

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ ЯЧМЕНЯ В ХЛЕБОПЕЧЕНИИ

Г. В. Шабурова, П. К. Воронина

Приведены результаты исследований разработки научно обоснованных технологических решений практической реализации технологии хлеба из пшеничной муки высшего сорта с использованием экструдированного ячменя.

Ключевые слова: экструзионная обработка, ячмень, мука пшеничная, технология хлеба.

Введение

Перспективным направлением создания новых сортов хлебобулочных изделий и развития инновационных технологий хлеба и мучных кондитерских изделий является применение зерновых культур, позволяющих обогатить продукты питания пищевыми волокнами, витаминами, минеральными веществами. В связи этим, поиск новых видов сырья с целью разработки технологий нового ассортимента хлебобулочных изделий, производство которых основано на использовании сортовой пшеничной муки с низким содержанием перечисленных ингредиентов, является актуальным.

Целью исследования является разработка технологий производства хлебобулочных изделий из пшеничной муки с применением муки экструдата ячменя.

Объекты и методы исследований

Объектом исследования являлся экструдат ячменя, полученный по инновационной технологии. Предмет исследования – технология хлеба из пшеничной муки высшего сорта. Применяли общепринятые и специальные методы определения органолептических, физико-химических, биохимических показателей, характеризующих хлебопекарные свойства и пищевую ценность муки, полуфабрикатов и готовой продукции.

Результаты и их обсуждение

Поддержание здоровья, работоспособности и активного долголетия человека обусловлено полноценным и регулярным снабжением его организма всеми необходимыми витаминами и минеральными веществами. Эффективным решением задачи улучшения обеспеченности населения микронутриентами представляется развитие технологий пищевых продуктов массового спроса, обогащенных макро- и микронутриентами [1, 2]. К продуктам массового спроса относят хлебобулочные изделия.

Результаты исследований отечественных и зарубежных ученых свидетельствуют об эффективно-

сти продуктов переработки ячменя, как природных энтеросорбентов, способствующих выведению из организма человека различных токсичных соединений, в частности металло- и хлорорганических, а так же неорганических солей металлов [3, 4].

Тумановой А. Е. и Рожковой Е. С. обоснована возможность и целесообразность использования муки ячменной в количестве 5–10% в качестве замены пшеничной муки при приготовлении затяжного и до 15% при производстве сдобного овсяного печенья [5].

Научный интерес вызывает возможность применения при производстве хлебобулочных изделий экструдатов (до 25% муки по рецептуре), получаемых из целого зерна ячменя в экструдере при температуре 125–195 °С в течение 30–40 с, скорости вращения шнека $38,2 \pm 2 \text{ с}^{-1}$ и диаметре матрицы выходного отверстия 8 мм. Для замеса теста использовали очищенную воду. Дегустационная оценка органолептических и физико-химических свойств готовых изделий показала преимущество пробных образцов по сравнению с контрольным [6].

Кроме того, для обогащения хлебобулочных изделий разработана биологически ценная текстурированная композиция, состоящая из 25% углеводно-белковой фракции амаранта (побочного продукта производства масла из зерна амаранта *Amaranthus caudatus*), 65% крупки ячменя и 10% крупки гороха, получаемая в экструдере при следующих параметрах: температура внутри шнековой камеры 150...160 °С, на выходе 120...125 °С, диаметр выходных отверстий матрицы 11 мм. Полученную экструдированную массу охлаждали, измельчали и вносили на стадии замеса теста в дозировках 5–11%, что приводило к существенному замедлению черствения готовых изделий за счет увеличения водопоглотительной способности крахмала, вносимого в составе текстурированной композиции [7].

Таким образом, литературные данные свидетельствуют о том, что ячмень имеет богатый химический состав, обладает функциональным и технологическим потенциалом. Кроме того, ячмень содержит большое количество питательных веществ, обладает высокой пищевой и биологиче-

Таблица 1 – Физико-химические показатели хлеба

Показатели	Экструдат ячменя, % к массе пшеничной муки высшего сорта					
	0 (контроль)	3	5	10	15	20
Удельный объем, см ³ /г	2,7	2,8	3,3	3,5	3,7	2,7
Пористость, %	72	72	73	74,2	74	71,7
Влажность, %	42,5	42,3	43	43	42,5	42
Кислотность, град	1,9	2,1	2,2	2,2	2,3	2,5
Формоустойчивость, Н:Д	0,38	0,38	0,42	0,43	0,43	0,41

ской ценностью, в связи с чем, его целесообразно рассматривать как ценное сырье для производства пищевых продуктов с функционально-технологическими свойствами. В наших исследованиях использовали экструдат ячменя, полученный в условиях термовакуумного воздействия на экструдированное зерно в момент выхода его из экструдера. При этом в вакуумной камере модернизированного экструдера возможно регулирование структурных и функциональных свойств готового продукта, а также его влажность [8, 9, 10, 11, 12, 13].

Экструдат ячменя получали путем обработки в экструдере целого зерна ячменя влажностью 14...18% в течение 15...25 с при температуре 110...125 °С, после чего экструдат на выходе из фильеры экструдера подвергали воздействию пониженного давления с целью достижения в нем содержания влаги не более 10%. Величину пониженного давления (вакуума) регулируют в пределах 0,045...0,055 МПа в зависимости от содержания влаги в обрабатываемом сырье. На выходе из фильеры экструдат разрезается на частицы размером 1,5...2,0 мм режущим устройством, входящим в состав экструдера.

В связи с тем, что содержание влаги в экструдате регулируется путем изменения величины пониженного давления (вакуума) на выходе из фильеры, подвергать экструзии можно сырье с оптимальной для реализации данного процесса влажностью, не подвергая полученный продукт дополнительной сушке.

При экструзионной обработке ячменя за время менее 15 с клеточные стенки крахмала разрушаются недостаточно, а при превышении 25 с наблюдается эффект повышенной денатурации белков и снижения активности витаминов и ферментов.

Температура обработки ячменя ниже 110 °С за короткий период времени не приводит к разрушению клеточных стенок крахмала, а температура выше 125 °С приводит к денатурации белков, разрушению витаминов и клейстеризации крахмала.

Тесто готовили однофазным методом из муки пшеничной высшего сорта, дрожжей хлебопекарных прессованных, раствора соли, воды и измельченного экструдата ячменя.

Замешенное тесто с влажностью 44% созревало в течение 170 минут при температуре 32 °С. В процессе созревания теста через 60 и 120 минут проводили обминки.

Выброженное тесто подвергали разделке и направляли на расстойку при температуре воздуха 35...40 °С и относительной влажности 75...85%. Продолжительность выпечки составляет 25...30 минут при температуре 220...230 °С.

Результаты оценки показателей качества хлеба, приготовленного с применением различного количества измельченного экструдата ячменя к массе пшеничной муки высшего сорта, приведены в таблице 1. В качестве контрольного образца служил образец, приготовленный из 100% пшеничной муки.

При добавлении 3% измельченного экструдата ячменя к массе муки пшеничной высшего сорта удельный объем хлеба незначительно отличается от контроля – на 3,7%, пористость остается на уровне контроля, влажность – в пределах, установленных стандартом, кислотность повысилась на 0,2 градуса, формоустойчивость образца – на уровне контроля. Использование этого количества измельченного экструдата ячменя несущественно улучшает структуру пористости и пищевую ценность хлеба.

При добавлении 5% измельченного экструдата ячменя к массе муки пшеничной высшего сорта удельный объем хлеба увеличивается на 22,4%, пористость – на 1,4%, формоустойчивость повышается на 10,5%, кислотность на 0,3 градуса выше уровня контроля, влажность – в пределах, установленных стандартом. Хлеб имеет привлекательный внешний вид, приятный вкус и аромат.

При использовании 10% измельченного экструдата ячменя к массе муки пшеничной высшего сорта удельный объем хлеба увеличивается на 29,6%, пористость увеличивается на 3,0%, формоустойчивость повышается на 13,1%, кислотность на 0,3 градуса выше уровня контроля, но в пределах, установленных стандартом, влажность – в пределах, установленных стандартом. Хлеб имеет привлекательный внешний вид, цвет мякиша – сероватый с желтым оттенком, приятный вкус и аромат.

При добавлении 15% измельченного экструдата ячменя к массе муки пшеничной высшего сорта удельный объем хлеба возрастает на 37,0% по отношению к контролю, пористость – на 2,7%, формоустойчивость повышается на 13,1%, кислотность на 0,3 градуса выше уровня контроля, влажность – в пределах, установленных стандартом.

Хлеб имеет привлекательный внешний вид,

цвет мякиша – светлый с серовато-желтым оттенком, приятный вкус и аромат.

При добавлении 20% измельченного экструдата ячменя к массе муки пшеничной высшего сорта удельный объем хлеба находится на уровне контрольного образца, пористость снижается по отношению к контролю на 1,0%, кислотность и влажность – в пределах, установленных стандартом. При добавлении измельченного экструдата ячменя в количестве 20% к массе муки пшеничной высшего сорта снижаются органолептические показатели качества хлеба.

Вероятно, предварительная экструзионная обработка сырья и воздействие вакуума на выходе экструдата из фильеры вызывает биохимические изменения, способствующие снижению содержания нативного крахмала и повышению водорастворимых углеводов.

Кратковременный прогрев (не более 25 с) в условиях экструзионной обработки предотвращает разрушение витаминов. Наличие витаминов и повышенной доли аминного азота в измельченном экструдате ячменя до размеров частиц 1,5...2,0 мм позволяет достичь более интенсивного процесса спиртового брожения теста и вследствие этого повышения степени разрыхления теста.

Рациональным количеством экструдата ячменя является 5...15% к массе пшеничной муки высшего сорта, что способствует интенсификации спиртового брожения и повышению пищевой ценности хлеба.

Применение измельченного экструдата ячменя в количестве менее 5% к массе пшеничной муки высшего сорта повышает пищевую ценность хлеба, но приводит к незначительному улучшению органолептических и физико-химических показателей, таких как структура пористости, удельный объем хлеба.

Список литературы

1. Цыганова, Т.Б. Полифункциональные добавки и их роль в создании хлебобулочных изделий лечебно-профилактического назначения/Т.Б. Цыганова // Хранение и переработка сельхозсырья.– 1997.– № 12.– С.43–44.
2. Шишков, Ю.И. Хлебобулочные изделия – продукты функционального назначения / Ю.И. Шишков, А.А. Рогов// Пищевая промышленность.– 2004.– № 12.– С. 92–94.
3. Касатов, А.Д. Зернопродукты в производстве хлебобулочных изделий/ А.Д. Касатов, З.В. Швецова // Хлебопечение России.– 1999.– № 5.– С. 7.
4. Tunland, B.C. Nondigestible Oligo- and Polysaccharides (Dietary Fiber): Their Physiology and Role in Human Health and Food/B.C. Tunland, D. Meyer//Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety.– 2002.– v. 1.– № 3.– P. 90–109.
5. Туманова, А.Е. Применение нетрадиционного сырья при производстве мучных кондитерских изделий/ А.Е. Туманова, Е.С. Рожкова.– М.: Хлебпромиздат, 1996.– 22 с.
6. Демченко, В.И. Экструдаты ячменя в производстве хлебобулочных изделий /В. И. Демченко, В.И. Корчагин, Г.О. Магомедов, Л.И. Столяров, Н.М. Дерканосова, В.И. Карпенко// Хлебопечение России.– 2003.– № 5.– С. 16–17.
7. Пашенко Л.П. Комбинированная смесь для выработки хлебобулочных изделий / Л.П. Пашенко, И.А. Никитин, Ю.В. Васильева, М.В. Лагоденко//Хлебопечение России.– 2004.– № 4.– С. 1921
8. Курочкин, А.А. Регулирование функционально-технологических свойств экструдатов растительного

Применение измельченного экструдата ячменя в количестве более 15% к массе пшеничной муки высшего сорта повышает пищевую ценность хлеба, но приводит к ухудшению внешнего вида изделий, снижает органолептические показатели, удельный объем, пористость и потребительские свойства получаемого продукта.

Таким образом, при использовании измельченного экструдата ячменя в количестве 5...15% к массе муки пшеничной высшего сорта хлеб имеет привлекательный внешний вид, приятный вкус и аромат. Структура пористости: средняя, равномерная, развитая; мякиш хлеба хорошо пропеченный, невлажный, не липкий на ощупь, с едва заметными включениями частиц экструдата ячменя. Цвет мякиша готового хлеба светлый и светлый с серовато-желтым оттенком.

Новизна технических решений подтверждена патентом РФ 2480009 [14].

Выводы

Использование предлагаемого способа производства хлеба позволяет получить хлеб с обогащенным составом при сохранении высокого качества, потребительских свойств и повысить экономичность производства за счет снижения затрат на энергоресурсы, используемые для подготовки измельченного экструдата ячменя.

Получение хлеба высокого качества обусловлено использованием экструдата ячменя, полученного из целого зерна, что обогащает продукт дополнительным количеством пищевых волокон, белка, сахара, β-глюкана, витаминов В1, РР, В6, Е, фолиевой кислоты, макро- и микроэлементов (железо, фосфор, магний).

- сырья / А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова, П. К. Воронина// Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии.– 2012.– № 4.– С. 86–91.
9. Курочкин, А. А. Регулирование структуры экструдатов крахмалсодержащего зернового сырья / А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова, Д. И. Фролов, П. К. Воронина// Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии.– 2013.– № 4.– С. 94–99.
 10. Курочкин, А. А. Моделирование процесса получения экструдатов на основе нового технологического решения / А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова, Д. И. Фролов, П. К. Воронина// Нива Поволжья.– 2014.– № 1.– С. 30–35.
 11. Курочкин, А. А. Экструдаты из растительного сырья с повышенным содержанием липидов / А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова, Д. И. Фролов, П. К. Воронина// Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии.– 2014.– № 4.– С. 70–74.
 12. Курочкин, А. А. Теоретическое обоснование термовакuumного эффекта в рабочем процессе модернизированного экструдера / А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова, Д. И. Фролов, П. К. Воронина// Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии.– 2015.– № 3.– С. 14–20.
 13. Воронина, П. К. Полифункциональный композит с повышенным содержанием пищевых волокон/П. К. Воронина, А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова//Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии.– 2015.– № 4.– С. 65–71.
 14. Способ производства хлеба: пат. 2480009 Российская Федерация МПК А 21 D 8/02, А 23 L 1/18, Г. В. Шабурова, А. А. Курочкин, Е. В. Петросова, В. В. Сударикова; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет технологий и управления имени К. Г. Разумовского».– № 2011110415/13; заявл. 18.03.2011; опубл. 27.04.2013, Бюл. № 27.– 6 с.

USING THE PRODUCTS OF PROCESSING BARLEY IN BAKERY

G. V. Shaburova, P. K. Voronina

The results of research of development of science-based technology solutions The technology of bread from wheat flour with extruded barley.

Keywords: extrusion processing, barley, wheat flour, bread technology.

References

1. Tsyganova, T.B. Multifunctional additives and their role in creating bakery products of therapeutic and prophylactic / T.B. Tsyganov // Storage and processing of agricultural raw materials.– 1997.– № 12.– S.43–44.
2. Shishkov, Y.I. Bakery products – products functionality / Y.I. Shishkov A.A. Rogov // Food Industry.– 2004.– № 12.– S. 92–94.
3. Kasatov, A.D. Cereals in the manufacture of bakery products / A.D. Kasatov, Z.V. Shvetsova// Bakery Russia.– 1999.– № 5.– S. 7.
4. Tungland, B. C. Nondigestible Oligo- and Polysaccharides (Dietary Fiber): Their Physiology and Role in Human Health and Food/B.C. Tungland, D. Meyer//Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety.– 2002.– v. 1.– № 3.– P. 90–109.
5. Tumanova A.E. Application of non-traditional raw material in the manufacture of pastry products / A. E. Tumanova, E. S. Rozhkova.– М.: Hlebpromizdat, 1996.– 22 p.
6. Demchenko, V.I. Extrudates barley in the production of bakery products / B. I. Demchenko, V. I. Korchagin, A. Magomedov, L. I. Stolyarov, N. M. Derkanosova V. I. Karpenko // Bakery Russia.– 2003.– № 5.– S. 16–17.
7. Pashchenko, L.P. combined mixture to produce bakery products / L. P. Pashchenko, I. A. Nikitin, V. Vasiliev, M. V. Lagodenko// Bakery Russia.– 2004.– № 4.– S. 1921
8. Kurochkin, A. A. Regulation of functional and technological properties of the extrudates of plant raw materials / A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova, P. K. Voronina // Bulletin of the Samara State Agricultural Academy.– 2012.– № 4.– S. 86–91.
9. Kurochkin, A.A. Adjusting the structure of the extrudates starch grain material / A.A. Kurochkin, G. V. Shaburova, D. I. Frolov, P. K. Voronina // Bulletin of the Samara State Agricultural Academy.– 2013.– № 4.– S. 94–99.

10. Kurochkin, A. A. Simulation of the process of obtaining extrudates based on new technological solutions / A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova, D. I. Frolov, P. K. Voronina // *Volga Niva*. – 2014. – № 1. – S. 30–35.
11. Kurochkin, A. A. The extrudates from vegetable raw materials with a high content of lipids / A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova, D. I. Frolov, P. K. Voronina // *Bulletin of the Samara State Agricultural Academy*. – 2014. – № 4. – S. 70–74.
12. Kurochkin, A. A. Theoretical substantiation of thermal vacuum effect in the working process of the upgraded extruder / A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova, D. I. Frolov, P. K. Voronina // *Bulletin of the Samara State Agricultural Academy*. – 2015. – № 3. – S. 14–20.
13. Voronina P. K. Multifunctional composite with a high content of dietary fiber / P. K. Voronina, A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova // *Bulletin of the Samara State Agricultural Academy*. – 2015. – № 4. – pp 65–71.
14. A method of producing bread: US Pat. 2480009 Russian Federation IPC A 21 D 8/02, A 23 L 1/18, G. V. Shaburova, A. A. Kurochkin, Petrosova E. V., V. V. Sudarikova; applicant and patentee VPO «Moscow State University of Technology and Management of K. Razumovsky.» – № 2011110415/13; appl. 18.03.2011; publ. 04.27.2013, Bull. Number 27. – 6.