

УДК 664.681

Дорохович В.В., д-р техн. наук, Лазоренко Н. П., канд. техн. наук, асистент
(НУХТ, Київ)

Безглютенові борошняні кондитерські вироби

У статті наведено результати досліджень впливу безглютенового (рисового, гречаного) борошна на структурно-механічні та реологічні показники тіста і готових виробів кексів, бісквітів та маффінів.

В статье приведены результаты исследований влияния безглютеновой (рисовой, гречневой) муки на структурно-механические и реологические показатели теста и готовых изделий кексов, бисквитов и маффинов.

This article the results of studies of the impact gluten-free (rice, buckwheat) flour on the structural, mechanical and rheological parameters of dough and cakes, sponge cake and muffins.

Ключові слова: *целиакія, безглютенове борошно, кекси, бісквіти, маффіни, крохмаль, камеді рожкового дерева, камеді дерева тара.*

Ключевые слова: *целиакия, безглютеновая мука, кексы, бисквиты, маффины, крахмал, камеди рожкового дерева, камеди дерева тара*

Keywords: *celiac disease, gluten-free flour, muffins, biscuits, muffin, starch, carob gum, gum tree container.*

Постановка проблеми і її зв'язок із найважливішими науковими та практичними завданнями. Дієтичне харчування набуває в даний час великої актуальності, враховуючи зростання генетичних і алергічних захворювань. Одними з таких захворювань, що вимагають корекції харчування є целиакія. Целиакія - хронічне захворювання, що характеризується пошкодженням слизової оболонки тонкого кишечника глютенем, рослинним білком, який міститься в злакових. Білки злаків мають в своєму складі 4 фракції: альбуміни, глобуліни, проламіни і глютеніни. Дві останні фракції носять назву «глютен». Глютен - це нерозчинний у воді комплекс білків з малим вмістом ліпідів, цукрів і мінералів. При тривалому перебігу нерозпізнаної целиакії унаслідок інтоксикації організму глютенем починаються важкі вторинні імунні порушення: інсулінозалежний цукровий діабет, хронічний гепатит, артрит, стоматит, виразки кишечника, пухлини порожнини рота і шлунково-кишкового тракту, безпліддя. При целиакії на 78% підвищується небезпека раку порожнини рота, кишечника і стравоходу. Ризик цих захворювань знижується після п'яти років строгої безглютенової дієти [1]. Офіційна частота хворих на целиакію у світі (відповідно до скринінгового обстеження) – 1 хворий на 165 чоловік.

Єдиним способом лікування цього захворювання і профілактика всіх його важких ускладнень є строге і довічне дотримання безглютенової дієти. Будь-яке споживання продуктів, що містять глютен, навіть в дуже маленьких кількостях, завдає удару по слизистій оболонці кишечника [2].

Для хворих целиакією в багатьох країнах розроблені технології і налагоджене виробництво безглютенового хліба, макаронних виробів, печива, кексів, бісквітів, борошно для випічки та ін. Ці продукти позначаються на упаковці символом «перекреслений колосок». При їх виробництві особливу увагу приділяють чистоті сировини – мають бути виключені щонайменші домішки токсичних для хворих целиакією злаків. На жаль, в Україні виробництво безглютенових виробів неналагоджене, проте забезпечувати дану категорію людей спеціалізованими продуктами харчування потрібно постійно. Слід зазначити, що асортимент безглютенових борошняних кондитерських виробів на ринку України формується в основному за рахунок імпортової продукції, яка має досить високу ціну. Тому розробка і впровадження на вітчизняний ринок безглютенових борошняних кондитерських виробів є актуальним і своєчасним завданням.

Серед різних груп борошняних кондитерських виробів досить широко користуються популярністю бісквіти, кекси на хімічних розпушувачах і зараз набуває популярності новий вид борошняних кондитерських виробів – маффіни. Маффіни – це золота середина між кексом і масляним бісквітом. За органолептичними показниками маффін поєднує в собі легку, ніжну структуру бісквіту, пористість кексів і має свою індивідуальність [3]. Тому, перед нами постало завдання розробити технологію бісквітів, кексів та маффінів для всіх верств населення, в тому числі для хворих на целиакію. В якості безглютенового борошна було обрано рисове і гречане борошно вітчизняних виробників ТОВ «Каскад» і ТОВ «Сквирський комбінат хлібопродуктів», в якому кількість глютену, як підтвердили лабораторні аналізи не більше 20 ppm (20 мг/кг), що є основною вимогою до якості сировини для хворих на целиакію [2].

Метою даної роботи було розроблення інноваційних технологій безглютенових борошняних кондитерських виробів шляхом вивчення впливу безглютенового борошна на формування технологічних показників тіста і готових борошняних кондитерських виробів. Безглютенове (рисове, гречане) борошно має специфічні технологічні властивості, які відрізняються від властивостей пшеничного борошна, тому розроблення нових кондитерських виробів потребувало проведення комплексу досліджень по визначенню їх впливу на органолептичні, фізико-хімічні, структурно-механічні, сорбційно-десорбційні властивості.

Виклад основного матеріалу досліджень. Об'єктами дослідження були обрані безглютенові борошняні кондитерські вироби: кекси, бісквіти та маффіни.

Кекси є улюбленим видом кондитерських виробів серед борошняних кондитерських виробів і займають до 15% загального обсягу виробництва. Ці вироби мають приємний зовнішній вигляд і смакові властивості, добре засвоюються організмом людини і тому користуються популярністю у населення. Зважаючи на це перед нами постала задача розробити безглютенові кекси, які можна споживати всім групам населення в тому числі хворим на целиакію.

Для досліджень було обрано безглютенове рисове борошно. За контроль обрано кекс «Столичний».

Дослідження показали, що заміна пшеничного борошна на безглютенове рисове борошно по сухим речовинам не дає можливості отримати кекс з необхідними органолептичними та структурно-механічними властивостями. Кекс на смак був дуже сухим. Проведений комплекс досліджень показав на доцільність зменшення вмісту сухих речовин рисового борошна на 10% відносно пшеничного і збільшення вмісту меланжу та маргарину. Що дало можливість отримати тісто і готові кекси з технологічними показниками, які представлено у таблиці 1.

Таблиця 1 - Технологічні показники тіста і готових кексів, виготовлених на безглютеновому рисовому борошні

№ п/п	Структурно-механічні характеристики	Кекс «Столичний»	Кекс на рисовому борошні
Тіста:			
1	Густина тіста відразу після замішування, г/см ³	0,94	0,85
	через 1 годину	0,96	0,88
2	Вологість тіста, %	20,1	20,8
3	Вміст вільної вологи від загальної кількості, %	27,0	30,6
4	Вміст зв'язаної вологи від загальної кількості, %	72,0	69,4
Готового кексу:			
1	Вологість кексу, %	18,5	18,5
2	Загальна деформація, од. прил.	44,0	42,5
3	Пружна деформація, од. прил.	11,4	10,2
4	Пластична деформація, од. прил.	32,6	33,4
5	Гранична напруга зсуву, Па	172,3	151,6
6	Щільність, г/см ³	0,6	0,55
7	Об'ємна маса, см ³ /г	1,70	1,77

Наступним об'єктом дослідження був бісквіт. Перед нами була поставлена задача розроблення бісквіту на гречаному борошні. Проста заміна пшеничного борошна, яке є традиційною сировиною при виробництві бісквіту на гречане не надає необхідної структури бісквіту м'якушки. Ми пояснюємо це тим, що гречане борошно, як показали наші дослідження має водо поглинальну здатність в 2,5 рази більшу ніж водопоглинальна здатність пшеничного борошна, результати дослідження представлені в таблиці 2.

Таблиця 2 – Водопоглинальна здатність пшеничного та гречаного борошна

Вид борошна	Водопоглинальна здатність, %		
	При додаванні цукру білого кристалічного, %		
	0,0	30,0	60,0
Пшеничне	152±1,5	133±1,7	109±1,3
Гречане	390±2,0	341±2,0	280±2,0

Відомо, що крохмаль при введенні його до рецептурного складу обмежує водопоглинальну здатність борошняної сировини, тому нами було запропоновано разом з гречаним борошном використовувати кукурудзяний крохмаль. Крохмаль буде обмежувати набухання білків гречаного борошна і тим самим сприяти утворенню бісквіту більшого питомого об'єму з кращими пружно-еластичними властивостями м'якушки. Визначення оптимального складу бісквіту на гречаному борошні було проведено на основі математичного планування за допомогою 3-х факторного експерименту. За фактор оптимізації було прийнято питомий об'єм бісквіту. Матриця планування експерименту та значення факторів оптимізації наведено в таблиці 3.

Таблиця 3 - Матриця планування експерименту та значення факторів оптимізації

№	Рівні факторів						Питомий об'єм бісквіту, см ³ /г	
	X ₁ – кількість гречаного борошна		X ₂ – кількість крохмалю		X ₃ – кількість цукру		V _{cp}	V _{mod}
1	0	50	-1	5	-1	45	3,496	3,439
2	0	50	+1	15	-1	45	2,612	2,895
3	0	50	-1	5	+1	70	3,627	3,344
4	0	50	+1	15	+1	70	3,488	3,544
5	-1	40	0	10	-1	45	3,492	3,487
6	+1	60	0	10	-1	45	3,062	2,840
7	-1	40	0	10	+1	70	3,286	3,508
8	+1	60	0	10	+1	70	3,370	3,375
9	-1	40	-1	5	0	58	3,622	3,683
10	+1	60	-1	5	0	58	2,976	3,254
11	-1	40	+1	15	0	58	3,750	3,747
12	+1	60	+1	15	0	58	3,182	3,121
13	0	50	0	10	0	58	3,551	3,551

Аналіз досліджень показує, що максимальне значення питомого об'єму бісквіту 3,750 см³/г було оптимальним за таких значень факторів: X₁=40г, X₂=15 г X₃=58 г, тобто оптимальне співвідношення сировини є таким(г): борошно гречане – 100,0, крохмаль – 34,5, цукор білий кристалічний – 145,0.

Наступним об'єктом наших досліджень було розроблення маффінів на безглютеновому гречаному та рисовому борошні. Маффіни, як було зазначено вище,

– це золота середина між кексом і масляним бісквітом. Технологія маффінів передбачає в якості жирової складової використовувати олію, яка на відміну від вершкового масла і маргарину не виконує роль структуроутворювача. Для надання виробу відповідної структури потрібно використовувати емульгатори і хімічні розпушувачі [4]. Проведений нами комплекс досліджень показав, що при виробництві маффінів потрібно використовувати неіонногені емульгатори Е 471 і Е 475 (ефіри полі гліцеридів жирних кислот) у співвідношенні 1:1, до маси пшеничного борошна в кількості по 0,5%. Крім того методом багатофакторного експерименту встановлено співвідношення хімічних розпушувачів харчової соди, вуглекислого амонію, пірофосфату натрію, яке відповідно складає 1:1,05:1,4 та дозується у кількості 0,35, 0,33, 0,46 % до маси сировини.

Проведені нами дослідження показали, що таке співвідношення емульгаторів, хімічних розпушувачів забезпечує необхідні органолептичні і структурно-механічні показники маффінів на пшеничному борошні. На безглютеновому борошні гречановому і рисовому цього не достатньо. Для утворення необхідної структури треба використовувати ще структуроутворювачі. Проведено комплекс дослідження, які показали можливість і доцільність використання при виробництві маффінів на безглютеновому борошні таких структуроутворювачів, як картопляний крохмаль, камеді дерева тара, камеді рожкового дерева, які зазвичай у виробництві борошняних кондитерських виробів використовуються для надання відповідних структурно-механічних властивостей тіста і готових виробів.

За допомогою ПФЕ 2² факторного експерименту встановлено оптимальне співвідношення сировинних інгредієнтів – рисового борошна, картопляного крохмалю, камеді дерева тара і камеді рожкового дерева, яке складає 100:42:0,56:1,68; гречаного борошна, картопляного крохмалю, камеді дерева тара і камеді рожкового дерева – 100:25:1,12:1,12.

На основі проведених досліджень отримали оптимальне співвідношення основних рецептурних інгредієнтів, що дало можливість отримати тісто і готові маффіни з технологічними показниками, які представлені в таблиці 4. Вміст вільної та зв'язаної вологи тіста визначали за допомогою дериватографа Q-1500.

Таблиця 4 - Технологічні показники тіста і готових маффінів виготовлених на безглютеновому борошні

Показники	Маффіни на:	
	рисовому борошні	гречаному борошні
масова частка вологи тіста, %	25,5	25,5
густина тіста, г/см ³	0,90	0,98
вміст вільної вологи від загальної кількості, %	29,1	33,0
вміст зв'язаної вологи від загальної кількості, %	70,9	67,0
вологість маффінів, %	20,8	21,0
щільність маффіну, г/см ³	0,308	0,317
об'ємна маса, см ³ /г	3,3	3,15

Як видно з наведених результатів досліджень тістові моделі виготовлені на основі безглютенового борошна з додаванням картопляного крохмалю, камеді тара і камеді рожкового дерева мають різну густину, густина тіста на гречаному борошні більша ніж на рисовому на 6%, що ми пояснюємо різною водопоглинальною здатністю безглютенового борошна.

Проведені дослідження показали, що безглютенове борошно суттєво впливає на структурно-механічні показники тіста і готових виробів, і безумовно, буде впливати на терміни зберігання маффінів. Було проведено дослідження з визначення впливу безглютенового борошна на сорбційно-десорбційні властивості маффінів, які відбуваються під час зберігання. Результати досліджень представлені в таблиці 5.

Таблиця 5 - Вміст рівноважної вологи маффінів при $a_w = 0,7 - 0,75$

Маффіни виготовлені на борошні:	Рівноважна вологість, % за	
	$a_w = 0,7$ ($\varphi = 70\%$)	$a_w = 0,75$ ($\varphi = 75\%$)
пшеничному	10,0	11,0
рисовому	17,0	20,0
гречаному	18,0	22,0

Аналіз отриманих даних показав, що використання безглютенового борошна збільшує рівноважну вологість маффінів. Якщо маффіни на безглютеновому борошні з масовою часткою вологи 20...21 % зберігати при $a_w = 0,75$, то сорбції та десорбції не спостерігається. При $a_w = 0,70$ буде спостерігатися втрата вологи з 20...21 до 17% на рисовому борошні, до 18 % – на гречаному. Тому після охолодження маффіни потрібно пакувати у водо- та світлонепроникну тару.

Висновки. Досліджено і науково обґрунтовано вплив безглютенового борошна на технологічні властивості тіста і готових виробів (кекси, бісквіти, маффіни), що дозволило розробити інноваційні технології та рецептури на безглютенові борошняні кондитерські вироби: кекс «Безглютеновий» (на основі рисового борошна), бісквіт «Гречаночка» (на основі гречаного борошна), маффін «Нижний» (на основі рисового борошна), «Корисний» (на основі гречаного борошна).

Технології нових видів борошняних кондитерських виробів захищені патентами. Зразки розроблених БКВ були представлені на дегустаційних конкурсах, проведених в рамках Міжнародних виставок «Солодкий тріумф» і нагороджені дипломами в номінації «Гранд Прі» та «Тріумф інновацій».

Література

1. Губська О.Г. Целіакія. Про проблеми діагностики і лікування цієї хвороби в Україні// Харчова та переробна промисловість. 2008. - № 7. С. 24-26.
2. Новая технология производства хлебобулочных изделий, не содержащих глютен // Food Technologies&Equipment. – 2008.- №7. С. 9.

3. Дорохович А.Н. Маффин – новый вид мучных кондитерских изделий на рынке Украины / А.Н. Дорохович, *Н.П. Лиман* // Продукты & ингредиенты. – 2009, –№10(63). – С.12-13.
4. Лиман Н.П. Маффин – новый вид борошняних кондитерських виробів, дослідження по оптимізації його хімічного складу / *Н.П. Лиман*, А.М. Дорохович // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті: 76-а наук. конф. молодих учених, аспірантів і студентів, 12-13 квітня 2010 р.: матеріали конф.– К.: НУХТ, 2010. – Ч.2. – С. 151.