

УДК 664.66.022.3+664.768

## **Перспективы использования вторичного сырья крупяного производства в технологии хлебобулочных изделий**

*Канд. ветеринар. наук С.П. Меренкова, dubininup@mail.ru*

*Канд. техн. наук А.А. Лукин, lukin321@rambler.ru*

*Южно-Уральский государственный университет (НИУ)*

*г. Челябинск, проспект Ленина, 76*

*Повышение пищевой и биологической ценности обеспечивается целенаправленной коррекцией химического состава пищевых продуктов за счет использования в качестве добавок нетрадиционного растительного сырья, содержащего комплекс биологически ценных нутриентов. Государственная программа предусматривает увеличение производства хлебобулочных изделий, диетических и обогащенных микронутриентами.*

*В России ежегодно образуются многотонажные вторичные сырьевые ресурсы и отходы переработки зерна. Так, при переработке зерна гречихи образуются лузга и мучка, которые характеризуются уникальным химическим составом, высокой биологической ценностью. Использование добавок из сырьевых отходов крупяного производства в хлебопекарной отрасли позволяет интенсифицировать технологический процесс, сформировать оптимальные реологические показатели теста, улучшить биотехнологические свойства дрожжей, расширить ассортимент хлебобулочных изделий функционального назначения.*

*Экспериментально, в результате апробации применения гречневой мучки в рецептуре ржано-пшеничного хлеба «Российский» установлено, что с увеличением концентрации вносимой добавки возрастает интенсивность кислотонакопления, подъемная сила теста, снижается автолитическая активность муки.*

*В готовых изделиях выявлено повышение содержания липидной фракции, пищевых волокон, увеличение влажности и пористости хлеба. Физико-химические и органолептические показатели изделий, вырабатываемых по инновационной технологии, соответствовали требованиям государственного стандарта. Получаемые хлебобулочные изделия характеризовались оптимальными вкусо-ароматическими характеристиками, привлекательным внешним видом, эластичным мякишем с равномерной пористостью.*

*Ключевые слова:* хлебобулочные изделия, вторичное сырье, гречневая мучка, пищевая и биологическая ценность, брожение теста, подъемная сила, органолептические показатели.

---

## **Prospects for the use of secondary raw materials mill products in the technology of bakery products**

*Ph.D. S.P. Merenkova, dubininup@mail.ru*

*Ph.D. A.A. Lukin, lukin321@rambler.ru*

*FGBOU VPO Yuzhno-Uralsky state university (NIU)*

*Chelyabinsk, Lenin Avenue, 76*

*Increasing food and biological value provided targeted correction of the chemical composition of food products through the use of unconventional as additives plant material containing a complex of biologically valuable nutrients. State program provides for an increase in the production of bakery products, dietetic and enriched with micronutrients.*

*Russia annually produced a lot of secondary raw materials and waste products of grain processing. Thus, the processing of buckwheat husks and formed muchka, characterized unique chemical composition, high biological value. Use of additives from the raw waste mill products in the baking industry allows to intensify*

*the process, create the optimum rheology test, improve biotechnological properties of yeast, bakery products expand the range of functionality.*

*Experimentally, as a result of testing the use of buckwheat polish discharge in the formulation of rye-wheat bread «Russian» found that with increasing concentration of the additive increases the intensity of the accumulation of acid, lift the dough, flour decreased autolytic activity.*

*The final products showed increase of lipid fractions, fiber, moisture and increase the porosity of bread. Physico-chemical and organoleptic characteristics of products produced by innovative technology, consistent with the requirements of the state standard. The resulting bakery products characterized by optimum taste, aroma characteristics, attractive appearance, elastic crumb with a uniform porosity.*

**Keywords:** bakery, secondary raw materials, buckwheat muchka, food and biological value, fermentation test, lift, organoleptic characteristics.

Создание инновационных технологий производства продуктов питания, улучшающих пищевой статус населения, соответствует основным положениям государственной политики Российской Федерации в области здорового питания. Повышение пищевой и биологической ценности обеспечивается целенаправленной коррекцией химического состава пищевых продуктов за счет использования в качестве добавок нетрадиционного растительного сырья, содержащего комплекс биологически ценных нутриентов.

Хлебобулочные изделия относятся к массово потребляемым продуктам питания всеми слоями населения. Количество хлебобулочных изделий в рационе человека в большинстве развитых стран составляет 20–25% от общего объема рациона и зависит от национальных, экономических и социальных факторов.

В рамках проекта государственной программы на 2013–2020 годы предусматривается увеличение производства хлебобулочных изделий, диетических и обогащенных микронутриентами – до 300 тыс. тонн. Особое внимание уделяется внедрению технологий производства с эффективной переработкой растительного сырья, производству пищевых продуктов с функциональными свойствами [9].

В последнее время возрос интерес к возобновляемым отходам зерноперерабатывающей промышленности, как к перспективному сырью для получения обогащенных продуктов. В России ежегодно образуется около 5 млн. тонн вторичных сырьевых ресурсов и отходов переработки зерна. Неспецифический химический состав позволяет рационально использовать отходы крупяного производства в кондитерской, хлебопекарной отрасли [5].

Так, при переработке зерна гречихи образуются многотоннажные отходы в виде лузги и мучки. Изучение химического состава гречневой мучки показало ее высокую биологическую ценность. Она содержит до 30% белка, что почти в 2,5 раза выше, чем в целом зерне, достаточно много жира (7,5%) и клетчатки (14,2%). По содержанию калия мучка превосходит зерно в 2,7 раза, кальция – в 6,6 раз, фосфора – в 2,5 раза, железа – в 1,3 раза [6].

Установлено, что гречневая мучка содержит в своем составе полиненасыщенные жирные кислоты, токоферолы, каротиноиды, витамины группы В, что позволяет рекомендовать ее в качестве источника физиологически функциональных ингредиентов для обогащения продуктов питания [7].

Целью научно-исследовательской работы являлось обоснование возможности использования вторичного сырья крупяного производства в технологии хлебобулочных изделий. В качестве исходной была апробирована рецептура ржано-пшеничного хлеба «Российский», вырабатываемого из ржаной обдирной муки и пшеничной муки 1-го сорта на жидкой закваске без заварки [3]. В классической рецептуре проводили замену пшеничной муки 1-го сорта на гречневую мучку в концентрациях 4, 6 и 8% соответственно для образцов № 2, 3 и 4 (таблица 1). В ходе исследований оценивали влияние

растительной добавки на технологические свойства полуфабриката, потребительские свойства готовых изделий.

Таблица 1

**Производственная рецептура хлеба «Российский»**

| Наименование сырья и полуфабрикатов        | Количество сырья, кг  |             |             |             |
|--|-----------------------|-------------|-------------|-------------|
|  | образец №1 (контроль) | образец № 2 | образец № 3 | образец № 4 |
| Мука ржаная хлебопекарная обдирная         | 210                   | 210         | 210         | 210         |
| Мука пшеничная хлебопекарная первого сорта | 90                    | 86          | 84,6        | 82,8        |
| Гречневая мука                             | –                     | 3,6         | 5,4         | 7,2         |
| Закваска                                   | 150                   | 150         | 150         | 150         |
| Дрожжи хлебопекарные прессованные          | 1,5                   | 1,5         | 1,5         | 1,5         |
| Соль поваренная пищевая                    | 4,5                   | 4,5         | 4,5         | 4,5         |
| Патока                                     | 18                    | 18          | 18          | 18          |
| Вода                                       | 163                   | 164         | 164         | 164         |
| Всего на тесто                             | 637                   | 638         | 638         | 638         |

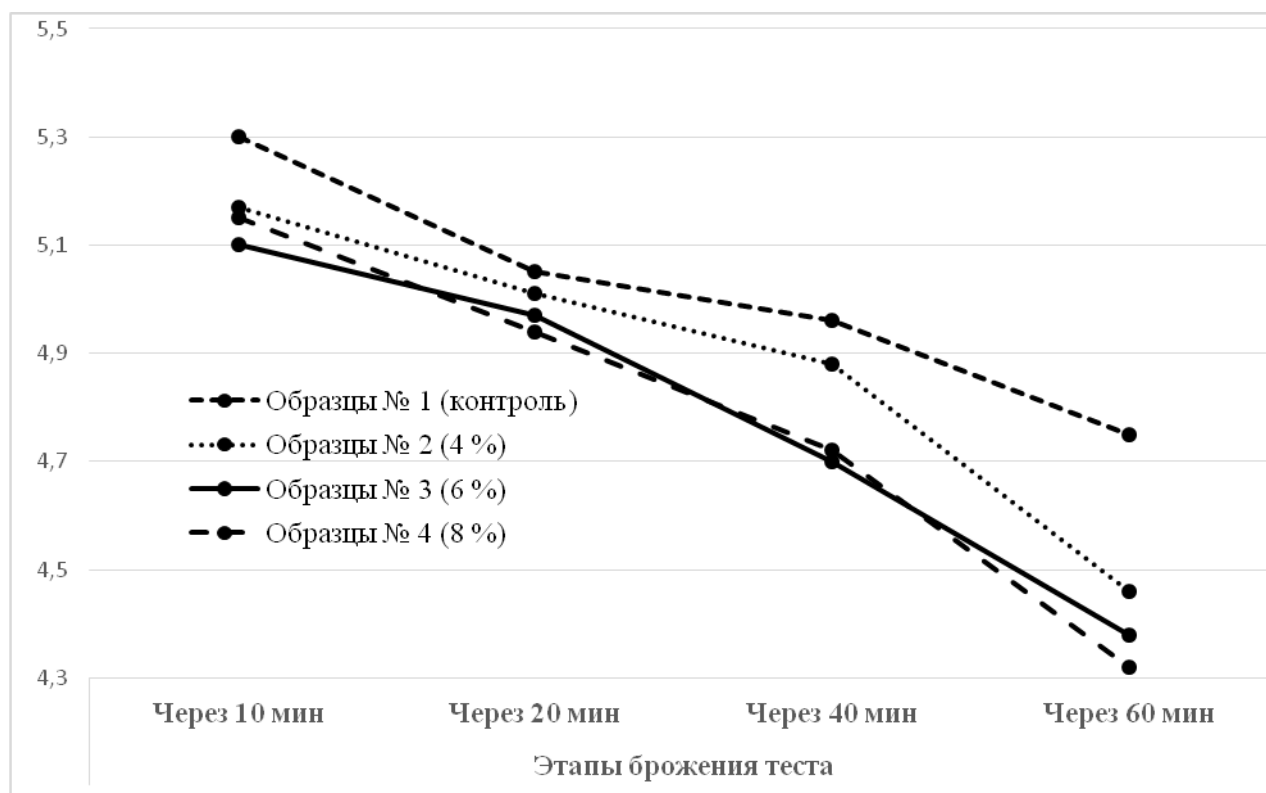
В предварительном опыте анализировали влияние гречневой муки на автолитическую активность муки, которая определяет способность муки к образованию водорастворимых веществ, состоящих из продуктов гидролиза крахмала, белков и других компонентов [8]. В результате эксперимента установили, что внесение добавки положительно влияет на хлебопекарные свойства, снижая автолитическую активность ржаной муки (таблица 2).

Таблица 2

**Влияние гречневой муки на автолитическую активность муки**

| Показатели  | Образец № 1 (контроль) | Образец № 2 (С 4 %-ным внесением добавки) | Образец № 3 (С 6 %-ным внесением добавки) | Образец № 4 (С 8 %-ным внесением добавки) |
|---|------------------------|---|---|---|
| Показатель расплываемости, ед.  | 10                     | 7   | 6   | 6   |
| Массовая доля водорастворимых веществ (% в пересчете на сухое вещество) | 81–88                  | 45–52                                     | 20–28                                     | 28–36                                     |

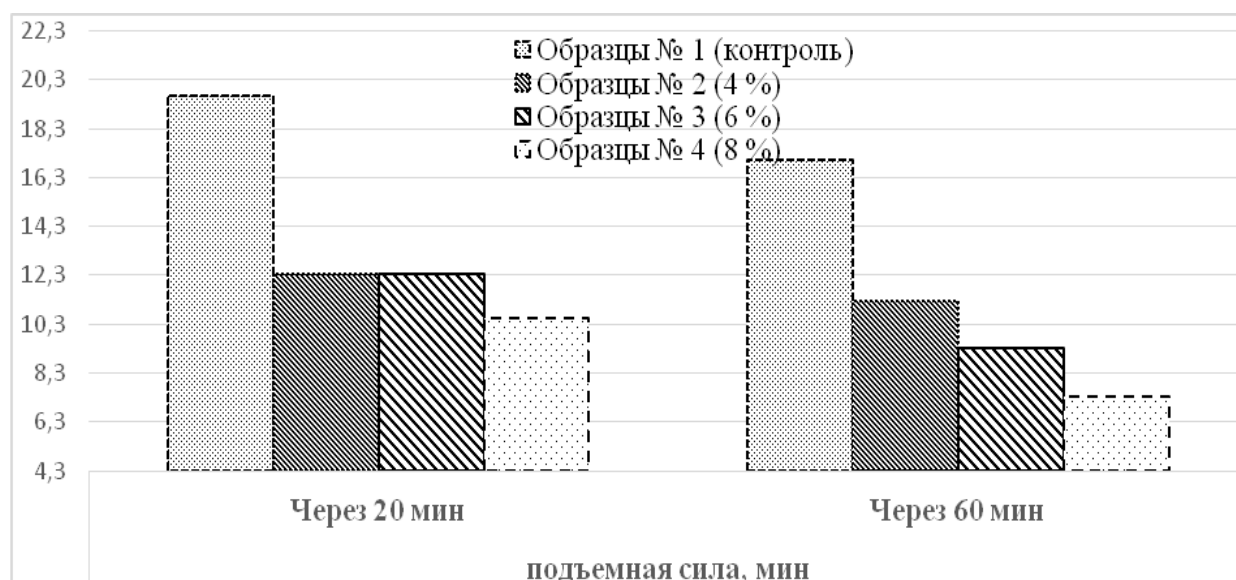
Значительное влияние на качество готовых изделий оказывает интенсивность кислотонакопления в процессе брожения теста. Активная кислотность теста взаимосвязана с титруемой кислотностью и показывает суммарное содержание кислот и кислотореагирующих веществ, обусловлена накоплением продуктов молочнокислого и спиртового брожения. Значение кислотности определяет интенсивность протекания технологического процесса [1]. Динамика активной кислотности теста в процессе созревания и брожения представлена на рисунке 1.



**Рисунок 1 – Динамика активной кислотности теста в процессе брожения**

Установлено, что с увеличением концентрации вносимой добавки возрастала интенсивность кислотонакопления в тесте. Так в образцах № 3 и № 4 содержащих 6 и 8% гречневой муки уровень pH через 60 мин брожения достигал значения 4,38 и 4,32 соответственно, тогда как в контрольных образцах конечная кислотность составила 4,75. Благодаря высокому содержанию питательных веществ: аминокислот, минеральных компонентов, витаминов в гречневой муке – в тесте создавались благоприятные условия для жизнедеятельности дрожжей [4].

Интенсивность накопления дрожжевых клеток повлияла на газообразующую способность, определяющую подъемную силу теста. Подъемную силу полуфабриката определяли в середине и в конце брожения (рисунок 2).



**Рисунок 2 – Динамика подъемной силы теста на разных этапах брожения**

Экспериментально выявлено, что внесение добавки позволяет увеличить подъемную силу тестового полуфабриката на 5,8–9,7 мин, что свидетельствует о положительном воздействии гречневой муки на биотехнологические свойства микроорганизмов. Повышение подъемной силы дает возможность сократить период брожения теста, сформировать пористость, увеличить объемный выход изделия.

Образцы контрольных и опытных изделий, полученные в результате пробной выпечки, оценивали по стандартным физико-химическим показателям (таблица 3).

Согласно данным экспериментального исследования, все образцы хлебобулочных изделий соответствовали требованиям ГОСТ 31807. Установлено увеличение пористости для образцов, содержащих 8%-ную концентрацию гречневой муки на 5,1% по сравнению с контрольным образцом, что взаимосвязано с накоплением продуктов жизнедеятельности дрожжевых клеток, активно наращивающих биомассу при наличии достаточного количества азотистых и углеводных компонентов.

Так как, гречневая мука является отходом зерноперерабатывающего производства, она содержит большое количество пищевых волокон, закономерно в опытных образцах хлеба наблюдаем увеличение количества клетчатки в 1,1–1,4 раза по сравнению с контрольными образцами.

Продукты переработки зерна гречихи отличаются высоким содержанием липидной фракции, в которой на долю полиненасыщенных жирных кислот приходится до 67%. С возрастанием концентрации гречневой муки в рецептуре хлебобулочных изделий наблюдаем увеличение массовой доли жира в образцах готового продукта 2,1–3,2 раза по сравнению с контролем.

Определение органолептических показателей проводили через 12 часов после выпечки изделий. Установлено, что с увеличением концентрации гречневой муки в рецептуре, цвет хлебобулочных изделий изменялся от светло-коричневого до черно-коричневого, появлялись характерные гречишный вкус и запах. Образцы хлеба «Российский», выработанные с добавлением вторичных сырьевых ресурсов характеризовались эластичным незаминающимся мякишем с мелкой равномерной пористостью. В ходе дегустации отмечено, что внесение гречневой муки подчеркивает вкус и аромат ржано-пшеничного хлеба. Наилучшими вкусовыми характеристиками отличались образцы хлеба № 4, включающие 8 % от массы муки гречневой муки, они были отмечены как наиболее привлекательные по внешнему виду и цвету, с ярко выраженным вкусом и ароматом (таблица 4).

Таблица 3

**Физико-химические показатели качества хлебобулочных изделий**

| Наименование показателей               | Образцы № 1 (контроль) | Образцы № 2 (С 4 %-ным внесением добавки) | Образцы № 3 (С 6 %-ным внесением добавки) | Образцы № 4 (С 8 %-ным внесением добавки) | Согласно ГОСТ 31807 [2] |
|--|------------------------|---|---|---|-------------------------|
| Влажность мякиша, %                    | 45,2±1,23              | 42,9±1,35                                 | 45,4±0,85                                 | 46,9±1,40                                 | 19,0–53,0 %             |
| Пористость, %                          | 55,6±0,85              | 51,2±0,95                                 | 54,2±0,78                                 | 58,4±1,10                                 | не менее 46,0           |
| Кислотность мякиша                     | 5,2±0,35               | 6,0±0,46                                  | 6,6±0,44                                  | 6,7 ±0,56                                 | не более 11 град.       |
| Содержание клетчатки, %                | 6,8±0,55               | 7,7±0,45                                  | 8,2±1,24                                  | 9,8±1,65                                  | 6,9 (по рецептуре)      |
| Массовая доля жира, %                  | 1,2±0,25               | 2,5±0,34                                  | 3,1±0,30                                  | 3,8±0,22                                  | 1,1 (по рецептуре)      |
| Удельный объем, см <sup>3</sup> /100 г | 341,83±2,85            | 378,86±1,45                               | 423,08±1,73                               | 316,16±1,76                               | –                       |

**Органолептическая оценка готовых изделий**

| Показатель качества                    | Образец № 1 (контрольный)   | Образец № 2   | Образец № 3  | Образец № 4  |
|--|---|---|--|--|
| <b>Внешний вид:</b><br>Форма           | Правильная, с несколько выпуклой коркой;  | Правильная, с несколько выпуклой коркой;  | Правильная, со значительно выпуклой коркой;  | Правильная, со значительно выпуклой коркой;  |
| Состояние поверхности                  | Слегка пузырчатая, шероховатая, заметные, но не крупные трещины и подрывы, едва заметные рубцы, глянец слабый | Слегка пузырчатая, шероховатая, заметные, но не крупные трещины и подрывы, едва заметные рубцы, глянец слабый | Достаточно гладкая, достаточно глянцевая, единичные мелкие пузыри, едва заметные трещины и подрывы             | Достаточно гладкая, достаточно глянцевая, единичные мелкие пузыри, едва заметные трещины и подрывы                             |
| Окраска корки                          | Равномерная, желто-коричневая   | Равномерная, светло-коричневая  | Равномерная, коричневая  | Равномерная, темно-коричневая  |
| <b>Состояние мякиша:</b><br>Пористость | Равномерная, поры мелкие, тонкостенные  | Равномерная, поры очень мелкие, тонкостенные  | Равномерная, поры мелкие, тонкостенные   | Равномерная, поры среднего размера, тонкостенные   |
| Эластичность                           | Средний, удовлетворительной мягкости, эластичный  | Заметно уплотненный, недостаточно эластичный, слегка заминающийся   | Мягкий, эластичный   | Мягкий, эластичный   |
| Цвет                                   | Равномерный, коричневый с желтоватым оттенком   | Равномерный, светло-коричневый с сероватым оттенком   | Равномерный, коричневый  | Равномерный, темно-коричневый  |
| <b>Запах</b>                           | Аромат хорошо пропеченного хлеба из выброженного теста, ярко выражен  | Аромат хорошо пропеченного хлеба из выброженного теста, ярко выражен с кислинкой, пресный                     | Аромат хорошо пропеченного хлеба из выброженного теста, ярко выражен, с запахом гречихи                        | Аромат хорошо пропеченного хлеба из выброженного теста, ярко выражен, с ярким ароматом гречихи                                 |
| <b>Вкус</b>                            | Вкус хорошо пропеченного хлеба из хорошо выброженного теста, ярко выражен, в меру соленый, слегка кисловатый  | Вкус хорошо пропеченного хлеба из хорошо выброженного теста, ярко выражен, пресный                            | Вкус хорошо пропеченного хлеба из хорошо выброженного теста, ярко выражен, в меру соленый, с привкусом гречихи | Вкус хорошо пропеченного хлеба из хорошо выброженного теста, ярко выражен, в меру соленый, с ярко выраженным привкусом гречихи |
| <b>Разжевываемость</b>                 | Хорошо разжевывается, достаточно нежное ощущение во рту   | Хорошо разжевывается, достаточно нежное ощущение во рту   | Хорошо разжевывается, достаточно нежное ощущение во рту, заметно слабое присутствие примесей                   | Хорошо разжевывается, достаточно нежное ощущение во рту, заметно присутствие примесей  |
| <b>Количество баллов</b>               | 25 баллов   | 23 баллов   | 29 баллов  | 30 баллов  |

Таким образом, в ходе экспериментальных исследований доказана возможность внедрения технологии ржано-пшеничного хлеба с заменой пшеничной муки на гречневую муку, в результате происходит интенсификация брожения, улучшение технологических свойств тестового полуфабриката. Получаемые хлебобулочные изделия по показателям качества отвечают требованиям стандарта, отличаются более высокой пищевой и биологической ценностью, по сравнению с изделиями, выработанными по традиционной рецептуре, характеризуются оптимальными вкусо-ароматическими характеристиками, привлекательным внешним видом, эластичным мякишем с равномерной пористостью.

Использование добавок из сырьевых отходов крупяного производства в хлебопекарной отрасли позволяет интенсифицировать технологический процесс, сформировать оптимальные реологические показатели теста, улучшить биотехнологические свойства дрожжей, расширить ассортимент хлебобулочных изделий функционального назначения.

### *Литература*

1. Андреев А.Н., Виноградов Ю.А., Китиссу П. Разработка ресурсосберегающей технологии приготовления ржано-пшеничного хлеба с использованием стартовых культур // *Процессы и аппараты пищевых производств*. 2010. № 1. С. 18–22.
2. ГОСТ 31807–2012. Межгосударственный стандарт. Изделия хлебобулочные из ржаной и смеси ржаной и пшеничной муки. Общие технические условия. Введ. 01.07.2013. М.: Стандартинформ, 2014. 18 с.
3. Ершов П.С. Сборник рецептов на хлеб и хлебобулочные изделия. СПб.: Профи, 2011. 208 с.
4. Киреева Т.В., Фокин И.И. Различные добавки из растительного сырья, ускоряющие процесс брожения теста // *Фундаментальные и прикладные исследования кооперативного сектора экономики*. 2011. № 6. С. 188–189.
5. Никифорова Т.А., Хон И.А. Комплексное использование вторичного сырья крупяных производств // *Хлебопродукты*. 2014. № 5. С. 50–51.
6. Никифорова Т.А. Перспективы использования вторичного сырья крупяных производств // *Хлебопродукты*. 2009. № 7. С. 50–51.
7. Никифорова Т.А., Пономарев С., Мельников Е. Перспективы использования гречневой муки // *Хлебопродукты*. 2007. № 1. С. 46–47.
8. Практикум по технологии хлеба, кондитерских и макаронных изделий (технология хлебобулочных изделий) / Л.П. Пашенко, Т.В. Санина, Л.И. Столярова и др. М.: КолосС, 2007. 215 с.
9. Стратегия развития пищевой и перерабатывающей промышленности российской федерации на период до 2020 года. Утв. распоряжением правительства Российской Федерации от 17 апреля 2012 г. № 559-р.
10. Андреев А.Н., Китиссу П.А. Разработка комплексных хлебопекарных улучшителей для технологии быстрозамороженных тестовых полуфабрикатов после расстойки // *Вестник Международной академии холода*. 2012. № 2.

### **References**

1. Andreev A.N., Vinogradov Yu.A., Kitissu P. Razrabotka resursosberegayushchei tekhnologii prigotovleniya rzhano-pshenichnogo khleba s ispol'zovaniem startovykh kul'tur. *Protsessy i apparaty pishchevykh proizvodstv*. 2010. № 1. pp. 18–22.
2. GOST 31807–2012. *Mezhhgosudarstvennyi standart. Izdeliya khlebobulochnye iz rzhanoi i smesi rzhanoi i pshenichnoi muki. Obshchie tekhnicheskie usloviya*. Vved. 01.07.2013. Moscow, Standartinform, 2014, 18 p.

3. Ershov P.S. *Sbornik retseptur na khleb i khlebobulochnye izdeliya*. St. Petersburg, Profi, 2011, 208 p.
4. Kireeva T.V., Fokin I.I. Razlichnye dobavki iz rastitel'nogo syr'ya, uskoryayushchie protsess brozheniya testa. *Fundamental'nye i prikladnye issledovaniya kooperativnogo sektora ekonomiki*. 2011. № 6. P. 188–189.
5. Nikiforova T.A., Khon I.A. Kompleksnoe ispol'zovanie vtorichnogo syr'ya krupyanykh proizvodstv. *Khleboprodukty*. 2014. № 5. pp. 50–51.
6. Nikiforova T.A. Perspektivy ispol'zovaniya vtorichnogo syr'ya krupyanykh proizvodstv. *Khleboprodukty*. 2009. № 7. pp. 50–51.
7. Nikiforova T.A., Ponomarev S., Mel'nikov E. Perspektivy ispol'zovaniya grechnevoi muchki. *Khleboprodukty*. 2007. № 1. pp. 46–47.
8. *Praktikum po tekhnologii khleba, konditerskikh i makaronnykh izdelii* (tekhnologiya khlebobulochnykh izdelii). L.P. Pashchenko, T.V. Sanina, L.I. Stolyarova i dr. Moscow, KolosS, 2007. 215 p.
9. *Strategiya razvitiya pishchevoi i pererabatyvayushchei promyshlennosti rossiiskoi federatsii na period do 2020 goda*. Utv. rasporyazheniem pravitel'stva Rossiiskoi Federatsii ot 17 aprelya 2012 g. № 559-р.
10. Andreev A.N., Kitissu P.A. Razrabotka kompleksnykh khlebopekarnykh uluchshitelei dlya tekhnologii bystrozamorozhennykh testovykh polufabrikatov posle rasstoiki. *Vestnik Mezhdunarodnoi akademii kholoda*. 2012. № 2.

*Статья поступила в редакцию 05.08.2015 г.*