

УДК 664.66

Разработка хлебобулочного изделия с повышенным содержанием железа

А. В. ГРИГОРЬЕВА¹, А. АНДРЕЕВА², д-р техн. наук Т. В. МЕЛЕДИНА³¹312464@niuitmo.ru, ²aandreeva@itmo.ru, ³tvmeledina@itmo.ru

Университет ИТМО

В связи с высокой распространенностью железодефицитных состояний среди населения, актуальным является повышение содержания микроэлемента в рационе, в том числе с помощью обогащенных продуктов. В хлебопечении для обогащения изделий могут применяться альтернативные виды муки, в частности мука из семян конопли и мука из семян тыквы. Были определены влажность и водопоглотительная способность используемых видов муки, изучено влияние различных концентраций обогащающей мучной смеси на подъемную силу тестовых полуфабрикатов, а также на физико-химические и органолептические показатели качества готовых изделий. Исследованы структурно-механические свойства мякиши образцов хлеба, а также влияние альтернативной муки на органолептическую и микробиологическую стойкость продукта при хранении. Произведен расчет содержания железа в готовых изделиях. Внесение добавки в опытные образцы осуществлялось в количестве 10 %, 15 % и 20 % от общей массы муки. Установлено, что внесение в тесто конопляной и тыквенной муки практически не оказывает влияния на подъемную силу. По мере увеличения содержания добавки в готовых поверхность становится более шероховатой, происходит уплотнение структуры, корка и мякиши темнеют. Наилучшими органолептическими характеристиками обладает образец, содержащий 15 % обогащающей смеси. Повышение доли замены пшеничной муки в рецептуре способствует ухудшению физико-химических показателей готового хлеба, однако дозировки, применяемые в исследуемых образцах, позволяют получить изделия, соответствующие требованиям ГОСТ по показателям качества. Согласно результатам расчета количества железа, функциональными изделиями могут считаться образцы с 15 % и 20 % обогащающих компонентов, так как содержат более 15 % суточной нормы микроэлемента (для женщин 19–50 лет) в 100 г готового хлеба. Таким образом, конопляная и тыквенная виды муки имеют перспективы применения в разработке обогащенных хлебобулочных изделий.

Ключевые слова: хлебобулочные изделия, дефицит железа, мука конопляная, мука тыквенная, альтернативное питание, брожение.

Информация о статье:

Поступила в редакцию 20.03.2024, одобрена после рецензирования 22.04.2024, принята к печати 13.05.2024

DOI: 10.17586/1606-4313-2024-23-3-35-42

Язык статьи — русский

Для цитирования:

Григорьева А. В., Андреева А., Меледина Т. В. Разработка хлебобулочного изделия с повышенным содержанием железа. // Вестник Международной академии холода. 2024. № 3. С. 35–42. DOI: 10.17586/1606-4313-2024-23-3-35-42

Bakery product with an increased iron content

A. V. GRIGOREVA¹, A. ANDREEVA², D. Sc. T. V. MELEDINA³¹312464@niuitmo.ru, ²aandreeva@itmo.ru, ³tvmeledina@itmo.ru

ITMO University

Due to the high prevalence of iron deficiency among the population, it is important to increase the content of the trace element in the diet, including through fortified products. In baking, alternative types of flour, in particular hemp seed flour and pumpkin seed flour, can be used to enrich products. Moisture and water absorption capacity of the used types of flour were determined, the influence of different concentrations of enriching flour mixture on the lifting power of dough semi-finished products, as well as on the physicochemical and organoleptic quality indicators of finished products were studied. The structural and mechanical properties of bread samples crumb as well as the influence of alternative flour on the organoleptic and microbiological stability of the product during storage were investigated. The iron content in the finished products was calculated. Introduction of the additive into experimental samples was carried out in the amount of 10 %, 15 %, and 20 % of the total mass of flour. It was found that the introduction of hemp and pumpkin flour into the dough has practically no effect on the lifting force. As the content of the additive in the finished surface increases, the surface becomes rougher, the structure thickens, the crust and crumb darken. The sample containing 15 % of enriching mixture has the best organoleptic characteristics. Increasing the share of wheat flour replacement in the formulation contributes to the deterioration of physical and chemical indicators of ready bread, but the dosages used in the samples under study allow to obtain products that meet GOST requirements in terms of quality indicators. According to the results of

calculation of the amount of iron, the samples with 15 % and 20 % of enriching components can be considered functional products, as they contain more than 15 % of the daily norm of the microelement (for women 19–50 years old) in 100 g of ready bread. Thus, hemp and pumpkin types of flour are of promise in the development of enriched bakery products.

Keywords: bakery products, iron deficiency, hempseed flour, pumpkin seed flour, alternative nutrition, fermentation.

Article info:

Received 20/03/2024, approved after reviewing 22/04/2024, accepted 13/05/2024

DOI: 10.17586/1606-4313-2024-23-3-35-42

Article in Russian

For citation:

Grigoreva A. V., Andreeva A., Meledina T. V. Bakery product with an increased iron content. *Journal of International Academy of Refrigeration*. 2024. No 3. p. 35-42. DOI: 10.17586/1606-4313-2024-23-3-35-42

Введение

На сегодняшний день анемия встречается у значительной части населения [1], при этом на долю анемий, связанных с дефицитом железа, приходится большинство диагностируемых случаев [2]. Различные железодефицитные состояния занимают первое место среди наиболее распространенных заболеваний человека [3]. Недостаток микроэлемента может быть следствием патологических состояний [4], однако одной из преобладающих причин является недостаточное его поступление с пищей [5, 6]. В связи с этим актуальным является повышение содержания железа в рационе, в том числе с помощью обогащенных продуктов, нацеленных на профилактику алиментарно-зависимых заболеваний. Основная задача при разработке функциональных пищевых продуктов заключается в поиске соединений с хорошей биодоступностью, растворимостью и минимальным воздействием на органолептические свойства объекта обогащения [7]. Растительное сырье может стать перспективным источником железа взамен различных его соединений, которые используются в качестве обогатителей в связи с дешевизной, однако легко подвергаются окислительно-восстановительным процессам, вызывая прогоркание муки, и ее порчу при хранении [8]. В последние годы применение нетрадиционных видов растений в качестве обогащающих компонентов для пищевых продуктов было признано и высоко оценено исследователями [9]. В хлебопечении получение функциональных изделий часто осуществляется путем замены части муки сырьем, обладающим различными полезными свойствами. Для этой цели могут применяться альтернативные виды муки, в частности мука из семян конопли и мука из семян тыквы. Семена конопли обладают высоким питательным потенциалом, так как содержат большое количество высококачественного белка, полиненасыщенных жирных кислот, витаминов, пищевых волокон. По содержанию макро- и микроэлементов конопляная мука в разы превосходит пшеничную [10]–[12]. При использовании ее в хлебобулочных изделиях выявлено замедление процесса черствения и снижение количества дрожжей и плесени в опытных образцах [11, 13]. Семена тыквы долгое время считались побочными продуктами переработки тыквы, однако изучение их состава показало высокую питательную ценность данного вида сырья. В семенах тыквы содержатся белки, липиды, клетчатка и зола. Они служат источником различных биологически активных соединений, благотворно влияющих на организм. Ми-

неральные вещества также представлены в достаточно большом количестве [14]. Имеются данные подтверждающие возможность использования продукта для профилактики анемии [15]. Применение муки из семян тыквы в рецептурах еще недостаточно распространено. Исследования показывают, что включению ее в состав хлебобулочных изделий способствует улучшению их органолептических свойств, повышению выхода и содержания минеральных веществ [16, 17]. Целесообразным является дальнейшее изучение возможности использования муки из семян конопли и семян тыквы в хлебопечении в качестве обогащающих компонентов.

Цели и задачи исследования

Целью исследования является разработка рецептуры и технологии производства хлебобулочного изделия, обладающего повышенным содержанием железа.

Для реализации поставленной цели в ходе работы решались следующие задачи:

- подбор растительного сырья с высоким содержанием железа;
- оценка хлебопекарных свойств сырья и его влияния на показатели хлебобулочных изделий;
- определение оптимального соотношения компонентов рецептуры и технологии изготовления на основе лабораторной выпечки;
- оценка качества готовых изделий по физико-химическим и органолептическим и реологическим показателям.

Объекты и методы исследования

Объектами исследования явились нетрадиционные виды муки — из семян конопли и тыквы, а также тестовой полуфабрикат и готовое хлебобулочное изделие. Выбранные виды муки, согласно различным литературным данным, характеризуются повышенным содержанием негемового железа (33,3 мг/100 г и 8,82 мг/100 г в конопляной и тыквенной муке, соответственно), а также других минеральных веществ, белка и витаминов. Конопляная мука от производителя «Фермер-групп» и тыквенная мука марки «Народная Здрава» использовались в смеси с соотношением компонентов 1:1, так как, согласно результатам предыдущих исследований, оба вида муки имеют сходные дозировки, допустимые при применении в хлебобулочных изделиях. Добавка вносилась в количествах 10 % (образец 1), 15 % (образец 2) и 20 % (образец 3) от общей массы муки. Рецептуры опытных образ-

цов приведены в табл. 1. В качестве основы для их разработки использовалась рецептура хлеба пшеничного формового из муки высшего сорта с увеличенными дозировками соли и дрожжей. Количество воды рассчитывалось исходя из водопоглощительной способности используемых видов муки.

Таблица 1

Рецептуры экспериментальных хлебобулочных изделий

Table 1

Recipes of experimental bakery products

Наименование сырья	Расход сырья на 1 кг муки, г		
	Образец 1	Образец 2	Образец 3
Мука пшеничная высшего сорта	900	850	800
Мука конопляная	50	75	100
Мука тыквенная	50	75	100
Вода	550	550	550
Соль	20	20	20
Дрожжи прессованные	25	25	25
Итого сырья	1595	1595	1595

Приготовление теста осуществлялось безопасным способом. После дозирования ингредиентов производился замес с использованием миксера планетарного Bear Vagimixer TEDDY AR5. Продолжительность процесса составила 7 мин на первой скорости 2 мин на второй скорости. Затем тесто было отправлено на брожение длительностью 60 мин при температуре 27 °С. По окончании брожения производились разделка теста на заготовки массой 300 г и последующая их отлежка в условиях лабораторного помещения в течение 10 мин. Затем заготовки были сформованы и помещены в расстоечный шкаф MIVE. Расстойка длилась 60 мин при температуре 35 °С и относительной влажности воздуха 75 %. После этого хлеб выпекался в ротационной печи Revent при температуре 200–230 °С в течение 25–30 мин. Выпеченные изделия были охлаждены до температуры помещения и помещены под пленку до проведения исследований. Их анализ проводился спустя 16 ч после выпечки.

Показатели всех используемых видов муки определялись общепринятыми методами. Влажность измерялась на автоматическом влагомере Мосб3и. Водопоглощительная способность определялась путем измерения объема воды, который требуется добавить к навеске муки для достижения нормальной консистенции теста.

Подъемная сила тестовых полуфабрикатов с различной концентрацией обогащающей добавки определялась по ГОСТ Р 54731–2011.

Оценка качества готовых изделий осуществлялась по органолептическим показателям (ГОСТ 5667–2022) и физико-химическим показателям, таким как объемный выход хлеба (ГОСТ 27669–88), массовая доля влаги [18], кислотность мякиша (ГОСТ 5670–96), пористость (ГОСТ 5669–96).

Структурно-механические свойства мякиша хлеба определялись с помощью структурометра СТ-2. Метод основывался на определении деформационных характе-

ристик при сжатии индентором «Полусфера». Измерения проводились спустя 24, 48 и 72 ч после выпечки.

Определение срока годности осуществлялось путем проведения нормальных испытаний согласно ПНСТ 826–2023. Упаковывание и хранение производились в соответствии с ГОСТ 8227–2022.

Содержание железа в готовых изделиях оценивалось путем расчета, основанного на справочных данных по количеству микроэлемента в растительном сырье. Для каждого из образцов было определено содержание железа в 100 г готового продукта с учетом упека и потерь сырья на различных этапах технологического процесса.

Результаты и обсуждение

Для расчета количества воды, необходимого для замеса теста, были определены значения влажности и водопоглощительной способности для всех используемых в работе видов муки. Результаты измерения представлены в табл. 2.

Таблица 2

Влажность и водопоглощительная способность муки

Table 2

Moisture and water absorption capacity of the flour

Наименование образца	Влажность, %	Водопоглощительная способность, %
Мука пшеничная в/с	13,5	52
Мука тыквенная	11,5	44
Мука конопляная	8,5	60

Нетрадиционные виды муки обладают меньшей влажностью по сравнению с пшеничной мукой высшего сорта. При этом их водопоглощительная способность варьируется в достаточно широких пределах.

Влажность муки из семян тыквы на 2 % меньше, чем влажность пшеничной муки, однако ее водопоглощительная способность существенно ниже. Это может быть связано с различным химическим составом сырья, так как повышенному поглощению влаги способствует наличие белков клейковины, характерных для пшеничной муки. Тыквенная мука, несмотря на высокое содержание белка, клейковины не содержит. Пониженное поглощение влаги обуславливается и меньшим содержанием крахмала, также принимающего участие в процессе гидратации.

Конопляная мука имеет низкую влажность (на 5 % ниже, чем у пшеничной муки). Одновременно с этим своей водопоглощительной способностью она превосходит прочие образцы и схожа по значению данного показателя с мукой пшеничной обойной. Это обусловлено рядом факторов, среди которых можно выделить пониженную влажность сырья, большую крупность помола, способствующую уменьшению удельной поверхности, а также повышенное содержание отрубистых частиц, обладающих хорошей впитывающей способностью.

Из-за иного, в сравнении с пшеничной мукой, химического состава нетрадиционных видов муки их присутствие в рецептуре может сказываться на интенсивности процесса брожения. В связи с этим было оценено влияние различных концентраций обогащающей мучной смеси в тесте на подъемную силу дрожжей. Показатель служит для отражения эффективности потребления дрожжами

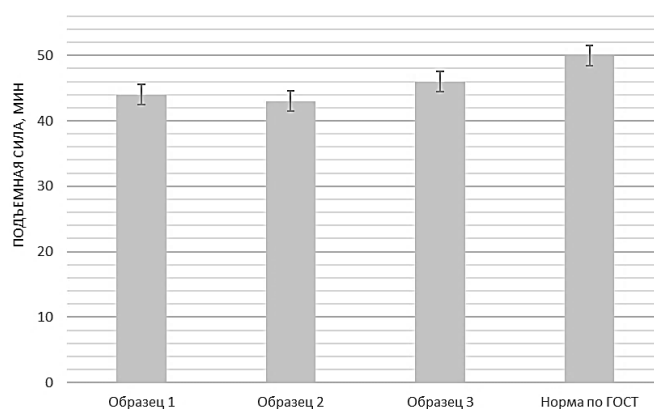


Рис. 1. Показатели подъемной силы тестовых полуфабрикатов: образец 1–10% добавки; образец 2–15% добавки; образец 3–20% добавки

Fig. 1. Lifting power of dough semi-finished products: sample 1–10% of the additive; sample 2–15% of the additive; sample 3–20% of the additive

сахаров муки. Для приготовления тестовых полуфабрикатов использовались дрожжи хлебопекарные прессованные от производителя ОАО «Комбинат пищевых продуктов». Время подъема исследуемых образцов на высоту 70 мм, нормируемую стандартом ГОСТ, отражено на рис. 1.

Исследование показало, что увеличение концентрации смеси конопляной и тыквенной муки в тесте не оказывает влияния на подъемную силу. С учетом доверительного интервала, составляющего 2,6, все исследуемые образцы показали идентичные результаты. При этом все полученные значения соответствуют нормам ГОСТ Р 54731–2011, не выходя за пределы 50 мин, допустимых для дрожжей сорта «высший». Следовательно, совместное использование муки из семян конопли и тыквы не имеет отрицательного влияния на ход брожения теста. Это свидетельствует об отсутствии необходимости внесения дополнительных корректировок в процесс производства хлебобулочных изделий.

Влияние обогащающей добавки на качество готового хлеба (рис. 2) оценивалось путем определения органолептических и физико-химических показателей. Результаты органолептической оценки приведены на рис. 3.



Рис. 2. Внешний вид готовых изделий: образец 1–10% добавки; образец 2–15% добавки; образец 3–20% добавки

Fig. 2. Appearance of the finished products: sample 1–10% of the additive; sample 2–15% of the additive; sample 3–20% of the additive

В образце 1 с 10 % конопляной и тыквенной муки добавка ощущается слабо. Образец 2, содержащий 15 % добавки, имеет более плотную структуру и выраженные вкус и аромат обогащающих компонентов. Образец 3 с 20 % муки из семян конопли и тыквы обладает очень интенсивными запахом и вкусом, свойственными данным видам сырья.

По мере увеличения содержания в изделиях муки из семян конопли и тыквы наблюдается снижение степени выпуклости верхней корки, поверхность становится более шероховатой, корка и мякиш изделий темнеют. Также происходит уплотнение структуры, уменьшение размеров пор и утолщение их стенок. Запах и вкус конопляной и тыквенной муки проявляются интенсивнее. Стоит отметить, что мука из семян конопли содержит крупные включения отрубистых частиц, которые сильнее ощущаются в структуре и вкусе изделий по мере повышения дозировки мучной смеси.

Балльная оценка совокупности органолептических показателей выявила незначительные различия в качестве готового хлеба. По результатам дегустации лучшим стал образец 2 (27 баллов). Образцы 3 и 1 уступают ему с результатами 23 и 21 баллов соответственно. В целом все образцы обладают удовлетворительными органолептическими показателями и соответствуют ГОСТ 31805–2018.

Соответствие нормам было также определено для ряда физико-химических показателей (табл. 3). Кроме стандартных показателей качества хлеба (влажность,

Таблица 3

Физико-химические показатели готовых изделий

Table 3

Physico-chemical characteristics of the finished products

Наименование образца	Нормы ГОСТ 31805–2018	Образец 1	Образец 2	Образец 3
Влажность мякиша, %	19,0–48,0	37,0	35,5	36,5
Кислотность мякиша, град	не более 3,5	2,5	3,0	3,0
Пористость мякиша, %	не менее 68,0	79	73	69

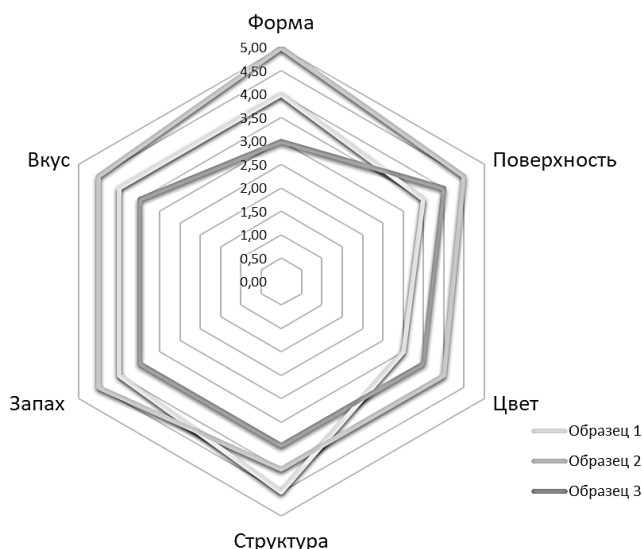


Рис. 3. Результаты органолептической оценки: образец 1 — 10% добавки; образец 2 — 15% добавки; образец 3 — 20% добавки

Fig. 3. Sensory evaluation: sample 1 — 10% of the additive; sample 2 — 15% of the additive; sample 3 — 20% of the additive

кислотность, пористость мякиша) оценивалось влияние концентрации обогащающего сырья на объемный выход из 100 г муки. Результаты исследования отражены на рис. 4.

По мере увеличения количества обогащающих компонентов влажность изделий меняется незначительно. Отсутствие линейности зависимости объясняется недостаточной точностью используемого метода измерений. Несмотря на это, прослеживается тенденция к снижению содержания свободной влаги в мякише, обусловленная пониженной влажностью нетрадиционных видов муки, что приводит к большему поглощению ими воды в процессе приготовления теста. Также видно, что повышение содержания муки из семян конопли и тыквы в изделиях приводит к увеличению показателя кислотности. Пористость мякиша при этом, наоборот, уменьшается вследствие снижения количества клейковины и повышения содержания отрубистых частиц. Снижение степени развитости пористой структуры изделий приводит к уменьшению их объема и, как следствие, объемного выхода.

Можно заключить, что повышение доли замены пшеничной муки в рецептуре способствует ухудшению физико-химических показателей готового хлеба. Дозировки, применяемые в исследуемых образцах, позволяют получить изделия, соответствующие требованиям ГОСТ 31805–2018, однако дальнейшее увеличение содержания муки из семян конопли и тыквы в продукте может способствовать слишком сильному ухудшению его качества.

Важным показателем являются также структурно-механические характеристики мякиша, позволяющие определить его мягкость и упругость, участвующие в формировании ощущений от потребления хлеба и служащие для оценки его степени черствости. Результаты определения деформационных характеристик мякиша в первые сутки после выпечки отражены на рис. 5. В ка-

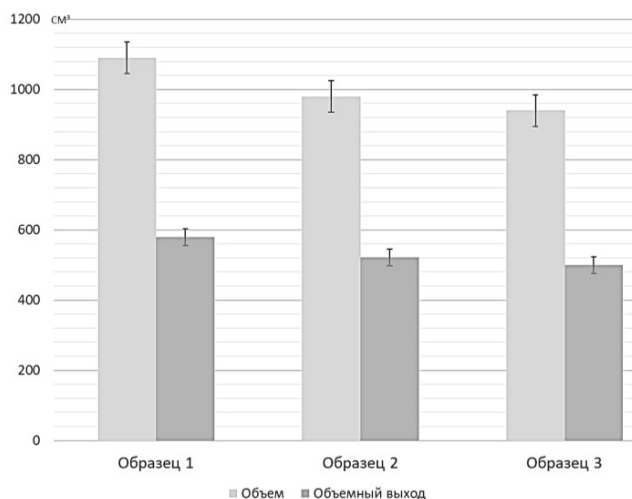


Рис. 4. Показатели объема и объемного выхода изделий: образец 1 — 10% добавки; образец 2 — 15% добавки; образец 3 — 20% добавки

Fig. 4. Volume and volume yield of the products: sample 1 — 10% of the additive; sample 2 — 15% of the additive; sample 3 — 20% of the additive

честве итоговых значений были приняты средние значения трех параллельных измерений каждого образца.

С ростом концентрации обогащающих компонентов мякиш проявляет большее сопротивление нагрузке, становится более плотным и менее упругим. Наименьшей эластичностью мякиша обладает образец 3 (20 % добавки), наибольшей — образец 1 (10 % добавки). Показатель эластичности образца 2 (15 % добавки) близок к образцу 1, незначительно ему уступая. Выявлено снижение упругих свойств мякиша по мере повышения дозировки конопляной и тыквенной муки в рецептуре.

Деформационные характеристики изделий были также изучены в динамике в рамках испытания на определение срока годности (рис. 6). При хранении в двухслойной упаковке изделия сохраняли свои потребительские свойства в течение трех суток. На протяжении данного срока интенсивного черствения не наблюдалось.

Уменьшение эластичности с течением времени происходило практически с одинаковой скоростью во всех образцах. Однако, если на первый и второй день прослеживается зависимость между повышением содержания обогащающей добавки и снижением эластичности, то на третий день образец с наименьшим содержанием добавки (10 %) уступает по этому показателю образцам с 15 % и 20 %, соответственно. Можно сделать предположение, что подобные изменения происходят вследствие снижения количества крахмала и повышения содержания белковых веществ в изделиях по мере увеличения доли замены пшеничной муки на нетрадиционные виды. По этой причине черствение образцов с большей концентрацией добавки протекает медленнее, так как белки теряют меньше влаги, чем крахмал при ретроградации.

Приемлемое качество полученных хлебобулочных изделий делает целесообразным определение содержания железа во всех образцах. Расчет производился на основе

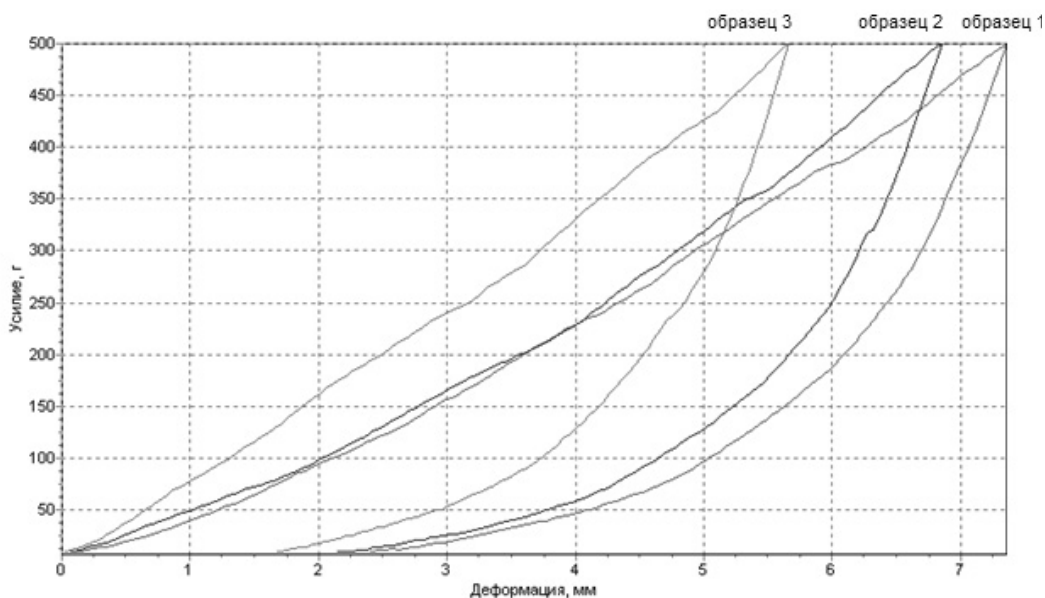


Рис. 5. Деформационные характеристики мякиша хлеба через 24 ч после выпечки: образец 1 — 10% добавки; образец 2 — 15% добавки; образец 3 — 20% добавки

Fig. 5. Deformation characteristics of the crumb 24 h after baking: sample 1 — 10% of the additive; sample 2 — 15% of the additive; sample 3 — 20% of the additive

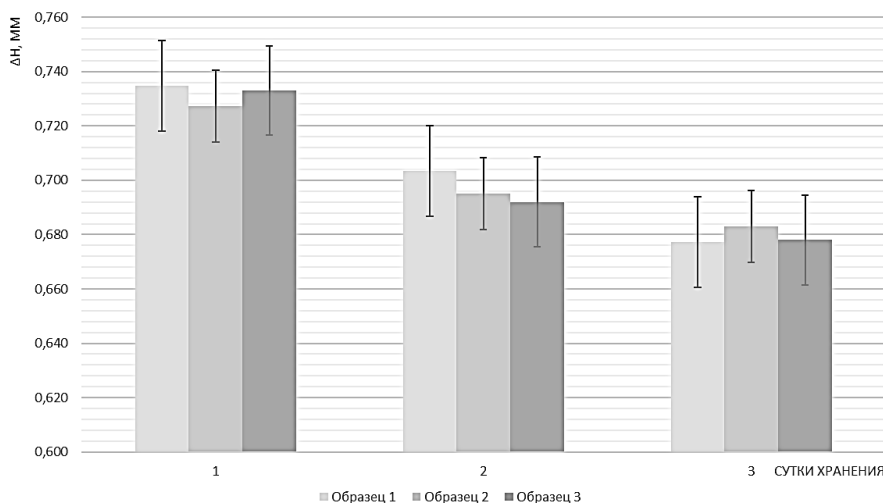


Рис. 6. Изменение деформационных характеристик мякиша хлеба при хранении: образец 1 — 10% добавки; образец 2 — 15% добавки; образец 3 — 20% добавки

Fig. 6. Changes in deformation characteristics of the crumb during storage: sample 1 — 10% of the additive; sample 2 — 15% of the additive; sample 3 — 20% of the additive

справочных данных по его количеству в используемых видах муки [19]. Масса муки, израсходованная на одно изделие, с учетом потерь сырья при производстве, составила 188 г. За среднюю массу одного выпеченного изделия было принято значение 260 г, наиболее приближенное к результатам всех образцов. Потерь микроэлемента при термической обработке не происходит. Более того, ферментация и выпечка, являющиеся частью процесса приготовления хлеба, существенно снижают содержание антипитательных факторов в тесте и готовом продукте, тем самым повышая биодоступность железа. Исходя из вышеперечисленного, получились следующие расчетные значения (табл. 4).

Таблица 4
Расчетное содержание железа в образцах

Table 4
Calculated iron content in the samples

Наименование показателя	Образец 1	Образец 2	Образец 3
Количество железа в целом изделии, мг	6,00	7,86	9,72
Количество железа в 100 г изделия, мг	2,30	3,02	3,74
% от СП (для женщин 19–50 лет)	12,8	16,8	20,8

За суточную потребность (СП) было принято значение 18 мг, соответствующее потребности в микроэлементе для женщин 19–50 лет, так как для мужчин необходимое количество железа в два раза меньше. Процент восполнения СП определялся исходя из потребления 100 г изделия, так ежедневная норма потребления хлеба не установлена. Согласно принятым допущениям и полученным результатам, функциональными изделиями могут считаться образцы 2 и 3 (с 15 % и 20 % обогащающих компонентов соответственно), так как содержат более 15 % суточной нормы микроэлемента в 100 г готового изделия.

Заключение

Изучена возможность совместного применения муки из семян конопли и муки из семян тыквы в соотношении 1:1 в качестве источника железа для повышения его содержания в хлебобулочных изделиях. Установлено, что внесение добавки в количестве от 10 до 20 % от общей массы муки позволяет получить хлеб, соответствующим

принятым стандартам по показателям качества. Согласно проведенным ранее исследованиям, при раздельном использовании конопляной и тыквенной муки оптимальная дозировка каждого из видов составляет от 5 до 10 % [10, 13, 16, 17, 20, 21]. По результатам данной работы выявлено, что оптимальной концентрацией обогащающей мучной смеси является значение 15 %. При данной концентрации готовые изделия характеризуются наилучшими органолептическими свойствами, а также могут считаться функциональными по расчетному содержанию железа в 100 г продукта. Таким образом, конопляная и тыквенная виды муки имеют перспективы применения в разработке обогащенных хлебобулочных изделий. В дальнейшем планируется осуществить определение содержания железа в опытных образцах с помощью инструментальных методов, а также оценить его биодоступность *in vitro*. Рассматривается возможность модификации рецептуры и технологии производства обогащенного хлеба для улучшения его потребительских свойств.

Литература

1. Prevalence, years lived with disability, and trends in anaemia burden by severity and cause, 1990–2021: findings from the Global Burden of Disease Study 2021. M Gardner W., Razo C., A McHugh T., et al. // *The Lancet Haematology*. 2023. Vol. 10, Issue 9. P. 713–734. DOI: 10.1016/S2352–3026 (23) 00160–6.
2. Гороховская Г. Н. Железодefицитные состояния в практике терапевта. Особенности дефицита железа и профилактики железодefицитных анемий // *Медицинский совет*. 2004. № 1. С. 85–92.
3. Румянцев А. Г. и др. Распространенность железодefицитных состояний и факторы, на нее влияющие. // *Медицинский совет*. 2015. № 6. С. 62–66.
4. Marley A., Brookes M. J. Iron deficiency anaemia — modern investigation and management. // *Medicine*. 2024. Vol. 52, Issue 2. P. 77–80. DOI: 10.1016/j. mpm. 2023.11.008.
5. Железодefицитная анемия. Клинические рекомендации РФ 2021 (Россия) [Электронный ресурс]: URL: <https://diseases.medelement.com/disease/железодefицитная-анемия-кр-рф-2021/17027> (дата обращения 10.03.2024).
6. Tang G. H., Sholzberg M. Iron deficiency anemia among women: An issue of health equity // *Blood Reviews*. 2024. Vol. 64. DOI: 10.1016/j. blre. 2023.101159.
7. Shubham K., Anukiruthika T., Dutta S. et al. Iron deficiency anemia: A comprehensive review on iron absorption, bioavailability and emerging food fortification approaches. // *Trends in Food Science & Technology*. 2020. Vol. 99. P. 58–75. DOI: 10.1016/j. tifs. 2020.02.021.
8. Kaur N., Agarwal A., Sabharwal M. Food fortification strategies to deliver nutrients for the management of iron deficiency anaemia. // *Current Research in Food Science*. 2022. Vol. 5. P. 2094–2107. DOI: 10.1016/j. crfs. 2022.10.020.
9. Степычева Н. В., Петрова С. Н. Разработка функциональных хлебобулочных изделий: теория и практика: учебное пособие. Иван. гос. хим.-технол. ун-т. Иваново, 2017. 165 с.
10. Ворщева А. В., Багнавец Н. Л., Григорьева М. В., Белопухов С. Л. Оценка возможности использования конопляной муки в хлебопечении. // *АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал*. 2023. № 3.

References

1. Prevalence, years lived with disability, and trends in anaemia burden by severity and cause, 1990–2021: findings from the Global Burden of Disease Study 2021. M Gardner W., Razo C., A McHugh T., et al. *The Lancet Haematology*. 2023. Vol. 10, Issue 9. P. 713–734. DOI: 10.1016/S2352–3026 (23) 00160–6.
2. Gorokhovskaya G. N. Iron deficiency conditions in the practice of a therapist. Features of iron deficiency and prevention of iron deficiency anemia. Medical Council. 2004. No. 1. pp. 85–92. (in Russian)
3. Rumyantsev A. G. et al. The prevalence of iron deficiency conditions and the factors influencing it. Medical advice. 2015. No. 6. pp. 62–66. (in Russian)
4. Marley A., Brookes M. J. Iron deficiency anaemia — modern investigation and management. *Medicine*. 2024. Vol. 52, Issue 2. P. 77–80. DOI: 10.1016/j. mpm. 2023.11.008.
5. Iron deficiency anemia. Clinical recommendations of the Russian Federation 2021. [Electronic resource]: URL: <https://diseases.medelement.com/disease/железодefицитная-анемия-кр-рф-2021/17027> (date of application 10.03.2024). (in Russian)
6. Tang G. H., Sholzberg M. Iron deficiency anemia among women: An issue of health equity. *Blood Reviews*. 2024. Vol. 64. DOI: 10.1016/j. blre. 2023.101159.
7. Shubham K., Anukiruthika T., Dutta S. et al. Iron deficiency anemia: A comprehensive review on iron absorption, bioavailability and emerging food fortification approaches. *Trends in Food Science & Technology*. 2020. Vol. 99. P. 58–75. DOI: 10.1016/j. tifs. 2020.02.021.
8. Kaur N., Agarwal A., Sabharwal M. Food fortification strategies to deliver nutrients for the management of iron deficiency anaemia. *Current Research in Food Science*. 2022. Vol. 5. P. 2094–2107. DOI: 10.1016/j. crfs. 2022.10.020.
9. Stepycheva N. V., Petrova S. N. Development of functional bakery products: theory and practice: textbook. Ivan. state chemical-technol. un-T. Ivanovo, 2017. 165 p. (in Russian)
10. Vorzheva A. V., Bagnavets N. L., Grigorieva M. V., Belopukhov S. L. Evaluation of the possibility of using hemp flour in baking. *AgroEcoInfo: Electronic scientific and production journal*. 2023. No. 3. (in Russian)

11. Мухаметшина Н. У., Кашаева Д. В. Исследование возможности применения конопляной муки в технологии хлебобулочных изделий. // Наука, образование, инновации: актуальные вопросы и современные аспекты: материалы Всероссийской научно-практической конференции (27 ноября 2020 г.) / Бугульма: Конверт, 2020. 628 с.
12. Орлова Т. В., Красносельова Е. А., Ринатова Н. Р. Разработка рецептуры и оценка качества мучных восточных сладостей шакер-чурек, обогащенных мукой конопляной. // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». 2022. № 3. С. 12–29. DOI: 10.17586/2310-1164-2022-15-3-12-29
13. Hemp (*Cannabis sativa* L.) Flour-Based Wheat Bread as Fortified Bakery Product. Rusu I. E., Marc Vlaic R. A., Mureşan C. C. et al // *Plants (Basel)*. 2021. Vol. 10 (8) DOI: 10.3390/plants10081558.
14. Singh A., Kumar V. Pumpkin seeds as nutraceutical and functional food ingredient for future: A review. // *Grain & Oil Science and Technology*. 2023. DOI: 10.1016/j. gaost. 2023.12.002.
15. Naghii M., Mofid M. Impact of Daily Consumption of Iron Fortified Ready-to-Eat Cereal and Pumpkin Seed Kernels (*Cucurbita pepo* L.) on Serum Iron in Adult Women. // *BioFactors (Oxford, England)*. 2007. Vol. 30. P. 19–26. DOI:10.1002/biof. 5520300103
16. Ефремова Е. Н. Влияние тыквенной муки на качественные показатели хлеба пшеничного. // Вестник АПК Ставрополя. 2016. № 1 (21). С. 6–10.
17. Zlateva D., Stefanova D., & Chochkov R., Ivanova P. Study on the impact of pumpkin seed flour on mineral content of wheat bread. // *Food Science and Applied Biotechnology*. 2022. Vol. 5. P. 131–139. DOI:10.30721/fsab2022. v5. i2.177
18. Хохлова А. И. Определение массовой доли влаги в пищевых продуктах при оценке качества сырья, полуфабрикатов и готовых изделий. Краснояр. гос. аграр. ун-т. Красноярск, 2006. 10 с.
19. Таблицы калорийности продуктов. 2009–2024. [Электронный ресурс]: URL: https://health-diet.ru/table_calorie/?utm_source=leftMenu&utm_medium=table_calorie (дата обращения 12.03.2024).
20. Pojić M., Dapčević Hadnađev T., Hadnađev M., Rakita S. and Brlek T. Hemp Seed Cake in Bread Making. // *J. Food Qual.* 2015. Vol. 38. P. 431–440. DOI: 10.1111/jfq. 12159
21. Giami S. Y. Effect of germination on bread-making properties of wheat-fluted pumpkin (*Telfairia occidentalis*) seed flour blends. // *Plant Foods Hum Nutr.* 2003. Vol. 58. P. 1–9. DOI: 10.1023/B: QUAL. 0000040314.25512.8c
11. Mukhametshina N. U., Kashaeva D. V. Investigation of the possibility of using hemp flour in the technology of bakery products. *Science, Education, Innovation: topical issues and modern aspects: materials of the All-Russian Scientific and Practical conference (November 27, 2020) / Bugulma: Envelope, 2020. 628 p. (in Russian)*
12. Tatyana V. Orlova, Ekaterina A. Krasnoselova, Nazik R. Rinatova. A recipe and quality assessment of flour oriental sweets — shaker-churek — with the use of hemp flour. *Processes and Food Production Equipment*. 2022, no. 3. p. 12–29. DOI: 10.17586/2310-1164-2022-15-3-12-29 (in Russian)
13. Hemp (*Cannabis sativa* L.) Flour-Based Wheat Bread as Fortified Bakery Product. Rusu I. E., Marc Vlaic R. A., Mureşan C. C. et al. *Plants (Basel)*. 2021. Vol. 10 (8) DOI: 10.3390/plants10081558.
14. Singh A., Kumar V. Pumpkin seeds as nutraceutical and functional food ingredient for future: A review. *Grain & Oil Science and Technology*. 2023. DOI: 10.1016/j. gaost. 2023.12.002.
15. Naghii M., Mofid M. Impact of Daily Consumption of Iron Fortified Ready-to-Eat Cereal and Pumpkin Seed Kernels (*Cucurbita pepo* L.) on Serum Iron in Adult Women. *BioFactors (Oxford, England)*. 2007. Vol. 30. P. 19–26. DOI:10.1002/biof. 5520300103
16. Efremova E. N. The effect of pumpkin flour on the quality of wheat bread. *Bulletin of the agroindustrial complex of Stavropol*. 2016. No. 1 (21). pp. 6–10. (in Russian)
17. Zlateva D., Stefanova D., & Chochkov R., Ivanova P. Study on the impact of pumpkin seed flour on mineral content of wheat bread. *Food Science and Applied Biotechnology*. 2022. Vol. 5. P. 131–139. DOI:10.30721/fsab2022. v5. i2.177
18. Khokhlova A. I. Determination of the mass fraction of moisture in food products when assessing the quality of raw materials, semi-finished products and finished products. *Krasnoyar. gos. agrar. un-t. Krasnoyarsk*, 2006. 10 p. (in Russian)
19. Tables of caloric content of products. 2009–2024. [Electronic resource]: URL: https://health-diet.ru/table_calorie/?utm_source=leftMenu&utm_medium=table_calorie (date of application 12.03.2024). (in Russian)
20. Pojić M., Dapčević Hadnađev T., Hadnađev M., Rakita S. and Brlek T. Hemp Seed Cake in Bread Making. *J. Food Qual.* 2015. Vol. 38. P. 431–440. DOI: 10.1111/jfq. 12159
21. Giami S. Y. Effect of germination on bread-making properties of wheat-fluted pumpkin (*Telfairia occidentalis*) seed flour blends. *Plant Foods Hum Nutr.* 2003. Vol. 58. P. 1–9. DOI: 10.1023/B: QUAL. 0000040314.25512.8c

Сведения об авторах

Григорьева Анастасия Владимировна

Студент бакалавриата факультета биотехнологий Университета ИТМО, 191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9, 312464@niuitmo.ru

Андреева Анастасия

Аспирант, доцент практики факультета биотехнологий Университета ИТМО, 191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9, aandreeva@itmo.ru

Меледина Татьяна Викторовна

Д. т. н., профессор факультета биотехнологий Университета ИТМО, 191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9, tvmeledina@itmo.ru

Information about authors

Grigoreva Anastasia V.

Bachelor student of the Faculty of Biotechnology of ITMO University, 191002, Russia, St. Petersburg, Lomonosov str., 9, 312464@niuitmo.ru

Andreeva Anastasia

Postgraduate student, Associate Professor of Practice of the Faculty of Biotechnology of ITMO University, 191002, Russia, St. Petersburg, Lomonosov str., 9, aandreeva@itmo.ru

Meledina Tatyana V.

D. Sc., Professor of the Faculty of Biotechnology of ITMO University, 191002, Russia, St. Petersburg, Lomonosov str., 9, tvmeledina@itmo.ru

