

ПИЩЕВЫЕ СИСТЕМЫ / FOOD SYSTEMS

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.151.2>

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АМАРАНТОВОЙ МУКИ В ПРОИЗВОДСТВЕ МЕЛКОШТУЧНЫХ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Научная статья

Иванова Н.Н.^{1,*}

¹ ORCID : 0000-0001-8238-9491;

¹ Национальный исследовательский Мордовский государственный университет имени Н.П. Огарева, Саранск, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (ivanova_n-n[at]mail.ru)

Аннотация

Исследовано влияние частичной замены пшеничной муки на амарантовую на реологические свойства теста, органолептические и физико-химические показатели качества, пищевую ценность мелкоштучных хлебобулочных изделий. Целью работы являлось усовершенствовать рецептуру и провести оценку качества образцов булочной мелочи с использованием амарантовой муки. Изучали четыре варианта: контроль, с введением 10, 15 и 20% амарантовой муки взамен пшеничной. Методы исследования – лабораторный и органолептический. Установлено, что в результате изменения рецептуры повышаются водопоглотительная способность теста, время его образования и устойчивость к разжижению. По результатам валориметрической оценки все образцы тестовых полуфабрикатов характеризовались хорошими физическими свойствами. Комплексная оценка показателей качества булочной мелочи установила, что лучше проявили себя образцы с заменой 10–15% пшеничной муки на амарантовую. Кроме этого, они отличались легким приятным вкусом и ароматом орехов. Применение амарантовой муки повышало содержание в продукте белков и жиров, ряда минеральных веществ и витаминов. Содержание углеводов наоборот снижается, что приводит к уменьшению энергетической ценности изделий.

Ключевые слова: амарант, мелкоштучные хлебобулочные изделия, технология, качественные показатели, пищевая ценность.

EFFICIENCY OF AMARANTH FLOUR USE IN THE PRODUCTION OF SMALL BAKERY PRODUCTS

Research article

Ivanova N.N.^{1,*}

¹ ORCID : 0000-0001-8238-9491;

¹ National Research Mordovia State University named after N.P. Ogarev, Saransk, Russian Federation

* Corresponding author (ivanova_n-n[at]mail.ru)

Abstract

The influence of partial replacement of wheat flour with amaranth one on the rheological properties of dough, organoleptic and physico-chemical quality indicators, nutritional value of small bakery products was studied. The aim of the work was to improve the recipe and evaluate the quality of samples of bakery fines using amaranth flour. Four variants were examined: control, with the introduction of 10, 15 and 20% amaranth flour instead of wheat flour. Research methods – laboratory and organoleptic. It was found that as a result of changes in the formulation the water absorption capacity of the dough, its formation time and resistance to liquefaction increased. According to the results of calorimetric evaluation, all samples of dough semi-finished products were characterised by good physical properties. A comprehensive evaluation of the quality indicators of small goods found that the samples with the replacement of 10-15% of wheat flour with amaranth one performed better. In addition, they were distinguished by a light, pleasant taste and aroma of nuts. The use of amaranth flour increased the content of proteins and fats, a number of minerals and vitamins in the product. The content of carbohydrates on the contrary decreased, which leads to a decrease in the energy value of products.

Keywords: amaranth, small bakery products, technology, quality indicators, nutritional value.

Введение

В связи с новыми трендами на здоровый образ жизни особое внимание в хлебопекарной отрасли уделяется вопросам качества готовой продукции, производству разнообразных хлебобулочных изделий с улучшителями и обогатителями [6], [9].

Решением данной задачи является разработка пищевой продукции, обогащенной сырьевыми ингредиентами с богатым нутриентным составом и высокими функционально-технологическими свойствами. Одним из таких ингредиентов считается амарант, который ценится за высокое содержание белка, пищевых волокон, макро- и микроэлементов [1], [3]. Очень часто его упоминают в технологиях специализированного питания. Но благодаря своему богатому нутриентному составу он может применяться как обогащающий ингредиент в продуктах массового потребления [8].

Амарантовая мука – это пищевой продукт, который вырабатывают из цельных семян или жмыха после производства масла. Цвет муки светлый, отличающийся молочным и карамельным оттенками, сыпучая текстура, сладковатый приятный запах и слегка ореховый вкус [2], [7], [10].

Главное отличие амаранта от других зерновых культур – это высокое содержание незаменимых и серосодержащих аминокислот, пищевых волокон, витамина С, фосфора, магния и кальция.

Амарантовая мука в отличие от пшеничной не содержит в своем составе вредных для организма человека углеводов и глютена, поэтому может использоваться как обогащающая пищевая добавка для людей, не переносящих белки злаковых культур [4], [5].

Благодаря богатому химическому составу амарант нашел широкое применение в различных пищевых продуктах мясной, молочной, кондитерской, масложировой промышленности. Но особая роль в улучшении органолептических показателей качества и значительном повышении содержания белка принадлежит этой культуре именно в хлебобулочных, макаронных и мучных кондитерских изделиях.

Целью проведенного исследования ставилось усовершенствовать технологию производства мелкоштучных хлебобулочных изделий на примере булочной мелочи путем замены части пшеничной муки на амарантовую для придания готовым изделиям новых свойств и повышения их пищевой ценности.

Методы и принципы исследования

Объектом исследования являлась технология производства мелкоштучных хлебобулочных изделий с амарантовой мукой и готовые изделия, полученные по разработанной рецептуре. Как наиболее подходящую для усовершенствования выбрали технологию производства булочной мелочи. Это один из представителей подовых штучных изделий, который может производиться разной формы, с массой от 100 до 200 г. Как правило, для приготовления булочной мелочи используют муку пшеничную хлебопекарную первого сорта.

За основу для проведения настоящих исследований была взята общепринятая традиционная рецептура булочной мелочи массой 100 г, основным ингредиентом которой является мука пшеничная первого сорта.

После анализа литературных источников и проведения предварительных исследований было выбрано оптимальное количество вводимой амарантовой муки взамен пшеничной.

В результате для исследования влияния замены части пшеничной муки первого сорта на амарантовую было разработано четыре опытных варианта. Первый из них – контроль (булочная мелочь по традиционной рецептуре). И три варианта – с улучшенной рецептурой (с введением 10, 15 и 20% амарантовой муки взамен пшеничной) (таблица 1).

Таблица 1 - Расход сырья для производства булочной мелочи по вариантам опыта

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.151.2.1>

Вариант исследования	Используемое сырье, кг на 100 кг муки					
	Мука пшеничная	Мука амарантовая	Дрожжи хлебопекарные	Соль поваренная	Сахар-песок	Маргарин столовый
Контроль	100,0	–	1,0	1,5	4,0	3,5
Булочная мелочь с введением 10 % амарантовой муки	90,0	10,0	1,0	1,5	4,0	3,5
Булочная мелочь с введением 15 % амарантовой муки	85,0	15,0	1,0	1,5	4,0	3,5
Булочная мелочь с введением 20 % амарантовой муки	80,0	20,0	1,0	1,5	4,0	3,5

Для получения опытных образцов мелкоштучного хлебобулочного изделия использовали опарный способ приготовления теста, который подразумевает изначальное замешивание густой опары, затем уже самого теста.

После пробной выпечки провели все необходимые анализы качества булочной мелочи. Определение водопоглощения и реологических свойств муки проводили по ГОСТ Р 51414–99 с применением прибора валориграфа. Метод состоит в измерении и регистрации консистенции теста в процессе его образования из муки и воды, развития теста и изменения его консистенции во времени в процессе замеса. Дополнительно на фаринографе определили устойчивость теста, которая характеризует устойчивость муки к замесу.

Органолептические показатели контролировали посредством органов чувств (обоняния, осязания, зрения) и измерительных приборов.

Определение влажности полученных хлебобулочных изделий проводили стандартным ускоренным методом по ГОСТ 21094-2022. Пористость определяли по ГОСТ 5669-96, используя прибор Журавлева. Определение кислотности хлебобулочных изделий проводили по ГОСТ 5670-96.

Основные результаты

Водопоглощительная способность тестовых заготовок не зависимо от используемых ингредиентов была высокая (таблица 2). Но прослеживается тенденция: при повышении доли амарантовой муки данный показатель также увеличивался. Повлиять на него могло то, что в муке из данной культуры содержится больше крахмала и пищевых волокон, которые обладают повышенной способностью связывать воду.

Таблица 2 - Реологические свойства теста для булочной мелочи

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.151.2.2>

Вариант исследования	Показатель				
	водопоглощительная способность, %	время образования теста, мин.	устойчивость теста, мин.	разжижение, усл. ед.	валориметрическая оценка, ед. вал.
Контроль	58,5	4,5	6,5	85,0	78,1
Булочная мелочь с введением 10 % амарантовой муки	59,0	4,9	5,3	87,0	75,2
Булочная мелочь с введением 15 % амарантовой муки	60,2	5,3	4,2	90,0	72,0
Булочная мелочь с введением 20 % амарантовой муки	61,7	5,3	3,3	95,0	72,0

Продолжительность образования теста с увеличением содержания амарантовой муки в продукте удлиняется. Связано это с большим содержанием в данной нетрадиционной муке клетчатки, которая связывает доступную воду и не дает клейковине быстро набухать.

Устойчивость теста, то есть времени, за которое консистенция теста не изменяется, напрямую зависит от содержания клейковины в муке. Так как при введении в рецептуру амарантовой муки снижается количество клейковины, то и данный показатель тоже уменьшается.

На разжижение теста значительное влияние оказывает время, которое затрачивается на замес муки. Чем оно больше, тем больше будет и разжижение теста. Так как время замеса увеличивается с повышением доли амарантовой муки, то и разжижение на этих вариантах выше. Кроме этого, в амарантовой муке больше веществ, обладающих гидрофильными свойствами, которые сначала удерживают влагу, а затем во время замеса частично отдают ее, что и приводит к разжижению теста.

Валориметрическая оценка – это важный обобщающий показатель, который характеризует физические свойства теста. Чем выше валориметрическая оценка и ниже степень разжижения теста, тем сильнее считается мука. Варианты с частичной заменой пшеничной муки на амарантовую характеризуются более низкой оценкой, но разница с контрольным образцом незначительная.

Состояние поверхности всех образцов булочной мелочи соответствует требованиям нормативных документов. Независимо от содержания амарантовой муки форма изделий и их поверхность значительно не различалась. Они не расплылись, сохранили заданную округлую форму.

Цвет образцов с частичной заменой пшеничной муки на амарантовую ожидаемо изменился, он стал более темным, чем у контроля, ближе к желтому. Данное изменение можно объяснить тем, что цвет самой амарантовой муки не число белый, а ближе к молочному. Цвет мякиша, как и цвет поверхности изделий, также более темный, чем у контрольного варианта.

Если контрольный образец характеризовался очень мелкопористой структурной, то при введении амарантовой муки поры стали более крупные. Причем чем больше данной добавки, тем крупнее и не равномернее становятся поры. Объяснить изменение показателя можно тем, что изменение рецептуры влияет на протекание брожения в тестовой заготовке и количество образованного углекислого газа.

Использование амарантовой муки для производства булочной мелочи не повлияло на пропеченность и промес готовых образцов (рисунок 1). В них нет комочков и следов непромеса. Они все достаточно пропеченные и эластичные.

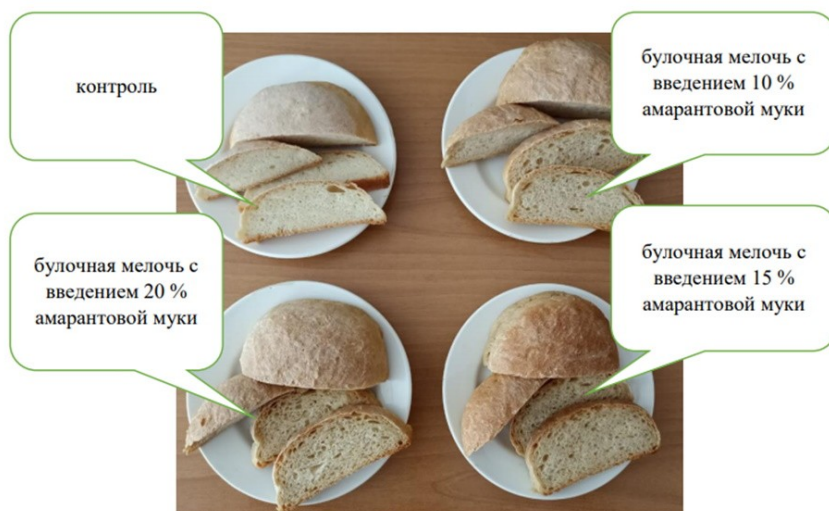


Рисунок 1 - Состояние мякиша образцов булочной мелочи
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.151.2.3>

По вкусу и запаху образцы булочной мелочи с амарантовой мукой отличаются от контрольного образца, чувствуется от приятного орехового послевкусия до явного аромата и вкуса растительной добавки. Чем больше содержание вводимой добавки, тем сильнее ощущаются посторонние запах и вкус.

Опытный образцы булочной мелочи отличаются друг от друга по физико-химическим показателям качества (таблица 3).

Таблица 3 - Физико-химические показатели булочной мелочи

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.151.2.4>

Вариант исследования	Показатель		
	Влажность мякиша, %	Кислотность, град.	Пористость мякиша, %
Контроль	36,0	2,5	75,0
Булочная мелочь с введением 10 % амарантовой муки	36,0	2,5	76,8
Булочная мелочь с введением 15 % амарантовой муки	36,5	2,6	75,5
Булочная мелочь с введением 20 % амарантовой муки	38,0	2,7	75,5

Более влажным получился вариант с заменой 20% пшеничной муки на амарантовую. Несмотря на это, данный показатель находится в пределах нормы, установленной нормативными документами, но на самой границе. Увеличение влажности образцов булочной мелочи с повышением содержания амарантовой муки можно объяснить большей влагосвязывающей способностью данной муки по сравнению с пшеничной.

Кислотность незначительно повышалась с увеличением содержания нетрадиционной добавки, так как наблюдается значительная разница в химическом составе используемых компонентов.

А вот на пористость добавка из амарантовой муки повлияла положительно. Этот показатель у опытных образцов хоть и ненамного, но выше, чем у контрольного. Такое повышение пористости связано с улучшением брожения теста и выделением большего количества углекислого газа.

Во время проведения настоящих исследований мы посчитали нецелесообразным дальнейшее изучение образца булочной мелочи с заменой 20% пшеничной муки на амарантовую, так как результаты предыдущих оценок были неудовлетворительными.

Введение амарантовой муки в состав булочной мелочи увеличивает количество содержащихся в них белков, так как она более богата данным нутриентом, чем пшеничная (таблица 4).

Таблица 4 - Пищевая ценность 100 г булочной мелочи

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.151.2.5>

Пищевые вещества	Содержание в 100 г. продукта		
	контроль	булочная мелочь с введением 10 % амарантовой муки	булочная мелочь с введением 15 % амарантовой муки
Белки, г	7,7	7,8	7,9
Жиры, г	2,5	2,9	3,1
Углеводы, г	55,9	53,9	52,5
Пищевые волокна, г	0,2	0,2	0,2
Витамин С, мг	–	0,2	0,2
Калий, мг	239	246	247
Магний, мг	84,4	92	95
Фосфор, мг	268	275	276
Селен, мг	–	1,3	2
Энергетическая ценность, ккал	276,9	272,9	269,5

Кроме этого, увеличивается количество жиров. Опять же это связано с химическим составом амарантовой муки. Если же планировать производить низкожировые продукты, то можно взять обезжиренную муку амаранта.

Положительным моментом следует считать, что совершенствование рецептуры приводит к снижению количества углеводов, содержащихся в булочной мелочи. Разница по разным вариантам составляет 2,0–3,4 г.

Изменение рецептуры не влияет на содержание пищевых волокон, так как их количество в пшеничной и амарантовой муке практически одинаковое.

Введение в рецептуру булочной мелочи амарантовой муки повысило содержание в ней таких важных для человека минеральных элементов как калий, магний и фосфор.

Благодаря содержанию в амарантовой муке селена и аскорбиновой кислоты, использование его в хлебопечении обогащает данными нутриентами готовые продукты. Это позволяет говорить уже о производстве продуктов питания, обогащенными дополнительными нутриентами.

Введение амарантовой муки в рецептуру приводит к снижению энергетической ценности. Объясняется это тем, что снижается количество углеводов, которые и составляют основную часть энергоемких нутриентов. Разница с контролем составляет 4,0–7,4 ккал.

Заключение

Проведенные исследования показателей качества образцов булочной мелочи позволяют сделать несколько выводов. Оптимальная замена пшеничной муки на амарантовую в рецептуре булочной мелочи составляет 10 %. При таком содержании добавки не происходит значительных ухудшений реологических свойств теста. Образцы с заменой 10–15% пшеничной муки на амарантовую по органолептическим и физико-химическим показателям качества были лучшими, они соответствовали требованиям действующих нормативных документов, но приобретали оригинальные вкус и аромат. Замена 10–15% пшеничной муки на амарантовую не ухудшила, а по многим показателям даже повысила пищевую ценность булочной мелочи.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

1. Гинс В.К. Применение амаранта в технологии хлеба из смеси ржаной и пшеничной муки / В.К. Гинс, М.С. Гинс, Н.М. Дерканосова // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования. — 2017. — № S12. — С. 277–279.
2. Дерканосова Н.М. Амарантовый экструдат как обогащающий ингредиент мучных изделий / Н.М. Дерканосова, А.А. Стахурлова, И.Н. Пономарева [и др.] // Хлебопродукты. — 2018. — № 2. — С. 32–34.
3. Костюченко М.Н. Инновационные технологии производства хлебобулочных изделий / М.Н. Костюченко, Л.А. Шпеленко, Н.Т. Чубенко // Хлебопечение России. — 2012. — № 3. — С. 16–18.
4. Никитин И.А. Технология мучных кондитерских изделий для людей с нарушением метаболизма глютена / И.А. Никитин, Н.Г. Иванова, Е.С. Старостина [и др.] // Хлебопродукты. — 2019. — № 3. — С. 53–56. — DOI: 10.32462/0235-2508-2019-28-3-53-56.
5. Макиев Т.М. Разработка технологии хлеба с использованием семян амаранта / Т.М. Макиев // Научное обеспечение сельского хозяйства горных и предгорных территорий; под ред. А.Б. Кудзаева. — Владикавказ: Горский государственный аграрный университет, 2021. — С. 262–264. — URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_47851820_97485177.pdf
6. Трухачев В.И. От проростка до функционального продукта здорового питания / В.И. Трухачев, Г.П. Стародубцева, О.В. Сычева — Санкт-Петербург: Лань, 2020. — 164 с.
7. Попов И.А. Перспективы использования амаранта овощного в пищевой промышленности / И.А. Попов, И.В. Максимов, В.И. Манжесов // Технологии и товароведение сельскохозяйственной продукции. — 2016. — № 2 (7). — С. 50–59.
8. Стахурлова А.А. Оценка потребительских свойств хлеба с продуктом переработки амаранта / А.А. Стахурлова, Н.М. Дерканосова, О.А. Василенко // Ветеринарно-санитарные аспекты качества и безопасности сельскохозяйственной продукции; под ред. А.В. Аристова. — Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2021. — С. 415–418. — URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_47977363_23354928.pdf
9. Шахрай Т.А. Основные тенденции развития рынка функциональных хлебобулочных изделий / Т.А. Шахрай, О.В. Воробьева, Е.П. Викторова // Новые технологии. — 2021. — № 17. — С. 51–58. — DOI: 10.47370/2072-0920-2021-17-3-51-58.
10. Шмалько Н.А. Способ производства хлеба при добавлении амарантовой крупяной муки / Н.А. Шмалько, С.О. Смирнов // Ползуновский вестник. — 2018. — № 1. — С. 27–31. — DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2018.01.006.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Gins V.K. Primenenie amaranta v tehnologii hleba iz smesi rzhanoj i pshenichnoj muki [The use of amaranth in bread technology from a mixture of rye and wheat flour] / V.K. Gins, M.S. Gins, N.M. Derkanosova // New and Non-traditional Plants and Prospects for Their Use. — 2017. — № S12. — P. 277–279. [in Russian]
2. Derkanosova N.M. Amarantovyj ekstrudat kak obogaschajuschij ingredient muchnyh izdelij [Amaranth extrudate as an enriching ingredient of flour products] / N.M. Derkanosova, A.A. Stahurlova, I.N. Ponomareva [et al.] // Bread Products. — 2018. — № 2. — P. 32–34. [in Russian]
3. Kostjuchenko M.N. Innovatsionnye tehnologii proizvodstva hlebobulochnyh izdelij [Innovative technologies for the production of bakery products] / M.N. Kostjuchenko, L.A. Shpelenko, N.T. Chubenko // Bakery of Russia. — 2012. — № 3. — P. 16–18. [in Russian]
4. Nikitin I.A. Tehnologija muchnyh konditerskih izdelij dlja ljudej s narusheniem metabolizma gljutena [Technology of flour confectionery products for people with impaired gluten metabolism] / I.A. Nikitin, N.G. Ivanova, E.S. Starostina [et al.] // Bread Products. — 2019. — № 3. — P. 53–56. — DOI: 10.32462/0235-2508-2019-28-3-53-56. [in Russian]
5. Makiev T.M. Razrabotka tehnologii hleba s ispol'zovaniem semjan amaranta [Development of bread technology using amaranth seeds] / T.M. Makiev // Scientific Support of Agriculture in Mountainous and Foothill Areas; ed. by A.B. Kudzaev. — Vladikavkaz: Gorsky State Agrarian University, 2021. — P. 262–264. [in Russian]
6. Truhachev V.I. Ot prorostka do funktsional'nogo produkta zdorovogo pitaniya [From a seedling to a functional healthy food product] / V.I. Truhachev, G.P. Starodubtseva, O.V. Sycheva — Sankt-Peterburg: Lan', 2020. — 164 p. [in Russian]
7. Popov I.A. Perspektivy ispol'zovaniya amaranta ovoschnogo v pischevoj promyshlennosti [Prospects for the use of vegetable amaranth in the food industry] / I.A. Popov, I.V. Maksimov, V.I. Manzhsov // Technologies and Commodity Science of Agricultural Products. — 2016. — № 2 (7). — P. 50–59. [in Russian]
8. Stahurlova A.A.. Otsenka potrebitel'skih svoystv hleba s produktom pererabotki amaranta [Evaluation of consumer properties of bread with an amaranth processing product] / A.A. Stahurlova, N.M. Derkanosova, O.A. Vasilenko // Veterinary and Sanitary Aspects of the Quality and Safety of Agricultural Products; ed. by A.V. Aristov. — Voronezh: Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, 2021. — P. 415–418. [in Russian]
9. Shahraj T.A. Osnovnye tendentsii razvitiya rynka funktsional'nyh hlebobulochnyh izdelij [The main trends in the development of the functional bakery products market] / T.A. Shahraj, O.V. Vorob'eva, E.P. Viktorova // New Technologies. — 2021. — № 17. — P. 51–58. — DOI: 10.47370/2072-0920-2021-17-3-51-58. [in Russian]
10. Shmal'ko N.A. Sposob proizvodstva hleba pri dobavlenii amarantovoj krupjanoj muki [The method of bread production with the addition of amaranth cereal flour] / N.A. Shmal'ko, S.O. Smirnov // Polzunovsky Bulletin. — 2018. — № 1. — P. 27–31. — DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2018.01.006. [in Russian]