

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ПРОДОВОЛЬЧИХ РЕСУРСІВ



ПРОДОВОЛЬЧІ РЕСУРСИ

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

Київ

УДК664.663.9

**ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ БОРОШНА З ТЕФУ
ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ОРГАНІЧНОГО ХЛІБА****Фалендиш Н. О.**, к. т. н, доцентНаціональний університет харчових технологій, м. Київ, Україна
ORCID 0000-0002-2571-3643**Зінченко І. М.**, к. т. н, доцентНаціональний університет харчових технологій, м. Київ, Україна
ORCID 0000-0002-6334-4789**Блаженко М. С.**, магістрантНаціональний університет харчових технологій, м. Київ, Україна
ORCID 0000-0002-0984-8660<https://doi.org/10.31073/foodresources2020-14-19>

Виготовлення та споживання органічних продуктів на сьогодні є дуже важливим та актуальним за своїм впливом на здоров'я нації. Як відомо, існує прямий зв'язок між здоров'ям людини, якістю продукції та якістю довкілля. Органічні продукти харчування є значно безпечнішими, містять більше поживних речовин, а також краще смакують, ніж конвенційні продукти. В статті досліджено можливість використання органічного борошна з тефу для виробництва органічного хліба з пшеничного сортового борошна. Використання борошна з тефу дає можливість підвищити поживну та харчову цінність хліба за рахунок підвищення кількості білків, ненасичених жирних кислот, мінеральних речовин та вітамінів. Метою досліджень було визначення раціонального дозування борошна з тефу при виробництві органічного хліба із пшеничного сортового борошна та встановлення впливу борошна з тефу на технологічний процес, якість тіста та хліба. Для досягнення поставленої мети, в ході досліджень, були використані стандартні, загальноприйняті методи дослідження напівфабрикатів, готової продукції; спеціальні методи дослідження фізико-хімічних та технологічних процесів. Встановлено, що внесення 10 та 20% борошна з тефу сприяє інтенсифікації бродіння тіста та скорочує тривалість вистоювання тістових заготовок. Дослідження показали, що додавання борошна з тефу у кількості 10 %, дозволяє отримати хліб, який за органолептичними та фізико-хімічними показниками не поступається контрольному зразку. Проведені дослідження свідчать про зменшення черствіння хліба із додаванням борошна з тефу. Визначено, що внесення 10% борошна з тефу, до маси борошна в тісті, забезпечує відповідну якість хліба і сприяє його збагаченню фізіологічно-функціональними інгредієнтами.

Ключові слова: органічні продукти, сертифікація, борошно з тефу, фізіологічно-функціональні інгредієнти, питомих об'єм тіста, пористість хліба

TECHNOLOGICAL ASPECTS OF THE USE OF TEFF FLOUR IN COURSE OF ORGANIC BREAD PRODUCTION

*Falendysh Nataliia, PhD, Associate Professor
National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine*

ORCID 0000-0002-2571-3643

*Zinchenko Inna, PhD, Associate Professor
National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine*

ORCID 0000-0002-6334-4789

*Blazhenko Mariia, master student
National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine*

ORCID 0000-0002-0984-8660

<https://doi.org/10.31073/foodresources2020-14-19>

Nowadays production and consuming of the organic food is crucial in terms of nation's health. Undoubtedly, there is a direct link between human's health, products and environmental quality. Organic food is safer, has more nutrients as well as tastes better as compared to conventional one. The article outlines analysis of possible use of organic teff flour for the production of organic bread from wheat flour. The use of teff flour provides the possibility to increase the nutritional value of bread through the increase of protein, unsaturated fatty acids, minerals and vitamins level of the product. The purpose of the research is to determine the reasonable dosage of teff flour in course of production of organic bread from wheat flour as well as to determine of the teff flour effect on technological process, quality of dough and bread. For the research purposes there were used the standard methods of research of semi-finished and finished products as well as special methods of research of physical, chemical and technological processes. It is determined that the injection of 10% and 20% teff flour facilitates intensification of the fermentation of the dough and shortens the dough stand duration. The analysis revealed that the injection of teff flour in proportion of 10% allows to procure bread that only slightly inferior as compared to the control sample in terms of its organoleptic, physical and chemical parameters. The conducted analysis shows that the process of bread staling becomes less intensive where the teff flour is added to bread. It is determined that the addition of 10% (by mass) of teff flour in the dough procures the appropriate quality of the bread and facilitates its enrichment with physical functional ingredients.

Keywords: *organic products, certification, teff flour, physical functional ingredients, specific volume of dough, bread porosity*

Постановка проблеми. Важливою складовою життя людини є харчування. Речовини, що їх організм отримує з навколишнього середовища, є для неї будівельним матеріалом і джерелом енергії. Тому кількість, якість, асортимент споживаних продуктів харчування, своєчасність і регулярність приймання їжі мають важливе значення для життєдіяльності організму [1].

Зростаючі темпи сучасного життя, несприятлива екологічна ситуація, нераціональне харчування призводить до зниження захисних сил організму людини, а відповідно до погіршення стану його здоров'я у цілому. Тому, на теперішній час, в світі зростає попит на якісні та безпечні продукти харчування, і особливої популярності набувають органічні продукти.

Органічні продукти харчування є значно безпечнішими, містять більше поживних речовин, а також краще смакують, ніж конвенційні продукти. Слід також відзначити, що органічне виробництво є сприятливішим для навколишнього середовища та гуманним для

тварин. Останні дослідження свідчать, що рівень поживності та вміст вітамінів (особливо вітаміну С), а також деяких мінеральних речовин та поліфенолів – природних антиоксидантів, які допомагають зміцнити імунну систему людини – є вищим у культурах, які вирощені за органічними методами господарювання. Дослідники з усього світу доводять, що органічні продукти мають вищий рівень вмісту фосфору, цинку, магнію, вітаміну С, кальцію, калію, заліза [2].

Значну частку в раціоні харчування населення нашої країни займають хлібобулочні вироби, які споживається практично всіма верствами населення незалежно від віку, способу життя, стану здоров'я. Хлібобулочні вироби із пшеничного сортового борошна є досить незбалансованими за амінокислотним складом, вмістом харчових волокон, вітамінів і мінеральних речовин. Саме тому, вони є досить зручними для збагачення різними компонентами, а щоденне їх споживання дозволяє збагатити харчовий раціон, знизити вплив шкідливих екологічних факторів на організм людини [3].

Для підвищення харчової та біологічної цінності хлібобулочних виробів проводять їх збагачення за рахунок включення до рецептур нетрадиційної сировини, яка багата важливими для організму людини макро- та мікронутрієнтами [4,5].

В хлібопеченні, в якості нетрадиційної сировини, використовують: зернові, бобові, насіння і продукти переробки олійних культур, плодів та овочів, лікарські рослини тощо [4,6].

Перспективною сировиною для хлібопечення є борошно з насіння тефу. Теф – це сільськогосподарська культура, яка в основному культивується в Ефіопії і Еритреї. Проте нині, поля засіяні тефом, можна побачити і в Індії, і в Росії, і в Україні, і навіть в Австралії, а останні наукові досягнення дозволили культивувати рослину теф в США [5,6].

У складі цієї рослини вчені виявили достатню кількість легкозасвоюваних білків і вуглеводів, а харчова цінність цієї культури робить її основним джерелом енергії на цілий день [7].

У зернах тефу міститься від: 6,0% до 9,0% білків; 70,0% до 74,0% вуглеводів, в тому числі харчових волокон; 2,2% до 3,5% жирів; 2,4% зольних речовин. Також зерна тефу багаті на вітаміни групи В, а також А, Е, Д, РР, холін, корисні макро- і мікроелементи: кальцій, калій, магній, мідь, цинк, марганець, фосфор, натрій, селен, залізо [8,9]. Вміст заліза в ньому в 2,5 – 4,8 разу більше, ніж, наприклад, в зернах пшениці. Насіння теф не містить у своєму складі глютен, тому страви з нього можуть споживатися людьми хворими на целиацію [9].

Метою досліджень є вивчення впливу борошна тефу на властивості тіста та якість органічного хліба.

Матеріали та методи. У процесі дослідження використовували органічне борошно із насіння тефу фірми Govinda, Німеччина, яке сертифіковане за Європейською системою сертифікації.

Під час виконання роботи були використані стандартні, загальноприйняті методи досліджень.

Для визначення впливу борошна з тефу на перебіг технологічних та біохімічних процесів в тісті, а також на якість готових виробів проводили пробні лабораторні випікання. В якості контрольного зразка для дослідження використовували рецептуру хліба із борошна пшеничного першого сорту.

Тісто готували безопарним способом. Замішування тіста проводили у двошвидкісній тістомісильній машині. Вироби формували вручну, вистоювання проводили у вистійній шафі при температурі 36 ± 2 °C та відносній вологості $78 \pm 2\%$ до готовності. Хліб випікали в печі ФЗ-ХПК при температурі 190...220°C.

Газоутворення в напівфабрикатах оцінювали за кількістю CO₂, волюмометричним методом на приладі АГ-1М [10].

Для дослідження і порівняння структурно-механічних властивостей тіста в ході роботи визначали його газотримувальну здатність за величиною питомого об'єму через кожні 30 хв протягом 3 год [10].

В'язко-пластичні властивості тіста з додаванням борошна з тефу визначали за розпливанням кульки тіста в процесі його ферментації протягом 3 год при температурі 30°C [10].

Усі дослідження проводились в лабораторних умовах кафедри технології хлібопекарських і кондитерських виробів Національного університету харчових технологій.

Результати та обговорення. Для встановлення раціональної кількості борошна з тефу було запропоновано рецептури дослідних зразків з використанням його у кількості 10, та 20% до маси борошна в тісті.

Зцією метою проводили пробне випікання хліба, контролем слугував зразок без внесення борошна з тефу.

Результати проведених досліджень представлено в табл. 1.

Результати досліджень (табл.1) показали, що за умови внесення борошна з тефу у кількості 10 та 20% до маси борошна, початкова кислотність тіста підвищується на 0,3-0,4 град по відношенню до контрольного зразка. Що може бути наслідком вищої кислотності самого борошна тефу, ніж пшеничного борошна першого сорту, і обумовлена його хімічним складом, а саме наявністю жирних кислот, сполук фосфорної кислоти тощо. [4]. Відповідно підвищується і кінцева кислотність тіста.

Дослідження впливу борошна з тефу на процеси бродіння тіста показали, що спиртове бродіння в тісті з його додаванням дещо інтенсифікується. Було встановлено, що при внесенні борошна з тефу у кількості 10 та 20% до маси борошна сумарна кількість виділеного діоксиду вуглецю збільшується на 2,7 та 6,2% відповідно. Це можна пояснити покращенням живильного середовища для дріжджів за рахунок внесення із борошном тефу вітамінів, білкових і мінеральних речовин.

При внесенні борошна з тефу у кількості 10-20% спостерігається скорочення тривалості вистоювання тістових заготовок на 8 та 15 хв, що корелює з інтенсифікацією процесу бродіння.

З додаванням 10 та 20% борошна з тефу спостерігається зменшення питомого об'єму тіста на 0,3-0,4 см³/г та розпливання кульки тіста на 7-10 %.

Аналіз готових виробів (табл. 1) показав, що за умови внесення в тісто борошна з тефу у кількості 10 та 20 %, питомий об'єм хліба зменшується лише на 3,5-9,0 %, що корелює із даними щодо питомого об'єму тіста та із розпливанням кульки тіста в процесі ферментації. Пористість готових виробів зменшується на 2,5-5% і знаходиться в межах норми. Хліб із борошном тефу має вищу, на 0,2-0,4 град, кислотність та більшу, на 5-12 %, формостійкість.

Органолептична оцінка готових виробів показала, що еластичність м'якушки, порівняно з контрольним зразком, практично не змінилася у виробках із 10% борошна з тефу. Зі збільшенням дозування до 20% спостерігається погіршення еластичності та відчувається присмак добавки.

Із внесенням борошна з тефу колір м'якушки набуває світло-коричневого кольору при дозуванні 10% та світло-коричневого з сіруватим відтінком – при 20 %.

Свіжість, є важливим показником споживчих властивостей хліба. Уповільнення черствіння може відбуватися у разі включення в рецептуру сировини, яка володіє високими водопоглинальними та водоутримувальними властивостями. Можна спрогнозувати, що борошно з тефу, яке виготовлене із цільнозмеленого зерна, буде сприяти уповільненню черствіння хліба.

З метою визначення збереження хлібом свіжості досліджували кришкуватість та водопоглинальну здатність м'якушки через 4, 24 та 48 годин зберігання.

Встановлено, що кришкуватість хліба, з додаванням борошна з тефу у кількості 10 та 20 %, через 48 год зберігання менша порівняно з контрольним зразком на 12-22% відповідно.

Показники технологічного процесу та якості готових виробів

| Показники | Контроль | Внесено борошна з тефу, % до маси борошна | |
|---|--------------------------------------|---|---|
| | | 10 | 20 |
| <i>Тісто</i> | | | |
| Вологість тіста, % | 42,5 | 43,0 | 43,5 |
| Титрована кислотність, град: | | | |
| початкова | 1,9 | 2,2 | 2,3 |
| кінцева | 2,5 | 2,7 | 3,0 |
| Тривалість бродіння, хв | 60,0 | 65,0 | 70,0 |
| Тривалість вистоювання, хв | 63,0 | 55,0 | 48,0 |
| Питомий об'єм тіста, см ³ | 3,21 | 2,91 | 2,81 |
| Розпливання кульки тіста, мм | 110,0 | 102,0 | 98,0 |
| Газоутворення за час бродіння тіста та вистоювання тістових заготовок, см ³ /100 г тіста | 1164,0 | 1196,0 | 1236,0 |
| <i>Хліб</i> | | | |
| Питомий об'єм, см ³ /г | 2,87 | 2,75 | 2,59 |
| Пористість, % | 74,0 | 72,0 | 70,0 |
| Кислотність, град | 2,2 | 2,4 | 2,6 |
| Формостійкість, Н/D | 0,44 | 0,41 | 0,39 |
| Кришкуватість, % через: | | | |
| 4 год. | 2,9 | 2,8 | 2,7 |
| 24 год. | 4,2 | 3,8 | 3,5 |
| 48 год. | 6,7 | 5,9 | 5,2 |
| Кількість води, яку поглинає м'якушка, % через: | | | |
| 4 год. | | | |
| 24 год. | 435 | 440 | 445 |
| 48 год. | 388 | 412 | 431 |
| | 339 | 380 | 401 |
| Форма хліба | Правильна | Правильна | |
| Стан поверхні | Гладка, рівна, без тріщин і підривів | | |
| Колір скоринки | Світлий | Світло-коричневий | Світло-коричневий з сірим відтінком |
| Колір м'якушки | світлий | світло-коричневий | Світло-коричневий з сіруватим відтінком |
| Еластичність м'якушки | еластична | | Менш еластична |
| Смак та аромат | Властиві пшеничному хлібу | Властиві пшеничному хлібу з приємним ароматом | Відчувається присмак та аромат добавки |

Визначення гідрофільних властивостей м'якушки хліба показали, що при внесенні 10 та 20% борошна з тефу, через 48 годин зберігання, поглинають на 12 та 18% більше води, по відношенню до контрольного зразка. Отримані дані свідчать про зменшення черствіння хліба з додаванням борошна з тефу та можливість подовження терміну його зберігання.

Отже, можемо зробити висновок про те, що найкращий питомий об'єм та пористість готових виробів спостерігається у зразку з додаванням 10% борошна з насіння тефу. Крім того, таке дозування не призводить до суттєвого погіршення органолептичних показників. Отримані показники також свідчать про зменшення черствіння хліба із доданням борошна з тефу.

Однак, подальше збільшення дозування борошна з тефу погіршує органолептичні та фізико-хімічні показники якості хліба, тому раціональним визнано дозування борошна тефу у кількості 10% до загальної маси борошна в тісті.

Висновки. Використання борошна з тефу в технології хлібобулочних виробів дозволить збагатити готові вироби білками, ПНЖК, харчовими волокнами, мінеральними речовинами та вітамінами, тому є доцільним використання його при виробництві хліба із сортового пшеничного борошна. Відсутність у складі борошна з насіння тефу глютену робить його перспективною сировиною для виробництва безглютенових виробів.

Встановлено, що додання 10 та 20% борошна з тефу, інтенсифікує процес дозрівання тіста та скорочує технологічний процес приготування хліба.

Застосування борошна з тефу при виробництві органічного хліба із пшеничного борошна першого сорту у кількості 10% до маси борошна в тісто, дозволяє отримати виріб, що за органолептичними та фізико-хімічними показниками несуттєво відрізняється від контрольного зразка. Разом з тим, додання борошна з тефу підвищує харчову та біологічну цінність хліба, за рахунок хімічного складу насіння тефу.

Бібліографія

1. Сімахіна Г. О., Іванов С. В., Науменко Н. В. Технологія оздоровчих продуктів: навч. посіб. Київ: НУХТ, 2015. 402 с.
2. Милованов Є. Переваги органічних продуктів. Київ: Органік Прінт, 2018. 32 с.
3. Столяр В. І. Фізіологія та гігієна харчування. Київ: Здоров'я, 2000. 166 с.
4. Дробот В. І., Михонік Л. А., Семенова А. Б., Фалендиш Н. О. Борошно стародавніх пшениць, продуктів переробки круп'яних культур та шроти у технології хліба: моногр. К.: ПрофКнига, 2018. 188 с.
5. Ружицька Н. В., Лебеденко Т. Є. Використання сировини рослинного походження в хлібопекарському виробництві: матеріали Всеукраїнської студентської науково-практичної конференції. Львів, 2009. С. 29-30.
6. Вершинина О., Корнен С. Применение пищевых добавок в технологии хлебопечения. Известия Вузов. Пищевая технология. 2000. №5. С.27-30.
7. Стопа Л. Тефф абиссинский – новая альтернатива. Зерно.2016. № 5. С. 10-12.
8. Баранов В. Д., Устименко Г. В. Мир культурных растений. Справочник. Москва: Мысль, 1994. 381 с.
9. Струтинська Л. Т. Аналіз поживної цінності насіння тефа як альтернативної безглютенової сировини. Інноваційні підходи до розвитку сучасної науки: зб. Тез доп. міжнар. наук.-практ. інтернет-конф., м. Дніпро, 28 лют. 2019 р. Дніпро: НОК, 2019. С. 16-21.
10. Дробот В. І. Лабораторний практикум з технології хлібопекарського та макаронного виробництв: навч. посіб. К.: Центр навчальної літератури, 2006. 341 с.

References

1. Simakhina G., Ivanov S., Naumenko N. (2015). Tekhnologia ozdorovchykh productiv: navch. posib. [Technology of the health-improving products: textbook] Kyiv: NUKHT, 2015. 402 p. [in Ukrainian].
2. Mylovanov Ye. (2018). Perevagy organichnykh prodyktiv [Advantages of organic products]. Kyiv: Organik Print. 32 p. [in Ukrainian].
3. Smoliar V. (2000). Fiziologiiia ta hihiiena kharchuvannia. [Nutrition physiology and hygiene]. Kyiv: Health. 166 p. [in Ukrainian].
4. Drobot V., Mykhonik L., Semenova A, Falendysh N. (2018). Boroshno starodavnikh pshenyts, produktiv perepobky krupianykh kultur ta shrotu u tekhnologii khliba: monogr.[Flour from ancient wheat, cereal crops recycled products as well as oil seed coarse meal in bread technologies] K.:ProfKnyga, 188 p. [in Ukrainian].
5. Ruzhytska N., Lebedenko T. (2009). Vykorystannia syrovyny roslynnoho pohodzhennia v khlibopekarskomu vyrobnytstvi [The use of floral origin materials in bakery industry]: materialy Vseukrainskoi nauchno-prakticheskoi konferencii. [materials of the All-Ukrainian scientific-practical conference for students]. Lviv, p. 29-30. [in Ukrainian].
6. Vershinina O., Kornen S. (2000). Primenenie pishchevykh dobavok v tekhnologii khlebopechenia [The use of nutritional supplements in baking technology]. Izvestia Vuzov. Pishchevaia tekhnologiiia [Universities news. Food technology]. № 5. P. 27-30. [in Russian].
7. Stopa L. (2016). Teff abissinskii – novaya alternative [Abyssinian teff – new alternative]. Zerno [grain]. № 5. P. 10-12. [in Russian].
8. Baranov V., Ustymenko H. (1994). Mir kulturnykh rasteniy. [The world of cultivated plants]. Moskva: Mycl, 381 c. [in Russian].
9. Strutynska L. (2019). Analiz pozhyvnoi tsinnosti nasinnia tefa yak alternatyvnoi bezglyutenovoi syrovyny. [Analysis of the nutritional value of tefa seeds as an alternative gluten-free primary good] Innovatsiini pidkhody do rozvytku suchasnoi nauky [Innovative approaches to the development of contemporary science]:zb. tezdop. mizhnar. nauk.-prakt. Internet-konf., Dnipro, 28 lyut. 2019 r. Dnipro: NOK, P. 16-21.[in Ukrainian].
10. Drobot V. (2006). Laboratornyi praktykum z tethnologii khlibopekarskogo ta makaronnogo vyrobnytstv:navch. Posib [Laboratory practicum on the technology of bakery and macaroni production]. K.:Tsentri navchalnoi literatury, 341 p. [in Ukrainian].