacturing process of bread production when changing wheat flour for flour from germinated grains such problems as decrease in gluten proteins, high activity of starch-converting enzymes occur. There are significant failures of finished products: fine-porous, stale bread crumb, low specific volume and shape stability, mold damage, and potato disease while keeping. In this regard choosing optimal bread recipes with grains from germinated wheat is a topical task. The paper deals with the technology of bakery goods production by changing wheat flour for flour from germinated wheat grains in the concentration from 5 to 20 %. The research studies on physical and chemical indicators and the organoleptic analysis of finished products were conducted. The increase in the amount of flour from germinated grains in bread recipes leads to an increase in the moisture content up to 41.9 %, deacidification up to 0.8 %, and decrease in porosity up to 72 %. The products with 20 % of germinated grains had a maximum deviation from a check sample. The bakery products which contained 5 and 15 % of germinated wheat grains were characterized by the best organoleptic indicators: a thin crispy crust, a homogeneous yellowish crumb with an even fine texture, brisk bread taste and flavor. The authors have determined the optimal concentration of flour from germinated wheat grains, which makes up 15 %.

**Keywords:** germinated wheat grain, bakery products, manufacturing process, organoleptic analysis.

### References

1. Baygarin E.K. [The content of herbal in food fiber products]. *Voprosy pitaniya* [Nutrition], 2006, no. 3, pp. 42–44. (in Russ.)
2. Begeulov M.Sh. [Rationalization of human nutrition by expanding the range of bakery products]. *Khlebopechenie Rossii* [Baking in Russia], 2002, no. 2, pp. 24–25. (in Russ.)
3. Berketova L.V. [Dietary supplements - sources of dietary fiber]. *Pishchevaya promyshlennost'* [Food Industry], 2003, no. 6, pp. 80–82. (in Russ.)
4. Berketova L.V. [Research quality and quantity of dietary fiber in breakfast cereals and dietary food supplements containing dietary bran]. *Voprosy pitaniya* [Nutrition], 2006, no. 2, pp. 30–32. (in Russ.)
5. Goncharov Yu.V. *Innovatsionnye aspekty razrabotki tekhnologii khleba iz prorosshego zerna pshenitsy* [Innovative aspects of the development of technology of bread from sprouted wheat]. Dis. Cand. Tehn. Sciences. Orel, 2008. 175 p.
6. Zharikova G.G. *Mikrobiologiya prodovol'stvennykh tovarov. Sanitariya i gigiena* [Microbiology of food products. Sanitation and hygiene]. Moscow, 2005. 296 p.
7. Zhuravko E.V., Gruzinov E.V., Kostrova E.I. [Microbiological indicators of flour from wheat germ and quality of functional foods]. *Pishchevye ingredienty* [Food Ingredients], 2005, no. 1, pp. 66–70. (in Russ.)
8. Iunikhina B.C., Mel'nikov E.M. [Cereal products for a healthy diet]. *Khleboprodukty* [Bakery], 2005, no. 12, pp. 36–39. (in Russ.)
9. Kazakov E.D. *Metody otsenki kachestva zerna. Laboratornyy praktikum* [Methods of assessing the quality of the grain. Laboratory workshop]. Moscow, Agropromizdat Publ., 1997. 215 p.
10. Koryachkina S.Ya., Kuznetsova E.A. [The innovative technology of bread from sprouted wheat]. *Khlebopechenie Rossii* [Baking in Russia], 2009, no. 3, pp. 52–53. (in Russ.)
11. Blaiotta G. Rope-producing strains of *Bacillus* spp. from wheat bread and strategy for their control by lactic acid bacteria. *Appl. Environ. Microbiol.*, 2003, vol. 64, no. 4, pp. 221–229. DOI: 10.1128/aem.69.4.2321-2329.2003
12. Dietary Guidelines for Americans, 2010. 7th Edition. Washington, DC: US Government Printing Office, 2010. Available at: <http://www.health.gov/dietaryguidelines/dga2010/dietaryguidelines2010.pdf>.
13. Jones R.W., Bancroft G.E., Taylor N.W. et al. Molecular weights of wheat gluten fractions. *Arch. Biochem. and Biophys.*, 1961, vol. 94, no. 3, pp. 485–488.
14. Raven P.H., Evert R.F., Eichhorn S.E. Germination. *Biology of Plants*, 7th Edition, W.H. Freeman and Company Publishers. New York, 2005, p. 70.
15. Thompson J.M., Waites W.M., Dodd C.E.R. Detection of rope spoilage in bread caused by *Bacillus* species. *J. Appl. Microbiol.*, 1998, vol. 85, pp. 481–486. DOI: 10.1046/j.1365-2672.1998.853512.x

**Aleksandr A. Lukin**, Candidate of Sciences (Engineering), associate professor of the Department of Food and Biotechnology, South Ural State University, Chelyabinsk, [lukin321@rambler.ru](mailto:lukin321@rambler.ru)

**Svetlana P. Merenkova**, Candidate of Sciences (Veterinary), associate professor of the Department of Food and Biotechnology, South Ural State University, Chelyabinsk, [dubininup@mail.ru](mailto:dubininup@mail.ru)

*Received 7 July 2016*

---

### ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

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, № 3. – С. 5–12. DOI: 10.14529/food160301

### FOR CITATION

Lukin A.A., Merenkova S.P. Development of the Bakery Goods Production Technology Using Flour from Germinated wheat Grains. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Food and Biotechnology*, 2016, vol. 4, no. 3, pp. 5–12. (in Russ.) DOI: 10.14529/food160301