

Татьяна Леонидовна Шевелева

Государственный аграрный университет Северного Зауралья, Тюмень, Россия
shveleva@edu.tsa.ru

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ С ПОНИЖЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ ГЛЮТЕНА

Цель исследования – совершенствование технологии и разработка рецептур низкоглютеновых видов хлебобулочных изделий на основе цельнозерновой муки с применением в качестве безглютенового сырья ржаной, льняной обезжиренной, амарантовой муки и картофельного крахмала. В работе дано обоснование необходимости снижения содержания глютена в хлебобулочных изделиях, изучено действие внесенных компонентов рецептуры на содержание отмываемой клейковины, выявлены варианты со сниженным количеством глютена, оценено качество изучаемых вариантов по органолептическим и физико-химическим показателям. Наименьшее количество клейковины содержалось в тесте из цельнозерновой муки с добавлением крахмала и составило всего 7 %, в тесте из смеси цельнозерновой и ржаной муки этот показатель составил уже 16 %, что на 9–18 % ниже, чем в пшеничном хлебе. В сравнении безопасного и опасного способов приготовления теста из цельнозерновой муки с добавлением безглютенового сырья преимущество отдано опасному способу, поскольку он обеспечивал лучшие качественные показатели за счет повышения кислотности готового теста при внесении спелой опары. При опасном способе производства несколько увеличивалась влажность готовых изделий в сравнении с безопасным. Так, колебания по влажности у разных вариантов составили от 43,6 до 41,2 % при безопасном способе и от 44,3 до 42,2 % при опасном. При оценке органолептических показателей качества готового хлеба лучшими были варианты с цельнозерновой пшеничной и ржаной обдирной мукой в соотношении 60 : 40 и цельнозерновой пшеничной и льняной мукой в соотношении 90 : 10. Результаты проведенного исследования послужили основанием для разработки рецептур видов цельнозернового хлеба с пониженным содержанием глютена с использованием ржаной обдирной и льняной обезжиренной муки.

Ключевые слова: глютен, цельнозерновая мука, ржаная мука, льняная мука, амарантовая мука, крахмал, низкоглютеновый хлеб, качество хлеба

Для цитирования: Шевелева Т.Л. Совершенствование технологии хлебобулочных изделий с пониженным содержанием глютена // Вестник КрасГАУ. 2024. № 3. С. 253–261. DOI: 10.36718/1819-4036-2024-3-253-261.

Tatyana Leonidovna Sheveleva

State Agrarian University of the Northern Trans-Urals, Tyumen, Russia
shveleva@edu.tsa.ru

IMPROVING THE TECHNOLOGY OF BAKERY PRODUCTS WITH LOW GLUTEN CONTENT

The purpose of the study is to improve technology and develop recipes for low-gluten types of bakery products based on whole grain flour using rye, low-fat flaxseed, amaranth flour and potato starch as gluten-free raw materials. The work provides a rationale for the need to reduce the gluten content in bakery products, studied the effect of the added components of the formulation on the content of washed gluten, identified options with a reduced amount of gluten, and assessed the quality of the studied options accor-

ding to organoleptic and physicochemical indicators. The smallest amount of gluten was contained in dough made from whole grain flour with the addition of starch and amounted to only 7 %; in dough made from a mixture of whole grain and rye flour, this figure was already 16 %, which is 9–18 % lower than in wheat bread. In a comparison of straight and sponge methods for preparing dough from whole grain flour with the addition of gluten-free raw materials, preference was given to the sponge method, since it provided better quality indicators by increasing the acidity of the finished dough when adding ripe dough. With the sponge production method, the humidity of the finished products increased slightly in comparison with the straight method. Thus, fluctuations in humidity for different options ranged from 43.6 to 41.2 % with the straight method and from 44.3 to 42.2 % with the sponge method. When assessing the organoleptic quality indicators of the finished bread, the best options were those with whole grain wheat and rye flour in a ratio of 60:40 and whole grain wheat and flax flour in a ratio of 90:10. The results of the study served as the basis for the development of recipes for types of whole grain bread with reduced gluten content using rye and low-fat flaxseed flour.

Keywords: gluten, whole grain flour, rye flour, flax flour, amaranth flour, starch, low gluten bread, bread quality

For citation: Sheveleva T.L. Improving the technology of bakery products with low gluten content // Bulliten KrasSAU. 2024;(3): 253–261 (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2024-3-253-261.

Введение. В большинстве сортов хлебобулочных изделий, вырабатываемых промышленностью, присутствует группа белков, называемых клейковиной или глютеном. Глютеновые белки плохо усваиваются человеческим организмом и могут вызывать отрицательные реакции со стороны органов пищеварения, выражающиеся в хронических кишечных и головных болях, вздутии, усталости и других проявлениях. Существует даже особый вид аллергии на глютен – целиакия, или полная непереносимость злаковых, при которой человек должен полностью отказаться от выпечных продуктов [1]. Таким образом, применение в питании низкоглютеновых продуктов высокого качества приводит к повышению усвояемости их организмом и оказывает благоприятное воздействие на процесс пищеварения, что в конечном итоге предупредит многие заболевания. Использование таких продуктов нормализует обменные процессы и позволит бороться с избыточным весом [2].

Немаловажную роль в полезных свойствах и благоприятном воздействии низкоглютеновой выпечки играет ее химический состав. Хлебобулочные изделия данной группы содержат меньшее количество клейковинных белков, зато в них присутствуют более легкоусваиваемые водорастворимые формы [3]. Для использования в выпечке изделий из низкоглютеновых сортов муки широко применяются такие ее виды, как гречневая, амарантовая, рисовая, кукурузная, мука из проса, мука из бобовых культур (гороховая, нутовая, соевая), кедровая, кокосовая, арахисовая, миндальная, конопляная, льняная и ряд других.

Поэтому при производстве продуктов, не содержащих глютен, мука злаковых культур, преимущественно пшеничная, заменяется на сырье, в котором глютен отсутствует [4].

Цельнозерновую муку получают при измельчении целого неочищенного зерна с оболочкой, эндоспермом и зародышем. Из такой муки можно вырабатывать если не все, то многие виды хлеба и булочных изделий. Преимущества сортов хлебобулочных изделий из цельнозерновой муки подкрепляются большим содержанием клетчатки и более насыщенным вкусом. В цельных зернах пшеницы, которые перемалываются в муку, довольно значительное содержание витаминов группы В, а именно: тиамин В₁, рибофлавин В₂, ниацин В₃, холин В₄, фолиевой кислоты В₉.

Энергетическая ценность пшеничной цельнозерновой муки составляет 298 ккал, при этом белка в ней содержится 11,5–13,0 г/100 г; жира – 2,0–2,2; углеводов – 55,8–65,0 г/100 г [5]. Поэтому изделия, выпекаемые из нее, способствуют нормализации веса, укреплению иммунной системы, восполняют дефицит витаминов и минералов в организме. Также в результате минимальной обработки в цельнозерновой муке сохранился до 10,7 % растительной клетчатки, что способствует стимуляции работы кишечника и улучшению общего состояния [5]. Растительные волокна (клетчатка) являются субстратом для кишечной микрофлоры, а их оптимальное соотношение – это залог нормального функционирования организма. При производстве такой муки зародыш зерна не отделяется, что служит

дополнительным источником водорастворимых белков и витаминов групп В и Е [6].

Мука из зерна ржи отличается лучшей усвояемостью, традиционно ржаной хлеб считался продуктом повседневного потребления. Вещества, входящие в состав ржаной муки, способствуют выведению токсинов и шлаков из организма, улучшают общее состояние организма [7]. Хлебобулочные изделия, вырабатываемые из ржаной муки, содержат пищевые волокна, которые очищают стенки кишечника и выводят продукты метаболизма. Хлеб из ржаной или смеси ржаной и пшеничной муки имеет низкий гликемический индекс, поэтому люди с диабетом могут использовать в своем питании такую выпечку [8]. Содержание глютена в ржаной муке также довольно низкое, не более 2,0–2,5 %.

Льняную муку получают из продуктов переработки семян льна, полученных при отжиме масла. В льняной муке присутствуют все те же полезные вещества, которые есть в семенах, только в обезжиренном состоянии [9]. Льняная мука содержит полиненасыщенные жирные кислоты Омега-3 и Омега-6, регулирующие липидный обмен, витамины групп А, В, Н и жирорастворимые витамины D и Е. Также в льняной муке имеются минеральные вещества: калий, магний, фосфор, железо, кальций и натрий. Льняная мука отличается полным отсутствием белков глинадиновой группы, т. е. глютена, она гипоаллергенна и на полном основании может считаться одним из видов безглютенового сырья [10].

В химическом составе амарантовых зерен преобладает крахмал в количестве от 60 до 62 %; белки – от 14,0 до 20,0; липиды – от 5,8 до 9,7 и пищевые волокна (клетчатка) – от 3,9 до 16,5 % [11]. Белки амарантового зерна содержат до 75 % водо- и солерастворимых фракций от общего их количества. В аминокислотном составе белков амаранта преобладает лизин, количество которого в два раза выше, чем в белках пшеницы. Поэтому целесообразно использование амарантовой муки в хлебопечении вместо пшеничной для улучшения аминокислотного баланса и аминокислотного сора по лимитирующим аминокислотам [12]. В амарантовой муке нет белков группы глютенина и глиадины, т. е. ее можно считать безглютеновым сырьем. Основу жиров данного вида муки составляют ненасыщенные жирные кислоты, из них 10 % приходится на сквален, антиоксидант и природный антибиотик. Пример-

ное содержание основных витаминов в амарантовой муке составляет, мг/100 г: ретинол (А) – 0,001; тиамин (В₁) – 0,116; рибофлавин (В₂) – 0,2; холин (В₄) – 69,8; пантотеновая кислота (В₅) – 1,457; фолиевая кислота (В₉) – 0,082; аскорбиновая кислота (С) – 4,2; токоферол (Е) – 0,96; никотиновая кислота (РР) – 0,923 [13].

В составе амарантового зерна и муки – высокое содержание значимых для организма человека макро- и микроэлементов, в частности калия, кальция, магния, натрия, фосфора, железа, марганца, селена, цинка и других биологически активных веществ, определяющих разнообразные лечебно-профилактические свойства амарантовой муки (рис. 1).

Цель исследований – изучить влияние различных видов безглютенового сырья на показатели качества цельнозернового хлеба, усовершенствовать технологию и разработать рецептуры хлеба с пониженным содержанием глютена.

Задачи: используя данные экспериментальных выпечек пшеничного цельнозернового хлеба, выявить влияние внесения различных видов безглютенового сырья и способа производства на содержание клейковины и показатели качества готовых изделий; определить вид и соотношение безглютенового сырья в хлебе из цельнозерновой муки; разработать рецептуры цельнозернового хлеба с пониженным содержанием глютена.

Объекты и методы. Базой для проведения исследований была кафедра технологии продуктов питания Государственного аграрного университета Северного Зауралья. Объект исследований: хлеб из цельнозерновой пшеничной муки с добавлением безглютенового сырья.

Применены лабораторные методы исследований, из которых пробные лабораторные выпечки выполнены по ГОСТ 27669-88, показатели качества определены по действующим стандартам на методы испытаний.

Для лабораторных пробных выпечек использовали муку пшеничную цельнозерновую, контролем служил хлеб из муки первого сорта формовой. В качестве дополнительного безглютенового сырья были выбраны: мука ржаная обдирная, крахмал кукурузный, мука льняная обезжиренная, амарантовая мука.

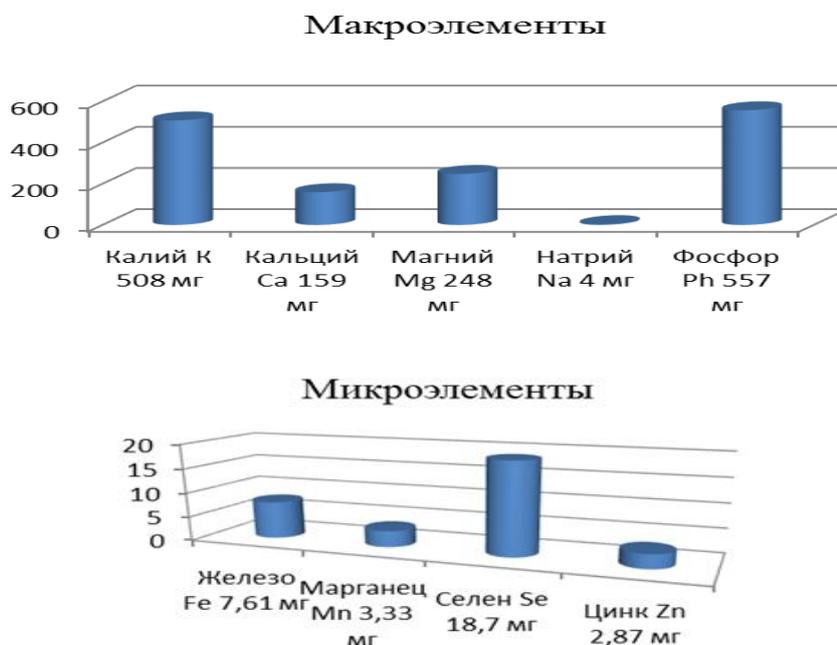


Рис. 1. Содержание основных макро- и микроэлементов в амарантовой муке

На основании проведенных ранее исследований установлено, что наиболее благоприятное воздействие льняная мука оказала в количестве 10 % к общей массе муки, при этом увеличиваются сроки хранения на 24 ч по сравнению с контролем [14].

Тесто готовили двумя способами: безопарным способом по стандартной методике и опарным способом из половины муки, большей части воды и всего количества хлебопекарных дрожжей на лабораторной тестомесильной машине. Длительность брожения опары составила 150 мин. Брожение теста длилось при безопарном способе 60–110 мин, при опарном способе – 50–60 мин, через 40–50 мин брожения тесто подвергалось обминке. Сформованные тестовые заготовки укладывали в формы вручную и отправляли на расстойку. Масса тестовой заготовки составила 0,33 кг. Длительность расстойки составила 35–40 мин, после чего заготовки в формах помещали в электрическую хлебопекарную печь. Выпечка хлеба осуществлялась в течение 35 мин при температуре 220 °С. После замеса отбирали пробы теста массой 25 г для определения количества клейковины. Определение количества клейковины в тесте проводили стандартным методом по ГОСТ 27839-2013. Для оценки качества изделий по органолептическим показателям применяли 10-балльную систему, где баллы начисляются за улучшение таких

стандартных показателей, как форма (2 балла), поверхность (3), состояние мякиша (3) и масса (2 балла). Наивысшая оценка продукции составляет 10 баллов. При малых недостатках снимается по 0,5 балла по каждому показателю. Пробные производственные выпечки проводились в учебной пекарне Инженерно-технологического института Государственного аграрного университета Северного Зауралья.

Результаты и их обсуждение. При сравнении безопарного и опарного способов приготовления теста из цельнозерновой муки преимущество сохранилось за опарным способом, поскольку он обеспечивает лучшую набухаемость частиц оболочек зерна (табл. 1). Влажность теста при использовании опарного способа несколько возрастает во всех вариантах, но находится в пределах, нормируемых стандартом.

В целом влажность цельнозернового хлеба была несколько меньше в сравнении с контролем и варьировала у разных вариантов от 43,6 до 41,2 % при безопарном способе и от 44,3 до 42,2 % при опарном способе производства.

Наиболее низкой была влажность мякиша в варианте с добавлением крахмала к цельнозерновой муке в количестве 10 %. При внесении безглютеновых видов муки продолжительность брожения теста при опарном способе увеличивалась на 10 мин по сравнению с контролем во всех вариантах (см. табл. 1).

Сравнительная оценка опарного и безопарного способов приготовления теста для хлебобулочных изделий с пониженным содержанием глютена

Показатель	Вариант				
	Хлеб из муки первого сорта формовой (контроль)	Хлеб из цельнозерновой пшеничной и ржаной Обдирной муки 60 : 40	Хлеб из цельнозерновой пшеничной муки и крахмала 90 : 10	Хлеб из цельнозерновой пшеничной и льняной муки 90 : 10	Хлеб из цельнозерновой пшеничной и амарантовой муки 80 : 20
Безопарный способ					
Влажность теста, %	44,5	42,0	41,2	42,2	43,6
Продолжительность брожения, мин	60	90	90	110	90
Кислотность теста, °Н	2,8	3,0	2,7	2,9	3,0
Опарный способ					
Влажность теста, %	45,2	43,0	42,2	44,1	44,3
Продолжительность брожения опары, мин	150	150	150	150	150
Продолжительность брожения теста, мин	50	60	60	60	60
Кислотность опары, °Н	3,5	3,7	3,7	3,7	3,7
Кислотность теста, °Н	3,0	3,5	3,2	3,5	3,5

При определении содержания сырой клейковины в тесте было установлено, что меньше всего ее было в тесте из цельнозерновой муки с

крахмалом (7 %) и тесте из цельнозерновой муки с добавлением ржаной (16 %), что позволяет отнести данные сорта к низкоглютеновым (рис. 2).

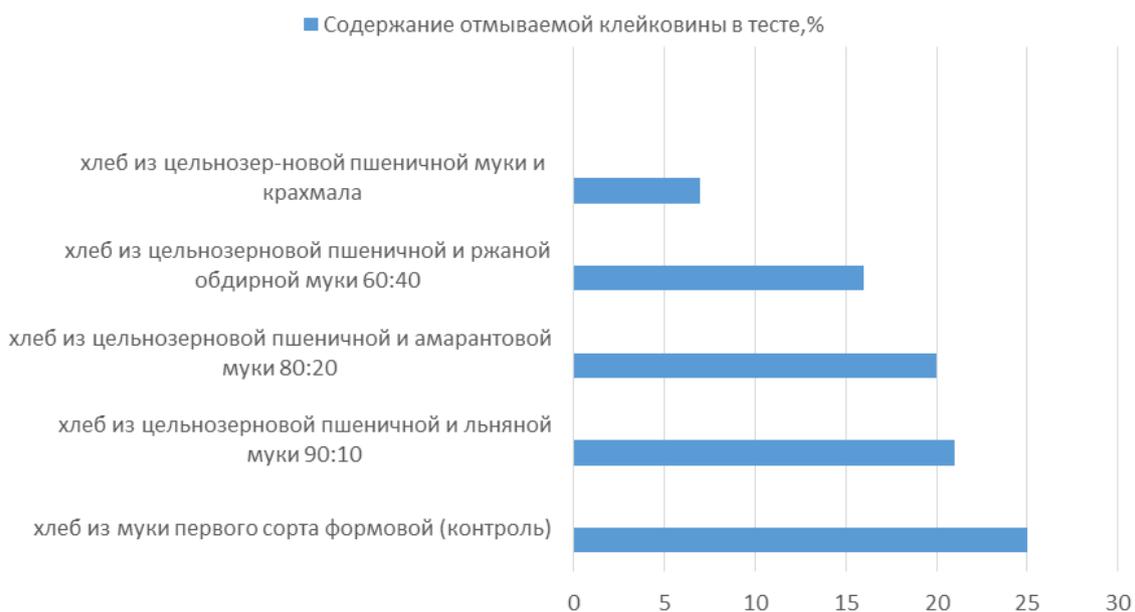


Рис. 2. Содержание сырой клейковины в тесте после замеса, %

Органолептическая оценка показателей качества контроля и вариантов с добавлением безглютеновых видов муки проведена по следующим показателям: форма, поверхность, цвет корки, состояние мякиша, равномерность окраски, пористость, липкость, вкус, хруст и запах. В результате балльной оценки данных показателей установлено, что в вариантах с добавлением ржаной и амарантовой муки все по-

казатели соответствовали стандарту и имели хорошие вкусовые качества (рис. 3).

В варианте с цельнозерновой пшеничной мукой и крахмалом в соотношении 90 : 10 поверхность изделий была неровной и присутствовала легкая горечь во вкусе, структура пористости была неравномерной, крошащейся. При дегустации данный вариант получил худшую оценку. Добавление крахмала при этом существенно понизило органолептическую оценку.



Рис. 3. Оценка органолептических показателей качества хлебобулочных изделий с пониженным содержанием глютена

Оценка физико-химических показателей качества хлебобулочных изделий с добавлением безглютенового сырья проведена после их полного остывания. По показателю влажности все варианты соответствовали стандарту. При добавлении ржаной муки пористость мякиша значительно снижалась с 69,9 % у стандарта до 63,9 %.

Кислотность мякиша существенно повышается при добавлении льняной и ржаной муки на 3,5 и 1,8 оН соответственно по сравнению со стандартом (рис. 4). В хлебе цельнозерновом с добавлением крахмала пористость понизилась на 3 %, а кислотность возросла на 1,3 оН.

При дегустации всех вариантов было отмечено, что лучшими по вкусовым качествам были варианты с цельнозерновой пшеничной и ржаной обдирной мукой в соотношении 60 : 40 и цельнозерновой пшеничной и льняной муки в

соотношении 90 : 10. Хлеб с добавлением крахмала, несмотря на неплохие физико-химические показатели и более низкое содержание глютена, при дегустации значительно уступал остальным вариантам. В результате пробных лабораторных выпечек и проведенных исследований установлено, что наиболее приемлемым способом для выработки изделий с пониженным содержанием глютена является опарный традиционный способ, который позволяет обеспечить необходимые качественные характеристики готовых изделий. При этом период брожения теста у низкоглютеновых сортов хлеба несколько увеличивается.

На основании полученных результатов разработаны и предложены производству рецептуры хлеба с пониженным содержанием глютена (табл. 2).

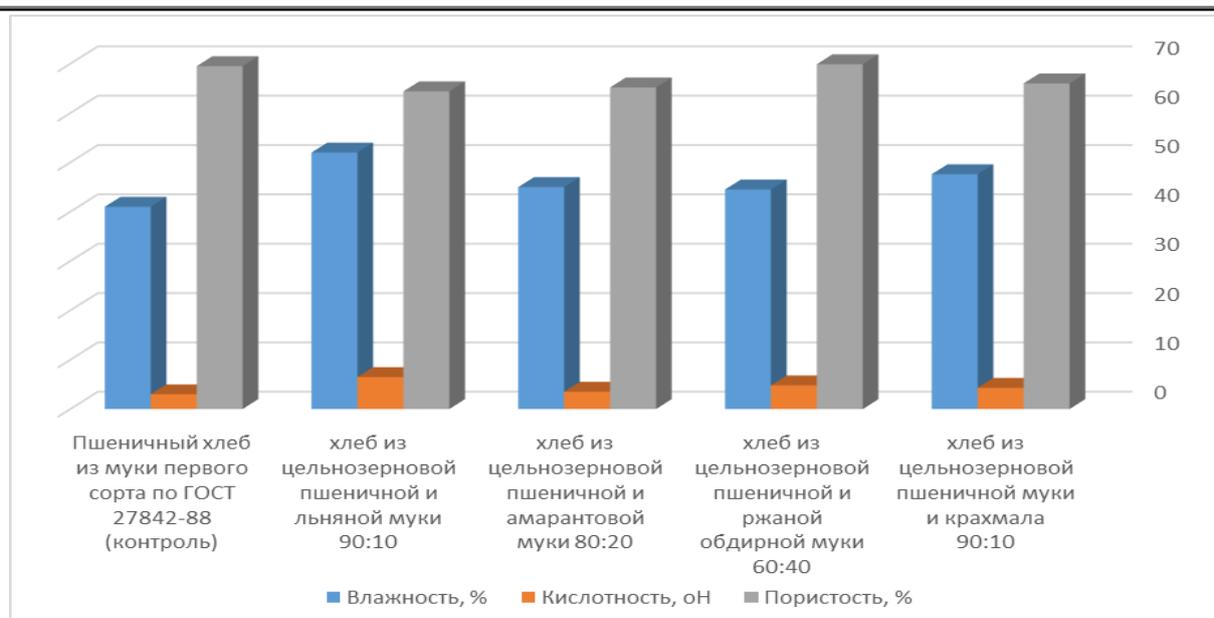


Рис. 4. Сравнительная оценка физико-химических показателей низкоглютеновых сортов хлеба

Таблица 2

Рецептуры хлеба с пониженным содержанием глютена

Сырье	Расход сырья, кг		
	Хлеб из цельнозерновой пшеничной и ржаной обдирной муки с соотношением 60 : 40	Хлеб из цельнозерновой пшеничной и льняной муки с соотношением 90 : 10	Хлеб из цельнозерновой пшеничной и амарантовой муки 80 : 20
Мука цельнозерновая хлебопекарная	60,0	90,0	80,0
Мука ржаная хлебопекарная обдирная	40,0	–	–
Мука амарантовая	–	–	20,0
Мука льняная обезжиренная	–	10,0	–
Соль поваренная пищевая	1,5	1,5	1,3
Дрожжи хлебопекарные прессованные	2,0	2,0	1,5
Сахар-песок	–	2,5	–
Растительное масло	0,5	0,5	–
Итого	104,0	106,5	102,8

Заключение

1. Исследованиями установлено, что содержание клейковины в тестовой заготовке в результате использования безглютеновых видов муки можно снизить до 7–16 %.

2. Лучшим способом для выработки цельнозернового хлеба с пониженным содержанием глютена является опарный традиционный способ, как обеспечивающий требуемое качество готовых изделий.

3. При определении органолептических, физико-химических показателей качества и по дегустационной оценке выявлено, что по внешним признакам и вкусовым качествам сорта цельнозернового хлеба с пониженным содержанием глютена с добавлением ржаной и льняной муки более соответствуют требованиям потребителей, чем цельнозерновой хлеб с добавлением крахмала, содержащий меньшее количество глютена.

4. Разработаны и предложены к внедрению в производство рецептуры двух видов цельно-

зернового хлеба с пониженным содержанием глютена с добавлением ржаной обдирной и льняной обезжиренной муки.

Список источников

1. Дударь Д.В. Целиакия взрослых: комплексный метод лечения и профилактика глютеновых чувствительных поражений слизистой оболочки рта // Крымский терапевтический журнал. 2012. № 2 (19). С. 90–97.
2. Содержание глиадина/глутена в специализированных продуктах питания для больных целиакией / И.М. Почуцкая [и др.] // Проблемы развития АПК региона. 2018. № 1 (33). С. 145–153.
3. Бань М.Ф., Конопляникова В.И. Тенденции использования нетрадиционных видов муки в хлебопечении и кондитерской промышленности // Потребительская кооперация стран постсоветского пространства: состояние, проблемы, перспективы развития: сб. науч. ст. междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 55-летию ун-та. Гомель: Беларус. торгово-экономический ун-т потребительской кооперации, 2019. С. 373–376.
4. Ресурсный потенциал растительного сырья для производства безглютеновых продуктов питания / А.Б. Абуова [и др.] // Наука и образование. 2022. № 3-3 (68). С. 79–89.
5. Волкова А.В. Использование муки из зерна безглютеновых культур при производстве хлеба // Сб. тр. Междунар. науч.-практ. конф. / Самар. гос. аграр. ун-т. Самара, 2021. С. 27–30.
6. Калмыкова Е.В., Калмыкова О.В. Цельнозерновые продукты в современных технологиях хлебопекарной промышленности // Рациональное питание, пищевые добавки и биостимуляторы. 2016. № 1. С. 65–70.
7. Шевелева Т.Л. Способы производства хлеба с пониженным содержанием глютена // Интеграция науки и образования в аграрных вузах для обеспечения продовольственной безопасности России: сб. тр. нац. науч.-практ. конф. Тюмень, 2022. С. 221–225.
8. Мельникова Л.Э., Кострова А.В., Костерин Д.Ю. Разработка рецептуры безглютенового хлеба для диетического питания // Сб. тр. науч.-практ. конф. Иваново, 2020. С. 473–478.
9. Терентьев В.А. Экспериментальная выпечка хлеба из безглютеновых смесей // Цифровая трансформация АПК и продовольственная безопасность: сб. тр. междунар. науч.-практ. конф. Пермь, 2021. С. 379–384.
10. Лаврова Л.Ю., Лесникова Н.А., Борцова Е.Л. Влияние льняной муки на качество пшеничного хлеба // Хлебопродукты. 2016. № 11. С. 53–55.
11. Пасько О.О., Журавлева Е.О., Козубаева Л.А. Перспективы использования льняной муки при производстве безглютенового хлеба // Технологии и оборудование химической, биотехнологической и пищевой промышленности: мат-лы IX Всерос. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых с междунар. участием. Барнаул, 2016. С. 478–482.
12. Жаркова И.М., Кликонос А.А., Мирошниченко Л.А. О возможности применения амарантовой муки для производства безглютенового хлеба // Инновационные технологии в пищевой промышленности: наука, образование и производство: мат-лы междунар. науч.-техн. конф. (заочная) / под общ. ред. А.Н. Пономарева, Е.И. Мельниковой. Воронеж, 2013. С. 414–418.
13. Перспективы использования амарантовой белковой муки в хлебопечении / Н.А. Шмалько [и др.] // Техника и технология пищевых производств. 2009. № 1. С. 2–7.
14. Жаркова, И.М. О возможности применения амарантовой муки для производства безглютенового хлеба // Инновационные технологии в пищевой промышленности: наука, образование и производство: мат-лы междунар. науч.-техн. конф. (заочная) / под общ. ред. А.Н. Пономарева, Е.И. Мельниковой. Воронеж, 2014. С. 414–418.
15. Шевелева Т.Л. Влияние внесения льняной муки на показатели качества и сроки хранения хлебобулочных изделий // Агропродовольственная политика России. 2020. № 6. С. 25–28.

References

1. Dudar' D.V. Celiakiya vzroslyh: kompleksnyy metod lecheniya i profilaktika glyuten chuvstvitel'nyh porazhenij slizistoj obolochki rta // Krymskij terapevticheskij zhurnal. 2012. № 2 (19). S. 90–97.

2. Soderzhanie gliadina/glyutena v specializirovannykh produktakh pitaniya dlya bol'nykh celiakiej / I.M. Pochickaya [i dr.] // Problemy razvitiya APK regiona. 2018. № 1 (33). S. 145–153.
3. Ban' M.F., Konoplyannikova V.I. Tendencii ispol'zovaniya netradicionnykh vidov muki v hlebopechenii i konditerskoj promyshlennosti // Potrebitel'skaya kooperaciya stran postsovet'skogo prostranstva: sostoyanie, problemy, perspektivy razvitiya: sb. nauch. st. mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvyasch. 55-letiyu un-ta. Gomel': Belarus. torgovo-`ekonomicheskij un-t potrebitel'skoj kooperacii, 2019. S. 373–376.
4. Resursnyj potencial rastitel'nogo syr'ya dlya proizvodstva bezglyutenovykh produktov pitaniya / A.B. Abuova [i dr.] // Nauka i obrazovanie. 2022. № 3-3 (68). S. 79–89.
5. Volkova A.V. Ispol'zovanie muki iz zerna bezglyutenovykh kul'tur pri proizvodstve hleba // Sb. tr. Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. / Samar. gos. agrar. un-t. Samara, 2021. S. 27–30.
6. Kalmykova E.V., Kalmykova O.V. Cel'nozernyye produkty v sovremennykh tehnologiyah hlebopekarnoj promyshlennosti // Racional'noe pitanie, pischevye dobavki i biostimulyatory. 2016. № 1. S. 65–70.
7. Sheveleva T.L. Sposoby proizvodstva hleba s ponizhennym soderzhanie glyutena // Integraciya nauki i obrazovaniya v agrarnykh vuzakh dlya obespecheniya prodovol'stvennoj bezopasnosti Rossii: sb. tr. nac. nauch.-prakt. konf. Tyumen', 2022. S. 221–225.
8. Mel'nikova L.`E., Kostrova A.V., Kosterin D.Yu. Razrabotka receptury bezglyutenovogo hleba dlya dieticheskogo pitaniya // Sb. tr. nauch.-prakt. konf. Ivanovo, 2020. S. 473–478.
9. Terent'ev V.A. `Eksperimental'naya vypechka hleba iz bezglyutenovykh smesey // Cifrovaya transformaciya APK i prodovol'stvennaya bezopasnost': sb. tr. mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Perm', 2021. S. 379–384.
10. Lavrova L.Yu., Lesnikova N.A., Borcova E.L. Vliyanie l'nyanoj muki na kachestvo pshenichnogo hleba // Hleboprodukty. 2016. № 11. S. 53–55.
11. Pas'ko O.O., Zhuravleva E.O., Kozubaeva L.A. Perspektivy ispol'zovaniya l'nyanoj muki pri proizvodstve bezglyutenovogo hleba // Tehnologii i oborudovanie himicheskoy, biotehnologicheskoy i pischevoj promyshlennosti: mat-ly IX Vseros. nauch.-prakt. konf. studentov, aspirantov i molodykh uchenykh s mezhdunar. uchastiem. Barnaul, 2016. S. 478–482.
12. Zharkova I.M., Klikonos A.A., Miroshnichenko L.A. O vozmozhnosti primeneniya amarantovoj muki dlya proizvodstva bezglyutenovogo hleba // Innovacionnye tehnologii v pischevoj promyshlennosti: nauka, obrazovanie i proizvodstvo: mat-ly mezhdunar. nauch.-tehn. konf. (zaochnaya) / pod obsch. red. A.N. Ponomareva, E.I. Mel'nikovoj. Voronezh, 2013. S. 414–418.
13. Perspektivy ispol'zovaniya amarantovoj belkovoj muki v hlebopechenii / N.A. Shmal'ko [i dr.] // Tehnika i tehnologiya pischevykh proizvodstv. 2009. № 1. S. 2–7.
14. Zharkova I.M. O vozmozhnosti primeneniya amarantovoj muki dlya proizvodstva bezglyutenovogo hleba // Innovacionnye tehnologii v pischevoj promyshlennosti: nauka, obrazovanie i proizvodstvo: mat-ly mezhdunar. nauch.-tehn. konf. (zaochnaya) / pod obsch. red. A.N. Ponomareva, E.I. Mel'nikovoj. Voronezh, 2014. S. 414–418.
15. Sheveleva T.L. Vliyanie vneseniya l'nyanoj muki na pokazateli kachestva i sroki hraneniya hlebobulochnykh izdelij // Agroprodovol'stvennaya politika Rossii. 2020. № 6. S. 25–28.

Статья принята к публикации 22.02.2024 / The article accepted for publication 22.02.2024.

Информация об авторах:

Татьяна Леонидовна Шевелева, доцент кафедры технологии продуктов питания, кандидат сельскохозяйственных наук

Information about the authors:

Tatyana Leonidovna Sheveleva, Associate Professor at the Department of Food Technology, Candidate of Agricultural Sciences

