

РАСШИРЕНИЕ АССОРТИМЕНТА ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВТОРИЧНЫХ СЫРЬЕВЫХ РЕСУРСОВ

Ю. С. РЫБАКОВ,

доктор технических наук, профессор,
Уральский государственный аграрный университет
(620075, г. Екатеринбург, ул. К. Либкнехта, д. 42; тел.: 89126174358; e-mail: thkm@mail.ru),

Л. Ю. ЛАВРОВА,

кандидат технических наук, доцент,

Е. Л. БОРЦОВА,

кандидат экономических наук, доцент,

Н. А. ЛЕСНИКОВА,

инженер,

Уральский государственный экономический университет

(620144, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта, д. 62; тел.: 89045420052; e-mail: lista507@rambler.ru)

Ключевые слова: хлебобулочные изделия, вторичные сырьевые ресурсы, молочная сыворотка, пивная дробина, мука зародышей пшеницы.

Статья посвящена использованию вторичных сырьевых ресурсов в производстве хлебобулочных изделий. При использовании современной техники и технологии значительная часть сырья, богатого ценными питательными веществами, идет в отходы. Поэтому проблема перевода процессов переработки сельскохозяйственного сырья на безотходный цикл – актуальная задача современного пищевого производства. В качестве вторичного сырья выбраны молочная сыворотка, пивная дробина, мука зародышей пшеницы. Установлено, что введение вторичных сырьевых ресурсов в рецептуры хлебобулочных изделий интенсивно влияет на процесс брожения теста, оказывает укрепляющее действие на клейковину муки, улучшает органолептические, физико-химические показатели качества и химический состав изделий, заметно снижает усушку в процессе хранения хлеба по сравнению с контрольными образцами. Микробиологический анализ показал соответствие разработанных хлебобулочных изделий требованиям технического регламента ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции». В результате экспериментальных исследований выбраны наилучшие образцы хлебобулочных изделий: хлеб «Пшеничный» с внесением 15 % молочной сыворотки от массы муки пшеничной первого сорта, хлеб ржаной диабетический формовой с внесением 20 % порошка из сухой пивной дробины от массы пшеничных отрубей, хлеб молочный «Уральский» с внесением 6 % органо-порошка из муки зародышей пшеницы от массы муки пшеничной первого сорта. На новые изделия разработана вся необходимая технологическая документация. В результате исследований доказана возможность использования вторичных сырьевых ресурсов животного и растительного происхождения в технологии различных сортов хлеба с целью расширения ассортимента, улучшения качества, повышения пищевой ценности готовых изделий, а также решения вопросов рационального использования отходов пищевых производств.

EXPANSION OF THE RANGE OF BAKERY PRODUCTS THROUGH THE USE OF SECONDARY RAW MATERIAL RESOURCES

Yu. S. RYBAKOV,

doctor of technical sciences, professor,

Ural State Agrarian University

(42 K. Liebknecht Str., 620075, Ekaterinburg; tel.: 89126174358; e-mail: thkm@mail.ru),

L. Yu. LAVROVA,

candidate of technical science, associate professor,

E. L. BORTSOVA,

candidate of economical science, associate professor,

N. A. LESNIKOVA,

engineer, Ural State University of Economics

(62 8 Marta Str., 620144, Ekaterinburg; tel.: 89045420052; e-mail: lista507@rambler.ru)

Keywords: bakery products, secondary raw material resources, dairy serum, beery' grain, flour of wheat germ.

Article is devoted to use of secondary raw material resources in production of bakery products. When using modern equipment and technology the considerable part of raw materials which is rich with valuable nutrients goes to waste. Therefore a problem of the transfer of refining processes of agricultural raw materials to a waste-free cycle of technologies is actual problem of modern food production. Dairy serum, beery' grain, flour of wheat germ use as secondary raw materials. It is established that introduction of secondary raw material resources in compounding of bakery products intensively influences process of fermentation of the dough, has the strengthening effect at flour gluten, improve organoleptic, physical and chemical indicators of quality and chemical composition of products, considerably reduces drying in the storage process of bread in comparison with control samples. The microbiological analysis has shown compliance of the developed bakery products to requirements of technical regulation TR TC 021/2011. As a result of pilot studies the best samples of bakery products are chosen: bread "Pshenichny" with introduction of 15 % of dairy serum from mass of wheat flour of the first grade, diabetic rye bread with introduction of 20 % of powder from a beery grain from the mass of wheat bran, dairy bread "Uralsky" with introduction of 6 % of organic powder from flour of germs of wheat from the mass of wheat flour of the first grade. All necessary technological documentation on new products is developed. As a result of researches the possibility of use of secondary raw material resources of an animal and a phytogenesis in technology of various grades of bread is proved, for the purpose of expansion of the range, improvement of quality, for the increase of a nutrition value of finished products, solution of questions of rational use of waste of food productions.

Положительная рецензия представлена О. К. Мотовиловым, доктором технических наук, директором Сибирского научно-исследовательского и технологического института переработки сельскохозяйственной продукции.

Перед работниками пищевой промышленности стоит задача улучшения структуры питания в результате увеличения доли продукции массового потребления высокой пищевой и биологической ценности. Ее решение обусловливается необходимостью регулирования химического состава готовой продукции в соответствии с современными требованиями науки о питании, эффективностью их производства благодаря экономии дорогостоящего сырья, а также разработке инновационных технологий хлеба и хлебобулочных изделий с использованием нетрадиционного сырья животного и растительного происхождения.

Известно, что химический состав хлеба не является полноценным с точки зрения пищевой и биологической ценности. Установлено невысокое содержание белков, в том числе незаменимых аминокислот, минеральных веществ, витаминов, пищевых волокон.

При использовании современной техники и технологии значительная часть сырья, богатого ценными питательными веществами, идет в отходы. Поэтому проблема перевода процессов переработки сельскохозяйственного сырья на безотходный цикл – актуальная задача современного пищевого производства.

Безотходное производство имеет два взаимосвязанных аспекта – экономический и экологический. Первый аспект связан с расширением ресурсных возможностей за счет более глубокой, комплексной переработки сельскохозяйственного сырья и привлечением на этой основе неиспользованных отходов как источника получения продуктов питания, кормов и удобрений. Второй аспект заключается в поиске новых организационно-экономических принципов развития отрасли, учитывающих экологический фактор. Сейчас он все больше влияет на формирование технологической структуры переработки сельскохозяйственного сырья. Организация безотходного производства рассматривается в связи с охраной окружающей среды [1].

В настоящее время перспективным является поиск новых способов выделения и анализа ценных веществ из неиспользуемых «побочных» продуктов переработки сырья растительного и животного происхождения [2]. Увеличение производства за счет переработки вторичных сырьевых ресурсов – это возможность не только применять полезные свойства данного вида сырья, расширяя ассортимент продуктов «здорового питания», но и решить приоритетные задачи по разработке эффективных технологий комплексной переработки отходов пищевого и сельскохозяйственного производств, которые позволят наиболее полно использовать исходное сырье. К таким ресурсам относятся молочная сыворотка, пивная дробина, мука зародышей пшеницы.

Молочная сыворотка – побочный продукт при производстве сыров, творога, казеина. В ее состав входят белковые азотистые соединения, в том числе аминокислоты, молочный сахар, липиды, минеральные соли, витамины, микроэлементы [3].

Пивная дробина – побочный продукт пивоварения, образующийся как остаток после отделения пивного суслу в процессе фильтрации затора. Изучение химического состава пивной дробины показало наличие в ней большого количества ценных для организма человека веществ: незаменимые аминокислоты, витамины группы В, минеральные вещества, клетчатка [4].

Зародыш пшеницы – побочный продукт мукомольного производства. Однако это самая ценная и активная часть зерна, идеально сбалансированный комплекс разнообразных питательных веществ, витаминов, микроэлементов, а также пищевых волокон [5].

Цель и методика исследований. Цель работы – рассмотреть возможность расширения ассортимента хлебобулочных изделий за счет использования вторичных сырьевых ресурсов.

Для проведения научных исследований предложено использование сухого вторичного сырья. Так, микробиологический анализ сухой молочной сыворотки, сухой пивной дробины и зародышей пшеницы при их хранении при температуре +5 °С в течение 30 суток выявил, что показатели безопасности соответствовали ТР ТС 029/2012 «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств».

Грубые частицы твердых фракций оболочек и частиц эндосперма пивной дробины и зародышей пшеницы могут раздражать слизистые оболочки пищеварительного тракта и заметно ухудшать органолептические показатели качества готовых изделий. Поэтому основным условием использования в производстве продуктов питания вторичных зерновых ресурсов стало их более тонкое измельчение путем проведения сухой механоактивации до размеров частиц 60–70 мкм [6]. При интенсивном механическом воздействии реализуются большие скорости изменения нагрузки на природный органический полимер. При этом способе нагружения возникают явления, которые в корне отличаются от процессов «мягкой» обработки. Структура и текстура полимерных твердых веществ претерпевают радикальные изменения. Происходит возрастание избыточной свободной энергии системы, разрыв межмолекулярных связей, стабилизирующих надмолекулярную структуру природных органических полимеров, понижение плотности, возрастание площади поверхности, изменение валентных углов и межмолекулярных расстояний полимерных цепей, ослабление кристалличности.

Вслед за измельчением происходит деструкция полимерных цепей. Скорость механической деструкции определяется интенсивностью механических напряжений и характеризуется энергонасыщением получаемых порошков из вторичных зерновых ресурсов [7].

Для исследования были выбраны следующие контрольные образцы:

– хлеб «Пшеничный», приготовленный из муки пшеничной первого сорта;

– хлеб ржаной диабетический формовой, приготовленный с использованием муки ржаной обдирной с добавлением отрубей пшеничных;

– хлеб молочный «Уральский», приготовленный из муки пшеничной первого сорта.

Модельные образцы:

– образец № 1 – хлеб «Пшеничный» с внесением 5 % молочной сыворотки от массы муки пшеничной первого сорта;

– образец № 2 – хлеб «Пшеничный» с внесением 10 % молочной сыворотки от массы муки пшеничной первого сорта;

– образец № 3 – хлеб «Пшеничный» с внесением 15 % молочной сыворотки от массы муки пшеничной первого сорта;

– образец № 4 – хлеб «Пшеничный» с внесением 20 % молочной сыворотки от массы муки пшеничной первого сорта;

– образец № 5 – хлеб ржаной диабетический формовой с внесением 10 % порошка из сухой пивной дробины от массы пшеничных отрубей;

– образец № 6 – хлеб ржаной диабетический формовой с внесением 20 % порошка из сухой пивной дробины от массы пшеничных отрубей;

– образец № 7 – хлеб ржаной диабетический формовой с внесением 30 % порошка из сухой пивной дробины от массы пшеничных отрубей;

– образец № 8 – хлеб ржаной диабетический формовой с внесением 40 % порошка из сухой пивной дробины от массы пшеничных отрубей;

– образец № 9 – хлеб молочный «Уральский» с внесением 3 % органо-порошка из муки зародышей пшеницы от массы муки пшеничной первого сорта;

– образец № 10 – хлеб молочный «Уральский» с внесением 6 % органо-порошка из муки зародышей пшеницы от массы муки пшеничной первого сорта;

– образец № 11 – хлеб молочный «Уральский» с внесением 9 % органо-порошка из муки зародышей пшеницы от массы муки пшеничной первого сорта.

Контрольные образцы готовили по известным технологиям в соответствии с нормативной документацией.

Сухую молочную сыворотку и муку зародышей пшеницы вносили в рецептуры вместе с мукой пшеничной, а сухую механоактивированную пивную дробину заваривали для улучшения технологичности

и реологических свойств теста. Для этого в заварочную машину ХЗМ-300 дозатором засыпали измельченное сырье, из водомерного бачка подавали воду при температуре 97–98 °С в соотношении 1:1. Смесь перемешивали и оставляли для набухания и амилолиза в течение часа. После заварку подавали на замес теста. Установлено, что при заваривании химический состав и физико-химические свойства механоактивированной пивной дробины не изменялись.

Результаты исследований. Установлено, что введение вторичных сырьевых ресурсов интенсивно влияло на процесс брожения теста. Так, при использовании молочной сыворотки в производстве пшеничного хлеба изменение объемов теста варьировалось в пределах от 600 см³ при 60 мин. брожения до 1700 см³ при 170 мин. брожения, что показано на рис. 1. Такая же тенденция сохранялась и при добавлении пивной дробины и муки зародышей пшеницы.

В тестовых заготовках при внесении различных дозировок вторичных сырьевых ресурсов наблюдалось увеличение кислотности полуфабриката (до 3,8–4,5 град.). Это объясняется особенностями химического состава вносимых добавок, богатых сахарами, витаминами, что является источником питания для дрожжевых клеток и молочнокислых бактерий и интенсифицирует спиртовое, молочнокислое брожение и газообразование в тесте [8].

Экспериментально доказано, что во всех случаях вносимое вторичное сырье оказывало укрепляющее действие на клейковину муки пшеничной первого сорта и давало возможность добиваться оптимальных реологических свойств полуфабрикатов, благодаря чему тесто не прилипало к рукам и инвентарю при разделке и формовании.

Проведенные лабораторные выпечки показали, что наилучшими модельными образцами по органолептическим показателям качества, выбранными независимыми экспертами, стали № 3, № 6, № 10. Данные образцы исследовались на физико-химические показатели качества и микробиологические показатели безопасности готовых изделий.

Установлено, что молочная сыворотка содержит незаменимые аминокислоты, поэтому в образце № 3 был исследован аминокислотный состав. Например, содержание фенилаланина составило 1068,25 мг в модельном образце и 1016,89 мг в контрольном; изолейцина – 402,29 мг и 341,54 мг; тирозина – 306,08 мг и 241,02 мг; валина – 797,73 мг и 551,57 мг; лизина – 355,64 мг и 326,49 мг соответственно. Экспериментально установлено, что по содержанию общего количества аминокислот данный образец превосходит контрольный более чем на 7 %.

Результаты физико-химических показателей качества модельных образцов представлены в табл. 1.

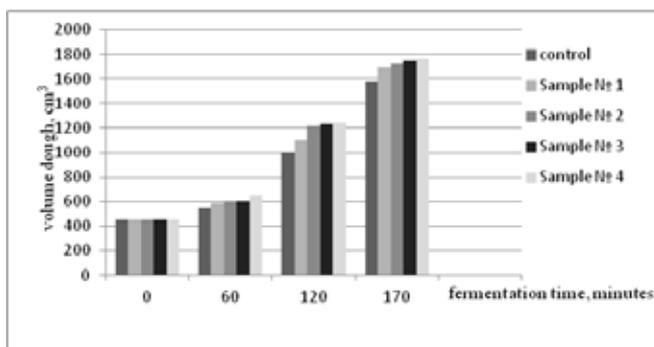
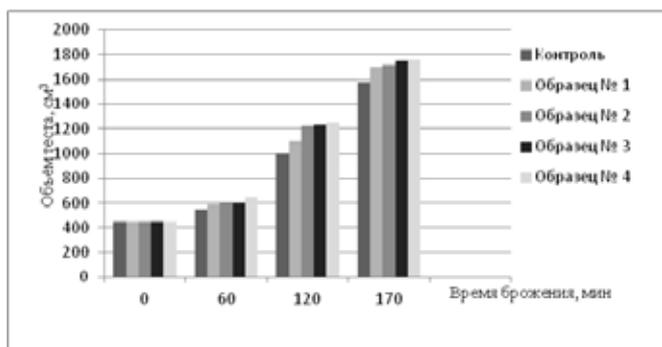


Рис. 1. Зависимость объема теста в процессе брожения от дозировок молочной сыворотки

Fig. 1. The dependence of the test volume in the fermentation process of doses of whey

Таблица 1
Результаты физико-химических показателей качества модельных образцов
 Table 1
Results of physical and chemical indicators of quality of model samples

Показатель <i>Indicator</i>	Образец № 3 <i>Sample № 3</i>	Образец № 6 <i>Sample № 6</i>	Образец № 10 <i>Sample № 10</i>
Влажность мякиша, % <i>Humidity of a crumb, %</i>	44,2	48,8	45,0
Кислотность мякиша, град. <i>Acidity of a crumb, degrees</i>	3,0	8,0	3,6
Пористость мякиша, % <i>Porosity of a crumb, %</i>	78,9	45,0	75,0
Объемный выход, см ³ /100 г <i>Molume yield, cm³/100 g</i>	404,0	384,0	398,0

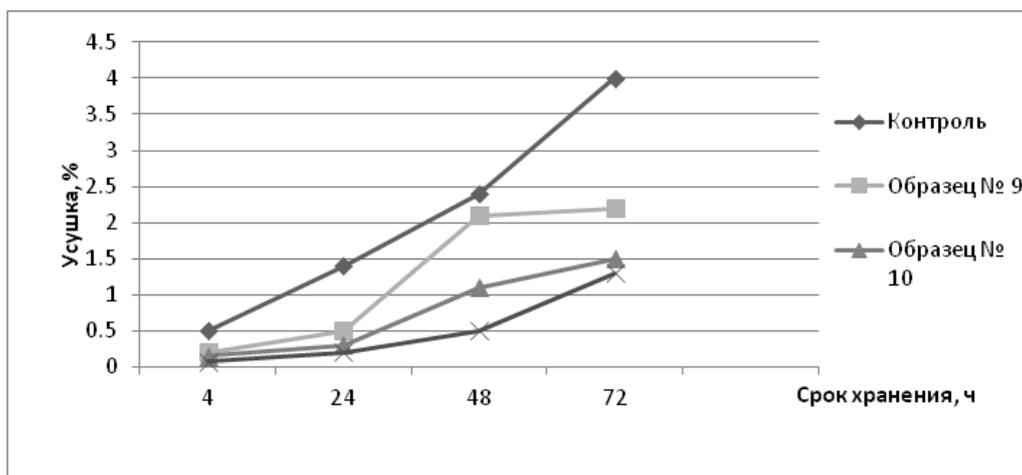


Рис. 2. Зависимость усушки хлеба от дозировки органопорошка из муки зародышевой пшеницы

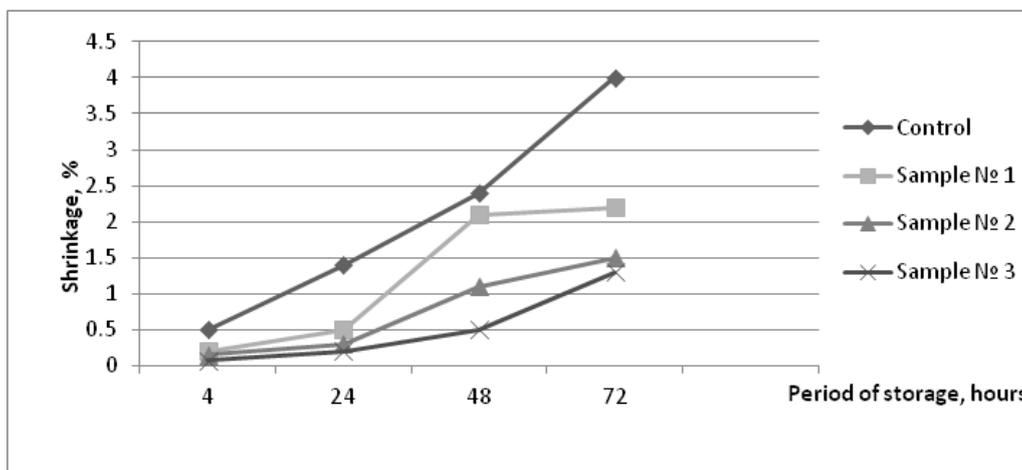


Fig. 2. Dependence of shrinkage of bread on a dosage an organic powder from flour of germs of wheat

По всем физико-химическим показателям данные образцы соответствуют нормативной и технической документации.

При использовании вторичных сырьевых ресурсов установлено заметное снижение усушки в процессе хранения хлеба по сравнению с контрольными образцами в среднем на 2,0–2,7 %, что связано с возрастанием количества белка, пищевых волокон в составе хлеба, которые связывают и удерживают влагу, тем самым снижая скорость усыхания изделий [9].

Зависимость усушки хлеба в процессе хранения от дозировки органо-порошка из муки зародышей пшеницы представлена на рис. 2.

Экспериментально-аналитические исследования показали, что в зависимости от вносимой добавки менялся и химический состав модельных образцов. Так, в образце № 3 увеличено содержание белка и ряда аминокислот. В образцах № 6 и № 10 установлено увеличение содержания пищевых волокон на 3–5 %. Кроме того, образцы № 3, № 6, № 10 выгодно отличались от контрольных по составу витаминно-минерального комплекса, увеличивая содержание в готовых изделиях количества магния, фосфора, железа, рибофлавина и ниацина. Например, содержание магния в образце № 6 увеличилось в 1,9 раза,

витамина В₂ – в 1,6 раза, в образце № 10 железа – в 1,3 раза, фосфора – в 1,6 раза по сравнению с контрольными образцами.

Кроме того, был проведен анализ сроков хранения наилучших образцов, который не выявил существенных изменений по сравнению с контрольными. На новые изделия была разработана вся необходимая технологическая документация.

Микробиологический анализ показал соответствие разработанных хлебных изделий требованиям технического регламента ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» [10]. Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов не превышало 1×10^3 КОЕ/г. Бактерии группы кишечной палочки (БГКП, колиформы), бактерии рода *Salmonella*, плесени не обнаружены.

Выводы. Рекомендации. В результате исследований доказана возможность использования вторичных сырьевых ресурсов животного и растительного происхождения в технологии различных сортов хлеба с целью расширения ассортимента, улучшения качества и повышения пищевой ценности готовых изделий, с одной стороны, и решения вопросов рационального использования отходов пищевых производств – с другой.

Литература

1. Лаврова Л. Ю., Борцова Е. Л., Лесникова Н. А. Безотходная технология как один из путей интенсификации пищевой промышленности // Наука и образование в современном обществе: вектор развития : сб. науч. тр. по материалам Междунар. науч.-практ. конф. (3 апреля 2014 г.). М. : АР-Консалт. Ч. VI. С. 115–117.
2. Lesnikova N. A., Lavrova L. Yu., Bortsova E. L. Utilizzando generini convenzionali di materie prime vegetali di prodotti da forno e pasticceria // Italian Science Review. 2015. № 11. P. 47–49. URL: <http://www.ias-journal.org/archive/2015/november/Lesnikova.pdf>.
3. Овчинникова Р. И., Павлов А. А. Особенности производства булочки «Молочная» // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2013. № 5. С. 69–71.
4. Лаврова Л. Ю., Лесникова Н. А., Борцова Е. Л. Влияние механоактивированной пивной дробины на качество хлебопекарного полуфабриката // Хлебопродукты. 2015. № 10. С. 50–51.
5. Рыбаков Ю. С., Лесникова Н. А., Лаврова Л. Ю., Борцова Е. Л., Мажаева Т. В. Использование механоактивации зародышей пшеницы в производстве хлебобулочных изделий // Аграрный вестник Урала. 2014. № 4. С. 50–53.
6. Лаврова Л. Ю., Борцова Е. Л., Храмова О. А. Ресурсосберегающая технология получения порошкообразных пищевых ингредиентов из вторичных зерновых ресурсов // Современное хлебопекарное производство: перспективы развития : сб. науч. тр. 15-й Всерос. науч.-практ. конф. (18 апреля 2014 г.). Екатеринбург : УрГЭУ, 2014. С. 109–112.
7. Ошкордин О. В., Лаврова Л. Ю., Усов Г. А. Кинетика и динамика измельчения растительного сырья для производства пищевых продуктов // Ползуновский вестник. 2011. № 2/2. С. 202–206.
8. Лесникова Н. А., Лаврова Л. Ю., Борцова Е. Л. Анализ качества хлебобулочных изделий с использованием пивной дробины // Хлебопродукты. 2016. № 2. С. 48–49.
9. Лесникова Н. А., Рыбаков Ю. С. Обогащение хлебобулочных изделий вторичными зерновыми ресурсами // Продовольственная безопасность : материалы Междунар. конкурса науч.-исслед. проектов молодежи. Екатеринбург : УрГЭУ, 2013. С. 36–37.
10. Борцова Е. Л., Лаврова Л. Ю., Лесникова Н. А. Оценка разработки технологии производства дрожжевых кексов в системе ХАССП // Кондитерское производство. 2014. № 6. С. 12–15.

References

1. Lavrova L. Yu., Bortsova E. L., Lesnikova N. A. Waste-free technology as one of ways of an intensification of the food industry // Science and education in modern society: development vector : collection of scientific works on materials of the International scientific and practical conference (April 3, 2014). M. : ART-Consult. Part VI. P. 115–117.
2. Lesnikova N. A., Lavrova L. Yu., Bortsova E. L. Utilizzandogenerinon convenzionali di materie prime vegetali di prodotti da forno e pasticceria // Italian Science Review. 2015. № 11. P. 47–49. URL: <http://www.ias-journal.org/archive/2015/november/Lesnikova.pdf>.
3. Ovchinnikova R. I., Pavlov A. A. Features of production bun “Molochnaya” // Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy. 2013. № 5. P. 69–71.
4. Lavrova L. Yu., Lesnikova N. A., Bortsova E. L. Influence of the mechanoactivated beery grain on quality of baking semi-finished product // Bread products. 2015. № 10. P. 50–51.
5. Rybakov Yu. S., Lesnikova N. A., Lavrova L. Yu., Bortsova E. L., Mazhaeva T. V. Use of mechanical activation of wheat germ in manufacture of bakery products // Agrarian Bulletin of the Urals . 2014. № 4. P. 50–53.
6. Lavrova L. Yu., Bortsova E. L., Hramtsova O. A. Resource-saving technology of receiving powdery food ingredients from secondary grain resources // Modern baking production: prospects of development : collection of scientific works of the 15th Russian scientific and practical conference (April 18, 2014). Ekaterinburg : Ural State University of Economics, 2014. P. 109–112.
7. Oshkordin O. V., Lavrova L. Yu., Usov G. A. Kinetics and dynamics of crushing of vegetable raw materials for production of foodstuff // Polzunovsky Bulletin. 2011. № 2/2. P. 202–206.
8. Lesnikova N. A., Lavrova L. Yu., Bortsova E. L. Analysis of quality of bakery products with use of a beer pellet // Bread products. 2016. № 2. P. 48–49.
9. Lesnikova N. A., Rybakov Yu. S. Enrichment of bakery products of secondary resources from grain // Food security : materials of the International competition of research projects of youth. Ekaterinburg : Ural State University of Economics, 2013. P. 36–37.
10. Bortsova E. L., Lavrova L. Yu., Lesnikova N. A. Assessment of the development of yeast cakes production technology in the HACCP // Confectionary manufacture. 2014. № 6. P. 12–15.