

Научная статья

УДК 664.65

DOI: 10.36718/1819-4036-2022-1-180-188

**Наталья Геннадьевна Батура<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

<sup>2</sup>ИП Су-фу-дэ И.В., Красноярск, Россия

<sup>1,2</sup> tehnolog@sufude.ru

## ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ ЦЕЛЬНОЗЕРНОВОГО ТЕСТОВЕДЕНИЯ

*Цель исследования – изучение тенденций развития хлебопечения, сырьевой базы для производства хлеба и хлебобулочных изделий из цельнозернового сырья. Задачи: изучить имеющиеся технологии тестоведения; провести сравнение традиционного способа тестоведения и новой технологии с применением дробленого и плющеного зерна. Объект исследования – хлебобулочные изделия с использованием дробленого и плющеного зерна. Исследования по показателям качества проводились в лабораториях Красноярского ГАУ и ИП Су-фу-дэ И.В. Использовали стандартные методики определения показателей качества, применяемые в хлебопекарной промышленности. Органолептическая оценка объектов исследования проводилась по ГОСТ 5667-65 «Хлеб и хлебобулочные изделия. Правила приемки, методы отбора образцов, методы определения органолептических показателей и массы изделий». Использование цельнозернового сырья значительно сокращает и облегчает технологический процесс, так как исключаются стадии промывания зерна и его диспергирование. Улучшаются санитарно-гигиенические условия производства, так как исключаются риски бактериального и микробного заражения теста. В процессе хранения готового цельнозернового хлеба и хлебобулочных изделий влага, впитавшаяся в частицы зерна, постепенно мигрирует в мякиш, тем самым позволяет сохранять его эластичность на протяжении 168 ч. Сохранение клеточной структуры в дробленном зерне снижает доступность влаги для микроорганизмов, тем самым замедляются процессы микробной порчи готовых изделий. При изготовлении хлеба и хлебобулочных изделий с применением круп и хлопьев сохраняются наиболее полезные для жизнедеятельности человека вещества, микроэлементы, витамины, ферменты; снижается содержание углеводов, сахаров. Расчетные данные повышения пищевой ценности хлеба и хлебобулочных изделий показывают повышенное содержание витаминов и важных для жизнедеятельности макроэлементов: содержание пищевого волокна увеличивается от 5 до 35 %, насыщенность зерновых хлебов с дозировкой крупы пшеничной и измельченного зерна ржи калием возрастает на 40 %. Улучшается экологическое состояние производства за счет снижения потребления питьевой воды и снижения уровня сброса сточных вод, снижается трудоемкость процессов.*

**Ключевые слова:** зерно, мука, хлебобулочные изделия, пищевые продукты

**Для цитирования:** Батура Н.Г. Тенденции развития технологии цельнозернового тестоведения // Вестник КрасГАУ. 2022. № 1. С. 180–188. DOI: 10.36718/1819-4036-2022-1-180-188.

**Natalia Gennadevna Batura<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

<sup>2</sup> IE Su-fu-de I.V., Krasnoyarsk, Krasnoyarsk Region, Russia

<sup>1,2</sup> tehnolog@sufude.ru

© Батура Н.Г., 2022

Вестник КрасГАУ. 2022. № 1. С. 180–188.

Bulliten KrasSAU. 2022;(1):180–188.

## WHOLE-GRAIN DOUGH PROCESS TECHNOLOGIES DEVELOPMENT TRENDS

*The purpose of research is to study the development trends of bakery raw materials base for the production of bread and bakery products from whole grain raw materials. Tasks: to study the available technologies of dough process; to compare the traditional method of dough process and the new technology using crushed and rolled grain. The object of research is bakery products using crushed and rolled grain. Studies on quality indicators were carried out in the laboratories of the Krasnoyarsk State Agrarian University and IE Su-fu-de I.V. (individual entrepreneur). We used the standard methods for determining quality indicators used in the baking industry. The organoleptic assessment of the objects of study was carried out in accordance with GOST 5667-65 "Bread and bakery products. Acceptance rules, sampling methods, methods for determining organoleptic characteristics and weight of products". The use of whole grain raw materials significantly reduces and facilitates the technological process, since the stages of grain washing and dispersion are excluded. The sanitary and hygienic conditions of production are improved, since the risks of bacterial and microbial contamination of the dough are eliminated. In the process of storing ready-made whole grain bread and bakery products, moisture absorbed into the grain particles gradually migrates into the crumb, thereby allowing it to maintain its elasticity for 168 hours. Preservation of the cellular structure in crushed grain reduces the availability of moisture for microorganisms, thereby slowing down the processes of microbial spoilage of finished products. In the manufacture of bread and bakery products using cereals and flakes, the most useful substances for human life, trace elements, vitamins, enzymes are preserved; the content of carbohydrates and sugars decreases. Calculated data on the increase in the nutritional value of bread and bakery products show an increased content of vitamins and macronutrients important for vital activity: the content of dietary fiber increases from 5 to 35 %, the saturation of grain breads with a dosage of wheat cereal and crushed rye grain with potassium increases by 40 %. The ecological state of production is improving due to a decrease in drinking water consumption and a decrease in the level of wastewater discharge, and the labor intensity of the processes is reduced.*

**Keywords:** grain, flour, bakery products, food products

**For citation:** Batura N.G. Whole-grain dough process technologies development trends // Bulliten KrasSAU. 2022;(1):180–188. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2022-1-180-188.

**Введение.** В период пандемии у большинства населения сформировался малоподвижный образ жизни. Запреты передвижения и общения сократили двигательную активность до минимума. При таком образе жизни встает вопрос о корректировке рациона питания в сторону снижения калорийности продуктов, обогащения их балластными веществами, пищевыми волокнами, минералами, витаминами. Необходимо обеспечить население продуктами, стимулирующими деятельность кишечника, так как возникает риск застоя пищи в ЖКТ. Высокий уровень рисков заражения вирусной инфекцией требует от производителей продуктов питания активно внедрять технологии, позволяющие обогащать общедоступные продукты витаминно-минеральными комплексами.

Наибольший объем потребления в продовольственной корзине имеет хлеб и хлебобулочные изделия, доступность их для населения очевидна. В сложившихся экономических обстоятельствах при снижении платежеспособно-

сти населения, уменьшении средних чеков торговых организаций потребление хлебных изделий возрастает.

Хлебобулочные изделия имеют низкую себестоимость и высокую степень насыщения организма энергией. Недостатком в составе хлеба и хлебобулочных изделий является низкое содержание пищевых волокон, минералов и витаминов. При увеличении потребления хлеба в структуре рациона населения такое положение дел становится опасным. Растут риски возникновения заболеваний, связанных с нарушением обмена веществ в организме – диабет, эндокринные нарушения, болезни суставов, сердечно-сосудистой системы.

По данным исследований, проведенным Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека в 2013 г., заболеваемость населения, связанная с недостатком микронутриентов в рационе питания, возросла за 5 лет на 15 %.

Исследования, проведенные Главной санитарной службой России, показывают неутешительные цифры – дефицит витамина С выявлен у 60 %, витамина В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub> и фолиевой кислоты доходит в отдельных регионах до 80 %, недостаток каротина – более чем у 40 % населения.

Хлебобулочные изделия, имеющие в своем составе злаковое сырье с сохраненными клеточными структурами, полезнее для пищеварительной системы человека, чем изготовленные из рафинированной пшеничной муки высшего сорта. Клетчатка, нерастворимые пищевые волокна, входящие в состав хлебобулочных изделий, изготовленных из цельного зерна или его частей, стимулируют перистальтику кишечника и помогают справиться с симптомом вялого желудка. Сложные углеводы, которые находятся также в составе хлеба, изготовленного с применением плющенного и дробленого зерна, способствуют более длительному сохранению чувства сытости за счет поэтапного расщепления углеродных цепочек до усвояемого продукта.

Кроме того, энергия, необходимая организму для расщепления клеточных структур и уменьшения сложных углеводов, снижает калорийность продукта, тем самым снижается риск ожирения у людей, употребляющих цельнозерновые хлебобулочные изделия, по сравнению с теми, кто питается рафинированными продуктами.

**Цель исследования** – изучение тенденций развития хлебопечения, сырьевой базы для производства хлеба и хлебобулочных изделий из цельнозернового сырья.

Для достижения цели необходимо решить следующие **задачи**: изучить имеющиеся технологии тестоведения; провести сравнения традиционного способа тестоведения и новой технологии с применением дробленого и плющенного зерна.

**Объекты и методы.** Объектом исследования являются хлебобулочные изделия с использованием дробленого и плющенного зерна.

Исследования по показателям качества проводились в лабораториях Красноярского ГАУ и ИП Су-фу-дэ И.В. Определение показателей качества проводилось по стандартным методикам, применяемым в хлебопекарной промышленности.

Органолептическая оценка объектов исследования проводилась по ГОСТ 5667-65 «Хлеб и хлебобулочные изделия. Правила приемки, методы отбора образцов, методы определения органолептических показателей и массы изделий».

**Результаты и их обсуждение.** Местный рынок хлеба и хлебобулочных изделий испытывает дефицит хлеба функционального и профилактического назначения. Подавляющее большинство изделий (более 80 %) изготавливается из пшеничной муки высшего сорта и содержит минимальное количество биологически активных элементов (рис. 1). Поставленная задача обеспечить население рациональным питанием может быть решена с введением в производство хлебов и хлебобулочных изделий с повышенным содержанием пищевого волокна, микронутриентов, витаминов [1].



Рис. 1. Диаграмма распределения различных сортов хлеба на рынке РФ

Сырьевая база и техническое оснащение предприятий Красноярского края в полной мере могут удовлетворить потребность краевых предприятий хлебопекарной отрасли в необходимом сырье заданного качества, как в традиционной муке, так и инновационных продуктах переработки зерна.

Предприятия хлебопекарной промышленности вынуждены в такой ситуации разрабатывать новые рецептуры и внедрять в производство новые технологии. Наиболее подходящим здесь может быть использование в производстве хлеба дробленого и плющеного зерна различных злаков и круп.

Несмотря на значительные ограничения, связанные с условиями работы в пандемию, пере-

рабатывающая отрасль Красноярского края не сбавляла своих темпов развития: ежегодно растет производство зерна, развивается перерабатывающая промышленность. В 2020 г. в Минусинском, Курагинском, Шарыповском районах введены новые мощности переработки зерна в муку и крупы – более 350 тыс. т в год. Также улучшаются и качественные показатели зерна: в 2018 г. пригодной для производства пищевых продуктов было 76 %, в 2019 г. – 79 % [2–5].

Технология получения муки из зерна различных злаковых культур включает операции, в результате которых зерно освобождается от поверхностных пленок и зародыша (табл. 1).

Таблица 1

**Соотношение частей зерна различных злаков**

Часть зерна	Массовая доля к целому зерну, %		
	Овес	Пшеница	Рожь
Эндосперм	47–61	86	75
Оболочка	35–49	11–13	10–12,5
Зародыш	3–4	1,5–3	2,5–3,5

Исследования химического состава различных частей зерна показывают, что наиболее ценные для организма человека вещества находятся в алейроновом слое и зародыше (табл. 2). Алейроновый слой зерна содержит высокое количество пищевого волокна и микроэлементов, которые необходимы для функционирования желудочно-кишечного тракта, разви-

тия полезной микрофлоры в кишечнике и одновременно утилизации продуктов жизнедеятельности из организма человека. В зародышах зерна содержатся необходимые для организма человека жиры, аминокислоты, витамины, ферменты. В эндосперме зерна, который в основном и поступает на размол для производства муки, более всего крахмала и белка [5].

Таблица 2

**Распределение питательных веществ в составных частях зерна**

Часть зерна	Массовая доля, %				
	Крахмал	Белок	Жир	Клетчатка	Сахара
Эндосперм	100	65	25	5	80
Алейроновый слой	–	20	55	15	18,5
Оболочка	–	5	0	75	–
Зародыш	–	10	20	–	1,5

Зародыши злаковых растений богаты витаминами E (100–150 мг/кг), B<sub>1</sub> (до 20), B<sub>2</sub> (10–13), B<sub>6</sub> (11–13), PP (до 65 мг/кг).

Ржаное зерно имеет богатый витаминно-минеральный состав. Многократные исследования демонстрируют высокое содержание в зерне ржи калия. Качество белка у каждого растения тоже особенное. Белки ржи в основном водорастворимые, определить их количество способом промывки, как это делается с определением клейковины у пшеницы, невозможно, так как в процессе подготовки проб и проведения исследования белок зерна ржи растворяется и смывается вместе с промывной водой. Это качество ржаного белка также вносит некоторые неудобства при производстве ржаных хлебов. Процессы тестоведения осложняются высокой липкостью и вязкостью теста [6].

В современном хлебопечении существуют способы получения цельнозернового хлеба с применением цельнозерновой муки и при помощи диспергирования пророщенного или предварительно замоченного зерна. Но они по сравнению с предлагаемым способом имеют ряд недостатков. Способ с диспергированием зерна достаточно затратен по трудоемкости и расходу питьевой воды, так как необходимо двух-трехкратное промывание зерна, требуются дополнительные производственные площади для размещения технологических емкостей для замачивания и проращивания зерна. Еще одним недостатком диспергированного способа является риск развития гнилостных процессов, неконтролируемых процессов брожения. Такие риски приводят к возникновению некачественного хлеба, возможности микробного заражения полуфабрикатов. Значительные затраты необходимы для обеспечения необходимых санитарно-гигиенических нормативов.

При использовании цельнозерновой муки сохраняются многие микронутриенты и минеральные вещества, но клеточные структуры разрушаются при размоле зерна в муку. Тем самым теряется влагоудерживающая способность муки, витамины становятся доступными для окисли-

тельных процессов. Одним из основных качеств хлеба, которое в первую очередь оценивается потребителем, является сохранение влажности и эластичности мякиша. При потере влаги мякишем происходит ретроградация крахмальных зерен и хлеб начинает крошиться, становится жестким.

Хлеб из цельнозерновой муки и диспергированного зерна на практике не может храниться дольше стандартного хлеба, так как при производственных процессах разрушается клеточная структура зерна и влага легко покидает изделие. Изделия с применением овсяных хлопьев и пшеничной крупы имеют возможность сохранять свои потребительские качества, не теряя своих физико-химических характеристик, так как в процессе тестоведения вода проникает внутрь клеток зерна и в процессе хранения защищена клеточной мембраной. Проведенные исследования показывают возможность сохранять свежесть мякиша до 168 ч (рис. 2) [7].

Разработанные рецептуры хлебов с использованием пшеничной крупы, дробленого зерна ржи и овсяных хлопьев содержат необходимые для создания сбалансированного рациона питания вещества и микроэлементы. Расчеты демонстрируют повышение содержания микроэлементов и витаминов в готовых изделиях (табл. 3) [1].

Традиционная схема тестоведения предусматривает использование при замесе теста муки следующих различных злаков – пшеница, рожь, ячмень, овес.

Существует также технология приготовления теста из цельного пророщенного зерна. Особенностью такого приготовления теста является промывка цельного зерна и замачивание его в 3–4-кратном количестве воды, затем зерно еще раз промывается и измельчается в суспензию, на основе которой замешивается тесто. Недостатком такого процесса является высокий расход воды и низкий уровень санитарно-гигиенического состояния производства, возникают большие риски микробного заражения, возникновения процессов гниения.

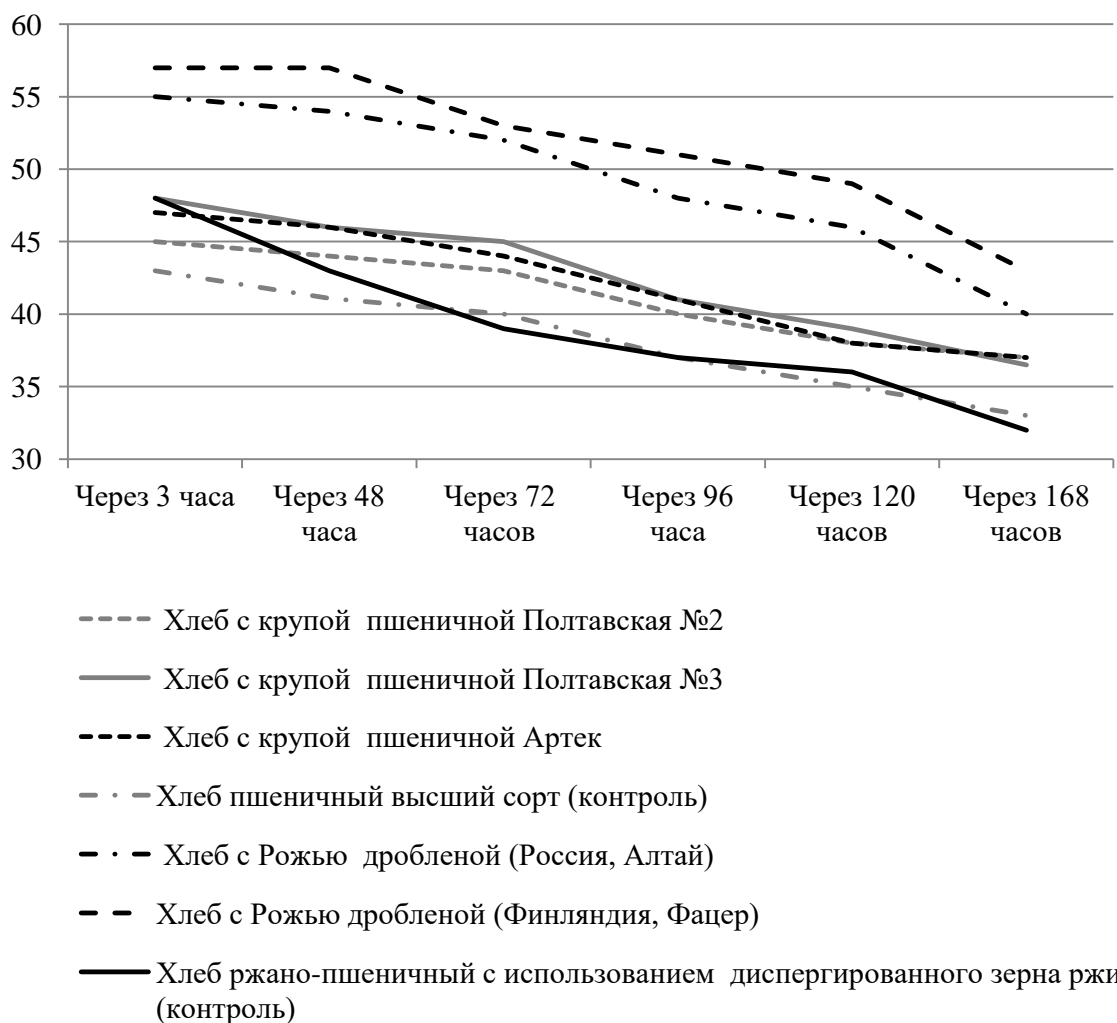


Рис. 2. Динамика изменения влажности мякиша хлеба в процессе хранения

Таблица 3

Содержание витаминов и макроэлементов в 1 кг готового хлеба (расчетные данные)

Показатель	Суточная норма потребления	Содержание в 1 кг хлеба			
		Контрольный образец	Красноярский	Полтавский	К завтраку
1	2	3	4	5	6
Витамин В <sub>1</sub> (тиамин)	2 мг,	4,1 мг	4,16 мг	4,16 мг	4,16 мг
Витамин В <sub>2</sub> (рибофлавин)	3 мг	2,52 мг	2,416 мг	2,36 мг	3,268 мг
Витамин В <sub>4</sub> (холин)	30,4 мг	187 мг	1150 мг	187 мг	278,3 мг
Витамин В <sub>5</sub> (пантотеновая кислота)	5 мг	8,2 мг	10,56 мг	8,26 мг	8,38 мг
Витамин В <sub>6</sub> (пиродоксин)	2 мг	1,11 мг	1,708 мг	1,644 мг	1,259 мг
Витамин В <sub>9</sub> (фолаты)	300–400 мкг	990 мкг	902 мкг	874 мкг	918 мкг

Окончание табл. 3

1	2	3	4	5	6
Витамин РР (никотиновая кислота)	20 мг	55,9 мг	51,72 мг	60,32 мкг	48,72 мкг
Каротиноиды	6 мг	0,1 мг	0,12 мг	0,12 мг	0,12 мг
Калий	2 г	1410 мг	1976 мг	1802 мг	1690 мг
Пищевое волокно	30–40 г	40 мг	64,8 мг	53,6 мг	48 мг

Производство хлеба из дробленого зерна и зерновых хлопьев является более прогрессивным и экономичным способом. При таком виде тестоведения исключаются стадии промывания, замачивания и измельчения. Цельнозерновое сырье замачивается в воде с температурой 35–40 °С до полного пропитывания. Время замачивания зависит от природы зерна и степени под-

готовки крупы или хлопьев. Предварительно пропаренные крупы и хлопья впитывают влагу быстрее. Далее происходит прямой замес теста без приготовления зерновой эмульсии. При таком тестоведении сохраняется клеточная структура зерна, которая впоследствии позволяет продлевать сроки свежести мякиша [7].



Рис. 3. Технологическая схема производства хлеба с использованием цельнозернового сырья

**Заключение.** Использование цельнозернового сырья значительно сокращает и облегчает технологический процесс, так как исключаются стадии промывания зерна и его диспергирования. Также улучшаются санитарно-гигиенические условия производства: исключаются риски бактериального и микробного заражения теста.

В процессе хранения готового цельнозернового хлеба и хлебобулочных изделий влага, впитавшаяся в частицы зерна, постепенно мигрирует в мякиш, тем самым позволяет сохранять его эластичность на протяжении 168 ч. Сохранение клеточной структуры в дробленном зерне снижает доступность влаги для микроор-

ганизмов, тем самым замедляются процессы микробной порчи готовых изделий.

Расчетные данные повышения пищевой ценности хлеба и хлебобулочных изделий показывают повышенное содержание витаминов и важных для жизнедеятельности макроэлементов (содержание пищевого волокна увеличивается от 5 до 35 %). Насыщенность калием зерновых хлебов с дозировкой крупы пшеничной и измельченного зерна ржи возрастает на 40 %.

Предложенная усовершенствованная технология производства хлеба с использованием цельнозернового сырья исключает стадии подготовки и диспергирования зерна, тем самым значительно улучшается санитарно-гигиеническое состояние производства, улучшается экологическое состояние производства за счет снижения потребления питьевой воды. Также необходимо отметить, что снижается трудоемкость процессов.

#### Список источников

1. Батура Н.Г., Тупсина Н.Н., Чаплыгина И.А. Разработка технологии хлеба с использованием дробленого зерна пшеницы и ржи // Вестник КрасГАУ. 2019. № 11 (180). С. 133–135.
2. Колесняк А.А., Арзуманян М.С. Состояние и тенденции развития производства зерна в Красноярском крае // Вестник КрасГАУ. 2014. № 5. С. 3–9.
3. Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации: федер. закон от 23.11.2009 № 261-ФЗ // Рос. газ. 2009. 27 нояб. С. 19–21.
4. ГОСТ Р ИСО 50001-2012. Системы энергетического менеджмента. Требования и руководство по применению. М.: Стандартинформ, 2012. 60 с.
5. Обеспечение продовольственной безопасности в субъектах Российской Федерации как фактор обеспечения национальной безопасности (к парламентским слушаниям «Обеспечение продовольственной безопасности в субъектах Российской Федерации как фактор обеспечения национальной безопасности, 24 ноября 2016 г.): аналитический вестник № 44 (643) / под общ. ред. В.Д. Кривова; Комитет Совета Федерации по аграрно-продовольственной политике и природопользованию, Комитет Совета Федерации по обороне и безопасности, Аналитическое управление Аппарата Совета Федерации. М., 2016. С. 82–84.
6. Тупсина Н.Н., Батура Н.Г. Технологические особенности производства цельнозернового ржаного хлеба // Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России: мат-лы национальной науч.-практ. конф. Рязань, 2019. С. 557–561.
7. Батура Н.Г., Тупсина Н.Н. Изучение влияние злаковых хлопьев на качество хлебобулочных изделий // Вестник КрасГАУ. 2019. № 12 (198). С. 169–175.

#### References

1. Batura N.G., Tupsina N.N., Chaplygina I.A. Razrabotka tehnologii hleba s ispol'zovaniem droblenogo zerna pshenicy i rzhi // Vestnik KrasGAU. 2019. № 11 (180). S. 133–135.
2. Kolesnyak A.A., Arzumanyan M.S. Sostoyanie i tendencii razvitiya proizvodstva zerna v Krasnoyarskom krae // Vestnik KrasGAU. 2014. № 5. S. 3–9.
3. Ob `energoberezhnii i o povyshenii `energeticheskoy `effektivnosti i o vnesenii izmenenij v otдел'nye zakonodatel'nye акты Rossijskoj Federacii: feder. zakon ot 23.11.2009 № 261-FZ // Ros. gaz. 2009. 27 noyab. S. 19–21.
4. GOST R ISO 50001-2012. Sistemy `energeticheskogo menedzhmenta. Trebovaniya i rukovodstvo po primeneniyu. M.: Standartinform, 2012. 60 s.
5. Obespechenie prodovol'stvennoj bezopasnosti v sub`ektah Rossijskoj Federacii kak faktor obespecheniya nacional'noj bezopasnosti (k parlamentskim slushaniyam «Obespechenie prodovol'stvennoj bezopasnosti v sub`ektah Rossijskoj Federacii kak faktor obespecheniya nacional'noj bezopasnosti, 24 noyabrya 2016 g.): analiticheskij vestnik № 44 (643) / pod obsch. red. V.D. Krivova; Komitet Soveta Federacii po agrarno-prodovol'stvennoj politike i prirodopol'zovaniyu, Komitet Soveta Federacii po oborone i bezopasnosti, Analiticheskoe



- управление Apparata Soveta Federacii. M., 2016. S. 82–84.
6. *Tipsina N.N., Batura N.G.* Tehnologicheskie osobennosti proizvodstva cel'nozernovogo rzhanogo hleba // *Prioritetnye napravleniya nauchno-tehnologicheskogo razvitiya agropromyshlennogo kompleksa Rossii: mat-ly nacional'noj nauch.-prakt. konf. Ryazan', 2019. S. 557–561.*
7. *Batura N.G., Tipsina N.N.* Izuchenie vliyaniye zlakovyh hlop'ev na kachestvo hlebobulochnyh izdelij // *Vestnik KrasGAU. 2019. № 12 (198). S. 169–175.*

Статья принята к публикации 20.09.2021 / The article accepted for publication 20.09.2021.

Информация об авторах:

**Наталья Геннадьевна Батура**<sup>1,2</sup>, <sup>1</sup>аспирант кафедры технологий хлебопекарного, кондитерского и макаронного производств; <sup>2</sup>технолог-менеджер

Information about the authors:

**Natalia Gennadevna Batura**<sup>1,2</sup>, <sup>1</sup>Post-graduate student at the Department of Technologies for Bakery, Confectionery and Macaroni Production; <sup>2</sup> process manager

