

Екструдоване кукурудзяне борошно для дієтичного харчування

Т. ЛІСОВСЬКА, провідний інженер,
А. ДЕРКАЧ, аспірант,
І. СТАДНИК, докт.техн. наук
Тернопільський національний технічний
університет ім. І. Пулюя
Ю. СУХЕНКО, докт.техн. наук,
В. ВАСИЛІВ, канд. техн. наук
Національний університет біоресурсів
і природокористування України

Анотація. Проведено порівняльний аналіз хімічного складу пшеничного і екструдованого кукурудзяного борошна та вивчені їх мікробіологічні показники. Обґрунтовано ефективність використання екструдованого кукурудзяного борошна у технології виготовлення пшенично-кукурудзяного бісквітного напівфабрикату та бубличних виробів.

Ключові слова: целиакия, безглютенові вироби, пшеничне борошно, екстраговане кукурудзяне борошно, хімічний склад, дієтичне харчування.

ОБОСНОВАНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭКСТРУДИРОВАННОЙ КУКУРУЗНОЙ МУКИ ДЛЯ ДИЕТИЧЕСКОГО ПИТАНИЯ

Аннотация. Проведен сравнительный анализ химического состава пшеничной и экструдированной кукурузной муки и определены их микробиологические показатели. Обоснована эффективность использования экструдированной кукурузной муки в технологии производства пшенично-кукурузного бисквитного полуфабриката и бараночных изделий.

Ключевые слова: целиакия, безглютеновые изделия, пшеничная мука, экстрагированная кукурузная мука, химический состав, диетическое питание.

THE SUBSTANTIATION OF THE USE OF EXTRUDED FLOUR FROM KUKURUDZA IN THE TECHNOLOGY OF DIET NUTRITION

Andrei P. Derkach, Igor Y. Stadnuk, Tatiana O. Lisovskaya (Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University, Ternopil), Yuri G. Sukhenko, Volodimir P. Vasylyv (National university of life and environmental sciences of Ukraine, Kiev)

Abstract. A comparative analysis of the chemical composition of wheat flour and extruded flour from corn, and the study of their microbiological indicators. The efficiency of using extruded flour in the technology of biscuit semi-finished product manufacturing and barrel products is substantiated.

Key words: celiac disease, gluten-free products, wheat flour, extracted cornmeal flour, chemical composition, diet food.

Останнім часом зростає кількість людей, що хворіють на целиацію. За даними Всесвітньої Гастроентерологічної Організації (World Gastroenterology Organization;WGO), на целиацію у світі хворіє в середньому кожна трьохста людина [1]. Для повноцінного фізичного розвитку і покращення якості життя люди із цим захворюванням повинні постійно споживати безглютенові харчові продукти.

Безпечними для вживання при захворюванні на целиацію вважають рис, гречку, пшоно, кукурудзу, а також менше поширені в Україні амарант, кіноа, саго, монтіна, чуміза, сорго

Створено ряд безглютенових продуктів харчування вітчизняного виробництва. Але він обмежується хлібом безглютеновим (ДСТУ-П 4588:2006), хлібом безглютеновим (ТУ 8-22-61-88), макаронами «Кукурудзяними», «Рисовими», «Гречаними» (ТУ 9149-001-17629737, ТУ 9149-011-17629737), «Безглютеновими» (ТУ 9149-006-17629737), сумішами для випікання «Кукурудзяними», «Рисовими», «Гречаними», «Безглютеновими» (ТУ 9195-002-17629737, 9195-013-17629737), печивами «Цукрове», «Квіткава суміш», «Гармонія», «Солене» (ТУ 9131-007-17629737).

Для харчування хворих на целиацію в Україні сертифіковані продукти фірми «DR.SCHAR» (Італія), «BEZGLUTEN» (Польща), «ЗПАУЛґ» (Німеччина), але їх застосування обмежене через високу ціну.

Одним з перспективних напрямів розширення асортименту борошняних кондитерських виробів для згаданої категорії хворих є створення бісквітних напівфабрикатів, бубликів, хлібобулочних виробів з повною заміною пшеничного борошна вищого сорту, що містить глютен, на екструдоване кукурудзяне борошно.

Мета роботи — провести аналіз властивостей борошна, що використовується в харчовій промисловості, та оцінити можливості використання екструдованого кукурудзяного борошна для дієтичного харчування.

Результати досліджень. Вивчали мікробіологічні показники екструдованого кукурудзяного борошна. Проби для досліджень відбирали із партії свіжого екструдованого кукурудзяного борошна та через шість місяців його зберігання. Експерименти показали, що одним із шляхів покращення мікробіологічних показників кукурудзяного борошна може бути екструзійна обробка, яка призводить до загибелі переважної більшості мікроорганізмів, що містяться в сировині. Оброблену таким чином сировину можна використовувати для виробництва кондитерських і хлібобулочних виробів.

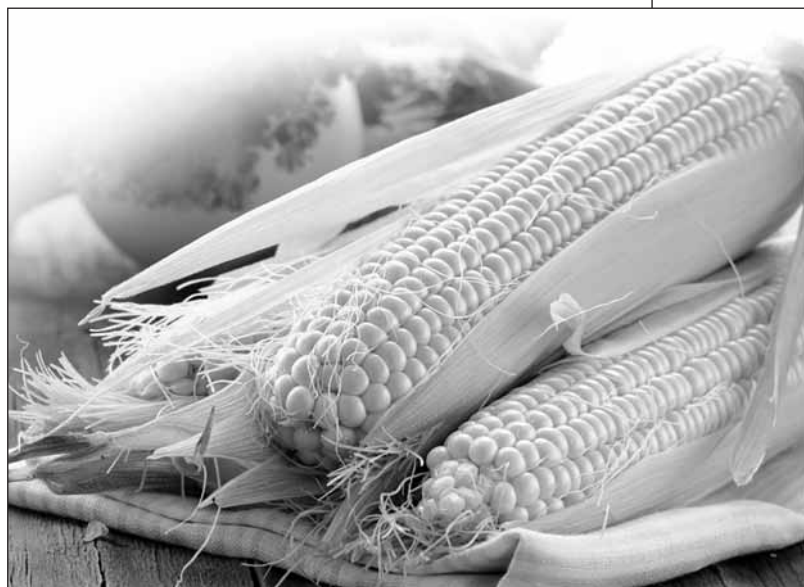
Порівняльний аналіз хімічного складу пшеничного та екструдованого кукурудзяного борошна наведено в табл.1.

Аналіз даних табл.1 свідчить, що за вмістом сухих речовин досліджуване борошно значно відрізняється від борошна пшеничного вищого ґатунку. Значна частина сухих речовин - це вуглеводи, що характерно для будь-якої зернової сировини. Зокрема, вміст крохмалю в екструдованому кукурудзяному борошні більший на 3%, а вміст білка менший на 5% порівняно з пшеничним борошном. Характерною особливістю екструдованого кукурудзяного борошна є вищий ніж у пшеничному борошні вміст золи та клітковини. Так, екструдоване кукурудзяне борошно містить золи на 4,3% більше ніж пшеничне, а кількість клітковини в екструдованому кукурудзяному борошні становить 1%, що у 10 разів більше ніж у пшеничному.

Незважаючи на наявність в екструдованому кукурудзяному борошні клейковинних фракцій білка – проламінової та глютенінової, вони не утворюють клейковину, подібну до білків пшениці, а володіють своїми фізичними, хімічними властивостями і біологічною цінністю. Ця обставина спонукала не лише дослідити амінокислотний склад білків екструдованого кукурудзяного борошна, але й розглянути можливість отримання бісквітного безглютенового напівфабрикату оздоровчого призначення.

Збалансованість амінокислотного складу, зокрема вміст і кількісне співвідношення незамінних амінокислот, є одним з найважливіших показників харчової цінності борошна. Аналізуючи вміст амінокислот у борошні та порівнюючи з фізіологічними нормами харчування, встановили, що для більшості білків хлібних злаків співвідношення амінокислот відрізняється від оптимального. Найчастіше існує дефіцит лізину, метіоніну та триптофану [5].

Завдяки екструзійній обробці в екструдованому кукурудзяному борошні збільшується кількість доступних для засвоєння амінокислот. Це відбувається внаслідок



руйнування в молекулах білка вторинних зв'язків. Разом з тим, завдяки короткочасній низькотемпературній тепловій обробці амінокислоти при цьому не руйнуються [6, 8].

Порівняння амінокислотного складу пшеничного борошна вищого ґатунку та екструдованого кукурудзяного борошна показало, що останнє переважає за вмістом лейцину, аланіну, аспарагінової кислоти, тирозину, відповідно, на $3,5 \pm 0,3$; $5,1 \pm 0,2$; $4,6 \pm 0,4$; $2,0 \pm 0,5$ %. Порівняльний аналіз амінокислотного складу досліджуваних зразків борошна показав, що екструдоване кукурудзяне борошно перевищує пшеничне борошно за вмістом метіоніну на 9%, а вміст фенілаланіну разом з тирозином та ізолейцину з лейцином близький до стандартного. Харчова цінність продукту вища. Тому що його хімічний склад більшою мірою відповідає формулі збалансованого харчування. Порівняльний аналіз харчової цінності екструдованого кукурудзяного борошна і відповідності його формулі збалансованого харчування дає змогу зробити висновок, що ступінь задоволення формули збалансованого харчування за рядом показників вищий у дослідного зразка екструдованого кукурудзяного борошна порівняно з борошном пшеничним вищого ґатунку.

Автори роботи [7] досліджували біологічну цінність пшеничного борошна та екструдованого кукурудзяного борошна за амінокислотним скором порівнюючи з амінокислотним скором еталонних білків. Дані досліджень наведено в табл. 2.

Одночасно з дослідженням біологічної цінності борошна був проведений порівняльний аналіз відповідності хімічного складу екструдованого кукурудзяного

Таблиця 1

Хімічний склад екструдованого кукурудзяного борошна та пшеничного борошна вищого ґатунку, %

Продукт	Вміст вологи	Вміст білків	Вміст жирів	Вміст крохмалю	Вміст золи	Вміст клітковини
Екструдоване кукурудзяне борошно	$9,0 \pm 0,01$	$6,1 \pm 0,02$	$8,1 \pm 0,02$	$70,9 \pm 0,03$	$4,8 \pm 0,03$	$1 \pm 0,02$
Пшеничне борошно вищого ґатунку	$14,5 \pm 0,03$	$11,4 \pm 0,05$	$1,08 \pm 0,04$	$67,7 \pm 0,05$	$0,5 \pm 0,03$	$0,1 \pm 0,01$

Таблиця 2

Біологічна цінність пшеничного борошна вищого ґатунку та екструдованого кукурудзяного борошна за амінокислотним скором

Амінокислота	Шкала ФАО/ВООЗ		Борошно пшеничне вищого ґатунку		Екструдоване кукурудзяне борошно	
	мг/на 1 т білка	аміно-кислотний скор	мг/на 1 т білка	аміно-кислотний скор	мг/на 1 т білка	аміно-кислотний скор
Валін	50	1,0	47	95	20	4
Ізолейцин+ лейцин	110	1,0	134	122	100	9
Лізин	55	1,0	27	49	14	25
Метіонін	25	1,0	10	43	13	52
Треонін	40	1,0	31	77	27	67
Триптофан	10	1,0	10	100	–	–
Фенілаланін+ тирозин	60	1,0	89	148	63	105

Таблиця 3

Відповідність хімічного складу екструдованого кукурудзяного борошна формулі збалансованого харчування

Показники	Добова потреба	Ступінь задоволення формулі збалансованого харчування			
		вміст в 100 г		% задоволення	
		екструдоване кукурудзяне борошно	пшеничне борошно вищого ґатунку	екструдоване кукурудзяне борошно	пшеничне борошно вищого ґатунку
Білки, г	85	6,1	10,3	7,2	12,11
Жири, г	102	8,1	1,0	7,9	0,98
Крохмаль, г	400	70,9	67,7	17,7	16,9
Клітковина, г	20,0	1,0	0,1	5	0,5
Мінеральні речовини, мг					
калій	2500	141	122	5,6	4,9
кальцій	800	20	18,0	2,5	2,2
фосфор	1200	92	86,0	7,6	7,2
магній	400	38	15,9	9,5	4,0
залізо	14	2,7	1,2	19,2	8,5
мідь	2,0	2,1	0,4	105	20,0
цинк	10,0	5,0	0,7	50	7,0
марганець	5,0	4,0	0,57	80	11,4
Вітаміни, мг					
В ₁	1,7	0,38	0,17	22,3	10,0
В ₂	2,0	0,07	0,04	3,5	2,0
В ₆	2,0	0,25	0,17	12,5	8,5
РР	19,0	1,1	1,20	5,7	6,3
Е	10,0	2,7	2,6	27	26,0

Таблиця 4

Мікробіологічні показники екструдованого кукурудзяного борошна

Найменування продукту	Кількість клітин в одному грамі продукту				
	МАФAM	спороутворюючі бактерії	дріжджі	міксоміцети	БГКП
Свіже екструдоване кукурудзяне борошно	2,5·10 ¹	1,0·10 ¹	2,0·10 ¹	3,0·10 ¹	0
Екструдоване кукурудзяне борошно через шість місяців зберігання	1,8·10 ²	1,0·10 ¹	4,0·10 ¹	1,2·10 ²	0

борошна формулі збалансованого харчування (табл. 3).

Одержані результати харчової цінності екструдованого кукурудзяного борошна і аналіз відповідності його формулі збалансованого харчування дають підстави зробити висновок, що ступінь задоволення формули збалансованого харчування

за рядом показників вищий у дослідного зразка екструдованого кукурудзяного борошна ніж у борошна пшеничного вищого ґатунку.

Таким чином, можна стверджувати, що екструдоване кукурудзяне борошно - повноцінний продукт за харчовою та біологічною цінністю і не поступається пшеничному борошну вищого ґатунку, а за деякими показниками перевершує останнє. Це дає підстави рекомендувати його для використання в виробництві борошняних кондитерських та хлібобулочних виробів.

Аналіз отриманих результатів свідчить про доцільність заміни пшеничного борошна вищого ґатунку на екструдоване кукурудзяне борошно в технології виробництва, наприклад, бісквітного напівфабрикату. Харчова цінність продукту буде вищою, тому що його хімічний склад більшою мірою відповідає формулі збалансованого харчування.

Бактеріальні дослідження усіх груп мікроорганізмів показали, що екструдовані продукти майже завжди зберігають належний рівень стерильності до 180 діб. (табл. 4).

Очевидно (табл. 4) екструзійна обробка зернової сировини методом гарячої екструзії ($t=135-155^{\circ}\text{C}$, $p=6-7$ атм. тривалість 45-60 с.) сприяє одержанню досить стерильного борошна. В екструдованому кукурудзяному борошні не виявлені бактерії роду *Salmonella*, що утворюють характерні колонії на густих диференціальних середовищах.

Результати виконаних досліджень дали змогу реалізувати нові технології виробництва бубликових виробів та бісквітного напівфабрикату оздоровчого призначення з використанням екструдованого кукурудзяного борошна. Продукція випечена на поточкових лініях кондитерської фабрики і мала добрі якісні показники

Висновок

Екструдоване кукурудзяне борошно – перспективна сировина для виробництва хлібо-булочних виробів оздоровчого призначення, які будуть корисними для людей, хворих на целиацію.



Рис. 1. Бублики з екструдованого кукурудзяного борошна



Рис. 2. Бісквітний напівфабрикат з екструдованого кукурудзяного борошна

Література

1. **Захарова И.Н.** Целиакия у детей: решенные и нерешенные вопросы этиопатогенеза/ Захарова И. Н., Боровик Т. Э., Рославцева Е. А. и др. // Вопросы современной педиатрии. 2011. №4. С. 30 – 34
2. *Codex-Alimentarius 1981:118 Codex standard for Gluten-Free Foods / Joint FAO / WHO Food Standards Programme. – 1983. – 3 p.*
3. http://stylab.ru/file/test_gluten220510.pdf.
4. **Шнейдер Д.В.** Теоретические и практические аспекты создания безглютеновых продуктов питания на основе повышенной биодоступности сырья: автореф. дис...на соискание ученой степени док. техн. наук:05.18.01/ Шнейдер Д.В. – М., 2012. – 52 с.
5. **Козьмина Н.В.** Биохимия хлебопеченья. – М.: Пищевая промышленность, 1978. – 280 с.
6. **Остриков А.Н.** Технология экструзионных продуктов : учеб. пособие / А. Н. Остриков, Г. О. Магомедов, Н. М. Дерканосова [и др.]. – СПб.: Проспект Науки, 2007. – 202 с.
7. Биологически активные вещества пищевых продуктов. Справочник / В.В. Петрушевский, В.Г. Гладких, Е.В. Винокурова и др. – К.: Урожай, 1992. – 192 с.
8. *Технологія десертів з використанням стабілізаційних систем на основі крохмалю [Текст] : монографія / А. А. Коваленко [та ін.]; Харк. держ. ун-т харч. та торгівлі. – Х., 2010. – 136 с.*

