




## Анализ показателей качества цельнозернового хлеба на хмелевых заквасках




Екатерина И. Быковская	<sup>1</sup>	<a href="mailto:ekaterina.bykovskaya@inbox.ru">ekaterina.bykovskaya@inbox.ru</a>	 0000-0002-8629-7954
Анна Е. Ковалева	<sup>1</sup>	<a href="mailto:a.e.kovaleva@ya.ru">a.e.kovaleva@ya.ru</a>	 0000-0001-7807-1755
Эльвира А. Пьяникова	<sup>1</sup>	<a href="mailto:alia1969@ya.ru">alia1969@ya.ru</a>	 0000-0003-4424-7323
Ирина А. Говядова	<sup>1</sup>	<a href="mailto:tt-kstu@ya.ru">tt-kstu@ya.ru</a>	

<sup>1</sup> Юго-Западный государственный университет, ул. 50 лет Октября, 94, г. Курск, 305040, Россия

**Аннотация.** В исследовании представлен сравнительный анализ органолептических и физико-химических показателей пяти образцов цельнозернового хлеба, выработанных с применением различных заквасок на основе хмелевых шишек. Оценка качества проводилась по показателям: форма, поверхность, цвет, пропеченность, пористость, промес, вкус и запах, а затем все образцы сопоставлялись с показаниями ГОСТ и сравнивались друг с другом. По результатам анализа показателей качества выявлен рецептурный состав, который обладает наиболее перспективными химическими и физическими характеристиками. Все образцы цельнозернового хлеба с предлагаемыми заквасками по органолептическим показателям соответствовали контрольному образцу, выработанному по классической рецептуре и требованиям, указанным в ГОСТ. По физико-химическим показателям все исследуемые образцы также отвечали требованиям ГОСТ. Применение в рецептуре хлеба цельнозернового закваски на основе хмелевых шишек благоприятно сказывалось на органолептических показателях готового продукта. При этом изделия приобретали цвет от золотистого до темно-золотистого (более темный оттенок у образца №3 с добавлением корня солодки в закваску), имели приятные хлебный вкус и запах, свойственные данному наименованию изделий. При оценке пористости установлено, что во всех образцах, кроме образца №3, наблюдается более развитая структура, но показатель не выходит за пределы требований нормативных документов. В процессе хранения образцов цельнозернового хлеба по истечении 72 часов влажность мякиша уменьшилась у образца №1 на 1,5%, образца №2 – на 2,3%, образца №3 – на 3,1%, образца №4 – на 3,1%. По данному показателю образец №3 не соответствовал требованиям ГОСТ. Образцы хлеба цельнозернового №1, №2 и №4 по результатам проведенных исследований отвечают требованиям нормативной документации, но лучшим и рекомендуемым к внедрению является образец №1.

**Ключевые слова:** хлеб цельнозерновой, хмелевая закваска, органолептические показатели, физико-химические показатели, сроки годности.

## Analysis of the quality indicators of whole grain bread on hop ferments

Ekaterina I. Bykovskaya	<sup>1</sup>	<a href="mailto:ekaterina.bykovskaya@inbox.ru">ekaterina.bykovskaya@inbox.ru</a>	 0000-0002-8629-7954
Anna E. Kovaleva	<sup>1</sup>	<a href="mailto:a.e.kovaleva@ya.ru">a.e.kovaleva@ya.ru</a>	 0000-0001-7807-1755
Elvira A. Pyanikova	<sup>1</sup>	<a href="mailto:alia1969@ya.ru">alia1969@ya.ru</a>	 0000-0003-4424-7323
Irina A. Govyadova	<sup>1</sup>	<a href="mailto:tt-kstu@ya.ru">tt-kstu@ya.ru</a>	

<sup>1</sup> South-West State University, 50 years of October Av., 94, Kursk, 305040, Russia

**Abstract.** The study presents a comparative analysis of the organoleptic and physico-chemical parameters of five samples of whole-grain bread produced using various ferments based on hop cones. The quality assessment was carried out according to the following indicators: shape, surface, color, baking, porosity, promes, taste and smell, and then all samples were compared with the GOST readings and compared with each other. According to the results of the analysis of quality indicators, a prescription composition has been identified that has the most promising chemical and physical characteristics. All samples of whole-grain bread with the proposed ferments according to organoleptic parameters corresponded to the control sample developed according to the classical recipe and the requirements specified in GOST. According to physico-chemical parameters, all the studied samples also met the requirements of GOST. The use of whole-grain sourdough based on hop cones in the bread recipe had a positive effect on the organoleptic characteristics of the finished product. At the same time, the products acquired a color from golden to dark golden (a darker shade in sample No. 3 with the addition of licorice root to the starter), had a pleasant bread taste and smell characteristic of this product name. When assessing porosity, it was found that in all samples, except sample No. 3, a more developed structure is observed, but the indicator does not go beyond the requirements of regulatory documents. During the storage of whole grain bread samples after 72 hours, the moisture content of the crumb decreased in sample No. 1 by 1.5%, sample No. 2 – by 2.3%, sample No. 3 – by 3.1%, sample No. 4 – by 3.1%. According to this indicator, sample No. 3 did not meet the requirements of GOST. Samples of wholegrain bread No. 1, No. 2 and No. 4 according to the results of the conducted studies meet the requirements of regulatory documentation, but the best and recommended for implementation is sample No. 1.

**Keywords:** whole grain bread, hop starter culture, organoleptic indicators, physico-chemical indicators, shelf life.

### Введение

В течение нескольких тысяч лет хлеб был и остается одним из основных компонентов рациона человека, а пшеница, безусловно, является самым важным злаком в хлебопечении [1].

Двумя наиболее важными факторами успеха хлеба как основного продукта питания являются его простота в плане ингредиентов и приготовления, а также разнообразие злаков, которые можно использовать для его выпечки [2].

Для цитирования

Быковская Е.И., Ковалева А.Е., Пьяникова Э.А., Говядова И.А. Анализ показателей качества цельнозернового хлеба на хмелевых заквасках // Вестник ВГУИТ. 2023. Т. 85. № 1. С. 71–78. doi:10.20914/2310-1202-2023-1-71-78

For citation

Bykovskaya E.I., Kovaleva A.E., Pyanikova E.A., Govyadova I.A. Analysis of the quality indicators of whole grain bread on hop ferments. Vestnik VGUIT [Proceedings of VSUET]. 2023. vol. 85. no. 1. pp. 71–78. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2023-1-71-78

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

Качество продукции определяется безопасностью и потребительскими характеристиками.

Оценка качества продуктов питания потребителями в значительной степени зависит от их вкусовых свойств. Помимо пищевой ценности и происхождения продукты должны быть приятными при употреблении. Эта оценка зависит от внешнего вида, формы, текстуры, запаха и вкуса, то есть органолептических свойств [3–5]. Запах и вкус цельнозернового хлеба на закваске зависят от ферментирующей микрофлоры и сырья, используемого для производства [6].

Закваска используется для улучшения качественных показателей хлеба. Она представляет собой смесь из воды и зерновой муки и включает в себя сложную, неасептическую ферментационную экосистему, которую можно использовать в качестве добавки при выпечке хлеба. Закваска также оказывает решающее влияние на качество конечного продукта, включая антимикробное, питательное, функциональное действие [7].

Применение заквасок, приготовленных на натуральном растительном сырье, в технологии хлебопечения оказывает положительное воздействие на текстуру, вкусовые качества, аромат, сроки годности и пищевую ценность пшеничного и ржаного хлеба [8–10].

**Цель работы** – проанализировать показатели качества цельнозернового хлеба на хмелевых заквасках.

### Материалы и методы

Оценка качества образцов хлеба по органолептическим показателям проводится в соответствии с требованиями нормативных документов по следующим показателям: внешний вид, состояние мякиша, вкус и запах [11].

Внешний вид оценивают по форме, состоянию поверхности, цвету, состоянию и толщине корки. Отмечают симметричность и правильность формы хлеба. Формовые изделия должны соответствовать хлебной форме, без боковых выплывов. Подовые изделия должны иметь не расплывчатую форму: округлую, овальную или продолговато-овальную.

Изделия должны иметь гладкую поверхность, без крупных трещин и подрывов. Трещины – это разрывы, проходящие через верхнюю корку. Подрывом считается отрыв боковой корки от верхней у формового хлеба или по окружности – у подового.

Стандартом допускается цвет корки – от светло-коричневого до темно-коричневого. Цвет можно характеризовать как бледный, золотисто-желтый, светло-коричневый, темно-коричневый и коричневый.

Состояние мякиша оценивают по пропеченности, отсутствию признаков непромеса, цвету, эластичности и пористости.

Состояние мякиша по пропеченности характеризуют как «пропеченный, не липкий, не влажный на ощупь, эластичный», по отсутствию признаков непромеса характеризуют как «без комочков и следов непромеса».

Цвет мякиша определяют при дневном свете, отмечая равномерность окраски.

Структуру пористости оценивают по размеру, равномерности распределения и толщине стенок пор как «развитая без пустот и уплотнений». Эластичность определяют легким надавливанием пальцами на мякиш.

Вкус и запах хлеба определяют при дегустации, отмечают соответствие их данному наименованию, наличие или отсутствие посторонних привкуса и запаха.

Органолептическая оценка качества продукта может быть дифференцированной (по отдельным показателям качества) и комплексной, учитывающей значение всех показателей, характерных для данного продукта. При органолептическом анализе качества продукта используют систему предпочтительной оценки и систему балльной оценки.

Балльная система органолептического анализа позволяет количественно определить качество продукта. Для органолептической оценки была разработана шкала балльной оценки качества хлеба, в которой на каждый показатель отводилось максимальное количество баллов – 5, общая сумма баллов составляла 40 баллов. Шкала балльной оценки хлеба представлена в таблице 1.

К числу основных физико-химических показателей качества хлеба относят массовую долю влаги, кислотность и пористость мякиша.

От массовой доли влаги хлеба зависит его физиологическая ценность и технико-экономические показатели работы хлебопекарных предприятий. Чем выше массовая доля влаги мякиша хлеба, тем меньше в нем питательных веществ и ниже его энергетическая ценность.

Определение массовой доли влаги хлеба позволяет контролировать правильность ведения технологического процесса: точность дозирования сырья, муки, воды и других ингредиентов. Определение проводят по ГОСТ 21094–75 путем высушивания в сушильном шкафу при определенных условиях и выражают в процентах.

Кислотность готовых изделий определяют по ГОСТ 5670–96 титрованием фильтрата, полученного из крошки хлебных изделий.

Пористость готовых хлебобулочных изделий определяют по ГОСТ 5669–96 и указывают нижний предел пористости хлеба при помощи пробника Журавлева. Пористость характеризует усвояемость хлеба. Структура пористости определяется величиной пор, однородностью и толщиной стенок.

Таблица 1.

## Шкала балльной оценки качества хлеба

Table 1.

## Bread quality score scale

Показатели Indicators	Балльная шкала оценки Score scale of assessment			
	5	4	3	2
Форма Form	Округлая, овальная или продолговато-овальная, не расплывчатая, без притисков Rounded, oval or oblong-oval, not blurry, without prisms	Округлая, овальная или продолговато-овальная, не расплывчатая, с небольшими притисками Rounded, oval or oblong-oval, not blurry, with small prisms	Форма округлая, овальная или продолговато-овальная, слегка расплывчатая, с притисками   The shape is rounded, oval or oblong-oval, slightly blurry, with prisms	Не соответствует хлебной форме, расплывчатая, с опавшей корочкой Does not correspond to the bread form, vague, with a fallen crust
Поверхность Surface	Без крупных трещин и подрывов, с наколами или надрезами, или без; гладкая или шероховатая. Допускается: мучнистость для подового хлеба Without large cracks and explosions, with or without punctures or incisions; smooth or rough. Allowed: meakyness for hearth bread	Гладкая или шероховатая, с небольшими трещинами и подрывами, Допускается: мучнистость Smooth or rough, with small cracks and explosions, Allowed: meakyness	Шероховатая, без глянца поверхность, с трещинами и подрывами. Допускается мучнистость   The surface is rough, without gloss, with cracks and explosions. Meakyness is allowed	Опавшая корка. Шероховатая, без глянца поверхность с крупными трещинами и подрывами. Отслоение корки от мякиша   Fallen crust. Rough, glossless surface with large cracks and explosions. Peeling of the crust from the crumb
Цвет Colour	От светло-желтого до темно-коричневого   From light yellow to dark brown	От светло-коричневого до темно-коричневого From light brown to dark brown	От бледно-коричневого до темно-коричневого From pale brown to dark brown	Бледно-серый или коричнево-серый до черного   Pale grey or brownish grey to black
Пропеченность Baking	Пропеченный, не влажный на ощупь. Эластичный, после легкого надавливания пальцами мякиш должен принимать первоначальную форму   Baked, not moist to the touch. Elastic, after light pressure with fingers, the crumb should take its original shape	Не влажный на ощупь. После легкого надавливания пальцами мякиш медленно принимает первоначальную форму   Not wet to the touch. After light pressure with your fingers, the crumb slowly takes its original shape	Влажный на ощупь. После легкого надавливания пальцами мякиш не принимает первоначальную форму   Moist to the touch. After light pressure with your fingers, the crumb does not take its original shape	Не пропеченный, влажный на ощупь. Не эластичный, после легкого надавливания пальцами мякиш не принимает начальную форму   Unpeeled, moist to the touch. Not elastic, after light pressure with fingers, the crumb does not take its initial shape
Промес Promes	Без комочков и следов непромеса Without lumps and traces of non-kneading	Наблюдаются небольшие комочки, без следов непромеса Small lumps are observed, without traces of non-kneading	Наблюдаются небольшие комочки и следы непромеса   There are small lumps and traces of non-kneading	С комочками и плохо промешанное   With lumps and poorly mixed
Пористость Porosity	Развитая, без пустот и уплотнений Developed, without voids and seals	Не сильно развитая, без пустот, без уплотнений Not very developed, without voids, without seals	Плохо развитая, без пустот, с небольшими уплотнениями у корки Poorly developed, without voids, with small seals at the crust	Неразвитая, с пустотами или сильно уплотненная Undeveloped, with voids or heavily compacted
Вкус Taste	Свойственный данному виду изделия, без постороннего привкуса Characteristic of this type of product, without extraneous taste	Слабо выраженный вкус данного продукта, без постороннего привкуса   Weakly pronounced taste of this product, without extraneous taste	Плохо выраженный вкус данного продукта с вносимой добавкой, с посторонним привкусом   Poorly expressed taste of this product with an added additive, with an extraneous taste	Не свойственный данному виду изделий с ярко выраженным посторонним вкусом не свойственным дополнительно вводимому сырью   Not peculiar to this type of products with a pronounced extraneous taste not peculiar to the additionally introduced raw materials
Запах Smell	Свойственный данному виду изделия, без постороннего запаха Characteristic of this type of product, odorless	Слабо выраженный запах данного продукта, без постороннего запаха   Weakly pronounced smell of this product, without foreign smell	Плохо выраженный запах данного продукта, с посторонним запахом   Poorly expressed odor of this product, with an extraneous odor	Не свойственный данному виду изделий, с посторонним запахом, запахом затхлости и плесени Not peculiar to this type of products, with an extraneous odor, the smell of mustiness and mold

## Органолептические показатели образцов хлеба

Таблица 2.

Table 2.

## Organoleptic characteristics of bread samples

Показатели Indicators	Образцы   Samples				
	контрольный control	№1	№2	№3	№4
Форма Form	Овальная форма, без боковых выплывов, с отчетливой выпуклой коркой   Oval shape, without lateral bulges, with a distinct convex crust	Прямоугольная, правильная форма, хлебная корка отчетливо выпуклая, без боковых выплывов   Rectangular, regular shape, the bread crust is distinctly convex, without lateral bulges	Прямоугольная, правильная форма, корка хлеба выпуклая и без выплывов   Rectangular, regular shape, the crust of bread is convex and without bulges	Прямоугольная, правильная форма, отсутствуют боковые выплывы, корка хлеба умеренно выпуклая   Rectangular, regular shape, no side bulges, bread crust moderately convex	Овальной формы, с выпуклой верхней коркой, без боковых выплывов   Oval shape, with a convex upper crust, without lateral bulges
Поверхность Surface	Присутствуют небольшие трещины и рельефные следы на поверхности, без надрезов и наколов   There are small cracks and relief marks on the surface, without incisions and punctures	Имеются мелкие незначительные трещины на поверхности и продольный рельеф   There are small minor cracks on the surface and longitudinal relief	Присутствуют трещины, с продольным рельефом   There are cracks, with a longitudinal relief	По краю хлеба идет продольный рельеф, имеются трещины   There is a longitudinal relief along the edge of the bread, there are cracks	Трещины на поверхности хлебного изделия, по краю хлеба – круговой рельеф   Cracks on the surface of the bread product, a circular relief along the edge of the bread
Цвет Colour	Коричневый Brown	Золотистый Golden	Темно-золотистый Dark golden	Темно-золотистый Dark golden	Светло-коричневый Light brown
Пропеченность Baking	Пропечен, эластичный, мякиш не влажный на ощупь, после надавливания принимает изначальную форму   Baked, elastic, the crumb is not moist to the touch, after pressing it takes its original shape	Мякиш не влажный на ощупь, пропеченный, принимает первоначальную форму   The crumb is not moist to the touch, baked, takes its original shape	Мякиш не влажный на ощупь, после надавливания принимает первоначальную форму   The crumb is not wet to the touch, after pressing it takes its original shape	Не влажный на ощупь. После легкого надавливания пальцами мякиш медленно принимает первоначальную форму   Not wet to the touch. After light pressure with your fingers, the crumb slowly takes its original shape	Мякиш не влажный на ощупь, пропеченный, принимает первоначальную форму   The crumb is not moist to the touch, baked, takes its original shape
Промес Promes	Наблюдаются небольшие комочки, без следов непромеса   Small lumps are observed, without traces of non-kneading	Наблюдаются небольшие комочки, без следов непромеса   Small lumps are observed, without traces of non-kneading	Без комков и следов непромеса   Without lumps and traces of non-kneading	Наблюдаются небольшие комочки, без следов непромеса   Small lumps are observed, without traces of non-kneading	Без комков и следов непромеса   Without lumps and traces of non-kneading
Пористость Porosity	Развитая, без пустот и уплотнений   Developed, without voids and seals	Развитая, без пустот и уплотнений   Developed, without voids and seals	Развитая, без пустот и уплотнений   Developed, without voids and seals	Развитая, без пустот и уплотнений   Developed, without voids and seals	Развитая, без пустот и уплотнений   Developed, without voids and seals
Вкус Taste	Хлебный приятный вкус, кисло-сладкий привкус, без постороннего привкуса   Bread has a pleasant taste, sweet and sour taste, without foreign taste	Приятный вкус, без постороннего привкуса   Pleasant taste, without foreign taste	Соответствует хлебному изделию   Corresponds to a bread product	Вкус имеет легкий и приятный привкус ржаных отрубей   The taste has a light and pleasant taste of rye bran	Чувствуется вкус отрубей, вкус приятный и соответствует   The taste of bran is felt, the taste is pleasant and corresponds to
Запах Smell	Хлебный приятный запах, без постороннего запаха   Bread has a pleasant smell, without foreign smell	Запах имеет приятные хлебные ноты   The smell has pleasant bread notes	Присутствует приятный хлебный запах   There is a pleasant bread smell	Отсутствует посторонний запах, присутствует хлебный запах   There is no foreign smell, there is a bread smell	Запах соответствует хлебному изделию, пахнет приятно   The smell corresponds to the bread product, it smells nice

## Результаты и обсуждение

На основе разработанных рецептов заквасок были предложены рецептурные составы хлеба цельнозернового пшеничного [10]. Оценка показателей выпеченных образцов хлеба проводилась с использованием экспертного и органолептического методов. Экспертный метод основан на том, что каждый из 5 экспертов, участвующих в опросе, присваивает каждому из критериев определенный балл [12].

Органолептические показатели образцов хлеба представлены в таблице 2.

При сопоставлении органолептических показателей образцов установлено, что они полностью соответствуют требованиям нормативных документов. Среднее значение балльной оценки экспертов для разработанных образцов хлеба цельнозернового на заквасках представлено в таблице 3.

Таблица 3.

Оценка экспертов

Table 3.

Expert assessment

Показатели   Indicators	Балльная оценка экспертов   Expert score				
	контроль control	Образец № 1 Sample № 1	Образец № 2 Sample № 1	Образец № 3 Sample № 3	Образец № 4 Sample № 4
Форма   Form	4,6	5,0	5,0	5,0	5,0
Поверхность   Surface	4,8	5,0	4,8	4,6	4,6
Цвет   Colour	5,0	5,0	5,0	5,0	4,8
Пропеченность   Baking	4,8	5,0	4,8	4,8	5,0
Промес   Promes	4,8	4,8	5,0	4,8	5,0
Пористость   Porosity	4,8	4,8	4,8	5,0	4,8
Вкус   Taste	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Запах   Smell	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Итого   Total	38,8	39,6	39,4	39,0	39,0

В ходе проведенного исследования было выявлено, что лучшим оказался образец хлеба № 1, получивший 39,6 балла из 40 возможных. Максимальные оценки дегустаторы поставили данному образцу по показателям «форма», «поверхность», «цвет», «пропеченность», «вкус» и «запах». Цвет у изделия золотистый, форма прямоугольная без выплывов, поверхность без крупных трещин и надрывов, без надрезов и наколов. Мякиш пропеченный и эластичный, изделие имеет хлебный приятный вкус и запах, без посторонних запахов и привкусов.

У образца хлеба № 2 форма правильная, прямоугольная. Поверхность – слегка шероховатая. Цвет у изделия темно-золотистый. Мякиш пропеченный и эластичный, пористость однородная и равномерная. Следов непромеса не наблюдалось. Один дегустатор отметил, что у образца № 2 на поверхности присутствуют небольшие подрывы, за что и снизил ему балл. Запах и вкус приятные, хлебные.

У образца хлеба № 3 форма правильная, прямоугольная, без притисков. Поверхность – слегка шероховатая, немного выпуклая. Цвет

у изделия темно-золотистый. Мякиш пропеченный, пористость однородная. По показателю «поверхность» два дегустатора отметили присутствие трещин, по промесу один дегустатор обратил внимание на присутствие в мякише вкраплений в виде комочков. Запах и вкус у изделия приятные, хлебные.

У образца хлеба № 4 форма прямоугольная, правильная, с выпуклой верхней коркой. На поверхности присутствует незначительная шероховатость. Цвет – светло-коричневый. Мякиш пропеченный, не влажный на ощупь. Комочки и следы непромеса отсутствуют. Запах и вкус приятные, хлебные. По показателю «поверхность» два дегустатора отметили присутствие мучнистости, за что и снизили баллы. Один дегустатор отметил, что цвет у хлеба имеет сероватый оттенок, и оценил его в 4 балла. Вкус и запах приятные, соответствуют требованиям.

Разработанные образцы цельнозернового хлеба на заквасках были исследованы по физико-химическим показателям качества. Полученные результаты представлены в таблице 4.

Таблица 4.

Физико-химические показатели образцов хлеба

Table 4.

Physico-chemical parameters of bread samples

Показатель Indicator	ГОСТ 31807-2018 GOST 31807-2018	Образцы   Samples				
	пшенично-ржаной wheat-rye	контроль control	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
Влажность мякиша, %   Crumb moisture, %	19–50	50	46	42	42	46
Кислотность мякиша, °Т, <   Acidity of the crumb, °Т, <	11	3,6	3,6	3,2	3,2	3,8
Пористость мякиша, %, >   Porosity of the crumb, %, >	46	50	65	64	64	64

Из полученных в ходе исследований физико-химических показателей качества хлеба (влажность, кислотность и пористость) результатов видно, что у всех образцов показатели отличаются незначительно и варьируются в довольно узких пределах.

По показателю «кислотность» образцы хлеба цельнозернового также не превышают нормы и составляют для образцов № 1, № 2, № 3 и № 4 соответственно 3,6, 3,2, 3,2 и 3,8 град. У образца № 3 значение данного показателя немного выше, чем у трех других. Возможно, это связано с тем, что в нем содержится большее количество цельнозерновой пшеничной муки.

По показателю «пористость»: для образца № 1 этот показатель составил 65%, для образцов № 2, № 3 и № 4 – по 64%.

Также было проведено исследование разработанных образцов хлеба цельнозернового на заквасках на установление сроков годности. Для этого исследуемые образцы хлеба закладывались на хранение в закрытые емкости при комнатной температуре и режимах, соответствующих стандартным условиям хранения хлеба. По истечении выделенного времени проводили исследования физико-химических показателей: влажности, кислотности и пористости. Результаты проведенного исследования представлены в таблице 5.

Таблица 5.  
Характеристика физико-химических показателей цельнозернового хлеба в процессе хранения  
Table 5.

Characteristics of physico-chemical parameters of whole grain bread during storage

Показатель Indicator	ГОСТ 31807-2018 GOST 31807-2018 пшенично-ржаной wheat-rye	Образцы   Samples							
		4 часа хранения 4 hours of storage				72 часа хранения 72 hours of storage			
		1	2	3	4	1	2	3	4
Влажность мякиша, %   Crumb moisture, %	19–50	46	42	42	46	44,5	39,7	38,9	42,9
Кислотность мякиша, °T, <   Acidity of the crumb, °T, <	11	3,6	3,2	3,2	3,8	3,5	3,2	3,2	3,8
Пористость мякиша, %, >   Porosity of the crumb, %, >	46	65	64	64	64	64	63,6	63,5	63

В ходе проведенного исследования установлено, что конечные изменения показателей кислотности и пористости мякиша хлеба не имеют существенной разницы от начала данного исследования, в отличие от влажности мякиша, где произошло небольшое уменьшение данных изначально значений.

Влажность мякиша образца № 1 уменьшилась на 1,5%, образца № 2 – на 2,3%, образца № 3 – на 3,1%, образца № 4 – на 3,1% спустя 72 часа. Наиболее интенсивно процесс потери влаги протекает в первые 24 часа хранения. При этом значительных отличий в характере протекания рассматриваемого процесса отмечено не было.

Кислотность мякиша образца № 1 уменьшилась на 0,1°, у образцов № 2, № 3 и № 4 изменения показателей отсутствуют спустя 72 часа. Показатели данных образцов соответствуют нормам показателей ГОСТ спустя данный промежуток времени.

Пористость мякиша образца № 1 уменьшилась на 1%, образца № 2 – на 0,4%, образца № 3 – на 0,5%, образца № 4 – на 1% спустя 72 часа. Показатели данных образцов соответствуют нормам показателей ГОСТ спустя данный промежуток времени.

## Закключение

В ходе проведенных исследований были сделаны следующие выводы:

– применение хмелевой закваски (без добавления отвара корня солодки и неферментированного солода – образец № 1) в рецептуре хлеба благоприятно сказывается на органолептических показателях цельнозернового хлеба: изделие приобретает золотистый цвет, имеет правильную форму, приятные хлебный вкус и запах;

– использование хмелевой закваски (образец № 1) оказывает влияние на пористость цельнозернового хлеба (она становится более развитая), снижает кислотность и влажность мякиша в сравнении с контрольным образцом хлеба;

– применение обогащающих компонентов в заквасках для хлеба (хмеля, солода неферментированного и корня солодки) позволяет замедлить процесс потери влаги в процессе хранения и не оказывает влияние на другие физико-химические показатели хлеба;

– по результатам проведенных исследований разработанных образцов хлеба цельнозернового по органолептическим и физико-химическим показателям лучшим и рекомендуемым к внедрению является образец № 1.

## Литература

1. Ktenioudaki A., Alvarez-Jubete L., Gallagher E. A review of the process-induced changes in the phytochemical content of cereal grains: the breadmaking process // Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 2015. V. 55 (5). P. 611–619.
2. Carocho M., Morales P., Ciudad-Mulero M. et.al. Comparison of different bread types: Chemical and physical parameters // Food Chemistry. 2020. V.310. P. 125954. doi: 10.1016/j.foodchem.2019.125954

3. Clement H., Prost C., Rannou C., Chiron H. et.al. Can instrumental characterization help predicting sour taste perception of wheat sourdough bread? // Food Research International. 2020. V. 133. P. 109159. doi: 10.1016/j.foodres.2020.109159
4. Pontonio E., Rizzello C.G., Cagno Di R. et.al. How organic farming of wheat may affect the sourdough and the nutritional and technological features of leavened baked goods // International Journal of Food Microbiology. 2016. V. 239. P. 44–53. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2016.07.013
5. Калужских А.Г., Долгополова Н.В., Котельникова М.Н. Исследование возможности использования кориандра в технологии производства пшеничного хлеба // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. 2022. № 1. С. 30–37.
6. Corona O., Alfonzo A., Ventimiglia G. et.al. Industrial application of selected lactic acid bacteria isolated from local semolinas for typical sourdough bread production // Food Microbiology. 2016. V. 59. P. 43–56.
7. Jagelaviciute J., Cizeikiene D. The influence of non-traditional sourdough made with quinoa, hemp and chia flour on the characteristics of gluten-free maize/rice bread // LWT. 2021. V. 137. P. 110457. doi: 10.1016/j.lwt.2020.110457
8. Cai L.M., Choi I., Park C.S., Baik B.K. Bran hydration and physical treatments improve the bread-baking quality of whole grain wheat flour // Cereal Chem. 2015. V. 92. P. 557–564.
9. Ma F., Lee Y.Y., Parkd E. et.al. Influences of hydrothermal and pressure treatments of wheat bran on the quality and sensory attributes of whole wheat Chinese steamed bread and pancakes // J. of Cereal Science. 2021. V. 102. P. 103356.
10. Пьяникова Э.А., Ковалева А.Е., Быковская Е.И., Говядова И.А. и др. Разработка технологии цельнозернового хлеба с применением различных заквасок // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. 2022. № 4. С. 23–30.
11. Заикина М.А. Разработка и оценка качества нетрадиционного ржано-пшеничного заварного хлеба // Новые концептуальные подходы к решению глобальной проблемы обеспечения продовольственной безопасности в современных условиях: сборник статей VI Международной научно-практической конференции. Курск: Юго-Зап. гос. ун-т, 2019. С. 130–134.
12. Ковалева А.Е., Пьяникова Э.А. Оценка показателей качества хлеба пшеничного, обогащенного вторичным яблочным сырьем // Вестник ВГУИТ. 2020. Т. 82. № 1. С. 200–206.
13. Matos M.E., Rosell C.M. Quality indicators of rice-based gluten-free bread-like products: relationships between dough rheology and quality characteristics // Food and Bioprocess Technology. 2013. V. 6. P. 2331-2341. doi: 10.1007/s11947-012-0903-9
14. Dilmurodovich D.S., Shakirjanovich K.N. Analysis of yield and grain quality traits in the advanced yield trial of winter bread wheat // Euro-Asia Conferences. 2021. V. 1. №. 1. P. 550-555.
15. Morreale F., Garzón R., Rosell C.M. Understanding the role of hydrocolloids viscosity and hydration in developing gluten-free bread. A study with hydroxypropylmethylcellulose // Food hydrocolloids. 2018. V. 77. P. 629-635. doi: 10.1016/j.foodhyd.2017.11.004
16. Korus J. et al. The influence of acorn flour on rheological properties of gluten-free dough and physical characteristics of the bread // European Food Research and Technology. 2015. V. 240. P. 1135-1143. doi: 10.1007/s00217-015-2417-y
17. Licciardello F., Cipri L., Muratore G. Influence of packaging on the quality maintenance of industrial bread by comparative shelf life testing // Food Packaging and Shelf Life. 2014. V. 1. №. 1. P. 19-24. doi: 10.1016/j.fpsl.2013.10.001
18. Horstmann S.W., Foschia M., Arendt E.K. Correlation analysis of protein quality characteristics with gluten-free bread properties // Food & function. 2017. V. 8. №. 7. P. 2465-2474. doi: 10.1039/C7FO00415J
19. Aktaş M., Şevik S., Aktekel B. Development of heat pump and infrared-convective dryer and performance analysis for stale bread drying // Energy Conversion and Management. 2016. V. 113. P. 82-94. doi: 10.1016/j.enconman.2016.01.028
20. Ghendov-Mosan A., Cristea E., Patras A., Sturza R. et al. Potential application of Hippophae Rhamnoides in wheat bread production // Molecules. 2020. V. 25. №. 6. P. 1272. doi: 10.3390/molecules25061272

## References

1. Ktenioudaki A., Alvarez-Jubete L., Gallagher E. A review of the process-induced changes in the phytochemical content of cereal grains: the breadmaking process. Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 2015. vol. 55 (5). pp. 611–619.
2. Carocho M., Morales P., Ciudad-Mulero M. et.al. Comparison of different bread types: Chemical and physical parameters. Food Chemistry. 2020. vol. 310. pp. 125954. doi: 10.1016/j.foodchem.2019.125954
3. Clement H., Prost C., Rannou C., Chiron H. et.al. Can instrumental characterization help predicting sour taste perception of wheat sourdough bread? Food Research International. 2020. vol. 133. pp. 109159. doi: 10.1016/j.foodres.2020.109159
4. Pontonio E., Rizzello C.G., Cagno Di R. et.al. How organic farming of wheat may affect the sourdough and the nutritional and technological features of leavened baked goods // International Journal of Food Microbiology. 2016. vol. 239. pp. 44–53. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2016.07.013
5. Kaluzhskikh A.G., Dolgoplova N.V., Kotelnikova M.N. Investigation of the possibility of using coriander in wheat bread production technology. Technologies of the food and processing industry of the agroindustrial complex – healthy food products. 2022. no. 1. pp. 30-37. (in Russian).
6. Corona O., Alfonzo A., Ventimiglia G. et.al. Industrial application of selected lactic acid bacteria isolated from local semolinas for typical sourdough bread production. Food Microbiology. 2016. vol. 59. pp. 43–56.
7. Jagelaviciute J., Cizeikiene D. The influence of non-traditional sourdough made with quinoa, hemp and chia flour on the characteristics of gluten-free maize/rice bread. LWT. 2021. vol. 137. pp. 110457. doi: 10.1016/j.lwt.2020.110457
8. Cai L.M., Choi I., Park C.S., Baik B.K. Bran hydration and physical treatments improve the bread-baking quality of whole grain wheat flour. Cereal Chem. 2015. vol. 92. pp. 557–564.



9. Ma F., Lee Y.Y., Parkd E. et.al. Influences of hydrothermal and pressure treatments of wheat bran on the quality and sensory attributes of whole wheat Chinese steamed bread and pancakes. J. of Cereal Science. 2021. vol. 102. pp. 103356.
10. Pyanikova E.A., Kovaleva A.E., Bykovskaya E.I., Govyadova I.A. et al. Development of whole-grain bread technology with the use of various starter cultures. Technologies of the food and processing industry of the agroindustrial complex - healthy food products. 2022. no. 4. pp. 23-30. (in Russian).
11. Zaikina M.A. Development and evaluation of the quality of non-traditional rye-wheat custard bread. New conceptual approaches to solving the global problem of ensuring food security in modern conditions: collection of articles of the VI International Scientific and Practical Conference. Kursk, Yugo-Zapad. gos. un-t, 2019. pp. 130-134. (in Russian).
12. Kovaleva A.E., Pyanikova E.A. Evaluation of wheat bread quality indicators enriched with secondary apple raw materials. Bulletin of VSUIT. 2020. vol. 82. no. 1. pp. 200-206. (in Russian).
13. Matos M.E., Rosell C.M. Quality indicators of rice-based gluten-free bread-like products: relationships between dough rheology and quality characteristics. Food and Bioprocess Technology. 2013. vol. 6. pp. 2331-2341. doi: 10.1007/s11947-012-0903-9
14. Dilmurodovich D.S., Shakirjanovich K.N. Analysis of yield and grain quality traits in the advanced yield trial of winter bread wheat. Euro-Asia Conferences. 2021. vol. 1. no. 1. pp. 550-555.
15. Morreale F., Garzón R., Rosell C.M. Understanding the role of hydrocolloids viscosity and hydration in developing gluten-free bread. A study with hydroxypropylmethylcellulose. Food hydrocolloids. 2018. vol. 77. pp. 629-635. doi: 10.1016/j.foodhyd.2017.11.004
16. Korus J. et al. The influence of acorn flour on rheological properties of gluten-free dough and physical characteristics of the bread. European Food Research and Technology. 2015. vol. 240. pp. 1135-1143. doi: 10.1007/s00217-015-2417-y
17. Licciardello F., Cipri L., Muratore G. Influence of packaging on the quality maintenance of industrial bread by comparative shelf life testing. Food Packaging and Shelf Life. 2014. vol. 1. no. 1. pp. 19-24. doi: 10.1016/j.foodpsl.2013.10.001
18. Horstmann S.W., Foschia M., Arendt E.K. Correlation analysis of protein quality characteristics with gluten-free bread properties. Food & function. 2017. vol. 8. no. 7. pp. 2465-2474. doi: 10.1039/C7FO00415J
19. Aktaş M., Şevik S., Aktekel B. Development of heat pump and infrared-convective dryer and performance analysis for stale bread drying. Energy Conversion and Management. 2016. vol. 113. pp. 82-94. doi: 10.1016/j.enconman.2016.01.028
20. Ghendov-Mosanu A., Cristea E., Patras A., Sturza R. et al. Potential application of Hippophae Rhamnoides in wheat bread production. Molecules. 2020. vol. 25. no. 6. pp. 1272. doi: 10.3390/molecules25061272

#### Сведения об авторах

**Екатерина И. Быковская** магистр, кафедра товароведения, технологии и экспертизы товаров, Юго-Западный государственный университет, ул. 50 лет Октября, 94, г. Курск, 305040, Россия, [ekaterina.bykovskaya@inbox.ru](mailto:ekaterina.bykovskaya@inbox.ru)

<https://orcid.org/0000-0002-8629-7954>

**Анна Е. Ковалева** к.х.н., доцент, кафедра товароведения, технологии и экспертизы товаров, Юго-Западный государственный университет, ул. 50 лет Октября, 94, г. Курск, 305040, Россия, [a.e.kovaleva@ya.ru](mailto:a.e.kovaleva@ya.ru)

<https://orcid.org/0000-0001-7807-1755>

**Эльвира А. Пьяникова** к.т.н., доцент, кафедра товароведения, технологии и экспертизы товаров, Юго-Западный государственный университет, ул. 50 лет Октября, 94, г. Курск, 305040, Россия, [alia1969@ya.ru](mailto:alia1969@ya.ru)

<https://orcid.org/0000-0003-4424-7323>

**Ирина А. Говядова** магистр, кафедра товароведения, технологии и экспертизы товаров, Юго-Западный государственный университет, ул. 50 лет Октября, 94, г. Курск, 305040, Россия, [tt-kstu@ya.ru](mailto:tt-kstu@ya.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

**Ekaterina I. Bykovskaya** master student, commodity science, technology and examination of goods department, South-West State University, 50 years of October Av., 94, Kursk, 305040, Russia, [ekaterina.bykovskaya@inbox.ru](mailto:ekaterina.bykovskaya@inbox.ru)

<https://orcid.org/0000-0002-8629-7954>

**Anna E. Kovaleva** Cand. Sci. (Chem.), associate professor, commodity science, technology and examination of goods department, South-West State University, 50 years of October Av., 94, Kursk, 305040, Russia, [a.e.kovaleva@ya.ru](mailto:a.e.kovaleva@ya.ru)

<https://orcid.org/0000-0001-7807-1755>

**Elvira A. Pyanikova** Cand. Sci. (Engin.), assistant professor, commodity science, technology and examination of goods department, South-West State University, 50 years of October Av., 94, Kursk, 305040, Russia, [alia1969@ya.ru](mailto:alia1969@ya.ru)

<https://orcid.org/0000-0003-4424-7323>

**Irina A. Govyadova** master student, commodity science, technology and examination of goods department, South-West State University, 50 years of October Av., 94, Kursk, 305040, Russia, [tt-kstu@ya.ru](mailto:tt-kstu@ya.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 20/10/2020	После редакции 20/11/2020	Принята в печать 18/12/2020
Received 20/10/2020	Accepted in revised 20/11/2020	Accepted 18/12/2020