

ПИЩЕВЫЕ СИСТЕМЫ / FOOD SYSTEMS

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.149.6>

ФУНКЦИОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НЕТРАДИЦИОННЫХ ВИДОВ МУКИ

Научная статья

Волостнова А.Н.^{1,*}, Маслов А.В.²¹ ORCID : 0000-0003-4837-0732;² ORCID : 0000-0001-5841-0705;^{1,2} Казанский национальный исследовательский технологический университет, Казань, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (volostnova.anna[at]mail.ru)

Аннотация

Использование нетрадиционного сырья при разработке мучных изделий, в том числе специального назначения, позволяет повысить их пищевую ценность. Изучены функционально-технологические свойства нетрадиционных видов муки. Безглютеновые виды муки имеют достаточно высокие показатели водо- и жиросвязывающей способностей. Наиболее высокие показатели устойчивости теста и качества фаринографа при низкой степени разжижения характерны для льняной муки. Амарантовая мука отличалась низкими значениями устойчивости теста и качества фаринографа, а также высокой степенью разжижения теста. Установлено, что использование отдельных видов безглютенового сырья не позволит имитировать свойства пшеничной муки. Рекомендовано совместное использование рисовой муки, льняной и амарантовой для составления композиции с оптимальными реологическими характеристиками для производства безглютеновых мучных изделий.

Ключевые слова: рисовая мука, льняная мука, амарантовая мука, водосвязывающая способность, жирсвязывающая способность, реология.

FUNCTIONAL AND TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF NON-TRADITIONAL TYPES OF FLOUR

Research article

Volostnova A.N.^{1,*}, Maslov A.V.²¹ ORCID : 0000-0003-4837-0732;² ORCID : 0000-0001-5841-0705;^{1,2} Kazan National Research Technological University, Kazan, Russian Federation

* Corresponding author (volostnova.anna[at]mail.ru)

Abstract

The use of non-traditional raw materials in the development of flour products, including special purpose, can increase their nutritional value. Functional and technological properties of non-traditional types of flour have been studied. Gluten-free types of flour have rather high indices of water- and fat-binding capacity. The highest indicators of dough stability and farinograph quality at low degree of liquefaction are characteristic of flax flour. Amaranth flour was characterized by low values of dough stability and farinograph quality, as well as a high degree of dough liquefaction. It was found that the use of individual gluten-free raw materials would not allow to imitate the properties of wheat flour. The joint use of rice flour, linseed flour and amaranth flour to make a composition with optimal rheological characteristics for the production of gluten-free flour products was recommended.

Keywords: rice flour, linseed flour, amaranth flour, water binding capacity, fat binding capacity, rheology.

Введение

Учитывая современные тенденции, для составления сбалансированного рациона питания необходимо разрабатывать рецептуры и технологии новых пищевых продуктов с использованием сырьевых компонентов, обладающих повышенной биологической и физиологической ценностью.

В обеспечении рационального питания населения Российской Федерации актуальной задачей является расширение ассортимента мучных изделий, в том числе специального назначения. За счет использования нетрадиционных видов муки богатых эссенциальными веществами и придания данной группе продуктов функциональных свойств это направление набирает популярность [1], [2], [3].

Продукты специального назначения, в частности безглютеновые мучные изделия, пользуются спросом не только среди людей с непереносимостью глютена, но и среди обычных потребителей, ввиду существующего в настоящее время тренда на здоровое питание. Однако замена пшеничной муки на безглютеновые виды при разработке мучных изделий сопровождается рядом технологических сложностей и практически во всех случаях приводит к получению продукта с низкими потребительскими свойствами. При отсутствии в данных видах муки клейковинных белков, решающее значение приобретает имитация вязкоупругих свойств клейковины пшеничного теста [4], [5].

Основу рецептур безглютеновых мучных изделий составляют рисовая и кукурузная мука в сочетании с кукурузным или картофельным крахмалом. Иные альтернативные виды муки используется весьма ограниченно. Вместе с тем использование амарантовой и льняной муки имеет большой потенциал не только в плане обогащения данного вида изделий витаминами, минералами и полиненасыщенными жирными кислотами, но и может быть обосновано технологическими свойствами данных сырьевых компонентов.

Цель работы заключалась в изучении функционально-технологических свойств нетрадиционных видов муки и обосновании их совместного использования при моделировании композитной смеси для производства безглютеновых мучных изделий.

Методы и принципы исследования

Объектами исследований являлись мука рисовая диетическая (ООО «Гарнец»), мука амарантовая первого сорта («Русская Олива») и мука льняная полуобезжиренная (ООО «Гарнец»).

Водо- и жиросвязывающую способности муки определяли с помощью центрифугирования и рассчитывали, как отношение количества воды или жира, связанного мукой в процентах к собственной массе.

Водопоглощение мучных смесей и реологические свойства теста из нетрадиционных видов муки (время образования теста, консистенция, устойчивость, степень разжижения, показатели качества) определены на фаринографе Farinograph-AT (Brabender, Дуйсбург, Германия) по ГОСТ ISO 5530-1-2013. Для проведения исследований тесто замешивали из расчета на 150 грамм муки влажностью 14%.

Результаты и их обсуждение

Подбор компонентов при модификации рецептур обусловлен особенностями химического состава и функционально-технологическими свойствами используемой муки. Так как белки, крахмал, некрахмальные полисахариды и другие гидроколлоиды участвуют в образовании теста, определяют его реологические характеристики, а также формируют структуру мучных изделий [6], [7].

В рецептурах мучных изделий главным структурообразующим компонентом является пшеничная мука благодаря наличию комплекса клейковинных белков [1].

Использование рисовой, льняной и амарантовой муки в рецептурах безглютеновых мучных изделий позволит повысить пищевую ценность изделий благодаря содержанию белков с высоким аминокислотным скором, жиров, содержащих эссенциальные полиненасыщенные жирные кислоты, пищевых волокон, макро- и микроэлементов, биологически активных веществ и др. Однако отсутствие в данных видах муки клейковины оказывает существенное влияние на реологические свойства теста.

В формировании структурно-механических свойств теста из льняной муки главную роль играют полисахариды, представляющие основную часть углеводов семян льна и выступающие в качестве водоудерживающих агентов. Они легко растворяются в холодной воде, образуют вязкие растворы при небольших концентрациях [8], [9].

Технологические характеристики амарантовой муки обусловлены высоким содержанием белка, в составе которого на долю легкорастворимых альбуминов и глобулинов приходится до 60-80% [10]. Для крахмала семян амаранта характерны высокие показатели сорбционной способности, растворимости, температуры желатинизации и пониженные по сравнению с пшеничным крахмалом набухающая способность и способность к ретроградации [11].

В сравнении с другими видами муки рисовая отличается высоким содержанием крахмала (до 80%) и более низким содержанием белка. Основная часть белков зерна риса представлена глютелинами (65-85%), в небольшом количестве содержатся проламины (2,5-3,5%), альбумины и глобулины [12].

Функционально-технологические свойства характеризуют способность сырьевых компонентов связывать и удерживать воду и масло, а также эмульгировать и стабилизировать пищевые системы на разных стадиях технологического процесса. Исследование жиросвязывающей способности (ЖСС) и водосвязывающей способности (ВСС) безглютеновых видов муки позволит определить какое количество жира и воды может связать мука в процентах к собственной массе (рис.1) и позволит оценить влияние данных компонентов на консистенцию и выход готовой продукции.

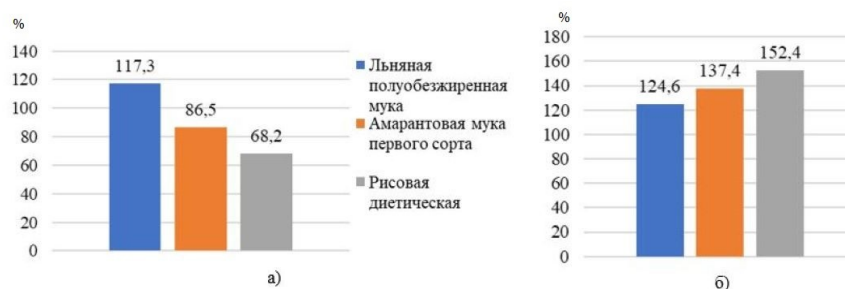


Рисунок 1 - Функционально-технологические свойства безглютеновых видов муки:

а) водосвязывающая способность; б) жиросвязывающая способность

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.149.6.1>

Как видно из полученных данных, безглютеновые виды муки имеют достаточно высокие показатели водо- и жиросвязывающей способностей. Льняная мука характеризуется высоким значением ВСС (117,3%), но более низкой ЖСС (124,6%) среди изучаемых видов муки. Льняная полуобезжиренная мука, получаемая из жмыха [13], отличается более высоким содержанием оболочечных частиц, входящие в их состав некрахмальные полисахариды и гидроколлоиды, способны не только хорошо впитывать влагу, но и некоторое время её удерживать. Рисовая мука напротив обладает высокой ЖСС (152,4%), что может быть связано с низким содержанием жиров.

В результате исследования реологических свойств теста (табл. 1) установлено, что среди исследуемых видов муки наиболее высокая водопоглотительная способность (ВПС) характерна для льняной полуобезжиренной (88,2%). Как известно, ВПС зависит от крупности помола и биохимических свойств муки: более крупные частицы обладают свойством «дополнительного набухания». Это свойство непосредственно связано с содержанием в муке биополимеров – белков и некрахмальных полисахаридов.

Таблица 1 - Реологические свойства теста из нетрадиционных видов муки

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.149.6.2>

Показатель	Вид муки		
	амарантовая первого сорта	льняная полужирная	рисовая диетическая
Водопоглотительная способность, %	84,0	88,2	62,4
Время образования теста, мин.	1,0	29,95	6,3
Устойчивость, мин.	0,8	23,65	4,9
Степень разжижения теста, ЕФ	155	24	65
Показатель качества (FQN)	17	306	77

Увеличение времени образования теста из льняной муки по сравнению с другими исследуемыми видами муки, что скорее всего связано с ее высокой ВПС. Полученные данные согласуются с результатами исследований [14], где показано, что продолжительность образования теста, очевидно, обусловлена временем необходимым на полную гидратацию гидроколлоидов данного вида муки.

Однако при высокой ВПС амарантовой муки также отмечена высокая степень разжижения теста, что негативно сказывается на образовании теста (устойчивость составляет 0,8 мин.) и непосредственно повлияет на физико-химические показатели качества готовых изделий.

Отмечено, что среди изученных видов муки значения реологических показателей теста из рисовой муки, наиболее сопоставимы с пшеничной мукой и согласуются с данными проведенных исследований [15], [16].

Наиболее высокие показатели устойчивости теста и качества фаринографа при низкой степени разжижения характерны для льняной муки и вероятно связано с высоким содержанием некрахмальных полисахаридов. Среди исследуемых видов муки амарантовая, напротив, отличалась низкими значениями устойчивости теста и качества фаринографа, а также высокой степенью разжижения теста, что может быть вызвано высоким содержанием легкорастворимых альбуминов и глобулинов.

Результаты проведенных ранее исследований показывают, что за счет высокой амилолитической активности рисовая мука в составе мучных смесей можно нивелировать низкую ферментативную активность муки других видов [17]. Изученные показатели в совокупности дают основание при составлении рецептур мучных изделий комбинировать данные виды муки и регулировать качественные характеристики мучных изделий.

Заключение

Как показывают результаты исследований, использование отдельных видов безглютеновой муки не позволит имитировать свойства пшеничной, поэтому обосновано составление их смесей или применение структурообразователей для получения оптимального реологического профиля теста. Таким образом, для производства мучных изделий из смеси амарантовой, льняной и рисовой муки, с высокими органолептическими и физико-химическими показателями качества необходимо продолжить комплексные исследования, в частности, направленные на моделирование рецептур и подбор соотношения компонентов для получения композиции с оптимальными реологическими характеристиками.

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. Рензеева Т.В. Мука различных видов в технологии мучных кондитерских изделий / Т.В. Рензеева, А.С. Тубольцева, А.О. Рензеев // Техника и технология пищевых производств. — 2022. — 52(2). — с. 407–416. DOI: 10.21603/2074-9414-2022-2-2373.

2. Зайцева Л.В. Современные подходы к разработке рецептур безглютеновых хлебобулочных изделий / Л.В. Зайцева, Т.А. Юдина, Н.В. Рубан, В.В. Бессонов // Вопросы питания. — 2020. — 89(1). — с. 77–85. DOI: 10.24411/0042-8833-2020-10009.
3. Богатырева Т.Г. Обогащение хлебобулочных изделий с использованием нетрадиционного растительного сырья / Т.Г. Богатырева, И.Г. Белявская, А.А. Муратова // Хлебопродукты. — 2021. — 6. — с. 48–49. DOI: 10.32462/0235 2508 2021 30 6-48-49.
4. Шевелева Т.Л. Нетрадиционное растительное сырье в рецептурах хлебобулочных изделий / Т.Л. Шевелева // Вестник КрасГАУ. — 2021. — 2. — с. 143–148. DOI: 10.36718/1819-4036-2021-2-143-150.
5. Скорбина Е.А. Оптимизация состава безглютеновой смеси для хлебопечения / Е.А. Скорбина, И.А. Трубина, О.В. Сычева, С.М. Лаптев // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК-продукты здорового питания. — 2022. — 3. — с. 193–199. DOI: 10.24412/2311-6447-2022-3-193-199.
6. Savenkova T.V. Technological properties of flour and their effect on quality indicators of sugar cookies / T.V. Savenkova // Food Systems. — 2019. — 2(2). — p. 13–19. DOI: 10.21323/2618-9771-2019-2-2-13-19.
7. Колпакова В.В. Взаимосвязь функциональных свойств сухой пшеничной клейковины с аминокислотным составом и показателями её качества / В.В. Колпакова, В.А. Коваленок // Вестник ВГУИТ. — 2019. — 81(1). — с. 173–180. DOI: 10.20914/2310-1202-2019-1-173-180.
8. Minevich I.E. Гидроколлоиды семян льна: характеристика и перспективы использования в пищевых технологиях / И.Э. Minevich, Л.Л. Осипова // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». — 2017. — 3. — с. 16–25. DOI: 10.17586/2310-1164-2017-10-3-16-25.
9. Цыганова Т.Б. Полисахариды семян льна: практическое применение / Т.Б. Цыганова, И.Э. Minevich, Л.Л. Осипова // Хранение и переработка сельхозсырья. — 2019. — 2. — с. 24–36. DOI: 10.36107/spfp.2019.151.
10. Высочина Г.И. Амарант (*Amaranthus l.*): химический состав и перспективы использования (обзор) / Г.И. Высочина // Химия растительного сырья. — 2013. — 2. — с. 5–14. DOI: 10.14258/jcprm.1302005.
11. Шмалько Н.А. Амарант в пищевой промышленности / Н.А. Шмалько, Ю.Ф. Росляков — Краснодар: Просвещение – Юг, 2011. — 488 с.
12. Фан К.Ч. Растворимость и выход белков рисовой муки в присутствии ферментных препаратов / К.Ч. Фан, В.В. Колпакова // Известия вузов. Пищевая технология. — 2012. — 4. — с. 30–33.
13. Зубцов В.А. Новый конкурентоспособный продукт льноводства мука льняная / В.А. Зубцов, Л.Л. Осипова, Н.В. Антипова // Достижения науки и техники АПК. — 2007. — 6. — с. 56.
14. Конева С.И. Влияние льняной муки на реологические свойства теста из смеси пшеничной и льняной муки и качество хлеба / С.И. Конева, Е.Ю. Егорова, Л.А. Козубаева, И.Ю. Резниченко // Техника и технология пищевых производств. — 2019. — 49(1). — с. 85–96. DOI: 10.21603/2074-9414-2019-1-85-96.
15. Ямашев Т.А. Влияние овсяного солода на реологические характеристики пшеничного теста / Т.А. Ямашев, А.М. Мусина, Г.М. Мусина, А.И. Салахова // Вестник технологического университета. — 2015. — 18(23). — с. 60–62.
16. Мысаков Д.С. Исследование реологических свойств альтернативных видов муки / Д.С. Мысаков, Е.В. Крюкова, О.В. Чугунова // Технические науки – от теории к практике. — 2014. — 38. — с. 105–110.
17. Волостнова А.Н. Исследование амилолитической активности нетрадиционных видов муки / А.Н. Волостнова, А.В. Маслов, З.Ш. Мингалева // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. — 2024. — 2(85). — с. 18–21. DOI: 10.33979/2219-8466-2023-85-2-18-21.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Renzjaeva T.V. Muka razlichnyh vidov v tehnologii muchnyh konditerskih izdelij [Various Flours in Pastry Production Technology] / T.V. Renzjaeva, A.S. Tuboltseva, A.O. Renzjaev // Food Processing: Techniques and Technology. — 2022. — 52(2). — p. 407–416. DOI: 10.21603/2074-9414-2022-2-2373. [in Russian]
2. Zajtseva L.V. Sovremennye podhody k razrabotke retseptur bezgljutenovyh hlebobulochnyh izdelij [Modern approaches to the development of gluten-free bakery formulations] / L.V. Zajtseva, T.A. Judina, N.V. Ruban, V.V. Bessonov // Problems of Nutrition. — 2020. — 89(1). — p. 77–85. DOI: 10.24411/0042-8833-2020-10009. [in Russian]
3. Bogatyreva T.G. Obogaschenie hlebobulochnyh izdelij s ispol'zovaniem netraditsionnogo rastitel'nogo syr'ja [Enrichment of bakery products using non-traditional vegetable raw] / T.G. Bogatyreva, I.G. Beljavskaia, A.A. Muratova // Khleboproducty. — 2021. — 6. — p. 48–49. DOI: 10.32462/0235 2508 2021 30 6-48-49. [in Russian]
4. Sheveleva T.L. Netraditsionnoe rastitel'noe syr'e v retsepturah hlebobulochnyh izdelij [Nonconventional vegetable raw materials in bakery recipes] / T.L. Sheveleva // Bulletin of KrasSAU. — 2021. — 2. — p. 143–148. DOI: 10.36718/1819-4036-2021-2-143-150. [in Russian]
5. Skorbina E.A. Optimizatsija sostava bezgljutenovoj smesi dlja hlebopечeniia [Optimization of the composition of gluten-free mixture for baking] / E.A. Skorbina, I.A. Trubina, O.V. Sycheva, S.M. Laptev // Technologies of the food and processing industry of the Agro-Industrial Complex-healthy food products. — 2022. — 3. — p. 193–199. DOI: 10.24412/2311-6447-2022-3-193-199. [in Russian]
6. Savenkova T.V. Technological properties of flour and their effect on quality indicators of sugar cookies / T.V. Savenkova // Food Systems. — 2019. — 2(2). — p. 13–19. DOI: 10.21323/2618-9771-2019-2-2-13-19.
7. Kolpakova V.V. Vzaimosvjaz' funktsional'nyh svojstv suhoj pshenichnoj klejkoviny s aminokislotnym sostavom i pokazateljami ee kachestva [Relationship of the functional properties of dry wheat gluten with amino acid composition and its quality indicators] / V.V. Kolpakova, V.A. Kovalenok // Proceedings of VSUET. — 2019. — 81(1). — p. 173–180. DOI: 10.20914/2310-1202-2019-1-173-180. [in Russian]
8. Minevich I.E. Gidrokolloidy semjan l'na: harakteristika i perspektivy ispol'zovaniia v pishevyh tehnologijah [Flax seed hydrocolloids: their characteristics and prospects of use in food technology] / I.E. Minevich, L.L. Osipova // Scientific journal

NRU ITMO. Series "Processes and Food Production Equipment". — 2017. — 3. — p. 16–25. DOI: 10.17586/2310-1164-2017-10-3-16-25. [in Russian]

9. Tsyganova T.B. Polisaharidy semjan l'na: prakticheskoe primenenie [Flaxseed Polysaccharides: Practical Application] / T.B. Tsyganova, I.E. Minevich, L.L. Osipova // Storage and Processing of Farm Products. — 2019. — 2. — p. 24–36. DOI: 10.36107/spfp.2019.151. [in Russian]

10. Vysochina G.I. Amarant (*Amaranthus l.*): himicheskij sostav i perspektivy ispol'zovanija (obzor) [Amaranth (*Amaranthus l.*): chemical composition and prospects of using (review)] / G.I. Vysochina // Chemistry of plant raw material. — 2013. — 2. — p. 5–14. DOI: 10.14258/jcprm.1302005. [in Russian]

11. Shmal'ko N.A. Amarant v pischevoj promyshlennosti [Amaranth in the food industry] / N.A. Shmal'ko, Ju.F. Rosljakov — Krasnodar: Prosveschenie – Jug, 2011. — 488 p. [in Russian]

12. Fan K.Ch. Rastvorimost' i vyhod belkov risovoj muki v prisutstvii fermentnyh preparatov [Solubility and protein yield of rice flour in the presence of enzyme preparations] / K.Ch. Fan, V.V. Kolpakova // Izvestiya vuzov. Food Technology. — 2012. — 4. — p. 30–33. [in Russian]

13. Zubtsov V.A. Novyj konkurentosposobnyj produkt l'novodstva muka l'njanaja [A new competitive product of flax production is flaxseed flour] / V.A. Zubtsov, L.L. Osipova, N.V. Antipova // Achievements of Science and Technology in Agro-Industrial Complex. — 2007. — 6. — p. 56. [in Russian]

14. Koneva S.I. Vlijanie l'njanaj muki na reologicheskie svojstva testa iz smesi pshenichnoj i l'njanaj muki i kachestvo hleba [The Effect of Flaxseed Flour on the Rheological Properties of Dough Made of Flaxseed and Wheat Flour and Bread Quality] / S.I. Koneva, E.Ju. Egorova, L.A. Kozubaeva, I.Ju. Reznichenko // Food Processing: Techniques and Technology. — 2019. — 49(1). — p. 85–96. DOI: 10.21603/2074-9414-2019-1-85-96. [in Russian]

15. Jamashev T.A. Vlijanie ovsjanogo soloda na reologicheskie harakteristiki pshenichnogo testa [The effect of oat malt on rheological characteristics wheat dough] / T.A. Jamashev, A.M. Musina, G.M. Musina, A.I. Salahova // Herald of Technological University. — 2015. — 18(23). — p. 60–62. [in Russian]

16. Mysakov D.S. Issledovanie reologicheskikh svojstv al'ternativnyh vidov muki [Investigation of flow characteristics of alternative flour] / D.S. Mysakov, E.V. Krjukova, O.V. Chugunova // Technical sciences – from theory to practice. — 2014. — 38. — p. 105–110. [in Russian]

17. Volostnova A.N. Issledovanie amiloliticheskoj aktivnosti netraditsionnyh vidov muki [Research of amylolytic activity of non-traditional types of flour] / A.N. Volostnova, A.V. Maslov, Z.Sh. Mingaleeva // Technology and merchandising of the innovative foodstuff. — 2024. — 2(85). — p. 18–21. DOI: 10.33979/2219-8466-2023-85-2-18-21. [in Russian]