

Разработка рецептуры производства хлеба с использованием дикорастущего сырья

Уральский ГАУ, г. Екатеринбург,
Российская Федерация

Е. В. Ражина, Е. С. Смирнова, П. В. Шаравьев, О. П. Неверова,
Н. Л. Лопаева

КОРРЕСПОНДЕНЦИЯ:

Ражина Ева Валерьевна

E-mail: eva.mats@mail.ru

ЗАЯВЛЕНИЕ О ДОСТУПНОСТИ ДАННЫХ:

данные текущего исследования
доступны по запросу
у корреспондирующего автора.

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Ражина, Е.В., Смирнова, Е.С., Шаравьев, П.В., Неверова, О.П., & Лопаева, Н.Л. (2024). Использование дикорастущего сырья на основе вереска обыкновенного при производстве хлеба. *Хранение и переработка сельхозсырья*, 32(1), 120-130. <https://doi.org/10.36107/spfp.2024.1.483>

ПОСТУПИЛА: 09.10.2023

ПРИНЯТА: 15.03.2024

ОПУБЛИКОВАНА: 30.03.2024

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ:

автор сообщает об отсутствии
конфликта интересов.



АННОТАЦИЯ

Введение: Дикорастущее сырье все чаще применяют в качестве обогатителя продуктов функционального питания. Вереск обыкновенный, содержащий биологически активные соединения, способен качественным образом улучшить функциональность хлеба, пока еще не получил распространение в качестве функциональной добавки.

Цель: Разработка рецептуры производства и оценка качества хлеба с использованием вереска обыкновенного.

Материалы и методы: Исследования проведены на кафедре биотехнологии и пищевых продуктов Уральского государственного аграрного университета. Объектами исследований являлись образцы пшеничного хлеба, обогащенные порошком вереска обыкновенного разной концентрации. Хлеб производили опарным способом методом пробной лабораторной выпечки. Контроль качества готовых изделий осуществляли по органолептическим и физико-химическим показателям. Показатели кислотности определяли арбитражным методом по ГОСТ 5670-96, пористость по ГОСТ 5669-96, влажность по ГОСТ 21094-75. Определен удельный объем четырех образцов хлеба. Исследования осуществлялись в трехкратной повторности. Производство хлеба состояло из этапов: подготовка сырья, приготовление опары, замес теста, брожение, обминка, формование, расстойка, выпечка, охлаждение.

Результаты: Изготовлено четыре образца хлеба, три опытных образца были обогащены порошком вереска обыкновенного. Проведен контроль качества готовых изделий по органолептическим и физико-химическим показателям. Результаты органолептической оценки свидетельствуют о влиянии добавки на показатели качества при увеличении ее концентрации. Лучшие органолептические показатели имел опытный образец хлеба №2 с количеством вносимого порошка 2 г. Вкус имел легкий сладковатый привкус, мякиш хорошо пропеченный, поры равномерные, запах свойственный наименованию. Наибольшие показатели влажности и кислотности определены у образца №4 с максимальной концентрацией вносимой добавки — 4 г. Лучшим, по показателю пористости был признан опытный образец №2.

Выводы: Использование порошка вереска обыкновенного при изготовлении хлеба оказало влияние на органолептические и физико-химические показатели качества. При производстве хлеба рекомендуем применять порошок вереска в концентрации 2 г для его обогащения.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

обогащение хлеба; органолептические свойства; физико-химический анализ; биологически активные соединения; производство хлеба на закваске; натуральные пищевые добавки; вереск в выпечке; контроль качества в производстве пищевых продуктов

Development of a bread production recipe using wild-growing raw materials

Ural State Agrarian University,
Yekaterinburg, Russian Federation

Eva V. Razhina, Ekaterina S. Smirnova, Pavel V. Sharavyev,
Olga P. Neverova, Nadezhda L. Lopaeva

CORRESPONDENCE:

Razhina Eva Valeryevna

E-mail: eva.mats@mail.ru

DATA AVAILABILITY:

Data from the current study are available upon request from the corresponding author.

FOR CITATIONS:

Mokrushin, S.A., Blagoveshchenskiy, I.G., Blagoveshchenskaya, M.M., Okhapkin, S.I., & Blagoveshchensky V.G. (2024). Introduction of algorithm for diagnostics of emergency situations in the system of automated control of the canned sterilization process. *Storage and Processing of Farm Products*, 32(1), 120-130.

<https://doi.org/10.36107/spfp.2024.1.415>

RECEIVED: 09.10.2023

ACCEPTED: 15.03.2024

PUBLISHED: 30.03.2024

DECLARATION OF COMPETING

INTEREST: none declared.



ABSTRACT

Introduction: Wild-growing raw materials are increasingly used as a fortifier of functional food products. Common heather, containing biologically active compounds, is able to qualitatively improve the functionality of bread, has not yet been widely used as a functional additive.

Purpose: Development of a production formulation and assessment of bread quality using common heather.

Materials and Methods: Research was carried out at the Department of Biotechnology and Food Products of the Ural State Agrarian University. The objects of research were samples of wheat bread enriched with heather powder of different concentrations. Bread was produced in the sourdough method by the test laboratory baking method. Quality control of finished products was carried out according to organoleptic and physicochemical parameters. Acidity parameters were determined by the arbitration method as per GOST 5670-96, porosity as per GOST 5669-96, humidity as per GOST 21094-75. The specific volume of four samples of bread was determined. Studies were performed in triplicate. Bread production consisted of stages: preparation of raw materials, preparation of dough, kneading of dough, fermentation, bending, molding, proofing, baking, cooling.

Results: Four samples of bread were made, three prototypes were enriched with ordinary heather powder. Quality control of finished products was carried out according to organoleptic and physicochemical parameters. The results of the organoleptic assessment indicate the influence of the additive on quality indicators with an increase in its concentration. The best organoleptic indicators had a prototype of bread No. 2 with an amount of introduced powder of 2 g. The taste had a light sweet taste, well-baked crumb, uniform pores, the smell is characteristic of the name. The highest values of humidity and acidity were determined in sample No. 4 with the maximum concentration of the added additive – 4 g. Prototype No. 2 was recognized as the best in terms of porosity.

Conclusion: The use of ordinary heather powder in the manufacture of bread had an impact on organoleptic and physicochemical quality indicators. When making bread, we recommend using heather powder in a concentration of 2 g to enrich it.

KEYWORDS

bread fortification; organoleptic properties; physicochemical analysis; biologically active compounds; sourdough bread production; natural food additives; heather in baking; quality control in food production

ВВЕДЕНИЕ

В современном контексте наблюдается возрастающий интерес к интеграции дикорастущих растений с высоким содержанием биологически активных веществ в пищевые продукты, отмеченный в работах Саликовой и соавт. (2021). Такие растения, обладающие лечебными и профилактическими свойствами, представляют значительный потенциал для создания функциональных продуктов питания, способствующих улучшению здоровья человека (Какштыкс & Кох, 2022). Растущее стремление к здоровому образу жизни акцентирует необходимость разработки новых продуктов, обогащённых натуральными растительными компонентами, для предотвращения различных заболеваний (Горбунова & Соболева, 2017).

Пшеничный хлеб, будучи широко распространенным продуктом питания, теряет значительную часть питательных веществ в процессе мельничной переработки, что снижает его пищевую и биологическую ценность (Житков и соавт., 2020; Бисчокова и соавт., 2020). В этом контексте производство хлеба с улучшенными питательными характеристиками становится приоритетной задачей для отрасли, требующей ответственного подхода руководства к выпуску качественной продукции. Кроме того, модификация хлеба с использованием антиоксидантных растений позволяет снижать его гликемический индекс, способствуя профилактике метаболических расстройств (Borczak et al., 2018).

Акцентируется значимость исследований стратегий диетического обогащения через введение в хлеб биологически активных добавок из культурных растений, включая пищевые волокна, которые способствуют повышению содержания важных для здоровья веществ (Житков и коллеги, 2020; Скорбина и коллеги, 2021; Агibalова и коллеги, 2016; Samilyk et al., 2022; Volkova et al., 2019; Гришина & Ступаченко, 2019;). Дикорастущие растения, как потенциальные обогатители хлеба, привлекают внимание ученых благодаря их биоактивному действию, антимикробным свойствам и способности препятствовать развитию сердечно-сосудистых и воспалительных заболеваний (Волкова & Сысоев, 2021; Krotova, 2021; Volkova et al., 2020; Семенова и соавт., 2022). Примечательно, что исследования в Красноярском государственном аграрном университете выявили перспективы использования

порошка черемши и других дикорастущих растений для производства обогащенного хлеба, демонстрируя потенциал для сокращения использования пекарских дрожжей и оптимизации процессов брожения теста (Лазовикова & Кох, 2023; Тохтиева & Цугкиева, 2015; Khmelevskaya, 2022).

Дополнительно, рассматривается вклад фитообогатяющих веществ в улучшение характеристик теста и качества хлеба, в том числе через использование экстрактов девясила высокого, чабреца, цикория, обладающих иммуностимулирующими и антисептическими свойствами (Алексеева и соавт., 2015). Среди зарубежных ученых, которые в своих работах изучали использование пряно-ароматического сырья в рецептуре хлеба, следует отметить работы (Nouska et al., 2023; Skendi et al., 2020; Dziki et al., 2014). Исследованием химического состава и биологической активности разных частей растения вереска обыкновенного занимались ученые (Chepel et al., 2020; Monschein et al., 2010; Szakiel et al., 2013; Moise et al.; Веремчук & Моисеев, 2015; Веремчук & Моисеев, 2016; Веремчук & Моисеев, 2018). На основании результатов исследований отечественных и зарубежных ученых, авторы определили, что порошок вереска обыкновенного не использовался ранее для создания рецептуры производства хлеба. Разработка и оценка качества хлеба с использованием вереска обыкновенного и других дикорастущих растений, содержащих полифенолы и другие биологически активные компоненты, является предметом настоящего исследования. Влияние таких компонентов на производственные процессы и качественные показатели хлеба, включая физико-химические характеристики и сенсорные свойства, подлежит детальному изучению с целью разработки новых рецептур и технологий производства функционального хлеба.

Целью данной статьи является разработка рецептуры производства и оценка качества хлеба с использованием вереска обыкновенного.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Введение

Исследования проводили в лаборатории кафедры биотехнологии и пищевых продуктов Уральского государственного аграрного университета.

Материалы

Объектами исследования выступали образцы пшеничного хлеба, произведенного на основе ржаной закваски с использованием порошка вереска обыкновенного. В результате получено четыре образца: один контрольный (образец № 1) и три опытных с разной концентрацией внесенной добавки: 2 г (образец № 2), 3 г (образец № 3) и 5 г (образец № 4). В качестве материалов для проведения исследований использовали материнскую закваску из ржаной муки; муку пшеничную хлебопекарную высшего сорта, с содержанием белка 12 г на 100 г продукта; муку пшеничную цельнозерновую; сушеные побеги и цветы вереска обыкновенного, соль.

Оборудование

Измельчение сухих побегов и цветков вереска в порошок осуществляли на мельнице для сухих продуктов УТК-2500 (Китай). Просеивали порошок на ситах с диаметром отверстий 1,2–2 мм. Для выпечки хлеба использовали духовой шкаф GEFEST ДА 602–01 (СП ОАО «Брестгазоаппарат», Беларусь), установку для титрования ручную (Россия), сушильный шкаф СМ 35/250–250 ШС (ООО СПМ «Климат», Россия), прибор Журавлева ПЖ-1М (НПП «Приборинформ»).

Методы и инструменты

При производстве хлеба применяли опарный способ приготовления теста. Выпечку готовых образцов осуществляли методом пробной лабораторной выпечки. Контроль качества готовых изделий проводился по органолептическим и физико-химическим показателям. Органолептическая оценка осуществлялась экспертной комиссией в количестве пяти человек по 5-балльной шкале, разработанной на основе традиционных методик. Показатели кислотности определяли арбитражным методом по ГОСТ 5670–96, пористость по ГОСТ 5669–96, влажность по ГОСТ 21094–75.

Процедура исследования

Технология производства образцов хлеба состояла из следующих этапов: подготовка сырья, пригото-

вление опары, замес теста, брожение, обминка, формование, расстойка, выпечка, охлаждение. Подготовка сырья включала просеивание муки, активизацию материнской закваски, измельчение и просеивание сушеных цветов и побегов вереска обыкновенного. Опару изготавливали из активной ржаной материнской закваски, воды и пшеничной цельнозерновой муки, выдерживали 12 часов. Добавку вносили в основное тесто. Замес теста осуществляли ручным способом в течение 15 минут. Процесс брожения длился 2 часа. Обминку проводили 2 минуты, далее тесто формовали, выкладывали в корзину для расстойки. Расстойка длилась 2 часа. Образцы хлеба выпекали в предварительно разогретом духовом шкафу до температуры 220 °С. Продолжительность выпечки при температуре 220 °С составила 10 минут, при температуре 180 °С — 30 минут. Охлаждали изделия на решетках пять часов. Готовые образцы хлеба по органолептическим показателям оценивала экспертная комиссия. Разработаны профили вкуса и пористости исследуемых образцов, на основе шкалы интенсивности выраженности признака от 0 до 5, где 0 — признак отсутствует, 1 — только узнаваемый или ощущаемый, 2 — слабая интенсивность, 3 — умеренная интенсивность, 4 — сильная интенсивность, 5 — очень сильная интенсивность. Проведена физико-химическая оценка образцов.

Анализ данных

Исследования проводили в трехкратной повторности. Обработку экспериментальных данных осуществляли в программе Microsoft Excel. Результаты представлены в виде среднего значения со стандартным отклонением.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Разработка рецептуры производства образцов хлеба

На первом этапе исследований разрабатывали рецептуру производства хлеба, обогащенного порошком вереска обыкновенного. За основу разработки рецептуры производства хлеба, изготовленного с введением порошка вереска обыкновенного принята классическая технология приготовления пшеничного хлеба на ржаной закваске (Бертине, 2011). Представленную рецептуру варьировали путем вне-

Таблица 1
Рецептура приготовления хлеба

Сырье	Образцы			
	Образец № 1	Образец № 2	Образец № 3	Образец № 4
<i>Опара</i>				
Закваска ржаная, г	30	30	30	30
Мука пшеничная цельнозерновая, г	65	65	65	65
Вода, мл	32	32	32	32
<i>Тесто</i>				
Мука пшеничная цельнозерновая, г	340	340	340	340
Мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта, г	200	200	200	200
Соль поваренная пищевая, г	10	10	10	10
Порошок вереска, г	—	2	3	5

сения порошка вереска обыкновенного, начиная с концентрации 2 г, влияющей на изменение органолептических и физико-химических показателей качества образцов хлеба (Таблица 1).

С целью разработки рецептуры приготовления хлеба, обогащенного дикорастущим пряно-ароматическим сырьем, мы варьировали дозы внесения в тесто порошка вереска обыкновенного. Авторами установлено, что внесение в рецептуру производства хлеба порошка вереска обыкновенного в концентрации менее 2 грамм, не оказало влияния на органолептические показатели качества готового хлеба, соответственно для проведения исследований

ваний определены концентрации порошка вереска обыкновенного 2г, 3г и 5г.

На втором этапе определяли органолептические показатели качества готовых образцов хлеба.

Контроль качества образцов хлеба по органолептическим показателям

Для контроля качества готовых образцов хлеба, обогащенных порошком вереска обыкновенного, разработана 5-балльная шкала оценки качества хлеба, на основе традиционных методик (Ялалетдинова, 2010), представленная в Таблице 2.

Таблица 2
5-балльная шкала оценки качества хлеба, обогащенного порошком вереска обыкновенного

Наименование показателя	Характеристика качества хлеба	Балл
Внешний вид: — форма — поверхность — цвет	Форма правильная округлая, овальная или продолговато-овальная, не расплывчатая, без притисков. Поверхность без крупных трещин и подрывов. Цвет светло-коричневый, равномерный	5
	Форма правильная с несколько выпуклой верхней поверхностью. Поверхность достаточно гладкая, с едва заметными мелкими трещинами и подрывами. Цвет светло-коричневый, слегка не равномерный.	4
	Форма правильная, с плоской верхней поверхностью. Поверхность шероховатая, с заметными трещинами. Цвет светло-коричневый с темными коричневыми пятнами, не равномерный.	3
	Форма не правильная. Поверхность бугорчатая, определены крупные трещины и подрывы. Цвет коричневый, не равномерный.	2
	Форма не правильная, расплывчатая, разорвана верхняя поверхность. Цвет темный, не равномерный, подгорелый.	1

Окончание Таблицы 2

Наименование показателя	Характеристика качества хлеба	Балл
Состояние мякиша: – пропеченность – промес – пористость	Пропеченный, эластичный, мягкий, нежный. Без комочков и следов непромеса, хорошо разжевываемый. Пористость хорошо развитая, поры средние, равномерные, без пустот и уплотнений.	5
	Пропеченный, эластичный, мягкий. Без комочков и следов непромеса, хорошо разжевывается, слегка суховатый. Пористость развитая, незначительные уплотнения.	4
	Пропеченный, удовлетворительно мягкий. Суховатый, слегка комкующийся. Пористость недостаточно развитая, неравномерная, с выраженными уплотнениями.	3
	Недостаточно пропеченный, малоэластичный. С комочками непромеса. Пористость не развитая, мякиш плотный, сухой.	2
	Не пропеченный, не эластичный, липкий. Сильно комкующийся. Пористость отсутствует, мякиш грубый.	1
Вкус	Свойственный данному виду изделия, легкий медовый привкус	5
	Свойственный данному виду изделий, терпкий привкус	4
	Свойственный данному виду изделия, легкий горьковатый привкус	3
	Свойственный данному виду изделия, более выраженный горьковатый привкус	2
	Горький, дрожжевой, посторонние привкусы.	1
Запах	Свойственный данному виду изделия, запах приятный, хорошо выраженный.	5
	Свойственный данному виду изделия, менее выраженный.	4
	Свойственный данному виду изделия, не выраженный, кислый.	3
	Не выраженный, «пустой».	2
	Затхлый, посторонний, неприятный.	1

На основании разработанной авторами 5-балльной шкалы оценки качества образцов хлеба проведен контроль качества готового хлеба по органолептическим показателям (Таблица 3). Органолептическая оценка выпеченных образцов хлеба показала, что максимальный средний балл — 5 поставили кон-

трольному образцу № 1, изготовленному без внесения порошка вереска обыкновенного и образцу № 2 — с минимальной концентрацией (2 г) вносимой добавки. С точки зрения органолептических исследований основные отличия у образцов выявлены по показателям вкуса и состоянию мякиша. Об-

Таблица 3

Оценка качества образцов по 5-балльной шкале

Показатель	Образец № 1	Образец № 2	Образец № 3	Образец № 4
Внешний вид:	5,0	5,0	4,8	4,4
– форма	5,0	5,0	5,0	4,6
– поверхность	5,0	5,0	5,0	4,4
– цвет	5,0	5,0	4,5	4,3
Состояние мякиша:	5,0	5,0	4,6	4,2
– пропеченность	5,0	5,0	4,6	4,2
– пористость	5,0	5,0	4,5	4,0
– промес	5,0	5,0	4,6	4,3
Вкус	5,0	5,0	4,6	4,0
Запах	5,0	5,0	5	4,8
Средний балл	5,0	5,0	4,8	4,4

разец №2 имел достаточно пропеченный мякиш, приятный, сладковатый вкус. При увеличении внесения порошка вереска обыкновенного до 5 г вкус становился горьковатым, мякиш более плотным, поры отсутствовали.

Далее сравнивали полученные данные с нормами показателей, установленными требованиями ГОСТ Р 58233–2018 “Хлеб из пшеничной муки. Технические условия”. Образец №4 не соответствовал требованиям ГОСТ по показателям состояние мякиша, внешний вид и вкус.

С целью выявления посторонних привкусов в образцах обогащенного хлеба, разработаны профили вкуса и пористости образцов (Рисунки 1,2). Профили строили на основании шкалы интенсивности выраженности признака (представленной в учебном пособии)¹.

Данные рисунка свидетельствуют о преобладании горьковатого привкуса у образца №3 — средней интенсивности выраженности и у образца №4 —

высокой интенсивности выраженности. Слабо выраженный медовый привкус определен у образцов хлеба №2, №3 и №4. Терпкость во вкусе хлеба усиливалась по мере увеличения вносимой концентрации порошка вереска обыкновенного.

Средние, равномерные поры определены у образцов хлеба №1 и №2. У образца №3 поры являлись неравномерными. Образец №4 имел плотный мякиш, поры отсутствовали.

Третьим этапом исследований являлось проведение физико-химических испытаний готовых образцов хлеба.

Физико-химические исследования образцов хлеба осуществляли по показателям пористости, влажности и кислотности мякиша (Таблица 4).

Рисунок 1

Профили вкуса исследуемых образцов хлеба

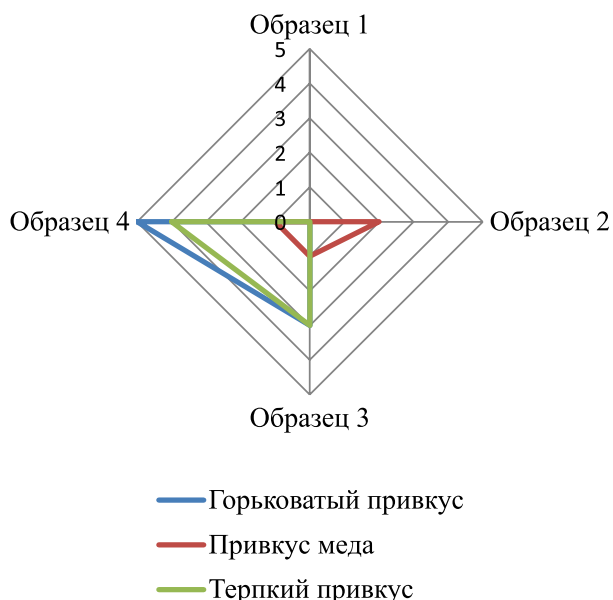
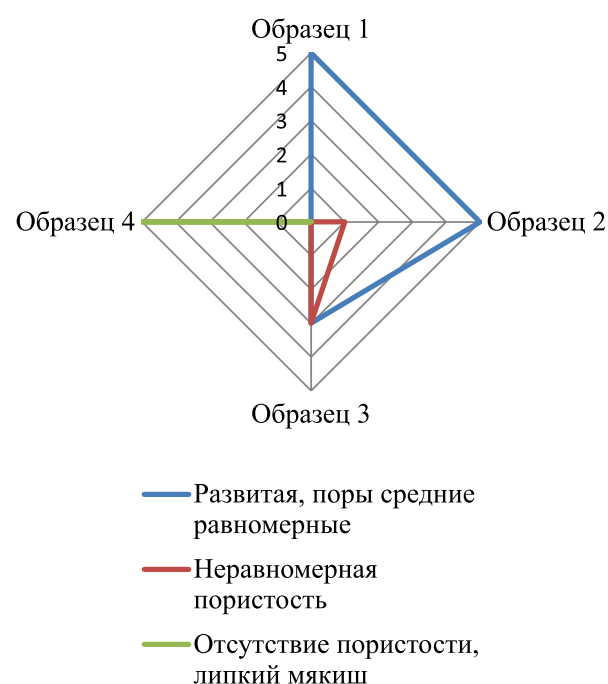


Рисунок 2

Профили пористости исследуемых образцов хлеба



¹ Медведев, П.В., & Федотов, В.А. (2017). *Сенсорный анализ продовольственных товаров: учебное пособие*. Оренбург: Оренбургский государственный университет.

Таблица 4

Физико-химические показатели качества хлеба

Показатель	Требования ГОСТ Р 58233–2018	Образцы			
		Образец № 1	Образец № 2	Образец № 3	Образец № 4
Пористость мякиша,%, не менее	70,0	75 ± 0,05	74 ± 0,06	72 ± 0,03	68 ± 0,03
Влажность мякиша,%, не более	44,0	41,6 ± 0,03	41,8 ± 0,04	42,4 ± 0,06	42,9 ± 0,02
Кислотность мякиша, град., не более	3,0	2,8 ± 0,02	2,9 ± 0,03	3,0 ± 0,03	3,2 ± 0,02

Контроль качества образцов хлеба
по физико-химическим показателям

По показателям пористости, влажности, кислотности анализируемые образцы удовлетворяют требованиям ГОСТ Р 58233–2018 “Хлеб из пшеничной муки. Технические условия”. Анализ показал, что при внесении в тесто порошка вереска обыкновенного, повышались влажность с 41,6% до 42,9% и кислотность мякиша от 2,8 до 3,2 град. готовых образцов хлеба, пористость снижалась с 75% до 68%.

Удельный объем см³ (/100 г) четырех образцов хлеба приведен на Рисунке 3.

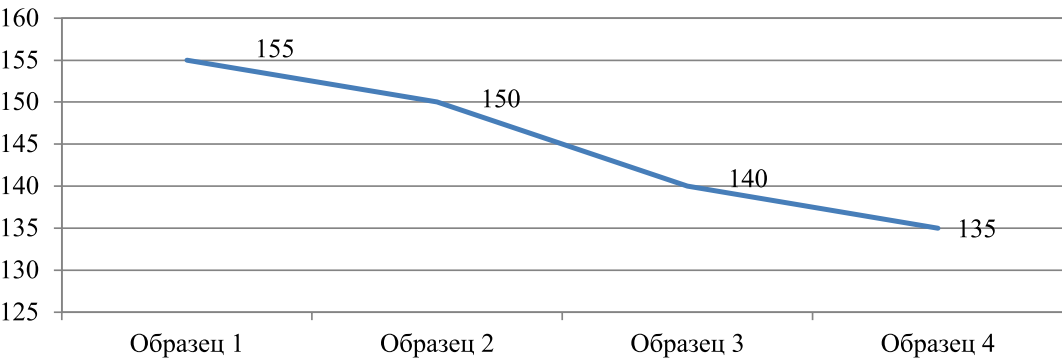
Рассматривая удельный объем хлеба, можно отметить, что положительное влияние на этот показатель наблюдали при внесении порошка вереска в концентрации 2 г.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Полученные нами результаты с одной стороны противоречат исследованиям (Лазовиковой & Коха, 2023), в котором авторы разрабатывали рецептуру производства хлеба с использованием дикорастущего пряно-ароматического сырья (порошка черемши). Хлеб, изготовленный авторами с максимальным введением порошка черемши (в концентрации 5%) имел лучшие органолептические показатели качества (структуру, внешний вид, цвет, запах и форму). С другой стороны наши исследования согласуются с результатами испытаний (Волковой & Сысоева, 2021). Авторы использовали при разработке рецептуры хлеба дополнительно к пшеничной муке высшего сорта добавление муки из корня цикория и травы чабреца. У хлеба, изготовленного с использованием муки из корня цикория в количестве до 3% от массы муки, корка являлась хорошо выпуклой, имела ровную коричневую поверхность, равномерный пористый и эластичный мякиш. Увеличение концентрации муки из корня цикория в рецептуре способствовало снижению выпуклости корки, образованию неровной поверхности. При внесении муки из корня цикория

Рисунок 3

Удельный объем образцов хлеба



в концентрации выше 5 % мякиш хлеба становился заминающимся, во вкусе определялись горьковатые нотки. Хлеб, произведенный с введением в рецептуру муки из травы чабреца в количестве более 1 % от массы муки имел бугристую с трещинами корку, неравномерную пористость мякиша. Мякиш начинал заминаться на вариантах с внесением максимального количества муки из травы чабреца.

В наших исследованиях, при внесении порошка вереска обыкновенного в концентрации 2 г форма подового хлеба являлась округлой, не расплывчатой равномерно окрашенная корка в светло-коричневый цвет. Поверхность без подрывов и трещин. Мякиш, пропеченный не липкий, поры средние, достаточно равномерные. Вкус свойственный наименованию, сладковатый (привкус меда). По внешнему виду, состоянию мякиша и запаху образец № 2 не отличался от образца № 1. Хлеб, приготовленный с концентрацией порошка 3 г, имел менее выпуклую корку, более темный цвет, не равномерные поры. Во вкусе наблюдалась горьковатость. Образец, с внесенной концентрацией вереска 5 г имел самый низкий балл — 4,4 по результатам органолептической оценки. Корка имела подрывы и трещины, форма расплылась, мякиш заминающийся не пористый. Вкус горький. Установлено, что с повышением объема вносимого порошка вереска обыкновенного, показатели имеют низкое качество. Разница по показателям с лучшим опытным образцом № 2 составила 4,6 балла или 92 %, что связано с фитонцидными свойствами вереска обыкновенного. По запаху у всех образцов особых отличий не определено.

Результаты профильной оценки характеризуют наибольшую выраженность горького и терпкого привкуса у образца № 4, с максимально вносимой концентрацией вереска обыкновенного — 5 г. Привкус меда наиболее ощутим у образца № 2, с минимальной концентрацией добавки — 2 г.

Согласно представленным профилям пористости, пористость в норме наблюдалась у образцов № 1 и № 2 (развитые средние). По мере увеличения вносимой добавки (3 г) поры неравномерные, а при 5 г — пористость отсутствовала, мякиш липкий.

Физико-химические испытания свидетельствуют об увеличении показателей по мере повышения концентрации добавки, за исключением пористо-

сти, что совпадает с результатами исследований авторов (Волковой & Сысоева, 2021), использовавших муку из травы чабреца в рецептуре хлеба. Хотя при внедрении в рецептуру хлеба муки из корня цикория в количестве до 3 % авторы наблюдали увеличение показателей пористости, до 5 % — кислотности и влажности мякиша.

Результаты наших физико-химических исследований свидетельствуют о повышении влажности мякиша с 41,6 % у контрольного образца до 42,9 % у образца № 4 с внесенной добавкой 5 г, что можно объяснить высокой водопоглощательной способностью порошка вереска. Наибольшая кислотность определена так же у образца № 4, показатель превысил норму стандарта на 0,2 %, что может быть связано с содержанием в вереске обыкновенном органических кислот и аминокислот до 17 %, и фенольных кислот до 9 % (Веремчук и соавт., 2016). При рассмотрении удельного объема хлеба, отметим, что положительное воздействие на данный показатель наблюдалось при внесении 2 г порошка вереска, что может быть обусловлено хорошо развитой пористостью мякиша, и достаточной пропеченностью.

При проведении исследований мы ограничились определением трех основных физико-химических показателей (кислотность, влажность и пористость мякиша хлеба), на которые может оказывать влияние внесение пряно ароматического сырья, не ставили задач по определению массовой доли сахара и жира в пересчете на сухое вещество.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Решена задача создания рецептуры пшеничного хлеба на ржаной закваске с внесением порошка вереска обыкновенного разной концентрации. В результате проведенных исследований получены новые научные данные о качественных показателях хлеба, обогащенного добавкой вереска обыкновенного. Полученные образцы хлеба можно использовать в питании людей разных возрастных категорий. В дальнейшем планируется проведение исследований, направленных на определение биологической ценности хлеба, изготовленного с использованием вереска обыкновенного.

АВТОРСКИЙ ВКЛАД

Ражина Ева Валерьевна: проведение исследования, редактирование рукописи.

Смирнова Екатерина Сергеевна: проведение исследования, подготовка рукописи.

Шаравьев Павел Викторович: концептуализация; редактирование рукописи.

Неверова Ольга Петровна: разработка методики исследования.

Лопалева Надежда Леонидовна: концептуализация; валидация данных.

ЛИТЕРАТУРА

- Агибалова, В.С., Мажулина, И.В., & Тертычная, Т.Н. (2016). Использование перспективных добавок растительного происхождения для повышения биологической ценности хлеба. *Хлебопродукты*, (10), 54-55.
- Agibalova, V.S., Mazhulina, I.V., & Tertychnaya, T.N. (2016). The use of promising plant additives to improve the biological value of bread. *Khleboprodukty*, (10), 54-55. (In Russ.)
- Алексеева, М.М., Волкова, А.В., & Ромадина, Ю.А. (2015). Применение дополнительного сырья при производстве хлебобулочных изделий функционального назначения. *Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии*, (4), 81-85.
- Alekseeva, M.M., Volkova, A.V., & Romadina, Y.A. (2015). The use of additional raw materials in the production of functional bakery products. *Izvestiya Samarskoy Gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy Akademii*, (4), 81-85. (In Russ.)
- Бертине, Р. (2011). *Хлебное дело*. М.: Астрель.
- Bertine, R. (2011). *Bread business*. Moscow: Astrel. (In Russ.)
- Бисчокова, Ф.А., Бориева, Л.З., & Шогенова, И.Б. (2020). Применение полуфабрикатов из дикорастущего сырья для повышения пищевой ценности хлебобулочных изделий. *Новые технологии*, (1), 11-20. <https://doi.org/10/24411/2072-0920-2020-10101>
- Bischokova, F.A., Borieva, L.Z., & Shogenova, I.B. (2020). Use of semi-finished products from wild raw materials to increase the nutritional value of bakery products. *Novye tekhnologii*, (1), 11-20. <https://doi.org/10/24411/2072-0920-2020-10101> (In Russ.)
- Веремчук, О. А., & Моисеев, Д.В. (2015). Оптимизация условий хроматографического определения изокверцитина в побегах вереска обыкновенного. *Достижения фундаментальной, клинической медицины и фармации: Сборник материалов 70-й научной сессии сотрудников университета* (с.163-164). Витебск.
- Veremchuk, O.A., & Moiseev, D.V. (2015). Optimization of conditions for chromatographic determination of isoquercitrin in common heather shoots. *Dostizheniya fundamental'noy, klinicheskoy meditsiny i farmatsii: Sbornik materialov 70-oy nauchnoy sessii sotrudnikov universiteta* (pp.163-164). Vitebsk. (In Russ.)
- Волкова, А.В., & Сысоев, В.Н. (2021). Применение дикорастущего лекарственного сырья при производстве продуктов питания. *East European Scientific Journal*, (9), 31-37.
- Volkova, A.V., & Sysoev, V.N. (2021). The use of wild medicinal raw materials in the production of food products. *East European Scientific Journal*, (9), 31-37. (In Russ.)
- Горбунова, А.В., & Соболева, Е.В. (2017). Влияние экстрактов дальневосточных дикорастущих растений на физико-химические показатели качества хлеба. *Альманах научных работ молодых ученых университета ИТМО: Материалы XVI научной и учебно-методической конференции* (с. 61-64). Санкт-Петербург.
- Gorbunova, A.V., & Soboleva, E.V. (2017). The influence of extracts from wild Far Eastern plants on the physicochemical quality of bread. *Almanac of Scientific Works of Young Scientists of ITMO University: Materials of the XVI Scientific and Educational-Methodical Conference* (pp. 61-64). Saint Petersburg. (In Russ.)
- Гришина, Е.С., & Ступаченко, К.А. (2019). Обзор нетрадиционного растительного сырья, применяемого при производстве хлебобулочных изделий дифференцированного назначения. *Известия Дагестанского ГАУ*, 2(2), 25-32.
- Grishina, E.S., & Stupachenko, K.A. (2019). Overview of unconventional plant raw materials used in the production of bakery products for differentiated purposes. *Izvestiya Dagestanskogo GSU*, 2(2), 25-32. (In Russ.)
- Житков, В.В., Федоренко, Б.Н., & Быков А.В. (2020). Питательные свойства хлеба с добавлением пивной дробины. *Health, Food & Biotechnology*, (4), 81-88. <https://doi.org/10/36107/hfb.2020.i4.s/75>
- Zhitkov, V.V., Fedorenko, B.N., & Bykov, A.V. (2020). Nutritional properties of bread with the addition of brewer's spent grain. *Health, Food & Biotechnology*, (4), 81-88. <https://doi.org/10/36107/hfb.2020.i4.s/75> (In Russ.)
- Какштыкс, Е.Н., & Кох, Д.А. (2022). Использование нетрадиционного растительного сырья для обогащения хлеба пшеничного 1 сорта. *Современные тенденции в пищевых производствах: Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции* (с. 46-51). Красноярск.
- Kakshtyks, E.N., & Koh, D.A. (2022). The use of unconventional plant raw materials for enriching 1st-grade wheat bread. *Modern Trends in Food Production: Collection*

- of Materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference (pp. 46–51). Krasnoyarsk. (In Russ.)
- Лазовикова, Н.П., & Кох, Д.А. (2023). Совершенствование технологии хлебобулочных изделий с использованием дикорастущего растительного сырья. *Студенческая наука — взгляд в будущее: Сборник материалов XVIII Всероссийской научной конференции* (с. 92–96). Красноярск.
- Lazovikova, N.P., & Koh, D.A. (2023). Improving the technology of bakery products using wild plant raw materials. *Student Science — A Look into the Future: Collection of Materials of the XVIII All-Russian Scientific Conference* (pp. 92–96). Krasnoyarsk. (In Russ.)
- Саликова, А.А., Пономарчук, С.Г., & Плаксен, Н.В. (2021). Изучение химического состава плодов дальневосточных видов растений семейства вересковых. *Тихоокеанский медицинский журнал*, (3), 40–44. <https://doi.org/10/34215/1609-1175-2021-3-40-44>
- Salikova, A.A., Ponomarchuk, S.G., & Plaksen, N.V. (2021). Study of the chemical composition of fruits of Far Eastern species of plants from the heather family. *Pacific Medical Journal*, (3), 40–44. <https://doi.org/10/34215/1609-1175-2021-3-40-44> (In Russ.)
- Семенова, Е.Г., Башкуева, М.Р., Дагбаева, Т.Ц., & Тыхенова, О.Г. (2022). Использование черемши в технологии производства ржано-пшеничного хлеба. *Вестник КрасГАУ*, (8), 173–179. <https://doi.org/10/36718/1819-4036-2022-8-173-179>
- Semenova, E.G., Bashkueva, M.R., Dagbaeva, T.C., & Tyhenova, O.G. (2022). The use of wild garlic in the production technology of rye-wheat bread. *Vestnik KrasGAU*, (8), 173–179. <https://doi.org/10/36718/1819-4036-2022-8-173-179> (In Russ.)
- Скорбина, Е.А., Сычева, О.В., Трубина, И.А., & Ежова, Е.О. (2021). Обогащение хлебобулочных изделий пищевыми волокнами. *Пищевая индустрия*, (1), 30–32.
- Skorbina, E.A., Sycheva, O.V., Trubina, I.A., & Ezhova, E.O. (2021). Enrichment of bakery products with dietary fibers. *Pishchevaya Industriya*, (1), 30–32. (In Russ.)
- Тохтиева, Л.Х., & Цугкиева, В.Б. (2015). Использование дикорастущего растительного сырья в хлебопечении. *Известия городского государственного аграрного университета*, (4), 373–377.
- Tokhtieva, L.H., & Tsugkieva, V.B. (2015). The use of wild plant raw materials in baking. *Izvestiya gorodskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, (4), 373–377. (In Russ.)
- Ялалетдинова, Д.И. (2010). Комплексные показатели определения качества зернового хлеба электроконтактного способа выпечки. *Вестник ОГУ*, (10), 179–183.
- Yalaletdinova, D.I. (2010). Comprehensive indicators of grain bread quality determination in the electrocook baking method. *Vestnik OGU*, (10), 179–183. (In Russ.)
- Borczak, B., Sikora, M., Sikora, E., & Sobosz, A. (2018). Glycaemic index of wheat bread. *Starch Stärke*, 70(1–2), 1700022. <https://doi.org/10.1002/star.201700022>
- Dziki, D., Rozyfo, R., Gawlik-Dziki, U., & Swieca, M. (2014). Current trends in the enhancement of antioxidant activity of wheat bread by the addition of plant materials rich in phenolic compounds. *Trends in Food Science & Technology*, 40(1), 48–61. <https://doi.org/10.1016/J.TIFS.2014.07.010>
- Chepel, V., Lisum, V., & Skrypnik, L. (2020). Changes in the content of some groups of phenolic compounds and biological activity of extracts of various parts of heather (*Calluna vulgaris* (L.) Hull) at different growth stages. *Plants*, 9(8), 926. <https://doi.org/10.3390/plants9080926>
- Khmelevskaya, A.V., Karaeva, I.T., Cherkhesova, S.K., & Sorokopudov, N.V. (2022). Justification of the feasibility of using wild-growing inulin-containing plants in bread technology. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. IOP Publishing, 1010(1), 012154. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1010/1/012154>
- Krotova, I.V., Pushmina, I.N., Motovilov, O.K., Sherbinin, V.V., & Mokrousov, S.M. (2021). Justification of the choice of plant raw materials and forms of its processing for expanding the range of functional foods products. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. IOP Publishing, 848(1), 11. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/848/1/012027>
- Monschein, M., Iglesias Neira, J., Kunert, O., & Bucar, F. (2010). Phytochemistry of heather (*Calluna vulgaris* (L.) Hull) and its altitudinal alteration. *Phytochemistry Reviews*, 9, 205–215. <https://doi.org/10.1007/s11101-009-9153-5>
- Nouska, C., Georgiou, M., Lytous A.E., Skendi, A., Bouloumpasi, E., & Lazaridou, A. (2023). Physicochemical characteristics, antioxidant properties, aroma profile and sensory qualities of value-added wheat breads fortified with post-distillation solid waste of aromatic plants. *Foods*, 12(21), 4007. <https://doi.org/10/3390/122/4007>
- Skendi, A., Katsantonis, D.N., Chatzopoulou, P., Irakli, M., & Papageorgiou, M. (2020). Antifungal activity of aromatic plants of the Lamiaceae family in bread. *Foods*, 9(11), 1642. <https://doi.org/10/3390/911/1642>
- Szakiel, A., Nizynski, B., & Paczkowski, C. (2013). Triterpenoid profile of flower and leaf cuticular waxes of heather *Calluna vulgaris*. *Natural Product Research*, 27, 1404–1407. <https://doi.org/10.1080/14786419.2012.742083>
- Moise, A., Margitas, L.A., Dezmirean, D. Bobis, O., & Maghear, O. (2011). Theoretical study regarding the Heather Honey (*Calluna vulgaris*). *Bulletin UASVM Animal Science and Biotechnologies*, 68(1–2), 233–237. <https://doi.org/10.15835/BUASVMC-ASB:68:1-2:6703>
- Samilyk, M., Demidova, E., Bolgova, N., & Savenko, O. (2022). Development of bread technology with high biological value and increased shelf life. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2(11), 116. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.255605>
- Volkova, A., Sysoev, V., Blinova, O., Trots, A., & Prazdnichkova, N. (2019). Innovative technologies of using promising phyto-fortificants in bakery products of high nutritional value. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. IOP Publishing, 403(1), 12. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/403/1/012119>
- Volkova, A.V., Sysoev, V.N., & Makushin, A.N. (2020). The use of wild medicinal raw materials in food production. *BIO Web of Conferences*. EDP Sciences, 17, 6. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20201700048>