

УДК 664.681.2

OBTAINING OF GLUTEN FREE WAFFLE SHEETS WITH BUCKWHEAT FLOUR BY MICROWAVE TREATMENT

V. Dorokhovych, S. Litvynchuk, V. Nosenko
National University of Food Technologies

Key words:

gluten-free waffle sheets,
buckwheat flour,
microwave treatment

Article history:

Received 22.04.2018
Received in revised form
02.06.2018
Accepted 15.06.2018

Corresponding author:

litvynchuk@nuft.edu.ua

ABSTRACT

The actuality of this work deals with that recently physical methods of processing are used more and more widely in order to obtain food products for certain health benefit. The level of human diseases are increased, in particular, the stomach diseases, celiac disease is notable among them.

Nowadays the most effective method of treating celiac disease is the gluten-free diet. It helps to gradually restore the damaged part of the intestine, protect it from new damage and get out of severe symptoms. Compliance with the “gluten-free” diet is a lifetime requirement for the patient, because even the smallest amount of gluten can cause new intestinal damage. Thus, it is actual to develop flour confectionery products (FCP) with the use of gluten-free types of flour.

In order to intensify the process of heat treatment of waffle sheets with buckwheat flour, we proposed a using of microwave energy. In this work, a microwave oven of up to 800 W and a generation frequency of $\nu = 2450$ MHz was used. The treatment was carried out within 1.5—4.5 minutes.

The proposed method of waffle sheets obtaining reduces water consumption and significantly save time and electricity during their producing, quickly prepare waffle (especially buckwheat) sheets, regardless of the significant fluctuations in the viscosity of the dough.

The organoleptic parameters of the wafer sheets, which were heat treated in a traditional way in a waffle iron and wafers treated by the proposed method, using a microwave oven, were almost identical. The waffle sheets, prepared from buckwheat flour, had a dark color and a specific taste, compared with wheat wafer sheets.

As results of our research it can be concluded that using of the microwave heat treatment of wafer sheets with gluten-free buckwheat flour is appropriate. Application of this method allows to save energy without negative influence of waffle sheets qualitative parameters.

DOI: 10.24263/2225-2916-2018-23-9

ОДЕРЖАННЯ БЕЗГЛЮТЕНОВИХ ВАФЕЛЬНИХ ЛИСТІВ ІЗ ГРЕЧАНОГО БОРОШНА ШЛЯХОМ МІКРОХВИЛЬОВОГО ОБРОБЛЕННЯ

В.В. Дорохович, д-р техн. наук

С.І. Літвинчук, канд. техн. наук

В.Є. Носенко, канд. фіз.-мат. наук

Національний університет харчових технологій

У статті запропоновано спосіб одержання безглютенових вафельних листів із гречаного борошна за допомогою використання енергії мікрохвильового випромінювання. Експериментально доведено, що застосування такого способу дає можливість економити електроенергію при термообробці та сприяє отриманню вафельних листів з необхідними органолептичними і структурними показниками.

Ключові слова: безглютенові вафельні листи, гречане борошно, мікрохвильове оброблення.

Постановка проблеми. Останнім часом все ширше застосовуються фізичні методи обробки з метою одержання харчових продуктів певного спеціального призначення. У світі поширюються захворювання гастроудоденальної зони, серед яких вагоме місце займає целиакія.

Целиакія (глютенова ентеропатія, хвороба Гі-Гертера-Гейбнера, нетоксичний спру, кишковий інфантілізм) — хронічне полісиндромне захворювання, яке характеризується неспецифічним ураженням слизової оболонки тонкого кишківника глютенем, який порушує харчову адсорбцію на ураженій ділянці. Захворювання на целиакію проявляється різними симптомами. Вважається, що целиакія — це системне захворювання, яке вражає різні органи і системи людини та пов'язане з індивідуальною непереносимістю деякими людьми білка глютену. Глютен міститься в продукті, який утворюється з борошна злаків після виділення з нього крохмалю. Цей залишковий продукт являє собою суміш білків, які розрізняються за їх розчинністю й можливістю екстрагування. У різних злаках цей компонент має різну назву: у пшениці — глютен (гліадин), у вівсі — авенін, в ячмені — гордеїн, у житі — секалінін [1].

Дослідження фахівців-медиків доводять поліморфний характер захворювання на целиакію. Невиявлене своєчасно захворювання спричиняє розвиток широкого спектра аутоімунних ускладнень у різних органах і системах організму. Захворювання на целиакію може проявлятися у різних видах: класичний, нетиповий, німий, прихований, потенційний [2—4].

До недавнього часу целиакія вважалася рідкісним захворюванням. Проте недавні дослідження, які були проведені спочатку в Європі, а потім у США, показали, що реальна поширеність целиакії значно вища. На це захворювання страждає 0,3...1,0% населення Землі. У більшості випадків целиакія поширена у країнах, де перевагу віддають виробам з пшеничного борошна. Дуже рідко целиакію виявляють у країнах Африки та Азії, тобто тих, де перевагу у харчуванні віддають більше сорго, рису, просу, ніж продуктам зі злакових культур [2; 3]. Важливим фактором у розповсюдженні захворювання було виведення нових сортів пшениці з підвищеним вмістом клейковини, тобто глютену [2—5].

Симптоми целиакії і вік пацієнтів, в якому вони проявляються, дуже різноманітні. У дітей ці прояви залежать від того, коли дитина почала вживати глютен.

Також впливає і кількість глютену в їжі. Слід зазначити, що чим довше дитина знаходиться на грудному вигодовуванні, тим пізніше і легше у неї проявляється целиакія. У дорослому віці прояви целиакії залежать від того, на скільки добре всмоктує поживні речовини невражена ділянка тонкої кишки.

Основним симптомом захворювання є порушення травлення. Але хвороба може проявитися і по-іншому. Наприклад, в однієї людини можуть бути діарея і болі в животі, тоді як у іншої — депресія або ейфорія й надмірна дратівливість.

Єдиним ефективним методом лікування целиакії на сьогодні є безглютенова дієта. Вона допомагає поступово відновити пошкоджену частину кишківника, захистити його від нового пошкодження і позбавитись важких симптомів. Дотримання «безглютенової» дієти — довічна вимога до хворого, тому що навіть найменша кількість глютену може викликати нові ушкодження кишечника.

Виходячи з цього, доцільним і актуальним є розроблення борошняних кондитерських виробів (БКВ) із застосуванням безглютенових видів борошна. До них належать: рисове, кукурудзяне, гречане та деякі інші види. Зазначені види борошна мають несхожий нутрієнтний склад і по-різному впливають на технологічні процеси виготовлення БКВ. Такі вироби вирізняються різноманітним груповим асортиментом, проте серед них значне місце займають БКВ на основі вафельних листів.

Аналіз хімічного складу безглютенових видів борошна показав, що в гречаному борошні міститься більше білків і жирів, ніж у рисовому та кукурудзяному. Це борошно характеризується значним вмістом вітаміну Е (що є позитивним як з фізіологічної, так і технологічної точки зору), заліза, фосфору, магнію, цинку, які необхідні для нормального розвитку організму дитини та функціонування організму дорослої людини.

Науковцями встановлено, що тісто для печива на безглютенових видах борошна за структурно-механічними характеристиками суттєво відрізняється від тіста на пшеничному борошні [6]. Також доведено, що тістові маси на рисовому, гречаному, кукурудзяному борошні по-різному впливають на кінетику термооброблення печива [7]. Подібні тенденції спостерігаються і для тістових мас кексів, бісквітів, мафінів.

Технологічний процес замішування традиційного вафельного тіста на пшеничному борошні повинен забезпечувати умови, які обмежують злипання окремих розрізнених частинок клейковини борошна. При зміні вологості тіста змінюється товщина гідратної оболонки навколо частинок клейковини. Зокрема, підвищений вміст води призводить до збільшення товщини гідратної оболонки навколо частинок клейковини, при цьому знижується агрегація і, відповідно, зменшується в'язкість тіста.

Вафельне тісто не підлягає тривалому зберіганню. В'язкість свіжоприготованого тіста безперервно зростає, і це порушує рівномірність дозування його у форми.

Мета дослідження: встановлення можливості використання мікрохвильового випромінювання для інтенсифікації процесу термооброблення вафельних листів, що забезпечить економію енергоресурсів з якісними органолептичними та структурно-механічними показниками вафельних листів на безглютеновому гречаному борошні.

Матеріали і методи. При проведенні досліджень були використані такі інгредієнти:

- борошно пшеничне хлібопекарське вищого сорту (ГОСТ 46.004-99);
- борошно гречане (ТУ 15.6-00952737-006-2002);
- сіль кухонна (ДСТУ 3583-97);
- сода харчова (ГОСТ 5194-91);
- лецитин (ТУ 9146.006-00371185-93).

Процес виготовлення БКВ складається з різних технологічних операцій: (приготування тіста, формування, термооброблення тощо). Першою технологічною операцією, яка відіграє важливу роль у формуванні якісних показників готових виробів, є приготування тіста.

Якісні показники вафельних листів аналізували за загальноприйнятими та спеціальними методиками [8]. Масову частку вологи у готових виробах визначали методом прискороного висушування на пристрої СЕШ-3М; хрупкість визначали на приладі Строганова; намочуваність вафельних листів встановлювали за кількістю поглинутої води.

Тісто для вафель істотно відрізняється від тіста для інших кондитерських виробів. Воно має сметаноподібну консистенцію, порівняно низьку в'язкість і вологість 65...67%. Саме така консистенція дає змогу отримати тонкі пористі вафельні листи.

Вафельні листи випікали в НВЧ-печі стандартної частоти генерації $\nu = 2\ 450$ МГц. Як форми для термооброблення вибирали радіопрозорні діелектричні матеріали (скло, кераміка). Мікрохвильова обробка здійснювалася за попередньо розробленою методикою [9; 10].

Результати досліджень. Експериментально встановлено, що у разі виготовлення вафельного тіста на гречаному борошні традиційним способом вологість його потрібно збільшити до 75...80%. В іншому випадку таке тісто буде мати суцільну набухлу консистенцію, що ускладнить його відливання у вафельниці для подальшої термообробки. Це пов'язано з великою водопоглинальною здатністю гречаного борошна, яка становить 390% (наприклад, водопоглинальна здатність пшеничного борошна становить 152%). Також слід брати до уваги, що у разі вистоювання в'язкість вафельного тіста на гречаному борошні суттєво швидше зростає, ніж в'язкість вафельного тіста на пшеничному борошні. Підвищена вологість і в'язкість тіста на гречаному борошні призводить до збільшення тривалості його термооброблення, що має негативні економічні наслідки. У зв'язку з цим необхідно застосовувати такі способи термооброблення вафельних листів, які дали б змогу скоротити цей процес. Слід зазначити, що вафельний лист являє собою капілярно-пористе колоїдне тіло, а тому процес термооброблення можна описати на базі теоретичних основ процесу сушіння таких тіл.

Традиційний спосіб термооброблення вафельних листів здійснюється контактним способом шляхом розміщення тіста між двома пластинами. У процесі термооброблення тіста за короткий час видаляється велика кількість вологи (до 180% до маси сухої речовини тіста). Аналіз процесу вологовіддачі при традиційному способі дає можливість оцінити витрати тепла в процесі термооброблення вафельного тіста. На початковому етапі випікання підвід тепла повинен відбуватися максимально швидко, оскільки супроводжується найбільшою вологовіддачею. В подальшому, коли видаляється адсорбційно зв'язана волога, швидкість вологовіддачі значно зменшується, і, очевидно, доцільно зменшити витрати тепла.

Зауважимо, що занадто інтенсивний підвід тепла може призвести до обвуглювання вафельного листа [8].

Якщо порівнювати вафельні листи, виготовлені із пшеничного та гречаного борошна, то слід відзначити, що за температури нагрівання форм в межах 160...170°C тривалість процесу термооброблення суттєво відрізняється. Так, у разі сушіння традиційних вафельних листів на пшеничному борошні, вона була 2 хв. При цьому залишкова вологість вафельного листа складала 2%. Тривалість термообробки вафельних листів на гречаному борошні за такої ж температури дорівнювала 2,5 хв, тобто на 25% більша.

З метою інтенсифікації процесу термооброблення вафельних листів на гречаному борошні нами запропоновано використання енергії мікрохвильового випромінювання. У цьому дослідженні використовувалась НВЧ-піч потужністю до 800 Вт і частотою генерації $\nu = 2\,450$ МГц. Обробка проводилась протягом 1,5—4,5 хв.

Завдання полягало в тому, щоб забезпечити виготовлення вафельних листів за умови економії часу й електроенергії, а також зменшення залежності виробництва від низької в'язкості тіста та небезпеки її збільшення. Слід зазначити, що спосіб виготовлення вафельних листів включає розміщення тіста між двома формуючими поверхнями з відповідним притисканням верхньою із них та їх подальшим термообробленням. Особливістю способу є те, що тісто повинно розміщуватись між двома радіопрозорими формуючими поверхнями. Досліді показали, що найкращим матеріалом для цього є кераміка.

Саме НВЧ-хвилі, проходячи крізь діелектричні поверхні, швидко доносять енергію до тістової маси, прогріваючи її в усьому об'ємі, і час випікання вафельного листа при цьому зменшується порівняно з традиційною електротехнологією. У випадку використання НВЧ-печі вдається обробляти більш в'язкі тістові маси, в яких міститься менша кількість води. А отже, час та витрати електроенергії на термооброблення листів додатково зменшуються. За час термооброблення, що складає менше 1,5 хв, вафельні листи завжди є сирими й прилипають до формуючих поверхонь, а за 4,5 хв — підгорають. Притискання тіста верхньою формуючою поверхнею формує вафельний лист як потрібного рисунку тиснення, так і потрібної товщини, забезпечуючи можливість використання більш в'язкого тіста, ніж традиційне. Спосіб є оптимальним для використання тіста з підвищеною в'язкістю, порівняно з традиційною.

Використовували тісто на гречаному борошні, яке більш корисне, ніж рисове та кукурудзяне, та дозволене у харчуванні хворих на целіакію й цукровий діабет. Гречане тісто вологістю 75% розмістили всередині НВЧ-печі потужністю 720 Вт між керамічними формуючими поверхнями з відповідним притисканням верхньою. Час термооброблення вафельних листів склав 2,0 хв. Це на 20% менше, ніж у стандартній електричній вафельниці (2,5 хв), що споживає 800 Вт електричної енергії. Отже, економія енергії складає $(800 \text{ Вт} \cdot 2,5 \text{ хв} - 720 \text{ Вт} \cdot 2 \text{ хв}) \cdot 100\% / 800 \text{ Вт} \cdot 2,5 \text{ хв} = 28,0\%$. Можна стверджувати, що запропонований спосіб виготовлення вафельних листів дає змогу зменшити витрати води та суттєво економити час та електроенергію при їх виготовленні, оперативно виготовляти вафельні (особливо, гречані) листи, незалежно від помітних коливань в'язкості тіста.

Результати досліджень при різних потужностях для наочності наведено в табл. 1.

Таблиця 1. Термообробка вафельних листів на гречаному борошні традиційним і мікрохвильовим способами

Показник	Спосіб термооброблення				
	Традиційна вафельниця, 800 Вт	НВЧ-піч			
		Тривалість термооброблення, хв за потужності		Відмінність від традиційного способу, %	
		540 Вт	720 Вт	540 Вт	720 Вт
Тривалість, хв	2,5	3,5	2,0	+53,2	-20
Спожита енергія, Вт · хв	2,0	2,07	1,44	+3,5	-28

За органолептичними показниками вафельні листи, термооброблення яких здійснювали традиційним способом, у вафельниці та запропонованим способом, за допомогою НВЧ-печі, були практично однакові. Слід відзначити, що вафельні листи, виготовлені з гречаного борошна, мали темнувате забарвлення та специфічний присмак, порівняно з пшеничними вафельними листами.

За вологістю та структурними показниками вафельні листи, термооброблення яких здійснювали НВЧ-хвилями, більше наближаються до відповідних показників вафельних листів на пшеничному борошні (табл. 2).

Таблиця 2. Вологість і структурні показники вафельних листів

Листи, виготовлені на борошні	Спосіб термооброблення	Показники		
		Вологість, %	Намочуваність, %	Хрупкість, N
пшеничному	у вафельниці	2,0	91,0	6,4
гречаному	у вафельниці	2,2	95,3	5,5
	НВЧ-хвилями	2,1	93,1	6,1

Висновки. Аналізуючи результати досліджень, можна зробити висновок, що застосування способу термооброблення вафельних листів на безглютеновому гречаному борошні за допомогою НВЧ-печі є доцільним, дає змогу економити енергоресурси без негативного впливу на якісні показники вафельних листів. Технічна значимість результатів досліджень підтверджена патентом на корисну модель [11].

ЛІТЕРАТУРА

1. Целиакия [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://proctolog.ua/ua/zabolevaniya/celiakiya>.
2. Целиакия (глютеновая энтеропатия) [Електронний ресурс]. — Режим доступу : http://webmed.com.ua/ua/zdorove_ot_a_do_ya/zabolevaniya/organy_picheshevarenij/celiakiya_glyutenovaya_enteropatiya.
3. Парфенов И.А. Системные проявления болезни кишечника // Клиническая медицина. — № 4. — 2001. — С. 9—11.
4. Наумова О.А. Непереносимость глютена — миф чи реальна проблема // Матеріали міжнародних науково-практичних конференцій «Технологічні аспекти підвищення конкурентоспроможності хліба і хлібобулочних виробів» та «Здобутки та перспективи розвитку кондитерської галузі». — К.: НУХТ, 2016. — 190 с.
5. Хоха Р.Н. Особенности питания детей с глютеновой энтеропатией. Актуальность проблемы на современном этапе: сб. докл. V Междунар. научно-практич. конф. [«Иновационные технологии в производстве пищевых продуктов»], (Минск, 5—6 окт. 2006 г.). — Минск, 2006.

6. *Дорохович А.М.* Визначення адгезійних властивостей безглютенових борошняних тістових кондитерських мас // *Хранение и переработка зерна*. — 2005. — № 10. — С. 50—52.

7. *Дорохович А.М.* Дослідження кінетики прогріву тістових заготовок здобного безглютенового печива / А.М. Дорохович, О.В. Бабіч, В.І. Телечкун, М.В. Лазаренко // *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. П. Василенка*. — Харків, 2005. — Вип. 38. — С.190—196.

8. *Драги́лев А.И.* Производство мучных кондитерских изделий / А.И. Драги́лев, Я.М. Сазанаев. — М. : Дели, 2000. — 546 с.

9. Використання мікрохвильової обробки в технології переробки насіння ріпаку / Т.Т. Носенко, В.А. Кіщенко, Т.О. Кот [та ін.] // *Наукові праці НУХТ*. — 2013. — № 50. — С. 124—128.

10. *Nosenko T.* Effect of rape seeds microwave pretreatment on the composition and antioxidative properties of press rape oil / Tamara Nosenko, Irina Levchuk, Volodymyr Nosenko, Tamara Koroluk // *Ukrainian Food Journal*. — 2016. — Volume 5, Issue 1. — P. 7—15.

11. Патент на корисну модель № 102841 України, МПК (2015.01): A21D 8/00, A21B 5/00, A21B 5/02 (2006.01). Спосіб виготовлення вафельних листів / І.В. Тарасенко, С.І. Литвинчук, В.Є. Носенко, В.В. Дорохович, О.В. Данько. — № u 2015 04110; заявл. 28.04.2015; опубл. 25.11.2015, Бюл. № 22.

ПОЛУЧЕНИЕ БЕЗГЛУТЕНОВЫХ ВАФЕЛЬНЫХ ЛИСТОВ ИЗ ГРЕЧНЕВОЙ МУКИ ПУТЕМ МИКРОВОЛНОВОЙ ОБРАБОТКИ

В.В. Дорохович, С.И. Литвинчук, В.Е. Носенко

Национальный университет пищевых технологий

В работе предложен способ получения безглютеновых вафельных листов из гречневой муки с помощью использования энергии микроволнового излучения. Экспериментально доказано, что применение данного способа дает возможность экономить электроэнергию при термообработке и способствует получению вафельных листов с необходимыми органолептическими и структурными показателями.

Ключевые слова: безглютеновые вафельные листы, гречневая мука, микроволновая обработка.