

Изучение процесса изготовления ржано-пшеничного и пшенично-ржаного хлеба из цельнозерновой муки

Наталья А. Шмалько	¹	kafedra-tith@ya.ru	 0000-0002-8939-0265
Стелла В. Демченко	¹	stelld@ya.ru	
Лидия А. Кудрявцева	¹	lida.kudryavtseva.02@mail.ru	
Игорь А. Никитин	²	nikito.igor@gmail.com	 0000-0002-8988-5911
Елена Ю. Бобкова	³	edu@vica3.ru	 0000-0002-8934-1842
Наталья В. Батищева	³	n.batischeva@inbox.ru	

¹ Кубанский государственный технологический университет, ул. Московская, 2, г. Краснодар, 350072, Россия

² Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова, Стремянный пер., 36, г. Москва, 115054, Россия

³ Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского (ПКУ), ул. Земляной Вал, 73, г. Москва, 109004, Россия

Аннотация. В данной статье рассматривается процесс изготовления ржано-пшеничного и пшенично-ржаного хлеба из цельнозерновой муки, произведённой из зерна озимой ржи сорта "Саратовская 7" и яровой мягкой пшеницы сорта "Тулайковская 10". В работе представлены детальные характеристики качества исходного зерна и полученной муки, а также проанализированы особенности теста, приготовленного из их смеси. Рассматриваются состав микроорганизмов, участвующих в брожении, и их влияние на процесс ферментации теста. Изучены различные способы приготовления теста, включая традиционные и инновационные подходы, направленные на улучшение качества конечного продукта. Разработаны рецептуры и параметры производства хлеба, включающие методы разведения и производства ржаной жидкой закваски, полученной из стартера спонтанного брожения. Представлены сравнительные характеристики качества готового хлеба, исследованные в соответствии с требованиями ГОСТ, а также приведены экспериментальные данные, подтверждающие эффективность разработанных методов. В ходе исследования были изучены физико-химические и органолептические характеристики хлебобулочных изделий, включая их кислотность, влажность, пористость и вкусовые свойства. Особое внимание уделено процессу культивирования жидкой ржаной закваски с заваркой и без неё. Рассмотрено влияние различных технологических параметров на итоговое качество хлеба, включая пропорции ржаной и пшеничной муки в тесте. Установлено, что оптимальное содержание ржаной муки в ржано-пшеничном хлебе составляет 40–60%, а в пшенично-ржаном – 50–70%. Данные пропорции позволяют достичь сбалансированного вкуса, оптимальной кислотности и хорошей текстуры мякиша. Предложенные рекомендации включают оптимизацию состава теста, контроль уровня кислотности и выбор подходящего режима брожения. В результате исследования разработаны технологические режимы, обеспечивающие стабильное качество ржано-пшеничного и пшенично-ржаного хлеба. Сделан вывод о целесообразности дальнейшего изучения различных методов приготовления теста с целью совершенствования производства цельнозернового хлеба.

Ключевые слова: озимая рожь «Саратовская 7», яровая мягкая пшеница «Тулайковская 10», цельнозерновая мука, ржаная жидкая закваска, ржано-пшеничный, пшенично-ржаной хлеб.

Study of the process of making rye-wheat and wheat-rye bread from whole grain flour

Natalya A. Shmal'ko	¹	kafedra-tith@ya.ru	 0000-0002-8939-0265
Stella V. Demchenko	¹	stelld@ya.ru	
Lidiya A. Kudryavtseva	¹	lida.kudryavtseva.02@mail.ru	
Igor A. Nikitin	²	nikito.igor@gmail.com	 0000-0002-8988-5911
Elena YU. Bobkova	³	edu@vica3.ru	 0000-0002-8934-1842
Natalia V. Batischeva	³	n.batischeva@inbox.ru	

¹ Kuban State Technological University, Moskovskaya St., 2, Krasnodar, 350072, Russia

² Plekhanov Russian University Of Economics, Stremyanny lane, 36, Moscow, 115054, Russia

³ K.G. Razumovsky Moscow State University of Technologies and Management (The First Cossack University), Zemlyanoy Val, 73, Moscow, 109004, Russia

Для цитирования

Шмалько Н.А., Демченко С.В., Кудрявцева Л.А., Никитин И.А., Бобкова Е.Ю., Батищева Н.В. Изучение процесса изготовления ржано-пшеничного и пшенично-ржаного хлеба из цельнозерновой муки // Вестник ВГУИТ. 2024. Т. 86. № 4. С. 142–154. doi:10.20914/2310-1202-2024-4-142-154

For citation

Shmal'ko N.A., Demchenko S.V., Kudryavtseva L.A., Nikitin I.A., Bobkova E.YU., Batischeva N.V. Study of the process of making rye-wheat and wheat-rye bread from whole grain flour. Vestnik VGUIT [Proceedings of VSUET]. 2024. vol. 86. no. 4. pp. 142–154. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2024-4-142-154

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

Abstract. This article discusses the process of making rye-wheat and wheat-rye bread from wholemeal flour made from winter rye grain of the "Saratovskaya 7" variety and spring soft wheat of the "Tulaykovskaya 10" variety. The paper presents detailed characteristics of the quality of the initial grain and the resulting flour, as well as analyzes the features of the dough made from their mixture. The composition of microorganisms involved in fermentation and their effect on the fermentation process of the dough are considered. Various methods of dough preparation have been studied, including traditional and innovative approaches aimed at improving the quality of the final product. Formulations and parameters of bread production have been developed, including methods of dilution and production of rye liquid starter obtained from a spontaneous fermentation starter. Comparative characteristics of the quality of the finished bread, studied in accordance with the requirements of GOST, are presented, as well as experimental data confirming the effectiveness of the developed methods. The study examined the physico-chemical and organoleptic characteristics of bakery products, including their acidity, moisture, porosity and taste properties. Special attention is paid to the process of cultivating liquid rye sourdough with and without brewing. The influence of various technological parameters on the final quality of bread, including the proportions of rye and wheat flour in the dough, is considered. It has been established that the optimal rye flour content in rye-wheat bread is 40-60%, and in wheat-rye bread – 50-70%. These proportions make it possible to achieve a balanced taste, optimal acidity and a good crumb texture. The suggested recommendations include optimizing the composition of the dough, controlling the level of acidity and choosing the appropriate fermentation mode. As a result of the research, technological modes have been developed to ensure stable quality of rye-wheat and wheat-rye bread. It is concluded that it is advisable to further study various methods of dough preparation in order to improve the production of whole-grain bread.

Keywords: winter rye "Saratovskaya 7", spring soft wheat "Tulaykovskaya 10", whole grain flour, rye liquid sourdough, rye-wheat, wheat-rye bread.

Введение

В последние годы в общем объеме вырабатываемого в России хлеба значительную часть (до 40–45%) представляют виды хлебопекарной продукции из смеси ржаной и пшеничной муки. Производство смесей ржаной и пшеничной муки осуществляется непосредственно на мукомольных заводах путем проведения обойных помолов ржано-пшеничной смеси (60% ржи и 40% пшеницы) с общим выходом муки 95% и пшенично-ржаной (70% пшеницы и 30% ржи) с общим выходом 96% [1].

В частной технологии муки предложен способ производства ржано-пшеничной хлебопекарной муки, предусматривающий составление помольной смеси из зерна ржи и пшеницы при соотношении 40:60–60:40 мас.% с числом падения не менее 180 с, очистку смеси от примесей, ее увлажнение и отволаживание в течение 6,0–8,0 часов. Размол смеси осуществляют на вальцовых станках драных и размольных систем, используя четыре драные и три размольные системы. Для приготовления помольной смеси используют пшеницу с содержанием клейковины не менее 22%, выход готового продукта – не менее 82%. Мука ржано-пшеничная, полученная описанным способом, отличается белизной не менее 18,0 ед., числом падения не менее 200 с., влажностью не более 15%, сходом с сита 045 не более 1,0% и проходом через сито 41/43 не менее 70%. Указанный способ обеспечивает возможность использования исходного зерна ржи и пшеницы различного класса для получения ржано-пшеничной муки высокого качества [2].

Разработан национальный стандарт – ГОСТ 12183–2018 «Мука ржано-пшеничная и пшенично-ржаная обойная» [3] (введ. 01.09.2019),

распространяемый на ржано-пшеничную и пшенично-ржаную обойную хлебопекарную муку, получаемую в результате размола смеси зерна в следующих соотношениях: ржи 60%, пшеницы 40% – для ржано-пшеничного помола; пшеницы 70%, ржи 30% – для пшенично-ржаного помола (допускаемое отклонение для всех видов муки $\pm 5\%$).

К сожалению, данный стандарт малоинформативен в отношении наличия показателей качества муки из смеси зерна ржи и пшеницы, определяющих ее хлебопекарные свойства, перечисляя только органолептические характеристики (цвет, вкус, запах, наличие минеральной примеси, обнаружение металломагнитной примеси), значения показателей влажности, зольности и крупности помола, что не позволяет прогнозировать качество хлебопекарной продукции при переработке такого сырья.

Поскольку качество хлеба из смеси ржаной и пшеничной муки в большей степени определяется состоянием углеводно-амилазного комплекса муки, а не количеством и качеством в ней клейковины, то основным показателем качества муки из ржано-пшеничных смесей необходимо считать число падения, которое должно составлять не менее 150 с [1].

С целью регулирования числа падения ржано-пшеничных мучных смесей осуществляется подсортировка проросшего зерна в помольные зерносмеси ржи и пшеницы при постоянном соотношении 60:40 с добавлением проросших зерен в количестве 3, 5 и 8%. Подсортировка проросших зерен при получении смесей незначительно увеличивает зольность, титруемую кислотность и приводит к небольшому снижению показателя белизны и числа падения муки, повышает скорость газообразования в тесте, улучшает пористость и окраску корок хлеба.

Органолептическая оценка опытных проб не зафиксировала дефектов качества образцов хлеба из ржано-пшеничных мучных смесей. Лучшими были признаны образцы хлеба из муки зерносмеси с содержанием 5% проросшей ржи и 3% проросшей пшеницы [4].

Изучение технологических аспектов формирования качества хлеба при переработке муки из проросшего зерна пшеницы [5] с использованием модельных опытов по проращиванию различных сортов позволило оценить полученные из них образцы муки на пригодность использования в хлебопечении. Сравнительное исследование мякиша хлеба, выпеченного из нативного и проросшего зерна, показало закономерное увеличение содержания водорастворимых веществ мякиша по мере повышения температуры проращивания (при 15 °С и 30 °С). Результаты модельных опытов позволили определить взаимосвязь между изменениями свойств клейковины и хлебопекарных свойств муки от условий проращивания и исходных кондиций зерна. Гидролиз белковых веществ при проращивании зерна с чрезмерно крепкой по силе клейковиной оказывает положительное влияние на хлебопекарные свойства пшеничной муки и качество выпеченного хлеба, несмотря на высокий уровень активности альфа-амилазы. В противном случае изменение свойств слабой клейковины в ходе проращивания зерна приводит к заметному необратимому ухудшению качества хлеба. Во всех рассматриваемых случаях, гидролиз крахмала под действием альфа-амилазы обуславливает накопление в хлебе водорастворимых веществ, что приводит к получению дефектного, липкого и заминающегося мякиша, типичного для изделия, полученного из муки проросшего зерна. Отсюда следует, что технологические аспекты формирования качества хлеба из муки проросшего зерна пшеницы должны основываться не только на результатах стандартной оценки качества хлебопекарных свойств муки и выпеченного хлеба с целью определения типичных дефектов готовой продукции, но и на результатах обнаружения уровня активности альфа-амилазы, обеспечивающей специфическое повреждение структуры мякиша хлебобулочных изделий.

По данной научной проблеме имеется ряд известных работ [6–10], в которых хронологическом порядке доказывалась практическая значимость использования муки из смеси зерна ржи и пшеницы в хлебопечении и питании человека. В основе предложенных технологических решений приготовления хлеба из ржаной и пшеничной обойной муки лежат принципы интенсификации процесса производства хлеба для реализации реологической модели тестового полуфабриката, готового к разделке после кратковременного брожения, целью которого служит не разрыхление продуктами микроорганизмов порции теста и накопление в ней необходимых

вкусоароматических веществ, а набухание частиц сырья и распределение между ними различных форм влаги при замесе. В таких способах зачастую применяются подкислители искусственного происхождения (различные органические кислоты и их композиции в сухом или жидком виде), применяемые для мгновенного прироста показателя кислотности в тесте, что может быть избыточным для вкусового восприятия продукции.

Кроме того, такой подход малопродуктивен при общей направленности этапа сбраживания бродильного полуфабриката в сторону закономерного повышения суммарной кислотности и концентрации водородных ионов до достижения состояния готовности полуфабриката к разделке, расстойке и выпечке [11]. Суммарная кислотность и концентрация водородных ионов в большей степени повышается при созревании закваски за счет увеличения содержания молочной и летучих кислот.

Однако именно от состава и соотношения органических кислот в закваске и тесте в значительной мере зависит вкус хлеба, становящийся резко кислым даже при нормальном уровне титруемой кислотности, если доля летучих кислот составляет более 30% общего содержания кислот ржаного хлеба [1]. При переработке смеси ржаной и пшеничной муки увеличение дозы пшеничной муки снижает интенсивность аромата смешанного хлеба, и ее заквашивание придает специфический неприятный вкус. При производстве пшенично-ржаного хлеба без ухудшения вкусовых свойств изделий допускается заквашивание только до 10% пшеничной муки.

Для получения ржано-пшеничного и пшенично-ржаного хлеба с хорошими вкусовыми свойствами целесообразно увеличивать долю ржаной муки (в% к общему ее количеству в тесте), вносимой в закваску. Доля ржаной муки должна быть при приготовлении ржано-пшеничного хлеба – 40–60% и пшенично-ржаного – 50–70%. Следствием высокой доли пшеничной муки в пшенично-ржаном хлебе является образование пресного вкуса, что компенсируется приготовлением теста при пониженной температуре (25–26 °С) и с более жидкой консистенцией, длительность брожения которого не должна превышать 40 мин. Чтобы выявить преимущество аромата хлеба из смеси ржаной и пшеничной муки по сравнению с чисто ржаным хлебом необходимо ощутить разницу во вкусе обоих сортов изделий. В связи с этим, дегустационной проверке подверглось утверждение, что увеличение дозировки пшеничной муки не приводит к непрерывному изменению вкуса хлеба.

В таблице 1 представлены результаты сенсорной оценки аромата хлеба методом треугольника, которые были проведены с пробами мякиша изделий из ржаной и смеси ржаной и пшеничной муки, приготовленных в одинаковых условиях.

Таблица 1.

Сенсорно воспринимаемая разница между ржаным хлебом и хлебом из смеси ржаной и пшеничной муки (при сравнении аромата мякиша двух образцов хлеба методом треугольника)

Table 1.

Sensorially perceived difference between rye bread and bread made from a mixture of rye and wheat flour (when comparing the flavor of the crumb of two bread samples using the triangle method)

Образец 2 Sample 2	Образец 1 Sample 1			
Доля пшеничной муки, % Proportion of wheat flour, %	Доля пшеничной муки, % The proportion of wheat flour, %			
	0	20	40	60
0		–	+	+
20	–		+	+
40	+	+		–
60	+	+	–	

Знак «+» означает заметную разницу, знак «–» – отсутствие разницы.

The "+" sign means a noticeable difference, the "-" sign means no difference.

Данные таблицы 1 показывают отсутствие значительной разницы в аромате между пробами чисто ржаного хлеба и хлебом с добавлением 20% пшеничной муки, а также между пробами хлеба из смеси ржаной и пшеничной муки 40 и 60%. Наибольшая разница в аромате обнаружена в пробах хлеба с добавлением 80 и 60% ржаной муки и в пробах хлеба с добавлением 20 и 40% пшеничной муки. Сенсорно определяемым компонентом в мякише хлеба является фурфурол, а не общее количество карбонильных соединений, что выявлено опытным путем для указанных соотношений муки в хлебе. Отсюда рекомендовано внедрять в производство сорта хлеба из смеси ржаной и пшеничной муки с ощутимой разницей во вкусе [12].

Традиционно при приготовлении теста для производства хлеба из смеси ржаной и пшеничной муки осуществляется на жидкой закваске по унифицированной ленинградской схеме. Жидкая закваска может готовиться двумя способами: с применением и без применения заварки.

Закваска без применения заварки готовится влажностью 69–75%, титруемой кислотностью 9–13 град (в зависимости от сорта муки), подъемной силы по шарикку до 35 мин. В разводочном цикле жидкую закваску готовят с применением чистых культур дрожжей *S. cerevisiae* Л-1 и *S. minor* «Чернореченский» в сочетании со смесью жидких культур *L. plantarum*-30, *L. casei*-26, *L. brevis*-1, *L. fermenti*-34 или сухого лактобактерина для жидких хлебных заквасок из смеси этих штаммов молочнокислых бактерий [1].

В производственном цикле жидкую закваску влажностью 69–75% без заварки освежают до достижения кислотности 9–13 град через 3–5 ч (в зависимости от влажности закваски, сорта и качества муки) путем отбора 50% спелой закваски из бродильного в расходный чан и далее на замес теста и добавления в бродильный чан к оставшейся массе эквивалентного количества питательной смеси из муки и воды для воспроизводства закваски (таблица 2).

Таблица 2.

Рецептура и режим приготовления жидкой закваски без заварки в производственном цикле

Table 2.

Formulation and mode of preparation of liquid sourdough without welding in the production cycle

Наименование сырья, полуфабрикатов и показателей процесса The name of raw materials, semi-finished products and process indicators	Расход сырья и технологические параметры Raw material consumption and technological parameters
Закваска прежнего приготовления, кг Sourdough of the previous preparation, kg	153
Количество муки, вносимой с закваской, кг Amount of flour with the sourdough, kg	50
Питательная смесь из муки и воды, кг Nutritious mixture of flour and water, kg	153
Масса закваски, кг Sourdough weight, kg	306
Количество муки в закваске, кг The amount of flour in the sourdough, kg	100
Влажность, % Moisture, %	69–75
Температура начальная, °С Initial temperature, °С	28–30
Кислотность конечная, град: Final acidity, deg:	
из муки ржаной обойной made of whole flour	11–13
Продолжительность брожения, ч Duration of fermentation, h	3–4
Подъемная сила, мин Strength of the sourdough, min	25–35

Питательную смесь готовят в заварочной машине ХЗ-2М-300 или другом смесителе периодического или непрерывного действия без заваривания муки. Закваску выбраживают в чанах РЗ-ХЧД, цилиндрических ваннах для пастеризации молока или других емкостях из нержавеющей стали, преимущественно с мешалкой и водяной рубашкой. В 100 кг питательной смеси влажностью 70, 72 и 75% соотношение муки при влажности 14,5% и воды составляет соответственно 35:65, 34:66 и 29:71. Наилучшее качество закваски получается при влажности $70 \pm 1\%$.

При замесе теста с жидкой закваской с такой влажностью вносят 30–35% муки от общей массы ее на тесто с целью ускорения кислотонакопления в тесте и улучшения качества хлеба (таблица 3). При переработке муки с нормальной автолитической активностью влажность теста обычно устанавливают на 1% выше предельно-допустимой влажности хлеба. При производстве хлеба из смеси ржаной и пшеничной муки тесто выбраживает до кислотности на 1–2 град выше верхнего предел стандартной кислотности вырабатываемого сорта хлеба.

Таблица 3.

Рецептура и режим приготовления теста на жидкой закваске без заварки

Table 3.

The recipe and the mode of preparation of the dough on sourdough without welding

Наименование сырья, полуфабрикатов и показателей процесса Name of raw materials, semi-finished products and process indicators	Расход сырья и параметры теста при внесении муки с закваской, % Raw material consumption and dough parameters when applying flour with sourdough, %		
	25	30	35
Жидкая закваска без заварки, кг Liquid sourdough without welding, kg	76	92	105
Мука, кг Flour, kg	75	70	65
Вода, кг Water, kg	по расчету by calculation		
Соль, кг Salt, kg	according to the formulation		
Другое сырье, кг Other raw materials, kg	according to the formulation		
Влажность, %, не более Moisture, %, max	$W_{\text{хл}} + (0,5 - 1,0)$		
Температура начальная, °C Initial temperature, °C	29–31	29–31	29–31
Кислотность конечная, град: Final acidity, deg:	зависит от сорта хлеба depending on the type of bread		
из смеси ржаной и пшеничной муки made from a mixture of rye and wheat flour			
Продолжительность брожения, мин Duration of fermentation, min	90–150	90–120	60–90

Жидкая закваска с заваркой готовится по унифицированной ленинградской схеме и должна иметь влажность 80–85%, титруемую кислотность 9–12 град, подъемную силу методом шарика до 30 мин. Закваску освежают питательной смесью из муки и воды с добавлением 20–35% заварки к массе питательной смеси для стимуляции дрожжей. В развodomном цикле закваску готовят с применением чистой культуры дрожжей *S. cerevisiae* Л-1 в сочетании со смесью тех же жидких культур молочнокислых бактерий, что и при приготовлении закваски без заварки [1].

В производственном цикле жидкую закваску с заваркой освежают по достижении кислотности 9–12 град через 3–5 ч брожения (в зависимости от влажности) путем отбора 50% спелой закваски в расходный чан и далее использования ее на замес теста и добавления в бродильный чан к оставшейся массе закваски питательной смеси из муки, воды и заварки для воспроизводства закваски. Содержание заварки в питательной смеси предпочтительно 20 и 35% при влажности закваски соответственно 80 и 85% (таблица 4).

Таблица 4.

Рецептура и режим приготовления жидкой закваски с заваркой в производственном цикле

Table 4.

Formulation and mode of preparation of liquid sourdough with brewing in the production cycle

Наименование сырья, полуфабрикатов и показателей процесса Name of raw materials, semi-finished products and process indicators	Расход сырья и технологические параметры при влажности закваски, % Consumption of raw materials and technological parameters at the moisture content of the sourdough, %		
	80	82	85
1	2	3	4
Закваска прежнего приготовления, кг Sourdough of the previous preparation, kg	214	237	285
Количество муки, вносимой с закваской, кг Amount of flour introduced with the sourdough, kg	50	50	50
Заварка из муки и воды (1:2,5), кг Brewing of flour and water (1:2.5), kg	43	59	100
Мука ржаная, кг Rye flour, kg	38	33	22
Вода, кг Water, kg	133	145	163

Продолжение таблицы 4 | Continuation of table 4

1	2	3	4
Масса закваски, кг Sourdough weight, kg	428	474	570
Количество муки в закваске, кг Amount of flour in the sourdough, kg	100	100	100
Влажность, % Moisture, %	79–80	82–83	84–85
Температура начальная, °С Initial temperature, °С	31–33	31–33	31–33
Кислотность конечная, град: Final acidity, deg:	9–12	9–12	9–12
Продолжительность брожения, ч Duration of fermentation, h	3–5	3–5	3–5
Подъемная сила, мин Strength of the sourdough, min	20–30	20–30	20–30

Приготовление заварки осуществляют в заварочной машине ХЗ-2М-300 или других аппаратах из ржаной муки и воды в соотношении 1:2,5 при заваривании кипящей водой или пропариванием. Начальная температура заварки должна быть 65 ± 2 °С, при заваривании паром часть воды или всю воду можно заменить молочной сывороткой.

Для лучшего осахаривания в охлажденную до 40–45 °С заварку рекомендуется вносить ферменты амилолитического действия, например амилоризин П10-Х или Г10-Х в количестве 0,005–0,01% к массе муки в заварке. Продолжительность осахаривания заварки колеблется от 40 до 90 мин. Питательную смесь из муки, воды и осахаренной заварки готовят в машине

ХЗ-2М-300 или другом смесителе периодического действия.

При приготовлении питательной смеси сначала смешивают муку с водой до получения однородной массы, а затем с охлажденной до 35–38 °С заваркой. В производственном цикле закваску выбраживают в чанах РЗ-ХЧД, цилиндрических ваннах для пастеризации молока или в других емкостях из нержавеющей стали, снабженных мешалкой и водяной рубашкой.

При замесе теста с жидкой закваской, содержащей заварку, вносят 15–20% от общей массы муки на тесто (таблица 5). Расчетную влажность теста устанавливают на предприятии пробными выпечками в зависимости от качества муки и сорта хлеба.

Таблица 5.

Рецептура и режим приготовления теста на жидкой закваске с заваркой

Table 5.

Recipe and the mode of preparation of the dough on a liquid sourdough with welding

Наименование сырья, полуфабрикатов и показателей процесса Name of raw materials, semi-finished products and process indicators	Расход сырья и параметры теста при внесении муки с закваской, % Raw material consumption and dough parameters when applying flour with sourdough, %	
	15	20
Жидкая закваска с заваркой, кг Liquid sourdough with welding, kg	71	95
Мука, кг Flour, kg	85	80
Вода, кг Water, kg	по расчету by calculation	
Соль, кг Salt, kg	according to the formulation	
Другое сырье, кг Other raw materials, kg	according to the formulation	
Влажность, %, не более Moisture, %, no more	$W_{\text{кл}} + (0,5 - 1,0)$	
Температура начальная, °С Initial temperature, °С	29–31	29–31
Кислотность конечная, град: Final acidity, deg:	зависит от сорта хлеба depending on the type of bread	
Продолжительность брожения, мин Duration of fermentation, min	120–180	90–150

Цель работы – изучение процесса изготовления ржано-пшеничного и пшенично-ржаного хлеба из цельнозерновой муки путем проведения теоретических и экспериментальных исследований.

Материалы и методы

Объекты исследований – зерно сорта озимой ржи «Саратовская 7», получаемая из него мука ржаная цельнозерновая жернового помола, зерно сорта мягкой яровой пшеницы «Тулайковская 10», получаемая из него мука пшеничная цельнозерновая жернового помола, закваска-стартер спонтанного брожения, культивируемая из нее закваска жидкая без заварки и с заваркой, тесто ржаное, хлеб ржано-пшеничный простой, хлеб пшенично-ржаной простой.

Выбор сортов зерна ржи и пшеницы обусловлен положительными результатами апробации в хлебопечении при изготовлении ремесленного хлеба на закваске спонтанного брожения из цельнозерновой муки [14], а также селекционными испытаниями зерна при размоле в ржаную муку с нормальной автолитической и амилолитической активностью [15] и пшеничную муку с высоким содержанием и качеством сырой клейковины [16].

В данном исследовании производили изучение стандартных показателей качества зерна ржи и пшеницы (таблица 6). Результаты свидетельствуют о принадлежности изучаемых проб зерна к первому классу качества, что подтверждает селекционные достижения сортов

озимой ржи «Саратовская 7» и мягкой яровой пшеницы «Тулайковская 10» в отношении наследования ценных хлебопекарных свойств [15, 16]. Сорная и зерновая примеси в зерне не обнаружены. Кроме того, для изучаемых проб зерна

(урожай 2023 года) на момент исследования была характерна свежесть, косвенно определяемая по титруемой кислотности согласно ГОСТ 10844–74: для зерна ржи – 4,0 град, для зерна пшеницы – 2,0 град.

Таблица 6.

Стандартные показатели качества зерна ржи и пшеницы

Table 6.

Standard indicators of rye and wheat grain quality

Показатель Indicator	ГОСТ GOST	Нормативное значение Normative value	Экспериментальное значение Experimental value
Натура, г/л Hectolitre weight, g/l	10840–2017	1 класс – не менее 700 (по ГОСТ 16990–2017 [17]) 1 st class – at least 700 (according to GOST 16990–2017 [17])	925 ± 1 (rye)
		1, 2 класс – не менее 750 (по ГОСТ 9353–2016 [18]) 1 st , 2 nd class – at least 750 (according to GOST 9353–2016 [18])	1003 ± 1 (wheat)
Стекловидность, % Glassiness, %	10987–76	1,2 класс – не менее 60 (по ГОСТ 9353–2016 [18]) 1 st , 2 nd class – at least 60 (according to GOST 9353–2016 [18])	64 ± 5 (wheat)
Масса 1000 зерен, г 1000 seeds weight, g	10842–89	От 20 до 60 г. From 20 to 60 g	35,0 ± 0,1 (wheat)
Влажность, % Moisture, %	13586.5–2015	1, 2, 3, 4 класс – не более 14,0 (по ГОСТ 16990–2017 [17]) 1 st , 2 nd , 3 rd , 4 th class – no more 14,0 (according to GOST 16990–2017 [17])	11,0 ± 0,1 (rye)
		1, 2, 3, 4, 5 класс – не более 14,0 (по ГОСТ 9353–2016 [18]) 1 st , 2 nd , 3 rd , 4 th , 5 th class – no more 14,0 (according to GOST 9353–2016 [18])	11,5 ± 0,1 (wheat)
Количество клейковины, % The amount of gluten, %	P 54478–2011	1 класс – не менее 32,0 (по ГОСТ 9353–2016 [18]) 1 st class – at least 32,0 (according to GOST 9353–2016 [18])	34,0 ± 0,1 (wheat)
Качество клейковины, ед. ИДК Gluten quality, units of IDK	P 54478–2011	1, 2 класс – не менее 43–77, I группа качества (по ГОСТ 9353–2016 [18]) 1 st , 2 nd class – at least 43–77, I quality group (according to GOST 9353–2016 [18])	55 ± 0,1 (wheat)
Число падения, с Falling number, s	27676–88	1 класс – более 200 (по ГОСТ 16990–2017 [17]) 1 st class – more then 200 (according to GOST 16990–2017 [17])	248 ± 1 (rye)
		1 класс – не менее 200 (по ГОСТ 9353–2016 [18]) 1 st class – at least 200 (according to GOST 9353–2016 [18])	346 ± 1 (wheat)

Стандартные показатели качества ржаной и пшеничной цельнозерновой муки приведены в таблице 7. Результаты свидетельствуют о высоком качестве проб цельнозерновой муки, получаемой при жерновом помоле из зерна ржи и пшеницы, за исключением числа падения, определяющего уровень автолитической активности муки. В данном случае речь идет

о пониженной автолитической активности изучаемых образцов муки.

Свежесть проб цельнозерновой муки, косвенно определяемая по титруемой кислотности согласно ГОСТ 27493–87, отвечала нормам: для ржаной муки – не более 4,4 ± 0,1 град, для пшеничной муки – не более 2,3 ± 0,1 град.

Таблица 7.

Стандартные показатели качества ржаной и пшеничной цельнозерновой муки

Table 7.

Standard quality indicators of rye and wheat whole grain flour

Показатель Indicator	ГОСТ GOST	Нормативное значение Normative value	Экспериментальное значение Experimental value
Влажность, % Moisture, %	9404–88	для обойной муки – не более 14,0 (по ГОСТ 7045–2017 [19]) for whole flour – no more than 14,0 (according to GOST 7045–2017 [19])	11,0 ± 0,1 (rye flour)
		для обойной муки – не более 15,0 (по ГОСТ 26574–2017 [20]) for whole flour – no more than 15,0 (according to GOST 26574–2017 [20])	12,0 ± 0,1 (wheat flour)
Количество клейковины, % Amount of gluten, %	27839–2013	для обойной муки – не менее 20,0 (по ГОСТ 26574–2017 [20]) for whole flour – at least 20,0 (according to GOST 26574–2017 [20])	28,8 ± 0,1 (wheat flour)
Качество клейковины, ед. ИДК Gluten quality, units of IDK	27839–2013	для обойной муки – не менее 45–95 (по ГОСТ 26574–2017 [20]) for whole flour – at least 45–95, (according to GOST 26574–2017 [20])	57,3 ± 0,1 (wheat flour)
Число падения, с Falling number, s	27676–88	для обойной муки – не менее 105 (по ГОСТ 2075–2017 [19]) for whole flour – at least 105 (according to GOST 2075–2017 [19])	258 ± 1 (rye flour)
		для обойной муки – не менее 160 (по ГОСТ 26574–2017 [20]) for whole flour – at least 160 (according to GOST 26574–2017 [20])	346 ± 1 (wheat flour)

В качестве закваски-стартера использовали ржаную закваску спонтанного брожения, сохраняемую до освеживания в охлажденном виде. Ввод закваски в производство осуществляли путем ее согревания и освеживания четыре раза подряд через каждые 5,5–6 ч при температуре 28–30 °С.

В предыдущем исследовании [14] изучали количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ),

КОЕ/г по ГОСТ 10444.15–94, бактерий группы кишечных палочек (колиформы) (БГКП) в 1 г продукта по ГОСТ 31747–2012, плесеней, дрожжей, КОЕ/г по ГОСТ 10444.12–2013, молочнокислых микроорганизмов по ГОСТ 10444.11–2013, *Staphylococcus aureus* в 1 г продукта по ГОСТ 31746–2012 в объектах исследования, указанных в таблице 8.

Таблица 8.

Результаты исследования микробиологических показателей сырья и закваски

Table 8.

The results of the study of microbiological parameters of raw materials and starter culture

Образец Sample	КМАФАнМ, КОЕ/г Mesophilic aerobic and facultative anaerobic microorganisms, CFU/g	БГКП (колиформы) в 1 г продукта Bacteria of the <i>E. coliform</i> group (coliforms) in 1 g of the product	Молочно- кислые микроорганизмы Lactic acid microorganisms	Плесени, КОЕ/г Mold, CFU/g	Дрожжи, КОЕ/г Yeast, CFU/g
Зерно ржи Rye grain	$4,8 \times 10^4$	–	$<1,0 \times 10$	$1,0 \times 10$	$4,6 \times 10$
Зерно пшеницы Wheat grain	$1,2 \times 10^3$	–	$1,0 \times 10^3$	$<1,0 \times 10$	$<1,0 \times 10$
Мука ржаная цельнозерновая Whole grain rye flour	$1,0 \times 10^4$	–	$9,0 \times 10^2$	$<1,0 \times 10$	$<1,0 \times 10$
Мука пшеничная цельнозерновая Whole grain wheat flour	$1,8 \times 10^3$	–	$3,0 \times 10^2$	$6,0 \times 10$	$<1,0 \times 10$
Стартер-закваска из ржаной муки Starter starter made of rye flour	$6,8 \times 10^5$	–	$3,8 \times 10^7$	$<1,0 \times 10$	$6,4 \times 10^8$
Стартер-закваска из пшеничной муки Starter starter made of wheat flour	$8,0 \times 10^5$	–	$4,6 \times 10^7$	$<1,0 \times 10$	$6,8 \times 10^8$

Посевы микрофлоры зерна, муки и закваски на плотные питательные среды показали различное в них содержание мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных, молочнокислых микроорганизмов, плесеней и дрожжей при отсутствии бактерий группы кишечной палочки (колиформы). Очевидно, что переработка зерна в цельнозерновую муку в целом приводит к снижению обсемененности сырья молочнокислыми микроорганизмами, плесенями и дрожжами за счет удаления загрязненных частиц оболочек, что уменьшает вероятность попадания в готовую продукцию микотоксинов и гликозидов.

Стартеры-закваски из цельнозерновой ржаной и пшеничной муки обладают высоким содержанием мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных, молочнокислых микроорганизмов и дрожжей с преимуществом последних без обнаружения бактерий группы кишечных палочек (колиформы), что позволяет их использовать в хлебопечении в качестве биологического разрыхлителя.

Результаты и обсуждение

Для проведения экспериментальных исследований процесса изготовления ржано-пшеничного и пшенично-ржаного хлеба из цельнозерновой муки, получаемой из зерна озимой ржи «Саратовская 7» и мягкой яровой пшеницы «Тулайковская 10», разрабатывали способы производства хлеба ржано-пшеничного простого и пшенично-ржаного простого по ГОСТ 2077–84.

В опытных условиях хлеб ржано-пшеничный простой и пшенично-ржаной простой изготавливали из муки цельнозерновой жернового помола ТМ «Хомяков-Хлеб» (г. Краснодар, Россия) при полной замене ею в рецептуре ржаной или пшеничной хлебопекарной обойной муки. Форма изделия прямоугольная, соответствующая хлебопекарной овальной форме Л11 по ГОСТ 17327–95, масса штучного изделия 0,4 кг. Рецептура изделий представлена в таблице 9.

Таблица 9.

Рецептура (на 100 кг муки) хлеба из ржаной и пшеничной обойной муки

Table 9.

Recipe (per 100 kg of flour) of rye and wheat dark flour bread

Сорт хлеба Sort of bread	ГОСТ GOST	Мука ржаная обойная Dark rye flour	Мука пшеничная обойная Dark wheat flour	Дрожжи прессованные хлебопекарные Pressed baking yeast	Соль поваренная пищевая Table salt
Хлеб ржано-пшеничный простой Rye-wheat plain bread	2077–84	60	40	0,05	1,5
Хлеб пшенично-ржаной простой Wheat-rye plain bread	2077–84	30	70	0,05	1,5

В общепринятой технологии хлеб ржано-пшеничный простой вырабатывают формовым и подовым, весовым и штучным из муки ржаной обойной и пшеничной обойной в соотношении 60 и 40, получаемых в готовой смеси или раздельно. Масса хлеба подового и формового весового не более 3,0 кг, подового и формового штучного – 0,75–1,45 кг. Подовый хлеб имеет круглую или продолговато-овальную форму.

Тесто можно готовить в две стадии на закваске густой, жидкой без заварки или с заваркой или на концентрированной молочнокислой закваске с добавлением при замесе

теста прессованных (0,7%) или жидких дрожжей (10–15% в пересчете на муку) [13].

В ходе исследований изучали схему культивирования жидкой ржаной закваски с заваркой и без, получаемой из закваски-стартера спонтанного брожения, по изменению ее биотехнологических свойств. Данные приведены в таблице 10. Физико-химические свойства заквасок оценивали общепринятыми методами технокимического контроля: влажность (в%) экспресс-методом на приборе Чиждовой, кислотность (в град) методом титрования, подъемную силу (в мин) методом всплывания шарика.

Таблица 10.

Показатели качества жидкой ржаной закваски, культивируемой из стартера-закваски спонтанного брожения

Table 10.

Quality indicators of liquid rye sourdough cultivated from starter of spontaneous fermentation

Продолжительность брожения, мин Duration of fermentation, min	Влажность, % Moisture, %	Кислотность, град Acidity, degree	Подъемная сила, мин Strength of the sourdough, min
Жидкая ржаная закваска с мучной заваркой Liquid rye sourdough with flour brew			
0*	70,9	12,9	34
свыше 120 above 120	72,0	8,2	50
свыше 180 above 180	72,1	9,5	36
свыше 240 above 240	72,3	10,9	28
свыше 300 above 300	72,4	11,7	27
свыше 360 above 360	72,4	12,6	30
свыше 400 above 400	72,5	13,2	33
Жидкая ржаная закваска без мучной заварки Liquid rye sourdough without flour brew			
0*	71,2	12,9	44
свыше 60 above 60	71,3	9,9	43
свыше 150 above 150	71,5	12,7	33
свыше 230 above 230	71,5	14,3	34
свыше 300 above 300	71,7	14,4	37
свыше 360 above 360	71,8	15,7	42

* образец жидкой закваски после последнего освежения за 300 мин до начала схемы культивирования |

* a sample of liquid starter culture after the last skinning 300 minutes before the start of the cultivation scheme

Проведение культивирования ржаной закваски из закваски-стартера спонтанного брожения по предложенной схеме позволяет получить бродильный полуфабрикат – жидкую закваску на мучной заварке с высокими биотехнологическими свойствами при продолжительности выбраживания свыше 360 мин, что соответствует нормам хлебопекарного производства. Жидкая закваска без мучной заварки созревает быстрее, поскольку для размножения бродильной микрофлоры расходуются собственные сахара муки, определяя продолжительность брожения закваски не более 240 мин.

В целях сокращения продолжительности схемы изготовления хлеба ржано-пшеничного простого процесс приготовления теста включал три стадии: разводочный цикл закваски, производственный цикл закваски, замес и брожение

хлебопекарного теста. Для выведения закваски по разводочному циклу использовали вариант III фазы разводочного цикла жидкой закваски без заварки согласно рекомендациям [13].

Рецептура III фазы разводочного цикла жидкой закваски без заварки (на 306 кг) следующая: закваска предыдущей фазы (стартер) – 153 кг, мука ржаная цельнозерновая – 50 кг, вода – 103 кг. Влажность в пределах 70–72%, температура начальная 28–30 °С, кислотность конечная 10–13 град, продолжительность брожения 180–240 мин. В производственном цикле жидкой закваски без заварки использовали рецептуру и режим приготовления полуфабриката согласно рекомендациям [13], что указано в таблице 11.

Таблица 11.

Режим приготовления теста для базовой рецептуры хлеба ржано-пшеничного простого на культивированной ржаной жидкой закваске

Table 11.

The dough preparation mode for the basic recipe of rye-wheat plain bread on cultured rye liquid sourdough

Наименование сырья, полуфабрикатов и показателей процесса Name of raw materials, semi-finished products and process indicators	Расход сырья и параметры процесса приготовления теста на жидкой закваске Raw material consumption and parameters of the dough preparation process on liquid sourdough	
	закваска sourdough	тесто dough
Жидкая закваска, кг Liquid sourdough, kg	38	76
Мука в закваске на тесто, кг Sourdough flour per dough, kg	–	25
Мука ржаная цельнозерновая, кг Whole grain rye flour, kg	12,5	35
Мука пшеничная цельнозерновая, кг Whole grain wheaten flour, kg	–	40
Соль поваренная пищевая, кг Table salt, kg	–	1,5
Вода питьевая, кг Drinking water, kg	25,5	по расчету by calculation
Влажность, % Moisture, %	69–75	50
Температура начальная, °C Initial temperature, °C	28–30	29–31
Продолжительность брожения, мин Duration of fermentation, min	180–240	60–90
Кислотность конечная, град Final acidity, deg	10–13	9–13

По органолептическим показателям опытные образцы хлеба ржано – пшеничного простого не отличались от характеристик стандартного образца. Сравнительная характеристика физико-химических показателей качества хлеба ржано-пшеничного простого, взятых из стандарта

и результатов опыта, приведена в таблице 12. Отметим, что значительное отличие в качественных характеристиках «пробы по стандарту» и пробы в опыте наблюдается в только показателе кислотности, не превышающем верхний предел по норме стандарта.

Таблица 12.

Сравнительная характеристика физико-химических показателей качества хлеба ржано-пшеничного простого, взятых из стандарта и результата опыта

Table 12.

Comparative characteristics of the physico-chemical quality indicators of rye-wheat bread, taken from the standard and the result of the experiment

Показатель Indicator	Стандартный образец Standard sample	Опытный образец The prototype
Влажность мякиша, %, не более Moisture content of the crumb, %, no more	49,0	47,7
Кислотность мякиша, град, не более Acidity of the crumb, deg, no more	11,0	8,0
Пористость, %, не менее Porosity, %, not less	50,0	50,0

Хлеб пшенично-ржаной простой в классической технологии вырабатывают формовым и подовым, весовым и штучным из муки пшеничной обойной и ржаной обойной в соотношении 70 и 30, получаемых в готовой смеси или раздельно. Масса хлеба подового и формового весового не более 2,0 кг, подового и формового штучного 0,75–1,45 кг. Подовый хлеб имеет круглую или продолговато-овальную форму с примерными размерами: длина 27–33 см, ширина 12–17 см.

Тесто для хлеба пшенично-ржаного простого готовят с применением заквасок густой, жидкой без заварки или с заваркой.

В данном исследовании процесс приготовления теста для хлеба пшенично-ржаного простого включал три стадии: разводочный цикл

закваски, производственный цикл закваски, замес и брожение хлебопекарного теста. Для выведения закваски по разводочному циклу использовали вариант III фазы разводочного цикла жидкой закваски без заварки согласно рекомендациям [13]. Рецепт III фазы разводочного цикла жидкой закваски без заварки (на 306 кг) следующая: закваска предыдущей фазы (стартер) – 153 кг, мука ржаная цельнозерновая – 50 кг, вода – 103 кг. Влажность в пределах 70–72%, температура начальная 28–30 °C, кислотность конечная 10–13 град, продолжительность брожения 150–240 мин. В производственном цикле жидкой закваски без заварки использовали рецептуру и режим приготовления полуфабриката согласно вышеуказанным рекомендациям [13], что указано в таблице 13.

Таблица 13.

Режим приготовления теста для базовой рецептуры хлеба пшенично-ржаного простого на культивированной ржаной жидкой закваске

Table 13.

The dough preparation mode for the basic recipe of wheat-rye plain bread on cultured rye liquid sourdough

Наименование сырья, полуфабрикатов и показателей процесса Name of raw materials, semi-finished products and process indicators	Расход сырья и параметры процесса приготовления теста на жидкой закваске Raw material consumption and parameters of the dough preparation process on liquid sourdough	
	закваска sourdough	тесто dough
Жидкая закваска, кг Liquid sourdough, kg	46	92
Мука в закваске на тесто, кг Sourdough flour per dough, kg	–	30
Мука ржаная цельнозерновая, кг Whole grain rye flour, kg	15	–
Мука пшеничная цельнозерновая, кг Whole grain wheaten flour, kg	–	70
Соль поваренная пищевая, кг Table salt, kg	–	1,5
Вода питьевая, кг Drinking water, kg	31	по расчету by calculation
Влажность, % Moisture, %	70–72	51
Температура начальная, °C Initial temperature, °C	28–30	29–31
Продолжительность брожения, мин Duration of fermentation, min	150–240	60–90
Кислотность конечная, град Final acidity, deg	10–13	8–12

По органолептическим показателям опытные образцы хлеба пшенично-ржаного простого не отличались от характеристик стандартного образца. Сравнительная характеристика физико-химических показателей качества хлеба пшенично-ржаного простого, взятых из стандарта и результатов опыта, приведена

в таблице 14. Как и для хлеба ржано-пшеничного простого, значительное отличие в качественных характеристиках «пробы по стандарту» и пробы в опыте наблюдается в только показателе кислотности, не превышающем верхний предел по норме стандарта.

Таблица 14.

Сравнительная характеристика физико-химических показателей качества хлеба пшенично-ржаного простого, взятых из стандарта и результата опыта

Table 14.

Comparative characteristics of the physico-chemical quality indicators of wheat-rye bread, taken from the standard and the result of the experiment

Показатель Indicator	Стандартный образец Standard sample	Опытный образец The prototype
Влажность мякиша, %, не более Moisture content of the crumb, %, no more	50,0	49,3
Кислотность мякиша, град, не более Acidity of the crumb, deg, no more	10,0	6,1
Пористость, %, не менее Porosity, %, not less	54,0	54,0

В качестве рекомендаций по улучшению качества хлеба ржано-пшеничного простого и пшенично-ржаного простого при выявлении его недостатков в опыте можно отметить влияние на аромат хлебобулочных изделий выбранного способа приготовления теста на заквасках. При этом, важнейшим фактором, имеющим значение для вкуса и аромата хлеба является кислотообразование. Во-первых, молочная кислота, образующаяся в результате заквашивания, препятствует развитию других видов брожения, продукты которых неприятны во вкусовом отношении. Во-вторых, сама образовавшаяся молочная кислота способствует усилению аромата хлеба с ржаной мукой. В-третьих, кислая среда создает благоприятные предпосылки для образования ароматообразующих веществ в процессе выпечки [12].

Закключение

Проведенные теоретические исследования посвящены изучению характерных особенностей теста, приготавливаемого из смеси ржаной

и пшеничной муки, состава микроорганизмов его бродильной микрофлоры и общепринятых способов приготовления, подбору рецептур и параметров производства полуфабрикатов и готовых изделий. Экспериментальные исследования процесса изготовления ржано-пшеничного и пшенично-ржаного хлеба из цельнозерновой муки позволили произвести культивирование жидкой закваски из закваски спонтанного брожения, разработать схему ее разводочного и производственного циклов, предложить технологические режимы приготовления хлеба ржано-пшеничного простого и пшенично-ржаного простого. В дальнейшем, целесообразно проведение теоретических и экспериментальных исследований с целью изучения процесса изготовления ржано-пшеничного и пшенично-ржаного хлеба при совершенствовании способов приготовления теста, в том числе при полной замене хлебопекарной ржаной и пшеничной обойной муки в рецептуре изделий цельнозерновой мукой, получаемой из зерна озимой ржи сорта «Саратовская 7» и яровой мягкой пшеницы сорта «Тулайковская 10».

Литература

- 1 Пат. № 2277438 С2, RU, В02С 9/04. Мука ржано-пшеничная хлебопекарная и ее способ производства Берестнев Е.В., Шнуровский Ю.А., Смирнов В.В., Соколова З.И. № 2004111322/13; Заявл.13.04.2004. Опубл. 10.06.2006. Бюл. № 16.
- 2 ГОСТ 2077–84 Хлеб ржаной, ржано-пшеничный и пшенично-ржаной. Технические условия. М.: Стандартиформ, 2006. С. 47–52.
- 3 ГОСТ 7045–2017 Мука ржаная хлебопекарная. Технические условия. М.: Стандартиформ, 2017. 12 с.
- 4 ГОСТ 9353–2016 Пшеница. Технические условия. М.: Стандартиформ, 2016. 15 с.
- 5 ГОСТ 12183–2018 Мука ржано-пшеничная и пшенично-ржаная обойная. Технические условия. М.: Стандартиформ, 2019. 14 с.
- 6 ГОСТ 16990–2017 Рожь. Технические условия. М.: Стандартиформ, 2017. 10 с.
- 7 ГОСТ 26574–2017 Мука пшеничная хлебопекарная. Технические условия. М.: Стандартиформ, 2017. 16 с.
- 8 Громцев С.А., Громцев А.С., Червяков О.М. Особенности производства ржано-пшеничного хлеба в полевых условиях // Процессы и аппараты пищевых производств. 2013. № 3. С. 14.
- 9 Дубцов Г.Г. Приготовление хлеба из пшеничной обойной муки и смеси ее с сортовой мукой. М.: ЦНИИТЭИ Минхлебопродукта СССР, 1987. 12 с.
- 10 Иванова Л.Ф., Щербатенко В.В. Авторское свидетельство SU 108444 А1 А21D 8/02 Способ приготовления ржаного, ржано-пшеничного и пшеничного хлеба из обойной муки. Заяв. № 560173 от 01.11.1956. Опубл. 01.01.1957. 1 с.
- 11 Инструкция по приготовлению хлеба в войсковых и гарнизонных хлебопекарнях из ржаной и пшеничной обойной муки с примесями ячменной, овсяной и кукурузной муки до 40%: [Утв. 10/XI-1946 г.] / Упр. продовольств. снабжения Гл. интендант. упр. Вооруж. Сил. М.: Центр. тип. им. Ворошилова, 1946. 8 с.
- 12 Козьмина Н.П. Биохимия хлебопечения. М.: Пищевая промышленность, 1978. 279 с.
- 13 Кузьмина Е., Петрова Е.В., Пучкова Л.И., Панкратов Г.Н. Влияние качества помольной смеси на хлебопекарные свойства ржано-пшеничной муки // Хлебопродукты, 1998. № 11. С. 21–23.
- 14 Пучкова Л.И. Лабораторный практикум по технологии хлебопекарного производства: учеб. пособ. для вузов. 4-е изд., пер. и доп. СПб: ГИОРД, 2004. 259 с.
- 15 Пучкова Л.И., Поландова Р.Д., Матвеева И.В. Технология хлеба. СПб.: ГИОРД, 2005. 559 с.
- 16 Роте М. Аромат хлеба. Пер. с нем. канд. техн. наук Н.Г. Еникеевой, Э.Я. Вейцель; под ред. д-ра техн. наук Л.Я. Ауэрмана. М.: Пищевая промышленность, 1978. 238 с.
- 17 Сборник технологических инструкций для производства хлеба и хлебобулочных изделий. М.: Прейскурантиздат, 1989. 494 с.
- 18 Чулина Е.П. Пути повышения качества ржано-пшеничного хлеба на основе исследований свойств смесей ржаной и пшеничной обойной муки: Автореферат дис., представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук / Моск. ордена Трудового Красного Знамени ин-т нар. хозяйства им. Г.В. Плеханова. М., 1963. 11 с.
- 19 Шмалько Н.А., Бочкова Л.К., Полякова В.В. Технологические аспекты формирования качества хлеба из муки проросшего зерна пшеницы // Инновации в индустрии питания и сервис: электронный сборник материалов V Международной научно-практической конференции. Краснодар: Изд. Кубанский государственный технологический университет, 2023. С. 459–464.
- 20 Шмалько Н.А., Кудрявцева Л.А. Торговые особенности и хлебопекарные свойства зерна озимой ржи «Саратовская 7» // Молодой ученый. 2024. № 18 (517). С. 46–49. URL: <https://moluch.ru/archive/517/113514/>

References

- 1 Berestnev E.V., Shnurovsky Yu. A., Smirnov V.V., Sokolova Z.I. Rye-wheat baking flour and its production method Patent RF, no. 2277438, 2016. (in Russian).
- 2 State Standart 2077–84 Rye bread, rye-and-wheat bread. Specifications // Bread. Technical specifications. M.: Standartinform, 2006. pp. 47–52. (in Russian).
- 3 State Standart 7045–2017 Rye baking flour. Specifications. Moscow: Standartinform, 2019. 12 p. (in Russian).
- 4 State Standart 9353–2016 Wheat. Specifications. Moscow: Standartinform, 2016, 2019. 15 p. (in Russian).
- 5 State Standart 12183–2018 Rye-wheat and wheat-rye whole bakery flour. Specifications. Moscow: Standartinform, 2019. 14 p. (in Russian).
- 6 State Standart 16990–2017 Rye. Specifications. Moscow: Standartinform, 2017, 2019. 10 p. (in Russian).
- 7 State Standart 26574–2017 Wheat bakery flour. Specifications. Moscow: Standartinform, 2017, 2018. 16 p. (in Russian).
- 8 Gromtsev S.A., Gromtsev A.S., Chervyakov O.M. Features of the production of rye-wheat bread in the field // Processes and apparatuses of food production, 2013. no. 3. pp. 14. (in Russian).
- 9 Dubtsov G.G. Preparation of bread from wheat whole flour and its mixture with varietal flour. Moscow: TSNIITEI Minkhleboprodukta USSR, 1987. 12 p. (in Russian).
- 10 Ivanova L.F., Shcherbatenko V.V. Copyright certificate SU 108444 А1 А21D 8/02 Method of preparation of rye, rye-wheat and wheat bread from whole flour. The application. No. 560173 dated 11/01/1956. Publ. 01.01.1957. 1 p. (in Russian).
- 11 Instructions for making bread in military and garrison bakeries from rye and wheat whole flour with admixtures of barley, oatmeal and corn flour up to 40%: [Approved 10/XI-1946] / Upr. foodstuffs. supply Chief Quartermaster. upr. Armed Forces. M.: Voroshilov Center. type., 1946. 8 p. (in Russian).
- 12 Kozmina N.P. Biochemistry of baking. M.: Food industry, 1978. 279 p. (in Russian).

- 13 Kuzmina E., Petrova E.V., Puchkova L.I., Pankratov G.N. The influence of the quality of the grinding mixture on the baking properties of rye-wheat flour // Bread products, 1998. no. 11. pp. 21–23. (in Russian).
- 14 Puchkova L.I. Laboratory workshop on bakery production technology: textbook. help. for universities. 4th ed., trans. and add. St. Petersburg: GIOR, 2004. 259 p. (in Russian).
- 15 Puchkova L.I., Polandova R.D., Matveeva I.V. Bread technology. SPb.: GIOR, 2005. 559 p. (in Russian).
- 16 Rote M. Flavor of bread. Translated from German by Candidate of Technical Sciences N.G. Enikeeva, E. Ya. Weitzel; edited by Dr. of Technical Sciences L. Ya. Auerman. M.: Food industry, 1978. 238 p. (in Russian).
- 17 Collection of technological instructions for the production of bread and bakery products. Moscow: Pricelist, 1989. 494 p. (in Russian).
- 18 Chulina E.P. Ways to improve the quality of rye-wheat bread based on studies of the properties of mixtures of rye and wheat whole flour: Abstract of the dissertation submitted for the degree of Candidate of technical Sciences / Moscow. The Order of the Red Banner of Labor in-t nar. farms named after G.V. Plekhanov. M., 1963. 11 p. (in Russian).
- 19 Shmal'ko N.A., Bochkova L.K., Polyakova V.V. Technological aspects of the formation of bread quality from flour of sprouted wheat grain // Innovations in the food industry and service: electronic collection of materials of the V International Scientific and practical Conference. Krasnodar: Ed. Kuban State Technological University, 2023. pp. 459–464. (in Russian).
- 20 Shmal'ko N.A., Kudryavtseva L.A. Varietal features and baking properties of winter rye grain "Saratovskaya 7" // Young Scientist. 2024. no. 18 (517). pp. 46–49. URL: <https://moluch.ru/archive/517/113514/>. (in Russian).

Сведения об авторах

Наталья А. Шмалько к.т.н., доцент, кафедра пищевой инженерии, Кубанский государственный технологический университет, ул. Московская, 2, г. Краснодар, 350072, Россия, kafedra-tith@ya.ru

<https://orcid.org/0000-0002-8939-0265>

Стелла В. Демченко к.т.н., доцент, кафедра биоорганической химии и технической микробиологии, Кубанский государственный технологический университет, ул. Московская, 2, г. Краснодар, 350072, Россия, stellid@ya.ru

Лидия А. Кудрявцева студент бакалавриата, кафедра пищевой инженерии, Кубанский государственный технологический университет, ул. Московская, 2, г. Краснодар, 350072, Россия, lida.kudryavtseva.02@mail.ru

Игорь А. Никитин д.т.н., доцент, зав. кафедрой, кафедра пищевых технологий и биоинженерии, Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова, Стремянный пер., 36, г. Москва, 115054, Россия, nikito.igor@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-8988-5911>

Елена Ю. Бобкова к.п.н., доцент, доцент, кафедра гуманитарных и социально-экономических дисциплин, Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского (ПКУ), ул. Земляной вал, 73, г. Москва, 109004, Россия, edu@vica3.ru

<https://orcid.org/0000-0002-8934-1842>

Наталья В. Батищева к.т.н., старший преподаватель, кафедра естественно-научных и технических дисциплин, Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского (ПКУ), ул. Земляной вал, 73, г. Москва, 109004, Россия, n.batischeva@inbox.ru

Вклад авторов

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about authors

Natalya A. Shmal'ko Cand. Sci. (Engin.), assistant professor, Department of Food Engineering, Kuban State Technological University, Moskovskaya St., 2, Krasnodar, 350072, Russia, kafedra-tith@ya.ru

<https://orcid.org/0000-0002-8939-0265>

Stella V. Demchenko Cand. Sci. (Engin.), assistant professor, Department of Bioorganic Chemistry and Technical Microbiology, Kuban State Technological University, Moskovskaya St., 2, Krasnodar, 350072, Russia, stellid@ya.ru

Lidiya A. Kudryavtseva undergraduate student, Department of Food Engineering, Kuban State Technological University, Moskovskaya St., 2, Krasnodar, 350072, Russia, lida.kudryavtseva.02@mail.ru

Igor A. Nikitin Dr. Sci. (Engin.), assistant professor, head of Department of Food Technology and Bioengineering, Plekhanov Russian University Of Economics, Stremyanny lane, 36, Moscow, 115054, Russia, nikito.igor@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-8988-5911>

Elena YU. Bobkova Cand. Sci. (Pedagogical), assistant professor, assistant professor, Department of Humanitarian and socio-economic disciplines, K.G. Razumovsky Moscow State University of technologies and management (The First Cossack University), Zemlyanoy Val, 73, Moscow, 109004, Russia, edu@vica3.ru

<https://orcid.org/0000-0002-8934-1842>

Natalia V. Batischeva Cand. Sci. (Engin.), senior lecturer, Department of Natural sciences and technical disciplines, K.G. Razumovsky Moscow State University of technologies and management (The First Cossack University), Zemlyanoy Val, 73, Moscow, 109004, Russia, n.batischeva@inbox.ru

Contribution

All authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 21/10/2024	После редакции 19/11/2024	Принята в печать 25/11/2024
Received 21/10/2024	Accepted in revised 19/11/2024	Accepted 25/11/2024