

14. Enrichment and fortification / <https://whataboutwheat.ca/nutrition-research/enrichment-fortification/>

15. Whole Grains – Get The Facts / <https://www.canada.ca/en/health-canada/services/canada-food-guide/resources/healthy-eating-recommendations/eat-a-variety/whole-grain/get-facts.html>

Шаніна Ольга Миколаївна, д-р техн. наук, проф., кафедра технології хлібопродуктів і кондитерських виробів, Державний біотехнологічний університет, o.shanina.ua@gmail.com

Shanina Olha, dr. technical Science, professor, department of bakery and confectionery technology, State Biotechnology University, o.shanina.ua@gmail.com

Гавриш Тетяна Володимирівна, канд. техн. наук, доц., зав. кафедрою технології хлібопродуктів і кондитерських виробів, Державний біотехнологічний університет, gavrishtanya@ukr.net

Gavrish Tatyana, PhD, Associate Professor, head department of technology of bread products and confectionery products, State Biotechnological University, gavrishtanya@ukr.net

Джонстон Анжеліка Тагіривна, менеджер з якості, Ardent Mills, Канада, o.shanina.ua@gmail.com

Johnston Anzhelika, Quality Manager, Ardent Mills, Canada, o.shanina.ua@gmail.com

DOI 10.5281/zenodo.14673009

УДК 641.56:582.661.21

ВИЗНАЧЕННЯ ЯКОСТІ БОРОШНЯНОЇ СИРОВИНИ

О.М. Шаніна, Т.В. Гавриш, Н.О. Боровікова

Зростаюча популярність безглютенових продуктів спричинила збільшення попиту на сировину, що не містить глютену. Проте відмінні технологічні та структурні властивості такої сировини, як рисове борошно, вимагають розробки спеціальних методів для забезпечення стабільної якості кінцевих виробів. Дослідження зосереджується на фізико-хімічних властивостях рисового борошна, зокрема вологості, білизні, вмісті білка та крупності помелу, що впливають на придатність для харчової промисловості. Проведене лабораторне випікання з додаванням желатину та агару покращило текстуру тіста, дозволяючи досягти оптимальної якості хліба при мінімально необхідній термічній обробці.

***Ключові слова:** білизна, вологість, органолептичні показники, рисове борошно.*

INVESTIGATION OF BOROSHNYAN SYROVINI

O. Shanina, T. Gavrish, N. Borovikova

The rise in popularity of the gluten-free diet has led to an increased demand for products made from gluten-free flours such as rice, corn and buckwheat. However, this raw material differs significantly from traditional wheat flour in its protein structure, lack of gluten and specific technological properties, which creates difficulties in ensuring the stable quality of finished products. The study is focused on determining the quality indicators of rice flour, such as moisture, whiteness, protein content and grinding size, to assess its compliance with food industry standards. In order to improve the baking properties of gluten-free dough, during laboratory baking, structuring agents - gelatin and agar - were added. This provided the dough with elasticity and stability, which is necessary to create a uniform texture of the finished bread. Test results showed that the optimal baking mode for such bread is 35 minutes at a temperature of 260 °C. Increasing the duration of baking does not improve the quality of bread, instead it causes an increase in energy consumption, which is not economically justified. Thus, the study proves that rice flour, subject to correction of the recipe with the help of structure formers, is able to ensure high quality of gluten-free bakery products. This opens up prospects for the further use of rice flour in conditions of increased demand for gluten-free products and allows optimizing production processes to achieve stability in the quality of gluten-free bread.

Keywords: *whiteness, moisture, organoleptic properties, rice flour.*

Постановка проблеми в загальному вигляді. Зростання популярності безглютенової дієти призвело до збільшення попиту на безглютенову борошню сировину. Однак виробництво безглютенових продуктів стикається з численними проблемами, пов'язаними з якістю сировини, оскільки її властивості значно відрізняються від традиційного пшеничного борошна. Безглютенова сировина, така як борошно з рису, кукурудзи, гречки чи інших злаків, має іншу структуру білка, відсутність клейковини і відмінні технологічні властивості. Ці фактори створюють серйозні виклики при виготовленні продуктів, що відповідають звичним стандартам текстури, смаку, вологості та інших органолептичних характеристик.

Основною проблемою є забезпечення стабільності якості безглютенової сировини для досягнення передбачуваних результатів у виробничих процесах. Відсутність глютену, який зазвичай відповідає за структуру та еластичність тіста, вимагає від виробників використання спеціальних технологій та додаткових інгредієнтів для досягнення схожого ефекту. Крім того, вплив різних факторів, таких як походження сировини, технологія її виробництва та зберігання, може призводити до

нестабільності властивостей борошна, що ускладнює процес забезпечення якості готової продукції.

Існує потреба в розробці стандартизованих методів оцінки якості безглютенової борошняної сировини, які б враховували її унікальні характеристики і дозволяли ефективно контролювати технологічні процеси. Такий підхід забезпечить виробникам інструменти для стабілізації якості продукції та задоволення вимог споживачів щодо безглютенових продуктів, що є особливо важливим у контексті зростаючого попиту на такі вироби.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Останні дослідження в області безглютенової продукції зосереджуються на важливості забезпечення високої якості сировини, оскільки це безпосередньо впливає на споживчі характеристики готових продуктів, такі як текстура, смак і поживна цінність. Одним із ключових аспектів дослідження є пошук альтернативних інгредієнтів, що здатні замінити глютен у рецептурах, забезпечуючи необхідну структуру та пружність тіста.

Дослідження [1] показують, що борошно з амаранту та кіноа є перспективними варіантами для виробництва безглютенового хліба завдяки їхньому високому вмісту білка та мінералів. Водночас такі альтернативи як рисове та кукурудзяне борошно досліджуються як базові компоненти, але вони потребують додавання ксантанової або гуарової камеді для покращення зв'язувальних властивостей тіста [2].

Важливим аспектом є також оцінка реологічних властивостей тіста. Згідно з дослідженнями [3], визначення таких показників, як водопоглинальна здатність, стабільність тіста та час утворення клейковини (у випадку безглютенової сировини, аналогічних структурних елементів), дозволяє оцінити якість сировини та передбачити її вплив на кінцевий продукт.

Окрему увагу варто звернути на мікробіологічні характеристики безглютенової сировини. Дослідження [4] свідчать про важливість контролю чистоти та відсутності домішок у безглютеновому борошні, оскільки це безпосередньо впливає на термін придатності продуктів.

Основною відмінністю між традиційною борошняною сировиною та безглютеновою є наявність глютену, який відіграє ключову роль у структуроутворенні тіста. Безглютенові аналоги вимагають додаткових інгредієнтів для досягнення бажаних функціональних властивостей. При цьому безглютенові продукти часто є більш поживними, але мають специфічні смакові та текстурні особливості, що може впливати на сприйняття споживачами.

Таким чином, сучасні наукові дослідження акцентують увагу на необхідності комплексної оцінки якості безглютенової сировини,

зокрема її фізико-хімічних та реологічних властивостей, а також мікробіологічної безпеки.

Мета статті – визначення показників якості безглютенового рисового борошна.

Виклад основного матеріалу дослідження. Якість безглютенової борошняної сировини визначається специфічними показниками, які відрізняються від традиційного борошна через відсутність глютену та інші фізико-хімічні властивості. Основними критеріями оцінки є вміст вологи, зольність, склад і якість білків, крохмалю та клітковини, а також реологічні й технологічні властивості, що впливають на здатність утворювати тісто.

У ході дослідження якості рисового борошна було проведено комплексний аналіз основних фізико-хімічних показників, що визначають його придатність для використання в харчовій промисловості. Серед досліджуваних показників – вологість, білізна, вміст білка та крупність помелу, які є ключовими характеристиками для оцінки якості борошна. Фізико-хімічні показники рисового борошна наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Основні фізико-хімічні показники рисового борошна

Найменування показника	Значення показника
Вологість, %	12,5
Білізна, од. прил.	42
Вміст білка, %	7,3
Крупність помелу, мкм	150

Визначення вологості рисового борошна проводилося за стандартною методикою, що передбачає сушіння зразка до постійної маси при температурі 105 °С. Така методика є загальноприйнятою і дозволяє точно визначити вміст вологи у зернових продуктах. За результатами досліджень було встановлено, що вологість рисового борошна відповідає допустимим стандартам для зернових продуктів. Оптимальний рівень вологості гарантує тривале зберігання та стабільність продукту без ризику розвитку мікроорганізмів або погіршення якості через надлишок вологи. Важливо зазначити, що перевищення цього показника може призвести до зниження якості продукту та скорочення терміну зберігання.

Показник білізни рисового борошна визначали методом спектрофотометрії, використовуючи спеціалізований спектрофотометр для вимірювання відбивної здатності зразка в видимому діапазоні світла. Зразок рисового борошна ретельно підготували, забезпечуючи однорідність, та розмістили у вимірювальному контейнері приладу. Отриманий результат свідчить про достатньо високий рівень відбивної здатності та низький вміст домішок, які могли б погіршити кольорові характеристики продукту.

Вміст білка в рисовому борошні було визначено за допомогою методу К'ельдаля. Згідно з отриманими даними, вміст білка у

досліджуваному зразку рисового борошна склав 7,3%, що є типовим для цього продукту. Низький вміст білка є характерною рисою рисового борошна і значно відрізняється від пшеничного, де цей показник значно вищий. Відсутність глютену, що є основним білковим компонентом пшеничного борошна, вимагає застосування спеціальних добавок або інших інгредієнтів для забезпечення необхідної текстури та структури кінцевих виробів.

Крупність помелу рисового борошна було визначено методом просіювання через сито з діаметром отворів 150 мікрометрів (мкм). Цей показник є важливим для визначення текстури і консистенції готового продукту, оскільки він безпосередньо впливає на органолептичні характеристики виробів, таких як хлібобулочні та кондитерські вироби. Крупність помелу 150 мкм вказує на досить дрібний помел, що підходить для використання у випічці, особливо для виготовлення делікатних продуктів, де потрібна м'яка і рівномірна текстура. Більш грубий помел може бути застосований у виробах, де потрібна більш жорстка структура, або у випадках, коли продукт призначений для специфічних кулінарних цілей.

Наступним етапом дослідження було визначення хлібопекарських властивостей рисового борошна за допомогою пробного лабораторного випікання. Відомо, що рисове тісто є безклейковинним, що ускладнює формування його структури під час випікання. Для вирішення цієї проблеми до тіста були додані структуроутворювачі – желатин та агар харчовий. Ці добавки забезпечили необхідну еластичність і стабільність тіста, що є важливим у відсутності глютену.

На основі результатів експериментальних досліджень побудовано зірки якості та визначено раціональну тривалість випікання (рис. 1).

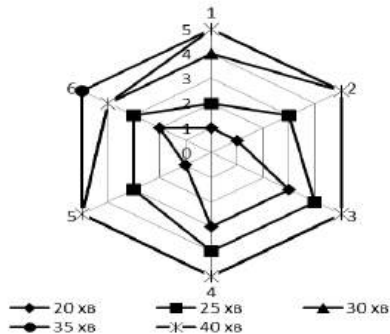


Рис. 1. Зірки якості безглютенового хліба на основі рисового борошна залежно від тривалості температурної обробки: 1 – липкість м'якушки, 2 – липкість поверхні, 3 – пористість, 4 – наявність скоринки, 5 – наявність непропечених ділянок, 6 – неоднорідність поверхні

Оцінку проводили за 5-бальною шкалою:

– липкість м'якушки: 1 – липка, в'язка, не пропечена, 2 – липка, непропечена, 3 – липка всередині, пропечена з країв, 4 – пропечена по всьому об'єму, присутня незначна липкість, 5 – пропечена по всьому об'єму, надмірна липкість відсутня;

– липкість скоринки: 1 – липка, не відокремлюється від форми, 2 – липка, частково відокремлюється від форми, 3 – повністю відокремлюється від форми, однак присутня надмірна липкість, 4 – присутня незначна липкість, 5 – надмірна липкість відсутня;

– пористість: 1 – відсутня, 2 – незначно розвинена, 3 – розвинена з країв м'якушки, в середині відсутня, 4 – нерівномірно розвинена по всьому об'єму м'якушки, 5 – добре та рівномірно розвинена;

– наявність скоринки: 1 – відсутня повністю, 2 – незначно розвинена у верхній частині хліба, 3 – розвинена у верхній частині хліба та відсутня на бокових частинах, 4 – нерівномірно розвинена по всій поверхні хліба, 5 – рівномірно розвинена по всій поверхні хліба;

– наявність не пропечених ділянок: 1 – практично вся поверхня зрізу не пропечена, 2 – непропечені ділянки присутні з усіх частинах зрізу хліба, 3 – непропечені ділянки присутні лише у центральній частині хліба, 4 – незначна кількість непропечених ділянок, 5 – відсутність непропечених ділянок;

– неоднорідність поверхні: 1 – практично вся поверхня хліба не однорідна, 2 – неоднорідні ділянки присутні з усіх сторін хліба, 3 – неоднорідні ділянки присутні лише у верхній частині хліба, 4 – незначна кількість неоднорідних ділянок, 5 – відсутність неоднорідних ділянок.

Результати показують, що досягти повної готовності хліба на основі рисового борошна можна після 35 хвилин випікання при температурі 260 °С. При подовженні тривалості термічної обробки якість хліба не змінюється, тому тривала термічна обробка є не доцільною з економічної точки зору.

Таким чином, на основі проведених досліджень можна стверджувати, що внесення добавок полісахаридної та білкової природи не призводить до значних змін швидкості випаровування вологи з тіста, тому збільшення тривалості термічної обробки не є доцільним.

Висновки. Результати дослідження показали, що рисове борошно має низку специфічних якостей, які відрізняють його від традиційних сортів через відсутність глютену. Комплексний аналіз фізико-хімічних показників, зокрема вологості, білизни, вмісту білка та крупності помелу, виявив, що ці показники відповідають стандартам якості для використання в харчовій промисловості. Методики

визначення вологості, білизни та білкової складової підтвердили придатність рисового борошна для подальшого використання у випічці.

Особливу увагу приділено хлібопекарським властивостям рисового борошна, оскільки його структура не здатна утворювати клейковину, необхідну для зв'язування тіста. Додавання желатину та агар-агару, що виступали структуроутворювачами, значно поліпшило еластичність і стабільність тіста, сприяючи утворенню однорідної м'якушки та скоринки. Лабораторне випікання показало, що оптимальний результат досягається при температурі 260 °С і тривалості випікання 35 хвилин. Подальше збільшення часу термічної обробки не покращує якість продукту, а лише підвищує витрати енергії, що є недоцільним з економічної точки зору.

Таким чином, додавання полісахаридів та білкових добавок сприяє поліпшенню текстури безглютенового хліба на основі рисового борошна, не впливаючи на швидкість випаровування вологи, що дозволяє скоротити час випікання без втрати якості.

Список джерел інформації / References

1. Іванова, Н. В., Петров, О. М. Перспективи використання альтернативних джерел борошна для безглютенових продуктів / Н. В. Іванова, О. М. Петров // Харчові технології. – 2021. – Вип. 23(1). – с. 45-52.
Ivanova, N. V., Petrov, O. M. Perspektivi vikoristannya al'ternativnikh dzherel boroshna dlya bezhlyutenovikh produktiv / N. V. Ivanova, O. M. Petrov // Kharchovi tekhnolohiyi. – 2021. – Vip. 23(1). – s. 45-52.
2. Смирнов, Д. В. Роль структуроутворювачів у безглютеновій випічці / Д. В. Смирнов // Наукові дослідження в харчовій галузі. – 2020. – Вип. 18 (3). – с. 33-40.
Smirnov, D. V. Rol` strukturoutvoryuvachiv u bezhlyutenoviy vipichtsi / D. V. Smirnov // Naukovi doslidzhennya v kharchoviy haluzi. – 2020. – Vip. 18 (3). – s. 33-40.
3. Коваль, Л. Г. Реологічні властивості тіста на основі безглютенової сировини / Л. Г. Коваль // Технологія харчової промисловості. – 2019. – Вип. 16 (2). – с. 59-66.
Koval`, L. H. Reolohichni vlastivosti tista na osnovi bezhlyutenovoyi sirovini / L. H. Koval` // Tekhnolohiya kharchovoyi promislovosti. – 2019. – Vip. 16 (2). – s. 59-66.
4. Олексієнко, В. Ю. Контроль мікробіологічної безпеки безглютенової борошняної сировини / В. Ю. Олексієнко // Якість та безпека продуктів. – 2022. – Вип. 12 (4). – с. 27-34.
Oleksiyenko, V. Yu. Kontrol` mikrobiolohichnoyi bezpeki bezhlyutenovoyi boroshnyanoi sirovini / V. Yu. Oleksiyenko // Yakist` ta bezpeka produktiv. – 2022. – Vip. 12 (4). – s. 27-34.

Шаніна Ольга Миколаївна, д-р техн. наук, проф., кафедра технології хлібопродуктів і кондитерських виробів, Державний біотехнологічний університет, o.shanina.ua@gmail.com.

Shanina Olga, dr. technical Science, professor, department of bakery and confectionery technology, State Biotechnology University, o.shanina.ua@gmail.com.

Гавриш Тетяна Володимирівна, канд. техн. наук, доц., зав. кафедрою технології хлібопродуктів і кондитерських виробів, gavrishtanya@ukr.net.

Gavrish Tatyana, Ph.D. of technical Sciences, associate professor, head department of technology of bread products and confectionery products, gavrishtanya@ukr.net.

Боровікова Наталія Олексіївна, ст. викладач, кафедра технології хлібопродуктів і кондитерських виробів, Державний біотехнологічний університет, nuklon@ukr.net.

Borovikova Natalia, Art. Lecturer, Department of Bakery and Confectionery Technology, State Biotechnological University, nuklon@ukr.net.

DOI 10.5281/zenodo.14673211

УДК 664.6/7:631.56]:330.341.1

ІННОВАЦІЇ В ЗБЕРІГАННІ ТА ПЕРЕРОБЦІ ЗЕРНА НА ВИСОКОЯКІСНУ ПРОДУКЦІЮ

Т.В. Гавриш, І.М. Фоміна

У статті розглянуто сучасні інноваційні підходи до зберігання та переробки зерна на зернопродукти. Проведено аналіз нововведень на прикладі Канади, США, Європи, Японії, Китаю та України. Описано новітні технології, такі як автоматизація, біотехнології, енергоефективні рішення, а також порівняно світові тенденції з українськими реаліями.

Ключові слова: зберігання зерна, переробка зерна, інноваційні технології, автоматизація, біотехнології, зернопродукти, енергоефективність, точне землеробство, органічне виробництво, Україна, зернопереробка.

INNOVATIONS IN GRAIN STORAGE AND PROCESSING FOR HIGH-QUALITY PRODUCTS

T. Gavrish, I. Fomina

Innovations in grain storage are aimed at increasing its quality, safety and minimizing losses during storage. The main directions of research are the optimization of storage conditions, prevention of grain spoilage, the fight against