

ня 22 кГц. Встановлено, що раціональна тривалість ультразвукового оброблення не повинна перевищувати 160 с. Подальше збільшення тривалості оброблення призводить до різкого збільшення температури емульсії, що отримується, що погіршує її якість.

Таким чином, за допомогою цієї формули можна розрахувати необхідну тривалість ультразвукового оброблення. До того ж, подана формула показує залежність тривалості ультразвукового оброблення від наступних факторів: параметрів ультразвукової коливальної системи, геометричних розмірів ємності, характеристики сировини і його кількості.

Варто зазначити, що значення  $\Delta t$  залежить від виду жирової сировини. Початкова температура суміші повинна бути на 5...10°C вище за температуру плавлення жиру, що входить до її складу. Однак у процесі отримання емульсії значне підвищення температури (до 65°C) призводить до дестабілізації жирів, що погіршує якість емульсії. До того ж, за проведення емульгування важливим критерієм є ступінь дисперсності й стабільності емульсії, які свідчать про ефективність процесу емульгування. Ці показники не знайшли відображення в розрахунках, тому що визначити вплив факторів на них можна тільки експериментальним шляхом.

**Висновки.** Незважаючи на те, що ці обчислення є приблизними, але, ґрунтуючись на них, можна визначати інтервал тривалості ультразвукового оброблення водно-жирової суміші. Цей показник дозволить обґрунтувати енергетичні витрати на виробництво емульсій.

### Список літератури

1. Хмелёв В.Н. Многофункциональные ультразвуковые аппараты и их применение в условиях малых производств, сельском и домашнем хозяйстве: моногр. / В.Н. Хмелёв, О.В. Попова. – Барнаул: АлтГТУ, 1997. – 160 с.
2. Заяс Ю.Ф. Ультразвук и его применение в технологических процессах мясной промышленности / Ю.Ф. Заяс. – М.: Пищ. пром-сть, 1970. – 292 с.
3. Ультразвуковая технология / Б.А. Агранат [и др.]. – М.: Металлургия, 1974. – 460 с.

УДК 664:665

Дробот В.І., д-р техн. наук., проф.,

Грищенко А.М., канд. техн. наук (НУХТ, Київ)

### ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ БОРОШНА КРУП'ЯНИХ КУЛЬТУР У ТЕХНОЛОГІЇ БЕЗГЛЮТЕНОВОГО ХЛІБА

*У статті розглянуто проблему виробництва безглютенових хлібобулочних виробів для хворих на целиакію. Наведено результати досліджень впливу борошна різних круп'яних культур на структурно-механічні властивості безглютенового тіста.*

**Ключові слова:** безглютеновий хліб, целиакія, безглютенові види борошна, структурно-механічні властивості тіста.

**Постановка проблеми та її зв'язок із найважливішими науковими та практичними завданнями.** Безглютенові продукти харчування призначені для людей хворих на целиацію, що спричинене алергічною реакцією організму на  $\alpha$ -гліадин, що виявляється у подразненні слизової оболонки тонкого кишечника. Унаслідок таких процесів погіршується засвоєння організмом хворого поживних речовин їжі, що спричиняє зменшення маси тіла, авітамінози, нервові розлади та ін. Хворі на целиацію дотримуються безглютенової дієти і повністю виключають з раціону харчування продукти, які містять пшеницю, жито, ячмінь і овес. При цьому виникає проблема в дотриманні дієти, оскільки багато продуктів, які є на ринку, містять «прихований глютен». Відомо, що в технології сирів, м'ясних виробів використовують суху пшеничну клейковину, до молочних напоїв додають продукти перероблення злакових культур. Вживання хліба, макаронних, кондитерських виробів та продуктів, до складу яких входить глютен, призводить до загострення захворювання, тому раціон харчування таких людей є дуже обмеженим. Для забезпечення різноманітності раціону виготовляють спеціальні дієтичні продукти: безглютеновий хліб, безглютенові макаронні вироби, каші на основі різних видів крохмалів і безглютенових видів борошна. Щоб запобігти цьому традиційні хлібні вироби замінюють безбілковими або безглютеновими [1; 2].

Питанням розроблення технології безглютенових хлібобулочних виробів присвячено праці дослідників Росії, Білорусі, країн Європи. Оскільки хворі на целиацію зареєстровані і в Україні, то проблема створення безглютенових хлібобулочних виробів є дуже актуальною. На жаль, на ринку нашої країни представлена лише продукція іноземних виробників, яка розповсюджується через інтернет-магазини. Ціни на безглютенові вироби є високими, тому не всі можуть їх придбати [3; 4].

На кафедрі технології хлібопекарських і кондитерських виробів Національного університету харчових технологій розроблено рецептури на безбілковий хліб із крохмалю та безглютеновий хліб із борошном круп'яних культур. До рецептури входить така сировина вітчизняного виробництва: крохмаль кукурудзяний і картопляний, цукор, сіль, борошно круп'яних культур. Для поліпшення структурно-механічних властивостей тіста використовували камеді гуару і ксантану [5].

У літературі є дані про використання безглютенових видів борошна, проте немає відомостей щодо залежності показників якості тіста та готових виробів від виду борошна.

Дослідження технологічних властивостей борошна круп'яних культур і результати пробних лабораторних випікань показали, що безглютеновий хліб із борошном круп'яних культур відрізняється за показниками якості від хліба, виготовленого з крохмалю. Рисове, кукурудзяне та гречане борошно впливає на реологічні показники якості тіста, що призводить до зменшення питомого об'єму хліба [6].

Відомо, що на технологічні властивості борошна впливає його гранулометричний склад. Від крупності помелу борошна залежить його водопоглинальна здатність, податливість біополімерів дії ферментів.

Крупність борошна круп'яних культур визначали за допомогою сит із різними розмірами отворів. Результати досліджень наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Крупність частинок безглютенових видів борошна

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

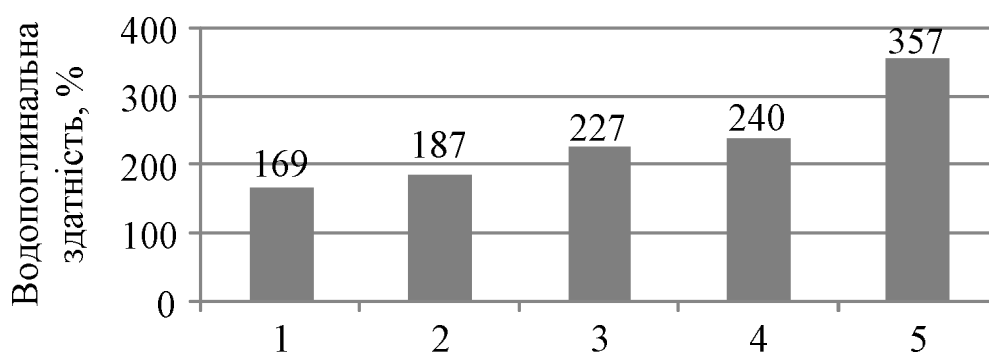
Аналіз гранулометричного складу показує, що в рисовому та кукурудзяному борошні частинки з розміром менше 219 мкм становлять 99,6 і 76,5% відповідно, тоді як у гречаному 55,4% частинок перебуває в межах 144...329 мкм. Слід зауважити, що кількість фракції рисового і кукурудзяного борошна розміром 264...329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

У гречаному борошні міститься 12% частинок розміром більше, ніж 264 мкм, що більше, ніж у пшеничному борошні другого сорту. Це може негативно впливати 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 і гранулометричний склад борошна, що досліджується, постала необхідність визначити його водопоглинальну здатність, що є важливою технологічною властивістю сировини і від якої залежить вологість тіста, його реологічні властивості. Досліджували також водопоглинальну здатність кукурудзяного і картопляного крохмалів, зважаючи на те, що ця сировина входить до рецептури безглютенового хліба. У наших дослідженнях водопоглинальну здатність безглютенової сировини визначали методом центрифугування.

Результати дослідження показали, що гречане борошно має найбільшу водопоглинальну здатність з видів борошна, що досліджувався нами, на 43% менше рисове і на 33% кукурудзяне. Найменшу – кукурудзяний крохмаль (рисунок 1).

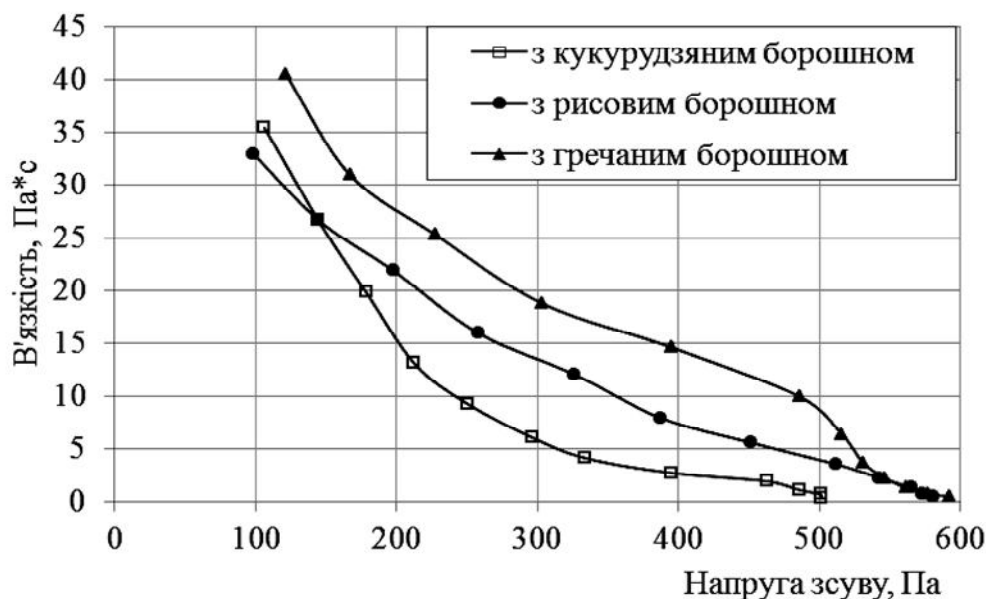


1 – крохмаль кукурудзяний; 2 – крохмаль картопляний; 3 – борошно рисове; 4 – борошно кукурудзяне; 5 – борошно гречане.

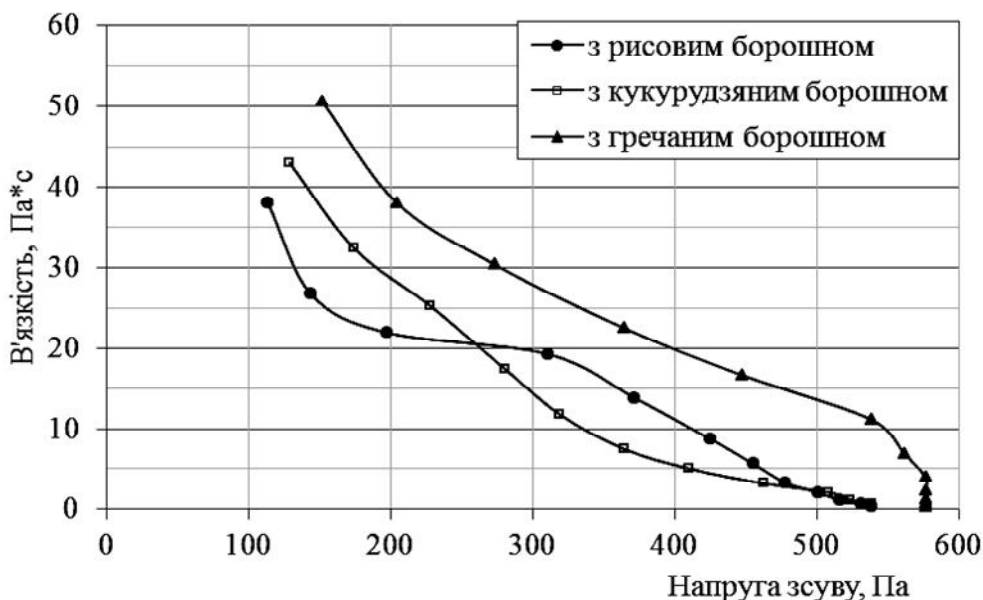
Рисунок 1 – Водопоглинальна здатність безглютенової сировини

Виникла необхідність дослідити вплив борошна круп'яних культур на реологічні характеристики безглютенового тіста.

Склад компонентів модельних зразків обрали, урахувавши результати пробного лабораторного випікання, тобто рисове, кукурудзяне та гречане борошно вносили в кількості 30, 25 та 15% відповідно замість кукурудзяного крохмалю. Вологість модельних бездріжджових систем становила 62%. Визначали ефективну в'язкість систем одразу після замішування та через 60 хв. ферментації. Результати досліджень подано на рисунку 2.



а



б

а – після замішування; б – через 60 хв. ферментації.

Рисунок 2 – Криві ефективної в'язкості модельних систем безглютенового тіста

Як показали дослідження (таблиця 2), ефективна в'язкість зразка з гречаним борошном після замішування становила 40,2 Па·с, що на 21,1% більше, порівняно зі зразком, що містив рисове борошно, і на 38,1% більше, ніж для зразка тіста з крохмалю із сумішшю камедей. Такий результат спричинений високою водопоглинальною здатністю гречаного борошна.

Таблиця 2 – Реологічні параметри модельних систем безглютенового тіста, що досліджувались, із борошном круп'яних культур

Рецептурна композиція	Показник					
	$\eta_{\max}$ , Па·с		$P_k$ , Па		$P_m$ , Па	
	після замішування	через 60 хв.	після замішування	через 60 хв.	після замішування	через 60 хв.
Із кукурудзяним борошном (25%)	35	38	460	410	500	490
Із рисовим борошном (30%)	33	43	490	480	550	540
Із гречаним борошном (15%)	40	50	520	530	570	590

Безглютенове тісто з гречаним борошном характеризується найбільшою в'язкістю з усіх зразків, що досліджувались, за рахунок чого формостійкість подових виробів із такого тіста є найкращою. Висока в'язкість перешкоджає розвитку пористості, збільшенню об'єму тістових заготовок під час вистоювання та випікання, через те, що в такому тісті переважають пластичні деформації [7].

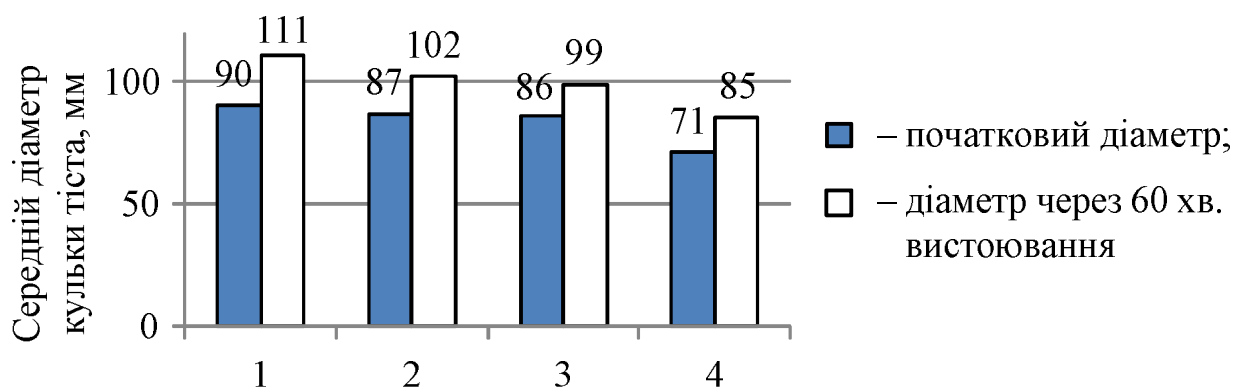
У результаті набухання частинок борошна, крохмалю та камедей в'язкість модельних систем безглютенового тіста, що досліджувались, через 60 хв. ферментації збільшилась на 8,8...24,9%.

Міцність модельних систем, що досліджувались, із рисовим і кукурудзяним борошном через 60 хв. ферментації зменшується на 10 Па, а системи з гречаним борошном збільшується на 20 Па. Як показали результати пробного лабораторного випікання, збільшення кількості гречаного борошна в рецептурі понад 15% призводить до зниження питомого об'єму готових виробів на 23%, утворення крупної товстостінної пористості та пустот у м'якушці. Причиною такого результату може бути утворення міцних зв'язків між водорозчинними полімерами гречаного борошна та камедями, а також участь пентозанів гречаного борошна в структуроутворенні.

Дослідження реологічних характеристик безглютенового тіста підтверджують дані, що отримали під час визначення розпливання кульки бездріжджового тіста.

Встановлено, що розпливання кульок безглютенового тіста з борошном (рисунок 3) значно менше, порівняно з контрольним зразком тіста, виготовленого з крохмалю. При цьому найменше розпливання спостерігалось у зразка тіста з гречаним борошном.

Зменшення розпливання кульки безглютенового тіста з додаванням борошна круп'яних культур обумовлене підвищенням його в'язкості.



1 – із суміші крохмалів; 2 – із рисовим борошном; 3 – із кукурудзяним борошном; 4 – із гречаним борошном.

Рисунок 3 – Розпливання кульки безглютенового тіста

Біополімери видів борошна, що досліджувались, (білки, клітковина, пентозани) підвищують в'язкість тіста за рахунок підвищення його водопоглинальної здатності.

Дослідження розпливання кульки бездріжджового тіста підтвердило закономірності, що отримали на приладі «Реотест-2».

**Висновки.** Борошно круп'яних культур використовують в технології безглютенових хлібобулочних виробів для поліпшення хімічного складу хліба. Найчастіше в рецептуру додають рисове, гречане та кукурудзяне борошно. Структурно-механічні властивості безглютенового тіста з цими видами борошна дуже відрізняються внаслідок різного хімічного складу та гранулометричних характеристик. Підвищення в'язкості тіста за додавання різних видів безглютенового борошна впливає на формування показників якості безглютенового хліба. Найбільшою в'язкістю характеризується тісто з додаванням гречаного борошна, що обумовлено наявністю в ньому частково клейстеризованого крохмалю, водорозчинних білків і більшої крупності, порівняно з рисовим і кукурудзяним борошном. Саме погіршення структурно-механічних властивостей тіста з безглютеновими видами борошна призводить до внесення їх до рецептури безглютенового хліба в різній кількості.

### Список літератури

1. Передерій В.Г. Сучасні підходи до діагностики, лікування та харчування хворих на целиацію (методичні рекомендації) / В.Г. Передерій, О.Ю. Губська, О.А. Перекрестова. – К., 2005. – 29 с.
2. Целиакія. Про проблеми діагностики та лікування цієї хвороби в Україні // Харчова і переробна промисловість. – 2008. – № 7. – С. 24-26.
3. Шнейдер Д. Безбелковые и безглютеновые смеси для выпечки / Д. Шнейдер, Н. Казеннова // Хлебопродукты. – 2009. – № 2. – С. 38-39.
4. Кузнецова Л.И. Научные основы технологии хлеба с использованием ржаной муки на заквасках с улучшенными биотехнологическими свойствами: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.18.01 / Л.И. Кузнецова. – М., 2010. – 50 с.

5. Справочник по гидроколлоидам / Г.О. Филлипс, П.А. Адамс; пер. с англ. под ред. А.А. Кочетковой, Л.А. Сарафановой. – СПб.: ГИОРД, 2006. – 536 с.
6. Дробот В.И. Использование гречневой муки в производстве безглютенового хлеба / В.И. Дробот, А.М. Грищенко, Л.А. Михоник // Хранение и переработка зерна. – 2011. – № 4 (142). – С. 61-62.
7. Николаев Б.А. Структурно-механические свойства мучного теста / Б.А. Николаев. – М.: Пищ. пром-сть, 1976. – 246 с.

УДК 579.67:613.26

Євлаш В.В., д-р техн. наук, проф., Отрошко Н.О., канд. хім. наук,  
Акмен В.О. (ХДУХТ, Харків)

## **ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ ВИЗНАЧЕННЯ АНТИОКСИДАНТНОЇ АКТИВНОСТІ ПРОДУКТІВ РОСЛИННОГО ПОХОДЖЕННЯ ТА ЇЇ КІЛЬКІСНА ОЦІНКА**

*Запропоновано вдосконалення методики кулонометричного титрування електрогенерованим бромом для визначення загальної антиоксидантної активності харчових продуктів рослинного походження з метою зниження вартості аналізу і розширення переліку об'єктів, що підлягають дослідженню, та введено новий товарознавчий показник якості для кількісного вираження їхніх антиоксидантних властивостей – «Одиниця аскорбінової кислоти».*

**Ключові слова:** *кулонометричне титрування, антиоксидантна активність, товарознавчий показник якості.*

**Постановка проблеми і її зв'язок із найважливішими науковими та практичними завданнями.** До числа пріоритетних напрямків сучасних наукових досліджень все частіше включають поліпшення структури харчування населення шляхом введення до раціону продуктів з високим вмістом біологічно активних сполук. До таких сполук з повним правом можна віднести антиоксиданти, позитивний вплив яких на здоров'я людини сьогодні не викликає сумніву [1]. Як відомо, антиоксиданти різної природи регулюють ступінь впливу неферментативного вільнорадикального окиснення на більшість біохімічних процесів організму, створюючи відтак оптимальні умови для метаболізму та забезпечення нормального зростання клітин і тканин. Найважливішими природними антиоксидантами є вітаміни А, С, Е, β-каротин, біофлавоноїди (катехіни, антоціани, флаволи, ізофлаволи тощо), амінокислоти, мінерали, мікроелементи. Оскільки антиоксиданти є інгредієнтами рецептури, то під час виробництва продуктів харчування вони можуть руйнуватися або змінювати свої властивості.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Наявність антиоксидантів у продуктах харчування (чайні напої, кава, какао, червоні вина) декларується виробниками як безперечна перевага, однак жодна етикетка не містить показника, який дозволяє пересічному споживачеві оцінити кількісний вміст антиоксидантів у товарі.