



КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТЬ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ

QUALITY CONTROL AND FOOD SAFETY

УДК 664.662

DOI:10.31677/2072-6724-2021-31-1-7-13

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ КОМПОНЕНТЫ НЕТРАДИЦИОННОГО СЫРЬЯ В РЕЦЕПТУРЕ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

¹Ю.А. Бец, аспирант

¹Н.Л. Наумова, магистрант

²И.Н. Минашина, кандидат ветеринарных наук, доцент

¹Южно-Уральский государственный университет (НИУ)

²Южно-Уральский государственный аграрный университет

E-mail: bets.jul@yandex.ru

Ключевые слова: пшеничная мука, мука из ореха грецкого, мука арахисовая, мука кокосовая, функциональные ингредиенты.

Реферат. Пшеничный хлеб остается в рационе не только россиян, но и населения других стран ежедневно употребляемым продуктом, что позволяет рассматривать его в качестве объекта для модификации химического состава и пищевой ценности с целью придания ему функциональных, диетических или лечебно-профилактических свойств. Цель исследований – изучение состава функциональных компонентов нетрадиционных видов муки, применяемых в технологии пшеничного хлеба, с целью установления эффективности их использования. Объектами исследований явились: мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта, мука из ореха грецкого, мука арахисовая, мука кокосовая. Проведен анализ органолептических, физико-химических показателей и пищевой ценности пшеничной хлебопекарной муки и различных видов муки из орехоплодных. Установлена приемлемая сенсорная сочетаемость изучаемого сырья. Замещение в рецептуре хлебобулочных изделий части пшеничной муки на сырье из арахиса или грецкого ореха является обоснованным условием для ликвидации в них дефицита пищевых волокон. Повышение биологической ценности продукции и содержания в ней полиненасыщенных жирных кислот за счет использования арахисовой и кокосовой муки имеет неоспоримое пищевое значение. Источником фосфора и меди можно рассматривать муку из ореха грецкого и арахиса; железа и селена – муку из ореха грецкого и кокоса; магния и кальция – муку из ореха грецкого. Практическим путем установлена эффективность замещения пшеничной муки в рецептуре хлебобулочных изделий на сырье из орехоплодных для повышения содержания функциональных пищевых ингредиентов в готовой продукции.

FUNCTIONAL COMPONENTS OF NON-TRADITIONAL RAW MATERIALS IN THE DESIGN OF BAKERY PRODUCTS

¹Yu.A. Betz, Graduate Student

¹N.L. Naumova, Undergraduate

²I.N. Minashina, Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor

¹South Ural State University (National Research University)

²South Ural State Agrarian University

Key words: wheat flour, walnut flour, peanut flour, coconut flour, functional ingredients.

Abstract. Wheat bread remains in the diet not only of Russians, but also of the population of other countries as a daily product, which makes it possible to consider it as an object for modifying the chemical composition and nutritional value in order to give it functional, dietary, or therapeutic and prophylactic properties. The purpose of the research is to study the composition of the functional components of non-traditional types of flour used in wheat bread technology in order to establish the effectiveness of their use. The objects of research were: bakery wheat flour of the highest grade, walnut flour, peanut flour, coconut flour. The analysis of organoleptic, physicochemical indicators and nutritional value of wheat bakery flour and various types of flour from walnut is carried out. An acceptable sensory compatibility of the studied raw material was established. Replacing a part of wheat flour in the recipe of bakery products with raw materials from peanuts or walnuts is a reasonable condition for eliminating the deficiency of dietary fiber in them. Increasing the biological value of products and the content of polyunsaturated fatty acids in it due to the use of peanut and coconut flour is of undeniable nutritional value. The source of phosphorus and copper can be considered flour from walnuts and peanuts; iron and selenium – walnut and coconut flour; magnesium and calcium – walnut flour. In a practical way, the effectiveness of replacing wheat flour in the recipe of bakery products with raw materials from nut-bearing raw materials has been established to increase the content of functional food ingredients in finished products.

Пищевая ценность традиционного пшеничного хлеба не соответствует современным концепциям науки о сбалансированном питании в силу отсутствия или недостаточного содержания пищевых компонентов, относящихся к категории функциональных. Пшеничный хлеб остается в рационе не только россиян, но и населения других стран ежедневно употребляемым продуктом, что позволяет рассматривать его в качестве объекта для модификации химического состава и пищевой ценности с целью придания ему функциональных, диетических или лечебно-профилактических свойств.

К настоящему времени известны технологические решения по формированию заданных свойств у хлебобулочных изделий путем применения нетрадиционного растительного сырья в их составе: порошков из плодов шиповника и рябины обыкновенной [1, 2], пряных растений зиры и кардамона [3], пюре из фейхоа и хурмы [4], кукурузной муки [5] и т.д. В этой связи целью исследований стало изучение состава функциональных компонентов нетрадиционных видов муки, применяемых в технологии пшеничного хлеба, с целью установления эффективности их использования.

В качестве объектов исследований использовали:

– муку пшеничную хлебопекарную высшего сорта (ГОСТ 26574–17) производства АО Мукомольный завод «МуЗа» (Россия, Курганская область, Щучанский район, ст. Каясан);

– муку из ореха грецкого (СТО 33974444–011–16) производства ООО «Специалист» (Россия, Алтайский край, г. Бийск);

– муку арахисовую (ТУ 9146–042–70834238–14) производства ООО «Виктория» (Россия, г. Великий Новгород);

– муку кокосовую (ТУ 10.61.23–005–29903295–17) торговой марки Rotal Forest, поставляемую из Шри-Ланки компанией ООО «ТрансКэроб-Рус» (Россия, г. Москва).

Органолептические показатели различных видов муки определяли по ГОСТ 27558–87; массовую долю влаги – по ГОСТ 9404–88; содержание пищевых волокон, белка, фосфора, магния, кальция – классическими методами [6]; железа, меди, цинка – по ГОСТ 30178–96; селена – согласно М 04–33–04; массовые доли жира и золы – согласно МУ 4237–86. Микроструктуру сырья изучали на растровом электронном микроскопе [7].

Изучение органолептических свойств растительного сырья выявило специфические характеристики для каждого из них. Если пшеничная мука высшего сорта характеризуется белым с кремовым оттенком цветом, имеет слабовыраженный сладковатый вкус, свойственный запах и порошкообразную однородную консистенцию, то мука из ореха грецкого имеет серый цвет с кремовым оттенком, свойственный запах, сладковатый вкус с легким вяжущим привкусом и представляет собой однородный сыпучий порошок тонкого помола.

Мука арахисовая отличается кремовым цветом, свойственными ореховыми запахом и привкусом с выраженной сладостью и, так же как кокосовая, представляет собой однородный порошок, состоящий из агломерированных частиц. Кокосовая мука при этом имеет белый цвет, обладает сладковатым вкусом и характерным запахом кокоса. Таким образом, установленная приемлемая сенсорная сочетаемость изучаемого сырья.

Нутриентный состав основного сырья предопределяет пищевую плотность готового продукта. В этой связи были изучены как макро-, так и микронутриенты растительного материала. Определено (табл. 1), что по отношению к пшеничному сырью мука из ореха грецкого выгодно отличается содержанием жира (в 23,5 раза больше), богатого полиненасыщенными жирными кислотами [8], общим количеством пищевых волокон (в 2,4 раза) и зольностью (в 11 раз), характеризующей ее минеральную ценность.

Арахисовое сырье на фоне муки из пшеницы богато белковой составляющей (в 5,2 раза), а также растворимыми (в 6,6 раза) и нерастворимыми (в 3,4 раза) пищевыми волокнами. Кокосовая мука несколько уступает по пищевой ценности изучаемым нетрадиционным видам муки, но при использовании в рецептуре пшеничных хлебобулочных изделий способствует увеличению в них содержания растительного масла, обладающего физиологической активностью [9], и минеральных веществ, судя по массовой доле золы.

Таблица 1

Химический состав различных видов муки

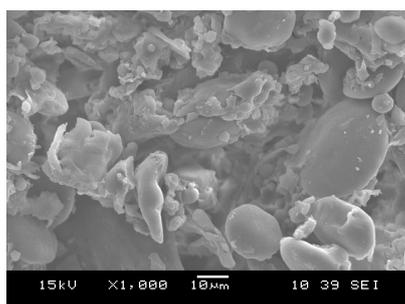
Показатель	Пшеничная	Из ореха грецкого	Арахисовая	Кокосовая
Массовая доля, %				
влаги	12,80±0,20	10,70±0,30	8,10±0,40	3,80±0,20
белка	11,20±0,20	14,70±0,50	58,20±2,30	18,90±0,40
жира	1,00±0,00	23,50±0,50	13,00±0,20	49,80±2,50
золы	0,38±0,02	4,17±0,07	0,69±0,02	1,03±0,02
Суммарное содержание пищевых волокон, г/100 г				
В том числе	3,52±0,02	8,63±0,04	15,34±0,04	4,93±0,03
растворимых	1,01±0,02	2,81±0,03	6,72±0,05	1,22±0,02
нерастворимых	2,51±0,03	5,82±0,05	8,62±0,04	3,71±0,04

В хлебобулочных изделиях из сортовой пшеничной муки содержится много легкоусвояемых углеводов и мало пищевых волокон, обладающих хорошими сорбционными и детоксикационными свойствами [10]. Поэтому замещение в их рецептуре части пшеничной муки на сырье из арахиса или грецкого ореха является обоснованным условием для ликвидации этого дефицита.

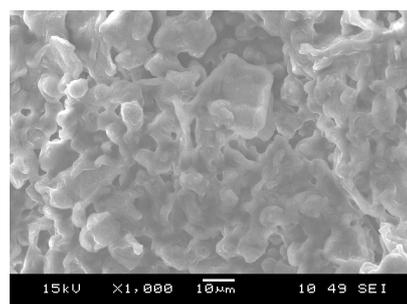
Жирно-кислотный состав изучаемого орехового сырья отличается богатством полиненасыщенных компонентов и их биологической активностью. К примеру, в масле грецкого ореха преобладают линолевая (57–64%), линоленовая (11–16%) и олеиновая (12–20%) жирные кислоты [8], являющиеся функциональными пищевыми ингредиентами.

Несмотря на разнообразие пищевого рациона современного человека, дефицит белка в нем составляет 25–30% [11]. Содержание белка в пшеничном хлебе из муки высшего сорта невелико (6–7%), в этой связи повышение биологической ценности продукции за счет использования арахисовой или кокосовой муки имеет неоспоримое пищевое значение.

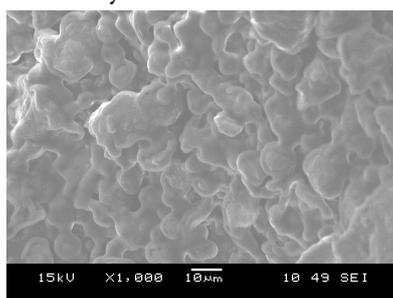
Из исследовательской практики известно, что белковые вещества пшеничной муки на 80% состоят из проламинов и глютелинов [12], в ядрах грецких орехов содержится 4 фракции белков – альбумины, проламины, глобулины, глютелины [13], в арахисе больший удельный вес приходится на глобулины [14]. Микроскопирование изучаемого растительного сырья позволило установить морфологические особенности белков (рисунок). Так, в пшеничной муке присутствуют сферические белковые структуры размером от 3 до 30 мкм с количественным доминированием крупных фракций, в муке из ореха грецкого – с преобладанием мелких фракций размером 5–7 мкм, в арахисовой муке – с численным преимуществом средних по размеру (10–15 мкм) структур, что является подтверждением различий в природе и свойствах белков изучаемого растительного материала. Из-за высокой жирности кокосовой муки изучение ее микроструктуры не представлялось возможным.



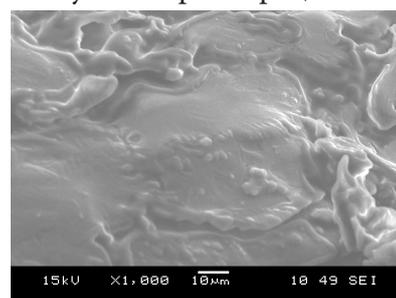
мука пшеничная



мука из ореха грецкого



мука арахисовая



мука кокосовая

Микроструктура сырья (увеличение в 1000 раз)

Минеральная ценность применяемого сырья вносит свой неоспоримый вклад в формирование пищевой ценности готового продукта. В настоящее время большое внимание уделяется минеральным веществам с позиций функционального питания, поскольку многие из них относятся к функциональным пищевым ингредиентам. Минеральный состав зерна хлебных злаков характеризуется в первую очередь содержанием кальция, фосфора, магния и железа [15], а орехового сырья – железа, марганца, цинка, меди [16]. Результаты изучения количественных характеристик отдельных макро- и микроэлементов отражены в табл. 2.

Минеральный состав различных видов муки, мг/кг

Элемент	Пшеничная	Из ореха грецкого	Арахисовая	Кокосовая
P	780,20±41,20	6110,40±79,60	3532,30±59,70	940,30±47,30
Ca	2102,10±38,70	3007,20±64,70	1466,20±29,10	1830,20±33,20
Cu	1,82±0,05	15,90±1,80	18,22±2,21	4,33±0,09
Fe	47,10±3,80	113,20±6,10	49,30±3,30	103,10±4,40
Mg	372,40±29,30	3328,30±58,90	487,20±34,60	751,40±56,60
Zn	49,40±2,90	40,50±3,30	63,70±5,10	18,70±1,40
Se	0,21±0,08	1,62±0,60	0,74±0,09	1,61±0,60

Выявлено, что исследуемое нетрадиционное сырье отличается богатым минеральным составом, но не всегда превосходит пшеничную муку по содержанию кальция и цинка. Так, выработанным источником фосфора можно рассматривать муку из ореха грецкого (содержит в 7,8 раза больше) и арахиса (содержит в 4,5 раза больше). Такой жизненно необходимый микроэлемент, как медь существенно преобладает в ореховом сырье: арахисовом – в 10 раз, грецкого ореха – в 8,7 раза. Кроветворным элементом – железом богата мука из ореха грецкого и кокоса, которые содержат этого микроэлемента в 2,2–2,4 раза больше. Значительное количество магния (в 8,9 раза больше) было обнаружено в сырье из ореха грецкого. Существенные уровни эссенциального селена были установлены во всем ореховом сырье, но в одинаковом количестве в диапазоне (в 7,7 раза больше) были выявлены в муке из грецкого ореха и кокоса. Остеотропный элемент – кальций в относительно больших количествах (на 43%) содержится только в сырье из ореха грецкого. По содержанию цинка можно отметить только арахисовую муку (содержит на 28,9% больше).

Определено, что по содержанию цинка с пшеничной мукой не может конкурировать сырье из ореха грецкого и кокоса, по количеству кальция – мука арахисовая и кокосовая.

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. Установлена приемлемая сенсорная сочетаемость изучаемого сырья, позволяющая использовать его в разных комбинациях в составе сложных пищевых систем.

2. Замещение в рецептуре хлебобулочных изделий части пшеничной муки на сырье из арахиса или грецкого ореха является обоснованным условием для ликвидации в них дефицита пищевых волокон.

3. Повышение биологической ценности продукции и содержания в ней полиненасыщенных жирных кислот за счет использования арахисовой и кокосовой муки имеет неоспоримое пищевое значение.

4. Источником фосфора и меди можно рассматривать муку из ореха грецкого и арахиса; железа и селена – муку из ореха грецкого и кокоса; магния и кальция – муку из ореха грецкого.

5. Установлена эффективность замещения пшеничной муки в рецептуре хлебобулочных изделий на сырье из орехоплодных для повышения содержания функциональных пищевых ингредиентов в готовой продукции.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дворецкий Д. С., Апаршева В. В., Пешикова Е. В. Анализ влияния растительных ингредиентов на технологию производства обогащенного хлеба из пшеничной муки // Инновации в технологии продуктов здорового питания: сб. материалов Междунар. науч. конф. – 2016. – С. 103–111.

2. Парусова К. В. Способ производства хлеба ржано-пшеничного с функциональными добавками для здорового питания // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2016. – № 4. – С. 70–74.

3. *Исследование функциональных свойств пряных растений зира и кардамон. Их применение в технологии ржано-пшеничного хлеба* / В. А. Артемьева, Т. А. Ямашев, Е. А. Костикова, Т. А. Постникова, З. Р. Сафина, О. А. Решетник // Вестник Технологического университета. – 2017. – Т. 20, № 2. – С. 132–137.
4. *Бобров А. О., Шевелева Т. Л.* Изучение влияния йодсодержащего сырья на показатели качества пшеничного хлеба // Мир инноваций. – 2019. – № 1. – С. 3–8.
5. *Бориева Л. З., Бисчокова Ф. А.* Хлеб из смеси пшеничной и кукурузной муки // Успехи современной науки. – 2016. – Т. 8, № 12. – С. 62–65.
6. *Руководство по методам анализа качества и безопасности пищевых продуктов* / под ред. И. М. Скурихина, В. А. Тутельяна. – М.: Брандес, Медицина, 1998. – 342 с.
7. *Папкеев И. Ю.* Растровая электронная микроскопия и рентгеноспектральный микроанализ. – Челябинск, 2015. – 49 с.
8. *Жирно-кислотный состав семян отборных форм ореха грецкого, индуцированного в Белгородской области* / В. Н. Сорокопудов, А. А. Зинченко, Н. В. Назарова, Д. И. Писарев, Т. А. Резанова, Е. Г. Яковлева // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Медицина и фармация. – 2011. – № 4–2 (99), т. 13. – С. 174–177.
9. *Польза пикантной кокосовой муки и ее применение для нежных лакомств* [Электронный ресурс] // Ядра жизни. – Режим доступа: <https://orehi-zerna.ru/kokosovaya-muka-polzaprimenenie/>
10. *Кондрашина В. В.* Пищевые волокна и их роль в формировании здоровья человека // Современные научные исследования и инновации. – 2017. – № 5. – С. 5.
11. *Оценка рациона питания и антиоксидантной активности биологических жидкостей организма студентов* / С. Н. Лебедева, С. Д. Жамсаранова, С. А. Чукаев, Л. Д. Дымшеева // Вопросы питания. – 2018. – Т. 87, № 1. – С. 35–43.
12. *Маркс Е. И., Лейболт Е. И., Заушицына И. Г.* Активность различных форм белка из растений пшеницы и качество клейковины // Инновации и продовольственная безопасность. – 2017. – № 3. – С. 40–49.
13. *Васинов В. В., Вытовтов А. А.* Обоснование использования муки из жмыха грецкого ореха в рецептуре мучных кондитерских и хлебобулочных изделий специализированного назначения // Пищевые инновации и биотехнологии: материалы IV Междунар. науч. конф. – 2016. – С. 42–45.
14. *Стриженко А. В., Яковлева Т. В.* Разработка белково-липидного концентрата из орехоплодных культур и оценка его потребительских свойств // Фундаментальные и прикладные исследования кооперативного сектора экономики. – 2015. – № 4. – С. 106–110.
15. *Зависимость содержания минеральных веществ пшеничного хлеба от различных видов муки* / А. Т. Васюкова, Т. С. Жилина, В. Ф. Пучкова, А. В. Мошкин, И. С. Бобоев // Аспирант. – 2015. – № 10 (15). – С. 179–182.
16. *Макаренкова О. Г., Шевякова Л. В., Бессонова В. В.* Природные микроэлементы орехов – неотъемлемая часть здорового питания // Вопросы питания. – 2016. – Т. 85, № S2. – С. 202.

REFERENCES

1. Dvoreckij D. S., Aparsheva V. V., Peshkova E. V., *Analiz vliyaniya ras-titel'nyh ingredientov na tekhnologiyu proizvodstva obogashchennogo hleba iz pshenichnoj muki* (Analysis of the influence of vegetable ingredients on the production technology of fortified bread from wheat flour), Proceedings of the Conference, 2016, pp. 103–111. (In Russ.)
2. Parusova K. V., *Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2016, No. 4, pp. 70–74. (In Russ.)

3. Artem'eva V.A., Yamashev T.A., Kostikova E.A., Postnikova T.A., Safina Z.R., Reshetnik O.A., *Vestnik Tekhnologicheskogo universiteta*, 2017, T. 20, No. 2, pp. 132–137. (In Russ.)
4. Bobrov A.O., Sheveleva T.L., *Mir innovacij*, 2019, No. 1, pp. 3–8. (In Russ.)
5. Borieva L.Z., Bischokova F.A., *Uspekhi sovremennoj nauki*, 2016, T.8, No. 12, pp. 62–65. (In Russ.)
6. Skurikhina I.M., Tutel'yana V.A., *Rukovodstvo po metodam analiza kachestva i bezopasnosti pishchevyyh produktov* (Guidelines on methods for analyzing the quality and safety of food products), Moscow: Brandes, Medicina, 1998, 342 p.
7. Pashkeev I. Yu. *Rastrovaya elektronnyaya mikroskopiya i rentgenospektral'nyj mikroanaliz* (Scanning electron microscopy and X-ray spectral microanalysis), Chelyabinsk, 2015, 49 p.
8. Sorokopudov V.N., Zinchenko A.A., Nazarova N.V., Pisarev D.I., Rezanova T.A., Yakovleva E.G., *Nauchnye vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta*, Seriya: Medicina i farmaciya, 2011, No. 4–2 (99), t. 13, pp.174–177. (In Russ.)
9. <https://orehi-zerna.ru/kokosovaya-muka-polza-primenenie/>
10. Kondrashina V.V., *Sovremennye nauchnye issledovaniya i innovacii*, 2017, No. 5, pp. 5. (In Russ.)
11. Lebedeva S.N., Zhamsaranova S.D., Chukaev S.A., Dymshcheva L.D., *Voprosy pitaniya*, 2018, T. 87, No. 1, pp. 35–43. (In Russ.)
12. Marks E.I., Lejbolt E.I., Zaushicyna I.G., *Innovacii i prodovol'stvennaya bezopasnost'*, 2017, No. 3, pp. 40–49. (In Russ.)
13. Vasipov V.V., Vytovtov A.A. *Obosnovanie ispol'zovaniya muki iz zhmyha greckogo orekha v recepture muchnyh konditerskih i hlebobulochnyyh izdelij specializirovannogo naznacheniya*, (Justification of the use of flour from walnut cake in the recipe of flour confectionery and bakery products for specialized purposes), Proceedings of the 4th International Scientific Conference, 2016, pp. 42–45. (In Russ.)
14. Strizhenko A.V., Yakovleva T.V., *Fundamental'nye i prikladnye issledovaniya kooperativnogo sektora ekonomiki*, 2015, No 4, pp. 106–110. (In Russ.)
15. Vasyukova A.T., Zhilina T.S., Puchkova V.F., Moshkin A.V., Boboev I.S., *Aspirant*, 2015, No. 10 (15), pp. 179–182. (In Russ.)
16. Makarenkova O.G., Shevyakova L.V., Bessonova V.V., *Voprosy pitaniya*, 2016, T. 85, No. S2, pp. 202. (In Russ.)