

УДК 552.163

Совершенствование рецептуры и технологии безглютенового хлеба на гречневой закваске

Е. Д. ИГОНИНА, канд. техн. наук А. В. ЧЕРНОВА *

Калининградский государственный технический университет

*E-mail: anastasia.chernova@klgtu.ru

В последние годы интерес к продуктам, не содержащим глютен, растет во всех развитых странах мира. Изначально интерес к безглютеновой продукции возник именно как к продуктам, которые помогают решить конкретную медицинскую проблему — непереносимость проламина (глутена), однако со временем безглютеновые продукты стали восприниматься как более полезные для здоровья и способствующие похудению. Исследование компании Mintel показало, что основная часть потребителей — это люди, более тщательно заботящиеся о своем здоровье. Однако важность поддержания правильного питания группой лиц, подверженных заболеванию целиакия, является основополагающим на протяжении всей их жизни. В статье представлены рецептуры хлеба, основой которых являются безглютеновые мучные смеси. Рекомендована рецептура, в состав которой входят мука из зеленой гречки, рисовая мука, картофельный крахмал, псиллиум, рисовая и гречневая закваски. Обосновано использование выбранного сырья с целью улучшения качества, как самого продукта, так и его влияния на здоровье потребителя. Изучена технология безглютенового хлеба на рисовой закваске. Результатом подбора рецептур, а также проведения исследования рекомендовано рецептурное соотношение компонентов для безглютенового хлеба на гречневой закваске: использование смеси овсяной и гречневой муки, воды и опары в соотношении 1,8:3:1, соответственно. Для устранения горечи образца хлеба в рецептуру рекомендуется вводить сахар в количестве 7,0±0,5 %. По результатам исследований показателей качества полученных образцов хлеба выбран режим ведения закваски при температуре 27±1 °С в течение 5,0±0,1 ч. Конечная кислотность закваски — 10,0±0,5 град. Разработаны режимы производства хлеба. Температура брожения теста должна составлять 27±1 °С, продолжительность брожения 5±0,5 ч. Режим выпечки: температура 180±5 °С, продолжительность 7±1 мин с паром, 25±3 мин без пара. Эти усовершенствования позволили устранить дефекты, связанные с неравномерной пористостью хлеба, отрывом корки и кислым привкусом и получить изделие с наиболее привлекательными для потребителя свойствами. Проведенные физико-химические исследования выпеченного хлеба по показателям влажности и кислотности подтвердили соответствие образцов ГОСТ Р 58233–2018.

Ключевые слова: мука овсяная, мука из зеленой гречки, безглютеновая мука, закваска, рецептура, хлеб на закваске, безглютеновые изделия.

Информация о статье:

Поступила в редакцию 27.06.2024, одобрена после рецензирования 22.09.2024, принята к печати 11.11.2024

DOI: 10.17586/1606-4313-2025-24-1-58-66

Язык статьи — русский

Для цитирования:

Игонина Е. Д., Чернова А. В. Совершенствование рецептуры и технологии безглютенового хлеба на гречневой закваске // Вестник Международной академии холода. 2025. № 1. С. 58–66. DOI: 10.17586/1606-4313-2025-24-1-58-66

Improving recipes for gluten-free bread on buckwheat sourdough

E. D. IGONINA, Ph. D. A. V. CHERNOVA *

Kaliningrad State Technical University

*E-mail: anastasia.chernova@klgtu.ru

In recent years, interest in gluten-free products has been growing in all developed countries. Initially, interest in gluten-free products arose from the products helping solve a specific medical problem — prolamins (gluten) intolerance, but over time, gluten-free products began to be perceived as healthier and weight-loss friendly. A study by Mintel showed that the majority of consumers are people who are more concerned about their health. However, the importance of maintaining proper nutrition for a group of people susceptible to celiac disease is fundamental throughout their lives. The article presents bread recipes based on gluten-free flour mixtures. The recommended recipe includes green buckwheat flour, rice flour, potato starch, psyllium, rice, and buckwheat sourdough. The use of the selected raw materials is justified in order to improve the quality of both the product itself and its impact on the health of the consumer. The technology of gluten-free bread on rice sourdough was studied. As a result of the research, the recipe ratio of components for gluten-free bread on buckwheat sourdough was recommended: using a mixture of oat and buckwheat flour, water and dough in a ratio of 1.8:3:1, respectively. To eliminate the bitterness of the bread sample, it is recommended to add sugar in the amount of 7,0±0,5 %. Based on the results of the quality indicators of

the obtained bread samples, the leavening mode was selected at a temperature of 27 °C for 5,0±0,1 hours. The final acidity of the leaven is 10±1 °C. Bread production modes were developed: the dough fermentation temperature is 27±1 °C, the fermentation duration is 5 hours. Baking mode: temperature 180±5 °C, duration 7±1 minutes with steam, and 25±3 minutes without steam. These improvements allowed to eliminate defects associated with uneven porosity of bread, crust separation and sour taste as well as to obtain a product with the most attractive properties for the consumer. The physicochemical studies of baked bread for moisture and acidity confirmed the compliance of the samples with GOST R 58233–2018.

Keywords: oat flour, green buckwheat flour, gluten-free flour, sourdough, recipe, sourdough bread, gluten-free products.

Article info:

Received 27/06/2024, approved after reviewing 22/09/2024, accepted 11/11/2024

DOI: 10.17586/1606-4313-2025-24-1-58-66

Article in Russian

For citation:

Igonina E. D., Chernova A. V. Improving recipes for gluten-free bread on buckwheat sourdough. *Journal of International Academy of Refrigeration*. 2025. No 1. p. 58-66. DOI: 10.17586/1606-4313-2025-24-1-58-66

Введение

Хлеб является постоянной частью рациона практически каждого человека. Актуальной является разработка рецептур хлеба, направленных на сохранение и укрепление здоровья населения.

На данный момент существует достаточно большой ассортимент безглютеновых мучных изделий, помимо этого, существуют также технологии безглютенового хлеба. Жарковой И. М. и соавторами была доказана возможность использования сухих заквасок *О-Тентик* и *О-Тентик Дурум* для безглютенового хлеба из амарантовой муки. При этом сократилась продолжительность технологического цикла на 30 мин и улучшается запах хлеба [1]. Хмелевская А. В. и соавторы использовали кукурузную муку и кукурузный крахмал, чтобы иметь возможность повлиять на процесс брожения в тесте [2]. Предложено использовать в безглютеновом хлебе пектин в количестве 0,5% к массе муки Айрумян В. Ю. в работе [3]. Кроме этого, Л. В. Зайцевой и соавторами запатентован способ производства безглютенового хлеба. Приготовление теста происходит из смеси муки чиа, рисовой и люпиновой муки в количестве 4–20% от массы бесклейковинного сырья, а также муки из гречихи, льна, сои, амаранта, проса, тапиоки, сорго, гороха, киноа [4]. Дубровской Н. О. и соавторами запатентован способ производства безглютенового хлеба, предусматривающий замес теста с использованием заквашенного безглютенового полуфабриката, приготовленного из рисовой и соевой муки в соотношении 2:1 [5, 6]. Также известен способ производства безглютенового хлеба с использованием бесклейковинной смеси рисовой муки, цитрусовых волокон и рябинового порошка, что приводит к увеличению водопоглотительной способности теста и положительно сказывается на формообразовании хлеба и на формировании выпуклой верхней корки [7, 8]. Заворожиной Н. В., Чугуновой О. В. были разработаны рецептуры хлеба на основе рисовой, кукурузной, нутовой, соевой, льняной, амарантовой муки [9].

Выпуск таких изделий имеет ряд ограничений, связанных с тем, что производства не располагают помещениями, в которых следы глютена полностью исключены. Примером российской компании, производящей безглютеновый хлеб на промышленном уровне, является ком-

пания Тенториум, выпекающая безглютеновый хлеб «Подсолнух».

Однако, согласно проведенному анализу рынка, потребителей не устраивают такие органолептические характеристики вырабатываемых изделий, как жесткая корка, излишняя плотность мякиша, крошливость, влажность, пустой вкус, избыточная калорийность и наличие большого количества пищевых добавок в составе. Было отмечено недостаточное поступление кальция, железа, белка, фолиевой кислоты, клетчатки у людей, длительно соблюдающих безглютеновую диету. Поэтому особую актуальность приобретает задача повышения пищевой ценности хлеба без глютена [10, 11].

Благодаря использованию заквасок можно добиться улучшений в органолептических характеристиках безглютенового хлеба, а также вкуса и запаха, так как в ходе брожения происходит накопление ароматических соединений [12]. По данным National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES), хлеб на заквасках легче переваривается, т. к. закваска способствует большей биодоступности пищевых веществ [13].

Так как происходит влияние разнообразных внутренних факторов и факторов внешней среды, при спонтанном брожении закваска не всегда получается с одинаковыми характеристиками качества. Поэтому приобретает актуальность разработка режимов выведения закваски для безглютенового хлеба.

Цель и задачи исследования

Целью работы является разработка рецептуры и технологии безглютенового хлеба на гречневой закваске, который будет иметь показатели качества, наиболее соответствующие потребительским ожиданиям.

Для реализации поставленной цели сформулированы следующие задачи исследования:

- проведение подбора рецептур безглютенового хлеба и отработка технологии приготовления хлеба по этим рецептурам;

- адаптирование выбранной рецептуры для производства безглютенового хлеба на гречневой закваске;

- подбор режимов ведения закваски и выпечки на основании результатов физико-химических и органолептических исследований показателей качества полученных образцов хлеба.

Материалы и методы исследования

Основное и дополнительное сырье, используемое в разработке технологии безглютенового хлеба, указано на рис. 1.

Основное сырье	Дополнительное сырье
☐ Мука из зеленой гречки (ГОСТ 31645-2012)	☐ Соль пищевая (ГОСТ Р 51574-2018)
☐ Картофельный крахмал (ГОСТ Р 53876-2010)	☐ Сахар (ГОСТ 33222-2015)
☐ Овсяная мука (ГОСТ 31645-2012)	☐ Растительное масло (ГОСТ 1129-2013)
☐ Вода питьевая (ГОСТ Р 51232-98)	
☐ Псиллиум (ГОСТ 34221-2017)	

Рис. 1. Основное и дополнительное сырье, используемое в исследовании

Fig. 1. Main and additional raw materials used in the research

Мука из зеленой гречки, а также овсяная мука выбраны с целью решения проблемы недостаточной пищевой ценности существующих промышленных рецептов безглютенового хлеба, которые основаны в большинстве своем на рисовой муке. Зеленая гречка содержит в большом количестве витамины группы В, витамин Е, РР, магний, калий, железо, марганец. Измельченная зеленая гречка богата клетчаткой, что составляет 50% суточной нормы [14].

В составе овсяной муки содержатся незаменимые для человеческого организма аминокислоты: тирозин и холин, а также кремний [15].

Псиллиум — это порошок, сделанный из отрубей, то есть шелухи семян, растения *Plantago ovata*. Он действует как связующее вещество и придает безглютеновому хлебному тесту эластичность, гибкость и растяжимость [16].

Крахмал позволяет получить воздушную, рыхлую и рассыпчатую массу [17].

Для исследования была использована технология жидкофазного культивирования гречневой закваски

с использованием рисового стартера, полученного из Научно-исследовательского института хлебопекарной промышленности. В качестве чистых культур для стартера использовалась смесь штаммов молочнокислых бактерий *L. plantarum*-63, *L. brevis*-5, *L. brevis*-78 в сочетании со штаммами дрожжей *Candida milleri* *S. cerevisiae*-69 на солодовом сусле. Технология состоит из следующих стадий: 1. активация стартера: время брожения — 5 ч, температура ферментации 28–30 °С, кислотность — 7–9 град; 2. смешивание: соотношение стартера, муки и воды 1:2:2. В последующие замешивания использовалась закваска, полученная путем освежения. На шестой день была получена гречневая закваска кислотностью 10±1 град.

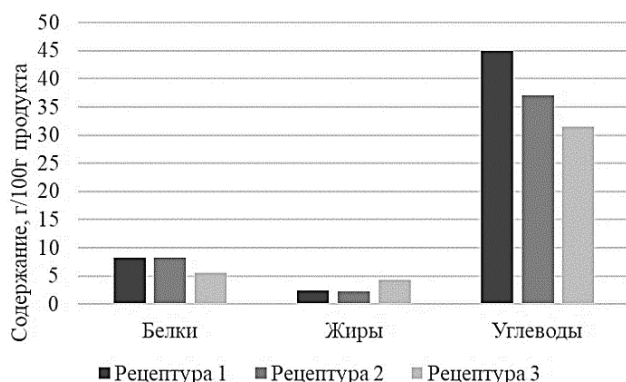
Органолептические показатели рисовой закваски (стартера) и гречневой закваски представлены в табл. 1.

Органолептические показатели хлеба — его форму, поверхность, цвет и состояние корок, состояние мякиша по пористости, эластичности, вкус и запах — определяли по ГОСТ 5667–65.

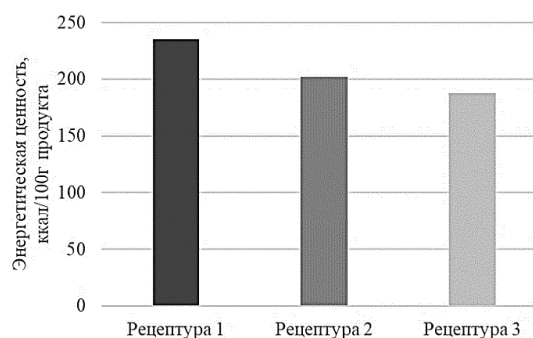
Физико-химические показатели безглютенового хлеба (влажность мякиша, кислотность) определяли через 18 ч после выпечки. Определение влажности мякиша проводили по ГОСТ 21094–75 путем высушивания измельченного мякиша в электросушильном шкафу и выражали в процентах. Кислотность готовых изделий определяли в соответствии с ГОСТ 5670–96 арбитражным методом: титровали раствором гидроксида натрия в присутствии фенолфталеина и выражали в градусах.

Результаты и их обсуждение

На первом этапе был проведен отбор подходящих рецептов для производства безглютенового хлеба. За основу взяты рецепты автора Мотиной А. Сначала все рецепты были отработаны на рисовой закваске, которая является в нашей работе контрольной. Выбор рецептов был сделан на основе следующих факторов — доступность сырья, продолжительность технологического процесса брожения и органолептические показатели готового хлеба (пористость и влажность мякиша, высота подъема, состояние корки). Помимо этого, рассчитывалась пищевая ценность хлеба, изготовленного по данным



а



б

Рис. 2. Оценка пищевой ценности выбранных рецептов хлеба:

а — содержание БЖУ, г/100 г продукта; б — энергетическая ценность, ккал/100 г продукта

Fig. 2. Assessment of the nutritional value for the selected bread recipes:

а — proteins, fats, carbohydrates content, g/100 g of product; б — energy value, kcal

Таблица 1
Органолептические показатели заквасок из рисовой муки и гречневой муки

Table 1
Organoleptic characteristics of sourdoughs made from rice flour and buckwheat flour

Характеристики	Рисовая закваска (стартер)	Гречневая закваска
Консистенция	Пористая, влажная, однородная	Пористая, густая, однородная
Запах	Кисломолочный	Кисловатый гречневый
Вкус	Кислый со сладкими нотками	Кислый с гречневым привкусом
Цвет	Молочно-белый с кремовым оттенком	Светло-коричневый с серым оттенком

рецептурам. Результаты расчета пищевой ценности и органолептической оценки представлены на рис. 2 и рис. 3.

Из представленных на рис. 2 данных видно, что наибольшая калорийность у хлеба, приготовленного по рецептуре 1. Кроме этого он обладает повышенным, по сравнению с хлебом, приготовленным по рецептуре 3, содержанием белка и небольшим содержанием жира, что благоприятно скажется на хранении. Большое количество липидов (из-за присутствия в составе льняной муки) может приводить к появлению вкуса окислившегося жира и горечи. Несмотря на то, что во второй и третьей рецептурах использовались такие виды муки, как мука из бурого риса, амарантовая, льняная и пшеничная мука, их содержание в рецептуре было мало, что не позволило достичь высокой калорийности.

Предпочтение в сторону первой рецептуры подтверждается и органолептической оценкой (рис. 3). Хотя влажность мякиша хлеба, произведенного по рецептурам 1 и 2, оказалась на одном уровне, тогда как по третьей рецептуре он на низком уровне, такой показатель, как высота подъема хлеба, изготовленного по второй рецеп-

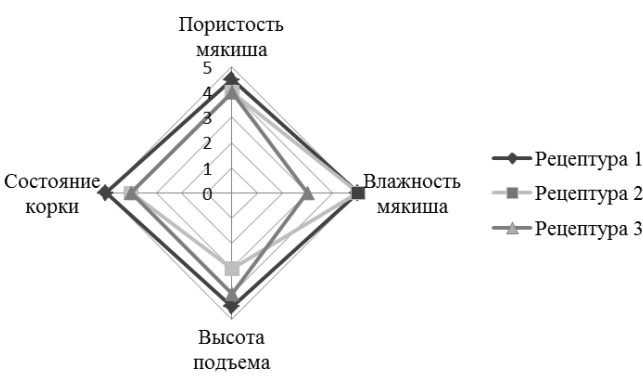


Рис. 3. Органолептическая оценка выбранных рецептур хлеба
Fig. 3. Organoleptic evaluation of the selected bread recipes

туре, оказался на два балла меньше, чем образца, выработанного по первой рецептуре.

Исходя из результатов предварительных исследований, можно сделать вывод, что предпочтительной рецептурой для разработки технологии безглютенового хлеба является рецептура 1 (табл. 2).

Как видно из табл. 2, рецептура включает в себя смесь двух видов муки — муки из зеленой гречки и овсяной муки, при которой изделия не имеют специфичного вкуса и обладают присущим традиционному хлебу показателями качества. Технологическая схема хлеба по рецептуре 1 представлена на рис. 4. Получившийся по данной рецептуре образец хлеба изображен на рис. 5. Как видно из рис. 5, хлеб получился хорошо пропеченным, с равномерной пористостью, с включением нескольких крупных пор, что является допустимым. Корка приятного цвета, тонкая, разломы отсутствуют.

Показатели качества выпеченного хлеба представлены в табл. 3.

Вторым этапом являлась отработка выбранной рецептуры на опытной закваске из зеленой гречки.

Таблица 2
Рецептура хлеба 1
Table 2
Bread recipe 1

Ингредиенты	Масса, г
Гречневая опара: рисовый стартер	35
мука из зеленой гречки	35
вода	35
Овсяная муки без глютена	100
Мука из зеленой гречки	65
Картофельный крахмал	100
Псиллиум	15
Вода	315
Растительное масло	15
Соль	5
Масса выпеченного изделия, г	605

Таблица 3
Показатели качества образца хлеба на рисовой закваске, приготовленного по рецептуре 1
Table 3
Quality indicators of sourdough bread made according to recipe 1

Наименование показателя	Характеристика показателя
Внешний вид	Соответствующая хлебной форме, в которой производилась выпечка с несколько выпуклой верхней коркой, без боковых выплывов; Без крупных трещин и подрывов, гладкая; Светло-коричневый
Состояние мякиша	Пропеченный, не влажный на ощупь, эластичный; Без комочков; Без больших пустот, достаточно развитая
Вкус	Слегка кисловатый
Запах	Без постороннего запаха, с кислинкой

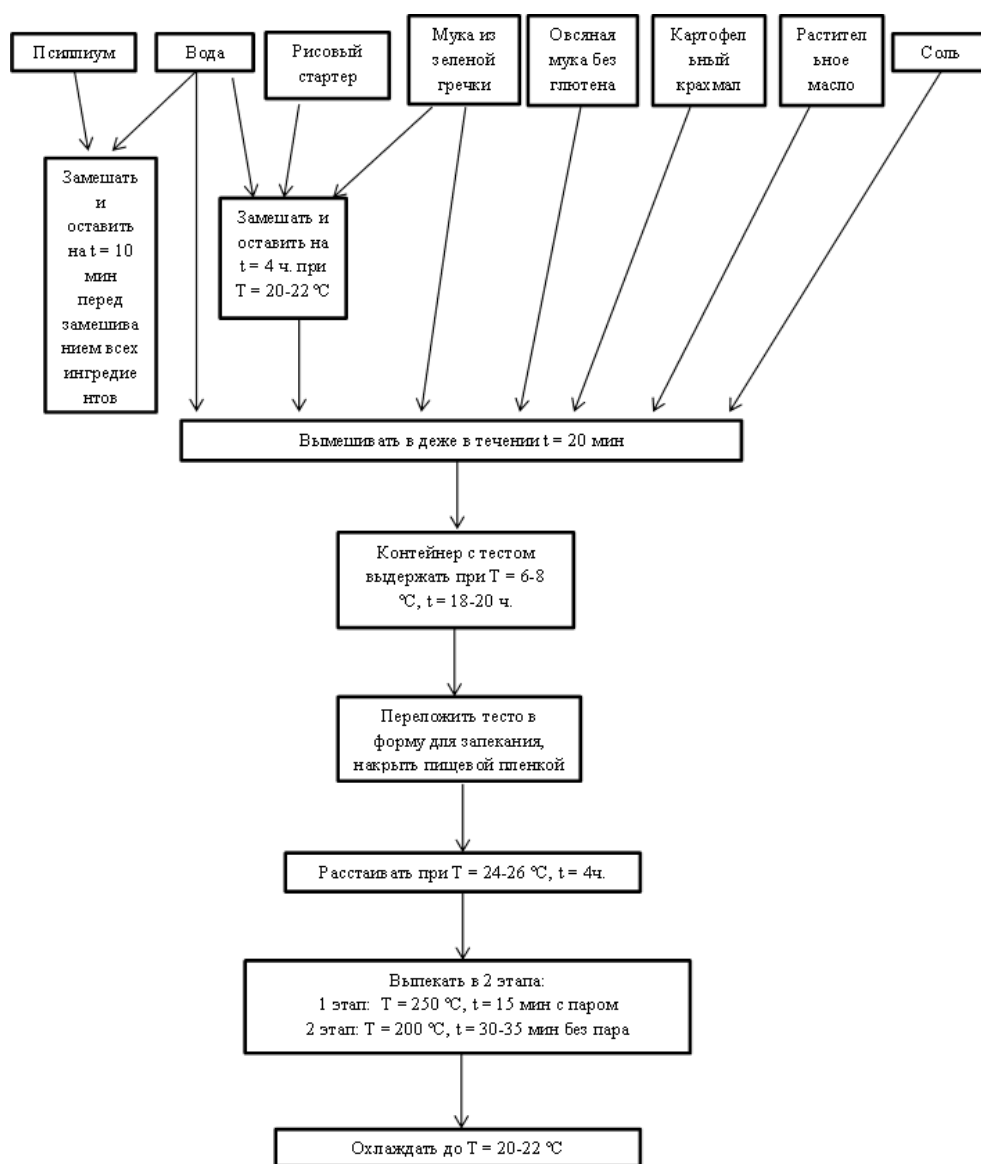


Рис. 4. Технологическая схема приготовления хлеба по рецептуре 1

Fig. 4. Technological diagram for bread making according to recipe 1



Рис. 5. Опытный образец хлеба на рисовой закваске, приготовленный по рецептуре 1

Fig. 5. Sourdough bread made according to recipe 1

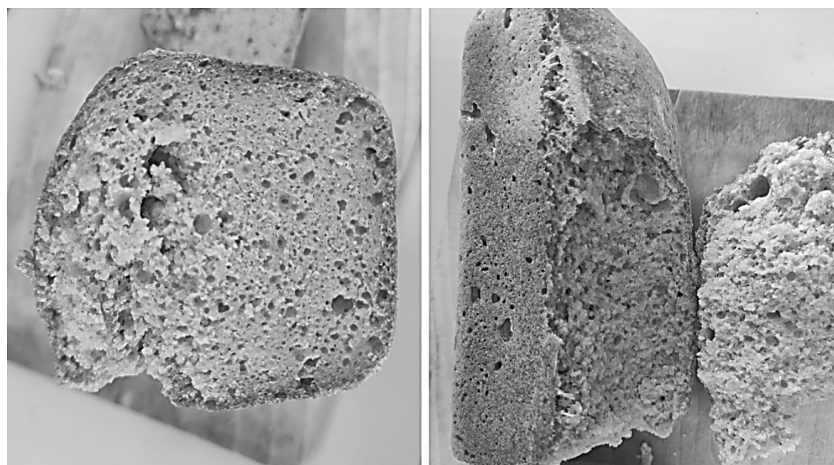


Рис. 6. Образец хлеба на гречневой закваске, выработанный по рецептуре 1

Fig. 6. Buckwheat sourdough bread made according to recipe 1

При замене в рецептуре рисовой закваски на гречневую получили образец хлеба, который не соответствовал показателям качества, выбранными в ходе исследования. Хлеб оказался влажным, с неравномерными порами, верхняя корка хлеба вздулась и легко отрывалась, наблюдались признаки недостаточного брожения (рис. 6). Массовая доля влаги составила $58,0 \pm 5,1\%$, кислотность $13,0 \pm 0,5$ град.

Гречневая мука не обладает такой повышенной способностью впитывать влагу, как рисовая, что послужило причиной повышения влажности мякиша. Неравномерность образования пор наблюдалась вследствие слабой бродильной активности. Возникла необходимость корректировки рецептуры и режимов брожения и выпечки.

Поэтому на следующем этапе исследований опытным путем разработаны следующие усовершенствования рецептуры: снижено количество добавляемой воды на $17,5 \pm 0,5\%$, увеличено количество добавляемой муки: овсяной — на $15 \pm 0,5\%$, гречневой — на $31,5 \pm 0,5\%$.

Разработаны режимы активации стартера: время брожения — $4 \pm 0,1$ ч, температура ферментации 27 ± 1 °C.

Однако при данных режимах у полученных образцов хлеба наблюдалось сильное вздутие и разрывы верхней корки, мякиш был мелкопористым и влажным (рис. 7). Также присутствовал сильный кислый привкус, что говорит о нерациональном режиме брожения с преобладанием молочнокислого брожения. Массовая доля влаги образцов составила $53,0 \pm 5,1\%$, кислотность $11,5 \pm 0,5$ град.

Выпекание хлеба при высокой температуре может привести к образованию подгорелой корки, а резкое снижение температуры — непропеченности мякиша, из-за чего он становится липким. Также к липкости мякиша могло привести недостаточное время брожения теста, что не позволило образоваться необходимому количеству углекислого газа.

Поэтому на основании ряда экспериментов было решено снизить температуру выпечки до 180 ± 5 °C и увеличить время расстойки теста с $4 \pm 0,1$ ч до $5 \pm 0,1$ ч.

На рис. 8 видно, что вздутие верхней корки уменьшилось, пористость стала неравномерной. Данный дефект, вероятно, связан с нерациональными режимами расстойки теста. Массовая доля влаги в образце составила $42,5 \pm 5,1\%$, кислотность $8,0 \pm 0,5$ град.

Для устранения данного дефекта температуру расстойки приняли равной 27 ± 1 °C, так как при температуре ниже 25 °C газообразование в тесте ослаблено. Кроме того, уменьшили время выпечки.

Усовершенствованный режим выпечки: температура 180 ± 5 °C, продолжительность 7 ± 1 мин с паром, 25 ± 3 мин без пара.

Так как во вкусе хлеба оставалась горечь, принято решение добавить сахар, количество которого на основании данных эксперимента должно составлять $7 \pm 0,5\%$ от массы мучной смеси. Это позволило снизить горечь во вкусе и активизировать молочнокислые бактерии и дрожжи во время расстойки. Также в окончательной рецептуре снижено количество закладываемой овсяной муки на $4 \pm 0,5\%$, гречневой муки на $11 \pm 0,5\%$.

После корректирования технологических параметров и рецептуры, был получен образец хлеба (рис. 9), соответствующий показателям, которые наиболее предпоч-

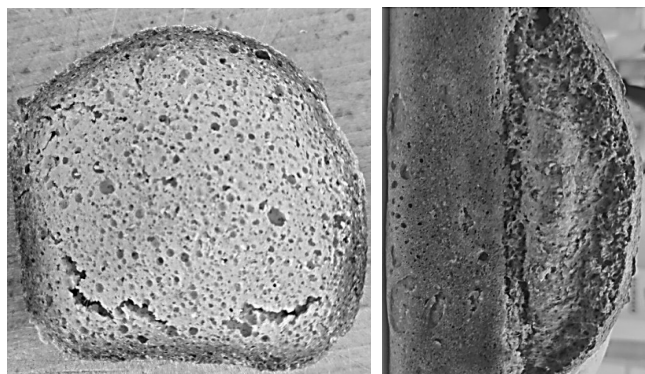


Рис. 7. Образец хлеба на гречневой закваске, приготовленного по скорректированному рецепту

Fig. 7. Buckwheat sourdough bread made according to an adjusted recipe

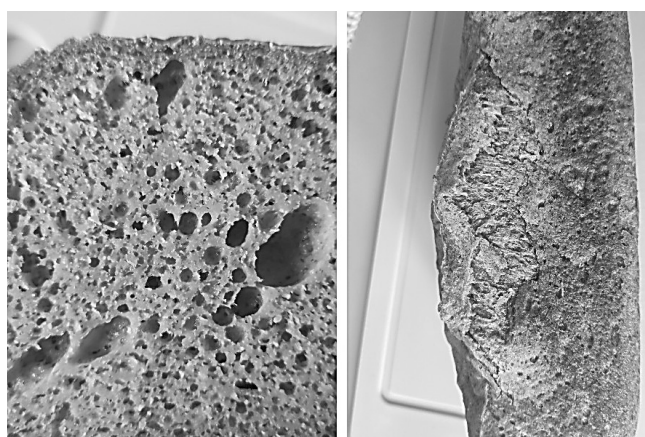


Рис. 8. Образец хлеба на гречневой закваске, выработанный с учетом измененных режимов выпечки и расстойки

Fig. 8. Buckwheat sourdough bread made taking into account modified baking and proofing modes

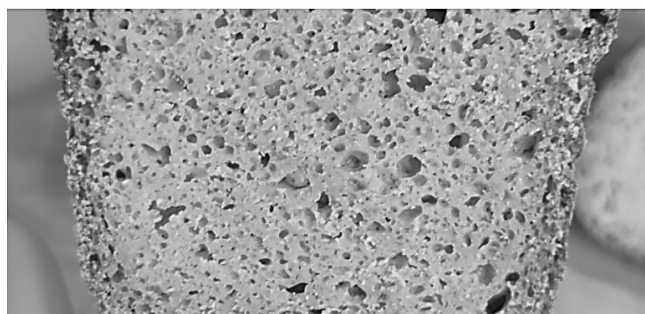
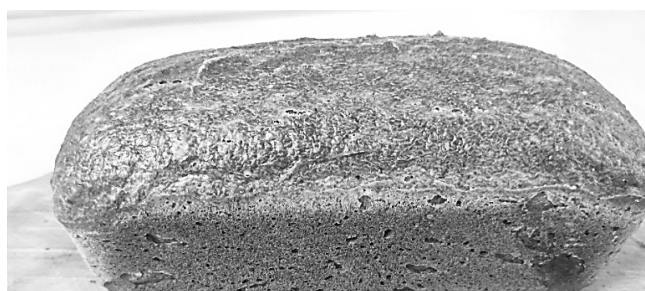


Рис. 9. Образец хлеба на гречневой закваске, выработанный по усовершенствованной рецептуре и технологии

Fig. 9. Buckwheat sourdough bread made using an improved recipe and technology

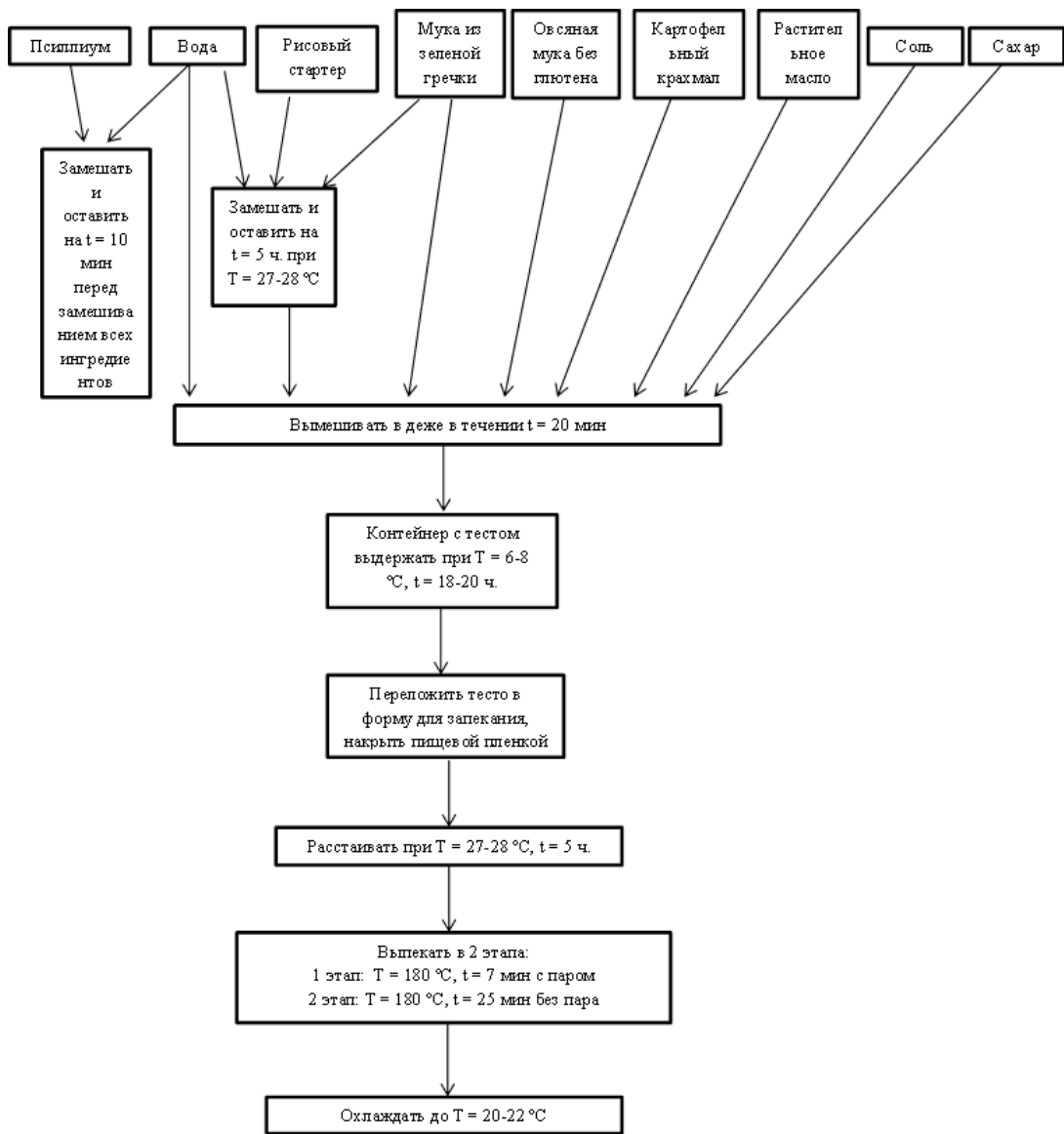


Рис. 10. Технологическая схема приготовления хлеба на гречневой закваске

Fig. 10. Technological diagram for making bread with buckwheat sourdough

Усовершенствованная рецептура хлеба на гречневой закваске

Improved recipe for bread with buckwheat sourdough

Ингредиенты	Масса, г
Гречневая опара:	
рисовый стартер	35
мука из зеленой гречки	35
вода	35
Овсяная муки без глютена	110
Мука из зеленой гречки	80
Картофельный крахмал	100
Псиллиум	15
Вода	315
Растительное масло	15
Соль	5
Сахар	15
Масса выпеченного изделия, г	606

тительны для потребителя (имел золотистый цвет корки без разрывов, равномерную пористость, отсутствовала горечь и излишняя кислота во вкусе). Массовая доля влаги в образце была равна $39,1\pm5,1\%$, кислотность $8,5\pm0,5$ град.

Таким образом, в ходе исследования были изменены параметры ведения закваски, количество закладываемых в рецептуру ингредиентов, температура выпекания хлеба. Окончательная усовершенствованная технологическая схема хлеба на гречневой закваске представлена на рис. 10.

Количество закладываемых ингредиентов указано в табл. 4.

Выводы

Таким образом, в результате подбора рецептур и проведенного исследования было рекомендовано следующее рецептурное соотношение компонентов для безглютенового хлеба на гречневой закваске: использование смеси овсяной и гречневой муки, воды и опары в соотношении 1,8:3:1, соответственно. Для устранения горечи образца

хлеба в рецептуру рекомендуется вводить сахар в количестве $7,0 \pm 0,5\%$.

По результатам исследований показателей качества полученных образцов хлеба выбран режим ведения закваски при температуре 27 ± 1 °С в течение $5,0 \pm 0,1$ ч. Конечная кислотность закваски — $10,0 \pm 0,5$ град.

Усовершенствованы технологические режимы. Температура брожения теста рекомендована в пределах 27 ± 1

°С, продолжительность брожения $5 \pm 0,5$ часов. Режим выпечки: температура 180 ± 5 °С, продолжительность 7 ± 1 мин с паром, 25 ± 3 мин без пара.

Эти усовершенствования позволили устранить дефекты, связанные с неравномерной пористостью хлеба, отрывом корки и кислым привкусом и получить изделие с наиболее привлекательными для потребителя свойствами.

Литература

1. Жаркова И. М., Сафонова Ю. А. Обоснование рациональной дозировки закваски «Эвиталия» для безглютенового хлеба из амарантовой муки // Вестник ВГУИТ. 2021. Т. 83. № 3. С. 174–181. doi:10.20914/2310-1202-2021-3-174-181
2. Бурнацева А. А., Хмелевская А. В. Технологические характеристики безглютеновых видов сырья из зерна белой кукурузы // Актуальные проблемы биологии и экологии: материалы международной научно-практической конференции. 2018. С. 131–136.
3. Айрумян В. Ю., Сокол Н. В. Использование безглютеновых видов муки в производстве мучных изделий // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: сборник тезисов по материалам Всероссийской (национальной) конференции. Краснодар. 2019. С. 217–218.
4. Патент No 2693092, RU, A21D 13/04, 13/066, 8/02. Способ производства безглютенового хлеба / Зайцева Л. В., Юдина Т. А., Рубан Н. В., Юдин А. Ю., Спирыгов А. Н. No 2019108197; Заявл. 21.03.2019; Оpubл. 01.07.2019, Бюл. No 19.
5. Патент No 2573327, RU, A21D 8/02, 2/36, 13/04. Способ производства безглютенового хлеба с использованием бесклейковинной смеси / Дубровская Н. О., Кузнецова Л. И., Парахина О. И., Савкина О. А. No 2014138401/13; Заявл. 24.09.2014; Оpubл. 20.01.2016, Бюл. No 2.
6. Патент No 2662775, RU, A21D 13/04. Способ производства безглютенового хлеба с использованием заквашенного полуфабриката / Дубровская Н. О., Савкина О. А., Кузнецова Л. И., Парахина О. А. No 2016150133; Заявл. 20.12.2016; Оpubл. 30.07.2018, Бюл. No 22.
7. Орлова Т. В., Кудинов П. И. Работа рецептуры и технологии производства хлеба на основе безглютеновых мучных смесей // Ползуновский вестник. 2020. № 2. С. 50–57. DOI: 10.25712/ASTU. 2072–8921.2020.02.010
8. Попов В. Г., Хайруллина Н. Г., Садыкова Х. Н. Тенденции использования безглютеновых видов муки в производстве продукции функционального назначения // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2021. № 83. Т. 1. С. 121–128. DOI: 10.20914/2310-1202-2021-1-121-128
9. Заворохина Н. В., Чугунова О. В. Проблема целиакии в Российской Федерации и моделирование рецептов безглютеновых видов хлеба // Современные технологии. 2016. No 1 (52). С. 47–53.
10. Бавыкина И. А., Логвинова И. И. Влияние длительной безглютеновой диеты на физическое развитие детей // Материалы XXIII съезда Физиологического общества им. И. П. Павлова с международным участием. Воронеж. 2017. С. 2569–2571.
11. Губская Е. Ю. Нарушение безглютеновой диеты и внешнесекреторная недостаточность поджелудочной железы как

References

1. Zharkova I. M., Safonova Yu. A. 2021. Justification for the rational dosage of the «Evitalia» starter for gluten-free bread made from amaranth flour. *Vestnik VGUIT*. T. 83. No. 3. pp. 174–181. doi:10.20914/2310-1202-2021-3-174-181. (in Russian)
2. Burnatseva A. A., Khmelevskaya A. V. 2018. Technological characteristics of gluten-free types of raw materials from white corn grain. Current problems of biology and ecology: materials of the international scientific and practical conference. pp. 131–136. (in Russian)
3. Ayrumyan V. Yu., Sokol N. V. 2019. The use of gluten-free flours in the production of flour products. Scientific support of the agro-industrial complex: a collection of abstracts based on the materials of the All-Russian (national) conference. Krasnodar., pp. 217–218. (in Russian)
4. Pat. No. 2693092, RU, A21D 13/04, 13/066, 8/02. Method for producing gluten-free bread / Zaitseva L. V., Yudina T. A., Ruban N. V., Yudin A. Yu., Spiryugov A. N. No. 2019108197; Application 03/21/2019; Publ. 07/01/2019, Bulletin. No. 19. (in Russian)
5. Pat. No. 2573327, RU, A21D 8/02, 2/36, 13/04. Method for producing gluten-free bread using a gluten-free mixture / Dubrovskaya N. O., Kuznetsova L. I., Parakhina O. I., Savkina O. A. No. 2014138401/13; Application 09/24/2014; Publ. 01/20/2016, Bulletin. No 2. (in Russian)
6. Pat. No. 2662775, RU, A21D 13/04. Method for producing gluten-free bread using fermented semi-finished product / Dubrovskaya N. O., Savkina O. A., Kuznetsova L. I., Parakhina O. A. No. 2016150133; Application 12/20/2016; Publ. 07/30/2018, Bulletin. No. 22. (in Russian)
7. Orlova T. V., Kudinov P. I. 2020. Development of recipes and technology for the production of bread based on gluten-free flour mixtures. *Polzunovsky Bulletin*. No. 2. pp. 50–57. DOI: 10.25712/ASTU. 2072–8921.2020.02.010. (in Russian)
8. Popov V. G., Khairullina N. G., Sadykova Kh. N. 2021. Trends in the use of gluten-free flours in the production of functional products. *Bulletin of the Voronezh State University of Engineering Technologies*. No. 83. T. 1. pp. 121–128. DOI: 10.20914/2310-1202-2021-1-121-128. (in Russian)
9. Zavorokhina N. V., Chugunova O. V. 2016. The problem of celiac disease in the Russian Federation and modeling of recipes for gluten-free breads. *Modern technologies*. No. 1 (52). pp. 47–53. (in Russian)
10. Bavykina I. A., Logvinova I. I. 2017. The influence of a long-term gluten-free diet on the physical development of children. Materials of the XXIII Congress of the Physiological Society named after. I. P. Pavlova with international participation. Voronezh, pp. 2569–2571. (in Russian)
11. Gubskaya E. Yu. 2008. Violation of the gluten-free diet and exocrine pancreatic insufficiency as two main reasons for

- две основные причины неудовлетворительных результатов лечения целиакии // Сучасна гастроентерологія. 2008. № 4. С. 5–60.
12. Бочкарева З. А., Пчелинцева О. Н., Белякова К. Н. и Сагандыкова С. К. Сравнительная оценка показателей ржаного хлеба на заквасках спонтанного брожения // Ползуновский Вестник. 2022. № 1. С. 23–30. DOI: 10.25712/ASTU. 2072–8921.2022.01.003.
 13. Хатко З. Н., Наумова Е. В. Влияние пектиновых веществ на активацию заквасок для ржано-пшеничного мини-хлеба // Новые технологии. 2020. № 1 (51). С. 75–86. DOI: 10.24411/2072-0920-2020-10108
 14. Мячикова Н. И., Болтенко Ю. А., Чуркина Я. В., Елисеева Е. Н. Влияние нетрадиционных видов муки на формирование потребительских свойств кексов. // Ползуновский Вестник. 2023. № 4. С. 15–23. DOI: 10.25712/ASTU. 2072–8921.2023.04.002
 15. Кунашева Ж. М., Кодзюкова М. Х. Применение овсяной муки в технологиях производства ржано-пшеничного хлеба // Новые технологии. 2022. 18 (4). С. 102–108. DOI: 10.47370/2072-0920-2022-18-4-102-108
 16. Калинина Е. В., Кузьмина С. С. Обоснование применения псиллиума в рецептуре безглютенового печенья // Наука и молодежь: материалы XVIII всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Барнаул: АлтГТУ, 2021. С. 204–206.
 17. Rai S., Kaur A., Chopra C. S. Gluten-Free Products for Celiac Susceptible People // *Frontiers in Nutrition*. 2018. Vol. 5. P. 116. DOI: 10.3389/fnut. 2018.00116
 18. Мотина А. И. Безглютеновый хлеб: идеальные рецепты для тех, кто заботится о своем здоровье. М.: Эксмо, 2023. 168 с.
 - unsatisfactory results of treatment of celiac disease. *Suchasna gastroenterology*. No. 4. pp. 57–60. (in Russian)
 12. Bochkareva Z. A., Pchelintseva O. N., Belyakova K. N. and Sagandykova S. K. 2022. Comparative assessment of the performance of rye bread with spontaneous fermentation sourdough. *Polzunovsky Bulletin*. No. 1. pp. 23–30. DOI: 10.25712/ASTU. 2072–8921.2022.01.003. (in Russian)
 13. Khatko Z. N., Naumova E. V. 2020. The influence of pectin substances on the activation of starter cultures for rye-wheat mini-bread. *New technologies*. No. 1 (51). pp. 75–86. DOI: 10.24411/2072-0920-2020-10108 (in Russian)
 14. Myachikova N. I., Boltenko Yu. A., Churkina Ya. V., Eliseeva E. N. 2023. The influence of non-traditional types of flour on the formation of consumer properties of cupcakes. *Polzunovsky Bulletin*. No. 4. pp. 15–23. DOI: 10.25712/ASTU. 2072–8921.2023.04.002. (in Russian)
 15. Kunasheva Zh. M., Kodzokova M. Kh. 2022. The use of oatmeal in technologies for the production of rye-wheat bread. *New technologies*. No. 18 (4). pp. 102–108. DOI: 10.47370/2072-0920-2022-18-4-102-108. (in Russian)
 16. Kalinina E. V., Kuzmina S. S. 2021. Rationale for the use of psyllium in the recipe for gluten-free cookies. Science and youth: materials of the XVIII All-Russian scientific and technical conference of students, graduate students and young scientists. Barnaul: AltSTU. pp. 204–206. (in Russian)
 17. Rai S., Kaur A., Chopra C. S. 2018. Gluten-Free Products for Celiac Susceptible People. *Frontiers in Nutrition*. Vol. 5. P. 116. DOI: 10.3389/fnut. 2018.00116
 18. Motina A. I. Gluten-free bread: ideal recipes for those who care about their health. M.: Eksmo. 2023. 168 p. (in Russian)

Сведения об авторах

Игонина Елизавета Дмитриевна

Аспирант кафедры технологии продуктов питания
Калининградского государственного технического
университета, 236022, Калининград, Советский пр. 1,
elizaveta.igonina@klgtu.ru, ORCID: 0009-0009-9951-4848

Чернова Анастасия Валерьевна

К. т. н., доцент кафедры технологии продуктов питания
Калининградского государственного технического
университета, 236022, Калининград, Советский пр. 1,
anastasia.chernova@klgtu.ru. ORCID: 0000-0003-0530-9616

Information about authors

Igonina Elizaveta D.

Postgraduate Student of Department of Technology of food
of Kaliningrad State Technical University, 236022 Russia,
Kaliningrad, Sovietsky pr. 1, elizaveta.igonina@klgtu.ru,
ORCID: 0009-0009-9951-4848

Chernova Anastasia V.

Ph. D., Associate professor of Department of Technology of food
of Kaliningrad State Technical University,
236022 Russia, Kaliningrad, Sovietsky pr. 1,
anastasia.chernova@klgtu.ru. ORCID: 0000-0003-0530-9616



Статья доступна по лицензии
Creative Commons «Attribution-NonCommercial»