

УДК 664.61:633.1:633.11

Профессор Е.И. Пономарева, доцент Н.Н. Алехина,  
аспирант И.А. Бакаева

(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств. тел. (473) 255-38-51  
E-mail: Nadinat@yandex.ru

Professor E.I. Ponomareva, associate Professor N.N. Alekhina,  
graduate student I.A. Bakayeva

(Voronezh State University of Engineering Technologies) Department of bread, confectionery, pasta and grain processing technology. phone (473) 255-38-51  
E-mail: Nadinat@yandex.ru

## Влияние продуктов переработки зародышей пшеницы на показатели качества зернового хлеба

## The influence of processed products of wheat germ on grain bread quality

Реферат. Разработка и внедрение новых видов хлебобулочных изделий повышенной пищевой ценности является одним из основных и актуальных вопросов в хлебопекарной промышленности. Решением данного вопроса является применение целого зерна, а также вторичных продуктов его переработки. В хлебопекарном производстве к перспективному направлению относится применение продуктов переработки пшеничных зародышей (масло, жмых, мука из жмыха), которые богаты белками и способствуют повышению пищевой ценности изделий. При этом задачами программы, разработанной в рамках реализации «Стратегии развития пищевой и перерабатывающей промышленности РФ на период до 2020 г.», являются обеспечение расширения производства продуктов на злаковой основе, вовлечение в хозяйственный оборот вторичных ресурсов. Данные технологии являются ресурсосберегающими, позволяют рационально использовать побочное сырье мукомольной промышленности. Известен способ приготвления зернового хлеба на основе густой закваски из биоактивированного зерна пшеницы. Однако, несмотря на все преимущества зерновых видов хлеба, отличающихся повышенным содержанием пищевых волокон, минеральных веществ и витаминов, в них наблюдается низкое содержание белка и дефицит лизина. В современной науке о питании для обогащения пищевых продуктов большее предпочтение отдается сырью натурального происхождения (пшеничная, гречневая и овсяная мука, фруктовое пюре, цельное зерно, масло, мука и хлопья из зародышей пшеницы и т. д.). В технологии хлебобулочных изделий широко используются продукты переработки пшеничных зародышей: масло, хлопья, жмых и мука из жмыха. Для повышения пищевой ценности в работе применяли муку из жмыха зародышей пшеницы. В ходе проведенных исследований были выявлено ее положительное влияние на полуфабрикаты и качество готовых изделий, которые отличались от контрольного образца повышенным содержанием антиоксидантов и лучшей перевариваемостью белков мякиша хлеба.

Summary. Development and introduction of new types of bakery products with increased nutritional value is one of the basic and urgent problems in the bakery industry. The solution of it is the use of whole grains, as well as secondary products of their processing. The use of by-products of wheat germ (oil, oilcake, oilcake flour), which are rich in proteins and enhances the nutritional value of products is considered to be a promising area in the bakery industry. At the same time the program objectives products, developed in the framework of the "Strategy of development of the food processing industry of the Russian Federation for the period up to 2020" products, are expanding the production of cereal-based foods, and involving of secondary resources in the economy. These technologies are resource efficient. They allow efficient use of by-products raw materials of the milling industry. The process for the preparation of grain bread on the basis of a thick sourdough from bioactivated wheat grain is known. However, despite all the advantages of grain breads with high amounts of dietary fiber, minerals and vitamins, they exhibit low levels of protein and lysine deficiency. At present larger preference is given to the raw materials of natural origin (millet, buckwheat and oatmeal flours, fruit puree, whole grains, oil, flour and wheat germ flakes, and etc.) for foods enrichment in modern food science. Products of processing of wheat germ: oil, flakes, oilcake and oilcake flour are widely used in bakery technology. To improve the nutritional value flour from wheat germ oilcake was used in the work. In the course of the research its positive effect on the quality of semi-finished and finished products was found. They differed from the control sample in a high content of antioxidants and better digestibility of proteins bread crumb.

*Ключевые слова:* хлеб, биоактивированное зерно, зародыш пшеницы, закваска, показатели качества

*Key words:* bread, bioactivated grains, wheat germ, yeast, quality indicators

В настоящее время одним из основных вопросов в хлебопекарной промышленности является разработка и внедрение новых видов изделий повышенной пищевой ценности. Данное требование четко определено утвержденной Президентом России «Доктриной продоволь-

ственной безопасности Российской Федерации», а также включено в «Государственную программу развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013-2020 гг.».

© Пономарева Е.И., Алехина Н.Н., Бакаева И.А., 2014

В хлебопекарном производстве к перспективному направлению относится применение продуктов переработки пшеничных зародышей (масло, жмых, мука из жмыха), которые богаты белками и способствуют повышению пищевой ценности изделий. При этом задачами программы, разработанной в рамках реализации «Стратегии развития пищевой и перерабатывающей промышленности РФ на период до 2020 г.», являются обеспечение расширения производства продуктов на злаковой основе и вовлечение в хозяйственный оборот вторичных ресурсов [1].

В ходе ранее проведенных исследований на кафедре технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств Воронежского государственного университета инженерных технологий был рекомендован способ приготовления зернового хлеба на густой закваске из биоактивированного зерна пшеницы «Лучик» [2, 3].

Однако, несмотря на преимущества зерновых видов хлеба по сравнению с традиционными, в них наблюдается низкое содержание белка и дефицит лизина. Источниками их является мука из жмыха зародышей пшеницы (ТУ 9293-010-05079029-00) [4].

Целью работы явились исследования влияния продуктов переработки зародышей пшеницы на показатели качества теста и зернового хлеба. За контроль принимали хлеб «Лучик».

В ходе работы определяли физико-химические свойства полуфабрикатов в процессе их брожения (изменение объема, титруемая кислотность), органолептические (внешний вид, состояние мякиша, вкус и запах) и физико-химические показатели (влажность, кислотность, удельный объем, пористость, крошковатость и удельная набухаемость) готовых изделий через 24 ч после выпечки, их антиоксидантную активность, гликемический индекс, перевариваемость белков мякиша.

Суммарную антиоксидантную активность хлебобулочных изделий исследовали на приборе ЦветЯуза-01-АА. Гликемический индекс определяли как отношение максимального уровня глюкозы в крови с помощью прибора «Акку-Чек Гоу» после приема порции хлеба. Хлебобулочные изделия тестировались в разные дни и время, и рассчитывалось среднее значение показателя. Перевариваемость белков хлеба определяли ферментативным методом *in vitro*.

Предварительно зерно пшеницы очищали от сорной и зерновой примеси, мыли и оставляли для набухания в воде. При приготовлении закваски зерно подвергали только набуханию в воде, а при получении теста его дополнительно проращивали в течение 10–12 ч. Хлеб

«Лучик» готовили с внесением 30 % зерна с закваской из биоактивированного зерна пшеницы влажностью 50 % и кислотностью 10,0 град. В тесто для хлеба «Элит» вносили 6,5 % муки из жмыха зародышей пшеницы.

В ходе проведенных исследований было установлено, что наибольший объем теста за 120 мин брожения наблюдался в полуфабрикате для хлеба «Элит» (130 см<sup>3</sup>), для хлеба «Лучик» данное значение составляло 125 см<sup>3</sup>.

В полуфабрикате для хлеба «Элит» процесс брожения шел интенсивнее вследствие внесения дополнительного количества сахаров, азотсодержащих веществ и минеральных солей, содержащихся в муке из жмыха пшеничных зародышей, в результате чего повышалась бродильная активность дрожжей и увеличивалось газообразование в тесте.

Наибольшее значение титруемой кислотности (5,8 град) через 120 мин брожения также наблюдалось в полуфабрикате для хлеба «Элит». В тесте для хлеба «Лучик» указанное значения за тот же период брожения составляло 5,5 град.

Оценка качества готовых изделий показала, что наибольшим объемом (198,0 см<sup>3</sup>) и пористостью (57,0 %) обладал хлеб «Элит», контрольный образец при этом имел удельный объем равный 195,0 см<sup>3</sup>/100 г и пористость 55,0 % (таблица 1).

Т а б л и ц а 1  
Показатели качества изделий из биоактивированного зерна пшеницы

Наименование показателей	Значение показателей качества для хлеба	
	«Лучик» (контроль)	«Элит»
Влажность, %	47,0	47,0
Кислотность, град	4,6	5,0
Удельный объем, см <sup>3</sup> /100 г	195,0	198,0
Пористость, %	55,0	57,0
Крошковатость, %	3,6	2,5
Удельная набухаемость, см <sup>3</sup>	235,0	262,4
Внешний вид: форма	Правильная, соответствующая хлебной форме, в которой производилась выпечка	
поверхность	Слегка шероховатая, без подрывов и трещин	
цвет	Золотисто – коричневый	
Состояние мякиша: пористость	Развитая, без уплотнений	
пропеченность	Пропеченный, не заминающийся	
Вкус и запах	Свойственный хлебу из биоактивированного зерна пшеницы, без постороннего привкуса и запаха	

Выявлено, что содержание антиоксидантов в хлебе «Элит» было на 9,3 % больше, чем в хлебе «Лучик» и составляло 18,3 мг /100 г. Известно, что хлеб из биоактивированного зерна содержит в достаточном количестве витамины группы В и витамин Е, минералы (железо, цинк, селен), антиоксиданты, растительные эстрогены и другие полезные элементы.

Максимальная антиоксидантная активность хлеба «Элит» объясняется наличием в его рецептуре муки из жмыха зародышей пшеницы, содержащей по сравнению с биоактивированным зерном пшеницы в три раза больше токоферола, обладающего антиоксидантным действием.

Результаты определения уровня глюкозы в крови представлены на рисунке 1. Установлено, что через 30 мин после употребления хлеба «Лучик» содержание глюкозы в крови составляло 5,4 мМ/л, хлеба «Элит» – 5,8 мМ/л. Через 90 мин данное значение для хлеба «Лучик» было равным – 5,2 мМ/л, хлеба «Элит» – 5,5 мМ/л. Из рисунка 1 видно, что при употреблении контрольного и опытного образцов повышение уровня глюкозы в крови происходило более плавно по сравнению чистой глюкозой.

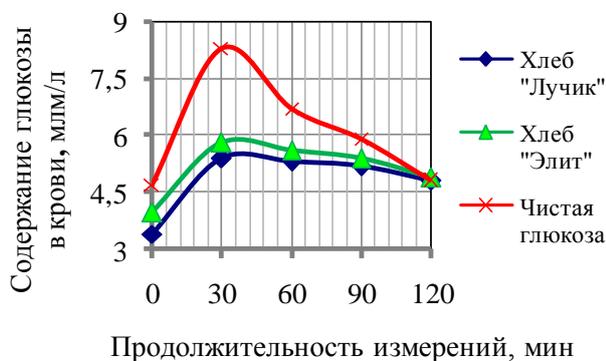


Рисунок 1. Изменение уровня глюкозы в крови после употребления продукта

Выявлено, что самое высокое значение гликемического индекса наблюдалось у хлеба «Элит» (70 %), у хлеба «Лучик» оно составляло 65 %.

Более высокий уровень гликемического индекса у хлеба «Элит» объясняется тем, что мука из жмыха пшеничных зародышей, идущая взамен части биоактивированного зерна пшеницы при приготовлении теста, характеризуется меньшим размером частиц и содержит больше моно- и дисахаридов. В результате чего, несмотря на достаточное содержание

пищевых волокон, в организм поступает большее количество усвояемых углеводов.

Исследования перевариваемости образцов показали, что гидролиз белковых веществ мякиша хлеба «Лучик» под действием пищеварительных ферментов *in vitro* проходил медленнее, и после 6 ч конечная концентрация аминокислоты тирозина в нем была меньше на 20,3 %, чем в хлебе «Элит» (рисунок 2). Это объясняется меньшим размером частиц используемой муки из пшеничных зародышей, что обуславливает лучшую перевариваемость и усвояемость белков.

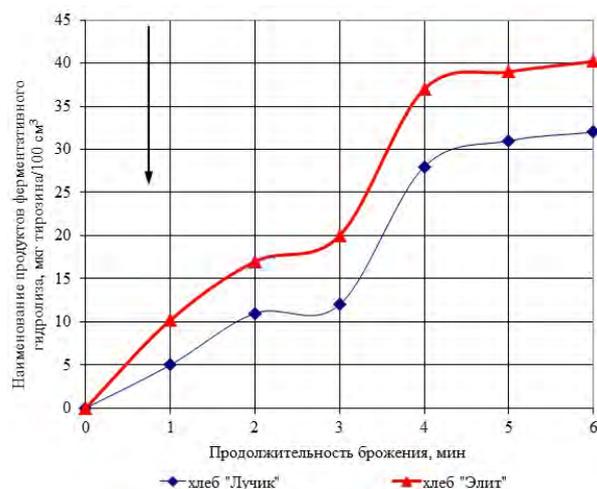


Рисунок 2. Перевариваемость белков хлеба из биоактивированного зерна пшеницы системой пепсин – трипсин (стрелкой указан момент введения трипсина)

Результаты проведенных исследований показали, что продукты переработки зародышей пшеницы, а именно мука из жмыха пшеничных зародышей способствовала получению полуфабрикатов и готовых изделий улучшенного качества. Хлеб «Элит» содержит больше антиоксидантов, обладает лучшей перевариваемостью белков, большим гликемическим индексом по сравнению с контрольным образцом.

Предложенная технология приготовления зернового хлеба «Элит» является перспективной, способствует экономии основного сырья, вовлечению в хозяйственный оборот вторичных ресурсов мукомольного производства. Кроме того, разработанные изделия обладают диетической и лечебно-профилактической направленностью.

ЛИТЕРАТУРА

1 Об отраслевой программе «Развитие мукомольно-крупяной промышленности Российской Федерации на 2014-2016 г.» // Хлебобродукты. 2014. № 7. С. 5-6.

2 Пономарева Е. И., Алехина Н. Н., Журавлева И.А. Разработка способа получения закваски спонтанного брожения из биоактивированного зерна пшеницы // Хранение и переработка сельхозсырья. 2013. № 2. С. 21–25.

3 Пат. № 2013107452, RU, С 1 А 21/D 13/02. Способ производства зернового хлеба / Пономарева Е.И., Алехина Н.Н., Журавлева И.А. № 2013107452/1; Заявл. 20.02.2013; Оpubл. 10.08.201, Бюл. № 2.

4 Санина Т. В., Магомедов Г. О., Алехина Н. Н. и др. Хлеб из биоактивированного зерна пшеницы. Воронеж: ВГТА. 2008. 172 с.

1 On sectoral program "Development of the milling industry of the Russian Federation on the 2014-2016 year". *Khleboprodukty*. [Bakery], 2014, no. 7, pp. 5-6. (In Russ.).

2 Ponomareva E.I., Alekhina N.N., Zhuravleva I.A. Process for the preparation of the leaven of spontaneous fermentation of bioactivated wheat. *Khranenie i pererabotka sel'khozsyry'ia*. [Storage and processing of agricultural raw materials], 2013, no. 2, pp.. 21-25. (In Russ.).

3 Ponomareva E.I., Alekhina N.N., Zhuravleva I.A. Sposob proizvodstva zernovogo khleba [A method of production of corn bread]. Patent RF, no. 2013107452, 2013. (In Russ.).

4 Sanina T.V, Magomedov G.O., Alekhina N.N. et al. Khleb iz bioaktivirovannogo zerna pshenitsy [Bioactivated bread from wheat.]. Voronezh, VGTA, 2008.172 p. (In Russ.).