

ТЕХНОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ БЕЗГЛЮТЕНОВИХ ВИДІВ СИРОВИНИ

**Грищенко А.М., канд. техн. наук., Дробот В.І., д-р техн. наук, професор
Національний університет харчових технологій**

В статті наведено результати дослідження технологічних властивостей крохмалів і безглютенових видів борошна, які використовують у технології безглютенових хлібобулочних виробів. Встановлено, що досліджувані види сировини відрізняються за величиною водопоглинальної здатності, вмістом власних цукрів та газоутворювальною здатністю, що в значній мірі впливатиме на перебіг біохімічних процесів у безглютеновому тісті та показники якості готових виробів.

This paper presents the results of research of technological properties of starch and types of gluten-free flour that use in technology of gluten-free baked goods. It was established that the investigated raw materials differ in size of water absorption ability, their sugar content and formation of gas ability, which greatly affect the course of biochemical processes in the gluten-free dough and quality parameters of finished products.

Ключові слова: безглютеновий хліб, целиакія, кукурудзяне борошно, рисове борошно, гречане борошно.

Для забезпечення повноцінного харчування хворих на целиакію згідно медико-біологічних рекомендацій розроблено спеціальну дієтичну продукцію з безглютенової сировини. Оскільки в безглютенових виробках не повинно міститися таких білків як гліадин і глютенін, для виготовлення безглютенових продуктів використовують кукурудзяний, картопляний крохмалі та борошно круп'яних культур [1, 2].

В літературних джерелах обмаль відомостей про технологічні властивості цієї сировини, що характеризують її спроможність утворювати тісто з певними структурно-механічними властивостями і забезпечувати високу якість виробів.

Основними характеристиками сировини, що використовується для приготування тіста є її хімічний склад, дисперсність, водопоглинальна, газоутворювальна та газотримувальна здатності. При поєднанні в одній рецептурі різних видів безглютенової сировини створюються складні системи, властивості яких залежать від технологічних властивостей сировини [3, 4]. Зважаючи на це, була необхідність визначити склад та технологічні властивості сировини, що найчастіше використовується для виробництва безглютенової продукції, а саме: кукурудзяного і картопляного крохмалів, гречаного, рисового і кукурудзяного борошна (табл 1).

Безглютенова сировина відрізняється за низкою показників. Так, кислотність кукурудзяного борошна в 4,5 рази більша ніж рисового, та в 1,3 рази – ніж гречаного.

Гречане борошно, порівняно з рисовим і кукурудзяним, містить більше жирів, оскільки під час виготовлення гречаного борошна із зернівки не видаляється зародок, в якому зосереджений жир [5].

Таблиця 1 – Хімічний склад безглютенової сировини

Показники	Сировина				
	Крохмаль картопляний	Крохмаль кукурудзяний	Борошно рисове	Борошно гречане	Борошно кукурудзяне
Масова частка вологи, %	18,0	12,1	8,0	8,6	12,5
Кислотність, мл (0,1н NaOH) /100 г СР	7,0	18,0	-	-	-
Кислотність титрована, град.	-	-	1,2	4,1	5,4
Білки, %	0,1	0,6	6,8	13,0	7,6
Жири, %	-	0,5	0,8	2,2	1,1
Вуглеводи, %	81,8	86,6	80,8	69,8	71,8
Клітковина, %	-	-	0,4	1,0	0,71
Зола, %	0,1	0,2	0,60	1,25	0,8

У досліджуваних видах борошна міститься різна кількість білків та клітковини, що може значно

вплинути на здатність поглинати воду.

Таким чином, досліджувані види безглютенової сировини будуть мати різні технологічні властивості та по-різному впливатимуть на показники якості тіста і хліба.

Відомо, що технологічні властивості борошна залежать від гранулометричного складу. Від крупності помелу залежить водопоглинальна здатність, податливість біополімерів борошна дії ферментів.

Крупність борошна круп'яних культур визначали за допомогою сит з різними розмірами отворів (табл. 2).

Таблиця 2 – Крупність частинок безглютенових видів борошна

Крупність помелу	Розмір отворів, мкм	Борошно		
		Рисове	Кукурудзяне	Гречане
Залишок на ситі, %:				
№ 067				
№ 23	670	-	-	0,1
№ 27	329	0,1	0,1	3,0
№ 35	264	0,1	0,6	9,0
№ 49	219	0,2	22,8	32,5
	144	40,3	35,9	41,2
Прохід крізь сито № 49, %:	144	59,3	40,6	14,2

Аналіз гранулометричного складу показує, що у рисовому і кукурудзяному борошні частинки розміром менше 219 мкм становлять 99,6 і 76,5 % відповідно, тоді як у гречаному 55,4 % частинок знаходиться в межах 144...329 мкм. Слід зауважити, що кількість фракції рисового і кукурудзяного борошна розміром 264...329 мкм становить лише 0,2...0,7 %.

В гречаному борошні міститься 12 % частинок розміром більше, ніж 264 мкм, що більше, ніж в пшеничному борошні другого сорту, що негативно впливатиме на показники якості безглютенового хліба з гречаним борошном.

Порівнюючи вміст фракції розміром менше 144 мкм можна зробити висновок, що рисове борошно характеризується найбільшою дисперсністю, а гречане найменшою.

Зважаючи на різний хімічний та гранулометричний склад досліджуваного борошна, постала необхідність визначити його водопоглинальну здатність, що є важливою технологічною властивістю сировини від якої залежить вологість тіста, його реологічні властивості. Досліджували також водопоглинальну здатність кукурудзяного і картопляного крохмалів, оскільки вони відрізняються за крупністю крохмальних зерен.

В хлібопеченні водопоглинальну здатність визначають за допомогою фаринографа. Застосовувати таку методику для дослідження безглютенової сировини недоцільно. Внаслідок утворення нелінійних зв'язків у поліпептидних ланцюгах цих культур, для яких характерна тривимірна розгалужена структура, тісто не має пружно-еластичних властивостей, а фаринограми тіста з безглютенових видів борошна не мають характерної форми і не досягають консистенції 500 одиниць приладу [2].

Тому водопоглинальну здатність безглютенової сировини визначали методом центрифугування [6]. Результати досліду показали, що найбільшу водопоглинальну здатність, з досліджуваних видів борошна, має гречане борошно, на 43 % менше рисове і на 33 % кукурудзяне. Найменшу – кукурудзяний крохмаль (рис. 1).

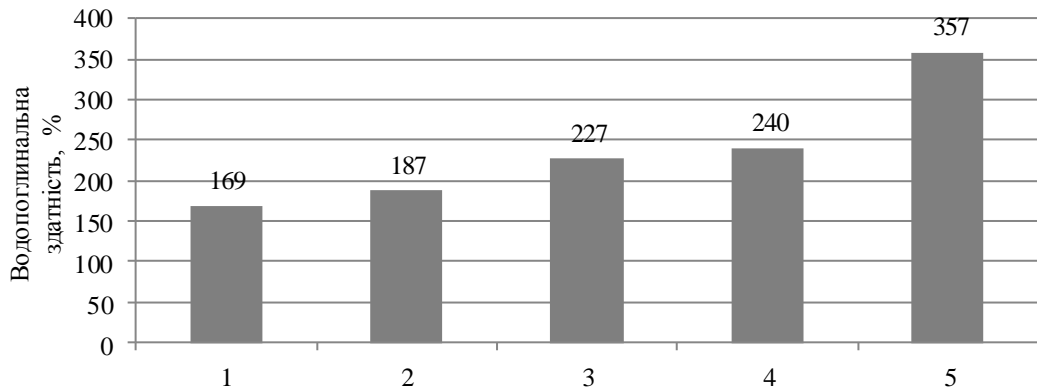


Рис. 1 – Водопоглинальна здатність безглютенової сировини: 1 – крохмаль кукурудзяний, 2 – крохмаль картопляний, 3 – борошно рисове, 4 – борошно кукурудзяне, 5 – борошно гречане.

Відносно низька водопоглинальна здатність рисового борошна, пояснюється тим, що у ньому міститься мало білкових речовин. Крохмаль ендосперму зернівки риса утворює щільні асоціати з білком, що погіршує процес адсорбційного поглинання води частинками рисового борошна, а також осмотичного поглинання води білками. Крохмаль гречаного борошна частково клейстеризований, а вміст білків у ньому більший, ніж в рисовому, тому гречане борошно має значно вищу водопоглинальну здатність ніж рисове. Водопоглинальна здатність кукурудзяного борошна вища, ніж рисового, що обумовлено вмістом білків і клітковини [7].

Кукурудзяний крохмаль має меншу на 10,7 % водопоглинальну здатність ніж картопляний, що спричинено адсорбованим на поверхні крохмальних зерен жиром, який перешкоджає взаємодії гідроксильних груп молекули крохмалю з молекулами води [7].

Більша, в порівнянні з крохмалем, водопоглинальна здатність борошна круп'яних культур обумовлена вмістом в його складі білкових речовин, оболонкових частинок і пентозанів.

Важливим показником якості борошна в хлібопеченні є стан його вуглеводно-амілазного комплексу, який характеризує здатність борошна забезпечити цукрами процеси бродіння в тісті. Цей показник залежить від вмісту власних цукрів борошна, активності амілолітичних ферментів та податливості крохмальних зерен амілолізу. Власних цукрів пшеничного борошна (глюкоза, фруктоза, мальтоза, сахароза) вистачає лише на початку бродіння. Їх вміст в пшеничному борошні становить близько 1,7 %. Інтенсивність подальшого бродіння і вистоювання тістових заготовок залежить від цукроутворювальної здатності борошна, яка залежить від активності амілолітичних ферментів і податливості крохмалю амілолізу.

Для борошна круп'яних культур не регламентуються технологічні показники, які б характеризували їх хлібопекарські властивості, оскільки таке борошно не використовується як основна сировина в хлібопеченні, а додається до рецептури в певних кількостях. За показниками хімічного складу можна судити лише про склад вуглеводів, білкових речовин рисового, гречаного та кукурудзяного борошна. Даних про активність ферментів борошна круп'яних культур недостатньо. Дослідники відмічають підвищення газоутворювальної здатності пшеничного тіста з доданням борошна круп'яних культур або побічних продуктів його виробництва, але порівняльної оцінки показників, які характеризують хлібопекарські властивості цих видів борошна немає [8].

Таблиця 3 – Вміст моно- і дицукридів в борошні

Вид борошна	Кількість цукру, % на 100 г
Пшеничне вищого сорту	1,7
Кукурудзяне	1,0
Рисове	0,9
Гречане	1,4

Як свідчать дані таблиці 3, порівняно з пшеничним борошном вищого сорту, в кукурудзяному, рисовому та гречаному борошні вміст власних цукрів менший відповідно на 41,2, 69,2 та 17,6 %, що може негативно вплинути на газоутворювальну здатність борошна круп'яних культур.

Важливим показником, який впливає на процес бродіння у хлібопекарському тісті є цукроутворювальна здатність. Визначали цукроутворювальну здатність рисового,

кукурудзяного і гречаного борошна згідно стандартної методики. Результати досліджень свідчать про нижчу цукроутворювальну здатність борошна круп'яних культур в порівнянні з пшеничним (табл. 4).

Таблиця 4 – Цукроутворювальна здатність різних видів борошна

Вид борошна	Вміст мальтози, мг/10 г борошна
Пшеничне вищого сорту	290
Гречане	210
Кукурудзяне	183
Рисове	164

підготовки до помелу відбуваються зміни в структурі крохмальних зерен, знижується активність ферментів. Ці фактори мають впливати на газоутворювальну здатність борошна (рис. 2).

Газоутворювальну здатність борошна круп'яних культур визначали за методикою визначення газоутворювальної здатності пшеничного борошна. При цьому, враховуючи його водопоглинальну здатність, збільшували кількість води, вказаної в методиці, еквівалентно збільшенню водопоглинальної здатності досліджуваних видів борошна. Розрахунок газоутворювальної здатності проводили на 100 г борошна.

Аналіз результатів досліджень показав, що сумарне газоутворення за 5 год. бродіння тіста з кукурудзяного борошна становило 1308, з рисового – 1620, з гречаного – 1764 см³ CO₂ на 100 г борошна.

Крупність борошна, а отже і величина його питомої поверхні, впливає на швидкість біохімічних і фізико-хімічних процесів. Чим дрібніше борошно, тим більша атакуємість біополімерів ферментами. Оскільки рисове борошно має найменшу крупність, доступність цукрів борошна до дії ферментів дріжджів найкраща, що і пояснюється більшим значенням газоутворення рисового борошна при меншій кількості власних цукрів.

За даними графіків динаміки виділення вуглекислого газу (рис. 2) можна зробити висновок, що найбільш інтенсивно зброджуються цукри рисового борошна. Максимальна швидкість виділення вуглекислого газу для кукурудзяного борошна спостерігається через 35 хв бродіння, але її значення менше, ніж у зразка з рисовим борошном. Другий пік на графіку динаміки газоутворення свідчить про наявність активних амілолітичних ферментів і податливість крохмалю амілолізу у кукурудзяному і гречаному борошні. Для гречаного борошна другий пік графіку найбільший, порівняно з іншими зразками, що обумовлено найбільшою податливістю дії амілолітичних ферментів частково клейстеризованого крохмалю гречаного борошна.

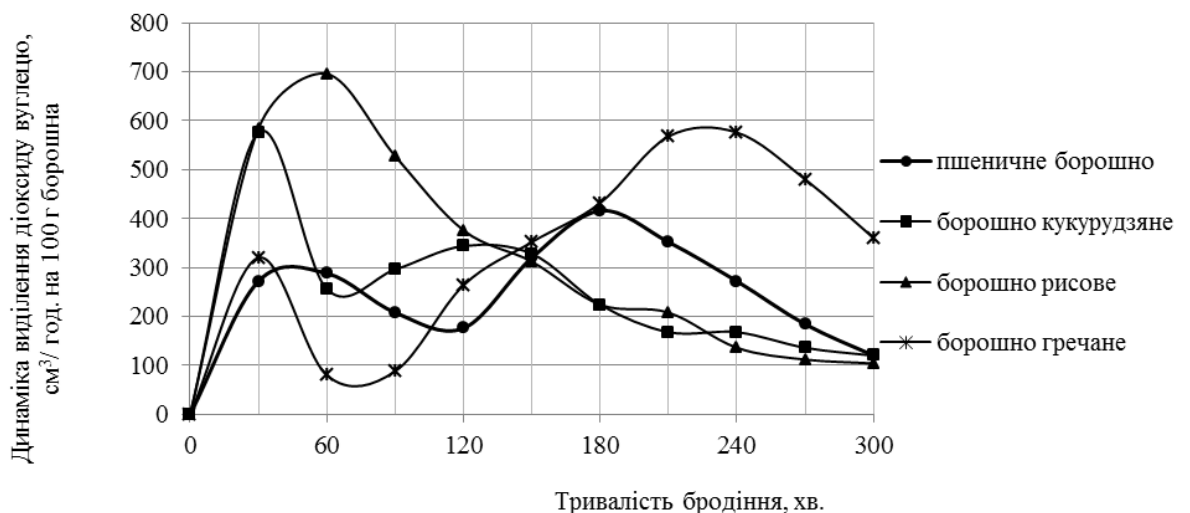


Рис. 2 – Динаміка газоутворення різних видів борошна:
1 – пшеничного, 2 – рисового, 3 – кукурудзяного, 4 – гречаного.

Висновки. Отже, проведеними дослідженнями встановлено, що безглютенові види борошна містять менше власних цукрів і характеризуються меншою цукроутворювальною здатністю порівняно з пшеничним. Газоутворювальна здатність досліджуваних видів безглютенового борошна в значній мірі

залежить від дисперсності частинок, що впливає на доступність цукрів до дії ферментів дріжджів і доступністю крохмалю дії амілолітичних ферментів.

Водопоглинальна здатність безглютенової сировини в більшій мірі залежить від хімічного складу та стану її біополімерів, ніж від крупності частинок («дисперсності»). Зважаючи на отримані дані, можна прогнозувати різний вплив борошна на технологічний процес і якість безглютенового хліба.

Отримані дані можуть бути використані при розробці нових видів безглютенових хлібобулочних виробів та бути підґрунтям для подальших досліджень щодо пошуку шляхів забезпечення структуроутворення та процесів спиртового бродіння у безглютеновому тісті.

Література

1. Шнейдер Д., Казеннова Н. Безбелковые и безглютеновые смеси для выпечки / Д. Шнейдер, Н. Казеннова // Хлебопродукты. – 2009. – № 2. – С. 38–39.
2. Технология отечественных безглютеновых изделий для лечебного и профилактического питания / Л. Кузнецова, О. Афанасьева, Н. Синявская [и др.] // Хлебопродукты. – 2007. – № 9. – С. 44–45.
3. Бабіч О. В. Розроблення технології «безглютенового» печива для хворих на целіакію : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.18.01 «Технологія хлібопекарських продуктів та харчових концентратів» / О. В. Бабіч. – К., 2006. – 20 с.
4. Sancher H. D. Optimization of gluten-free bread prepared from cornstarch, rice flour and cassava starch / H. D. Sancher, C. A. Oletta, A. M. Torre // Food Sci. – 2002. – Vol. 67, № 1. – P. 416–419.
5. Аюшева О. Переработка гречихи в муку / О. Аюшева // Хлебопродукты. – 2006. – № 8. – С. 47–49.
6. Арсеньєва Л. Ю. Наукове обґрунтування та розроблення технології функціональних хлібобулочних виробів з рослинними білками та мікронутрієнтами : дис. ... доктора техн. наук : 05.18.01 / Арсеньєва Лариса Юріївна. – К., 2007. – 325 с.
7. Пищевая химия / Под ред. А. П. Нечаева. – Санкт-Петербург : ГИОРД, 2003. – 640 с.
8. Як поводиться композиційна суміш з пшеничного, гречаного, кукурудзяного борошна та пшеничних висівок при випіканні хліба / В. Моргун, Д. Жигунов, О. Крошко // Хлібопекарська і кондитерська промисловість України. – 2008. – № 7. – С. 22 – 23.