

3. Охременко С. І. Планування експериментального дослідження з пошуку оптимальних умов обробки високим тиском пасти з прямих трав / С. І. Охременко // Луцький національний технічний університет. Товарознавчий вісник : зб. наук. праць. – Луцьк, 2012. – Вип. 5. – С. 363–367.

Отримано 30.03.2012. ХДУХТ, Харків.

© В.О. Сукманов, О.І. Бескровний, С.І. Охременко, 2012.

УДК 664.68

**А.М. Дорохович**, д-р техн. наук (НУХТ, Київ)

**Н.П. Лазоренко**, канд. техн. наук (НУХТ, Київ)

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ВИПІКАННЯ МАФФІНІВ НА САХАРОЗІ (ЦУКРІ БІЛОМУ КРИСТАЛІЧНОМУ), ФРУКТОЗІ ТА ЛАКТУЛОЗІ**

*Розглянуто процес випікання маффінів на різних цукрах, визначено оптимальні умови їх випікання, досліджено кінетику зміни температури центральних та поверхневих шарів маффінів на сахарозі та фруктозі, визначено ріст заготовки в процесі випікання.*

*Рассмотрен процесс выпекания маффинов на различных сахарах, определены оптимальные условия их выпекания, исследована кинетика изменения температуры центральных и верхних слоев маффинов на сахарозе и фруктозе, определен рост заготовки в процессе выпечки.*

*The process of baking of maffiniv is considered on different cukrozaminnikakh, certainly optimum terms of baking of maffiniv, investigational kinetics of change of temperature of central and superficial layers of maffiniv on sugar and fructose, certainly growth of purveyance in the process of baking.*

**Постановка проблеми у загальному вигляді.** Усі борошняні кондитерські вироби підлягають термічній обробці, внаслідок чого, тістова заготовка набуває якісно нових характеристик, які формують органолептичні та структурно-механічні показники, харчову та біологічну цінність, створюють відповідні умови транспортування та зберігання.

Серед різних груп БКВ досить широко користуються популярністю бісквіти, кекси на хімічних розпушувачах, зараз набуває популярності новий вид борошняних кондитерських виробів – маффіни. Маффіни – це золота середина між кексом і масляним бісквітом.

За органолептичними показниками маффіні поєднує в собі легку, ніжну структуру бісквіту, пористість кексів і має свою індивідуальність. До рецептурного складу маффінів входить олія, меланж, цукор білий або цукрозамінник, емульгатори і розпушувачі, і кожен із цих компонентів має свій вплив на процес термооброблення, його інтенсивність та швидкість.

Згідно з класифікацією [1] борошняні кондитерські вироби в залежності від механізму тепломасопереносу під час теплової обробки поділяються на три групи: вироби – тепла обробка яких є процесом випікання (пряники, кекси, бісквітні напівфабрикати); вироби, тепла обробка яких є процесом сушіння (білково-здобне печиво, вафлі); вироби, тепла обробка яких є комбінований процес випікання – сушіння (печиво цукрове, зтяжне, здобне, галети, білково-збивний та пісочний напівфабрикат). Характерною рисою процесу випікання є те, що волога у процесі термообробки під дією градієнта термовологопровідності пересувається з поверхневих шарів до центральних, що приводить до того, що вологість м'якушки готового виробу на 1...1,5% більше вологості тіста. Маффінам, як кексам і бісквітам притаманна наявність м'якушки, що вказує на те, що термооброблення маффінів – це процес випікання.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій** [2; 3], присвячених дослідженню кінетики та динаміки тепломасообмінних процесів випікання кексів і бісквітів, дозволив визначити оптимальні умови термооброблення в залежності від виду сировини та маси тістових заготовок. Проте праць, присвячених вивченню тепломасообмінних процесів, які відбуваються під час випікання маффінів, нами не було знайдено.

Технологія і рецептурний склад маффінів відрізняється від кексів і бісквітів тим, що до його складу замість маргарину і вершкового масла входить олія у кількості 30...40% до маси борошна. Це потребує при виробництві маффінів використовувати емульгатори і збільшити кількість хімічних розпушувачів.

Нами були проведені дослідження, де за допомогою багатофакторного експерименту встановлено оптимальну кількість емульгаторів: моно – і дигліцериди жирних кислот (E471) і ефіри полігліцеридів жирних кислот (E475) і хімічних розпушувачів: вуглеамонійної солі, харчової соди і пірофосфату натрію [5].

Зараз у світі різко збільшилось число хворих на цукровий діабет. За прогнозами в 2012 році в світі число хворих на цукровий діабет буде становити близько 300 млн. Якщо раніше вважали, що цукровий діабет – це хвороба людей похилого віку, то зараз різко збільшилось число хворих дітей, навіть немовлят на цю страшну хворобу. Діти дуже

полюбляють борошняні кондитерські вироби, в тому числі й маффіни, але хворі діти не можуть навіть і крихітки скуштувати цього чудового продукту. Тому нами було поставлено завдання розробити маффіни для всіх груп населення, в тому числі хворим на цукровий діабет. В якості цукрозамінника, хворим на цукровий діабет, дозволяється вживати фруктозу в кількості 0,5...1,0 г на 1 кг маси тіла людини. Для надання виробам функціональної спрямованості ми пропонуємо додавати пребіотик лактулозу. Добова потреба лактулози складає 3-10 г [5].

**Мета та завдання статті.** Метою даної роботи було визначення оптимальних умов випікання маффінів на цукрі білому кристалічному (надалі сахарозі), на сахарозі з додаванням лактулози, фруктозі, фруктозі з додаванням лактулози. Нами було встановлено оптимальне співвідношення рецептурних інгредієнтів, які наведено в таблиці 1.

*Таблиця 1 – Рецептурні композиції досліджуваних тістових моделей*

Сировина	Модель 1 (на цукрі)	Модель 2 (на цукрі +лактuloза)	Модель 3 (на фруктозі)	Модель 4 (на фруктозі +лактuloза)
Борошно пшеничне в/р	100,0	100,0	100,0	100,0
Фруктоза			68,3	
Цукор білий	65,0	52,5		63,2
Лактулоза		5,1		5,1
Олія	36,5	36,5	36,5	36,5
Меланж	42,0	42,0	42,0	42,0
Вуглеамонійна сіль	0,86	0,86	0,86	0,86
Сода харчова	0,82	0,82	0,82	0,82
Пірофосфат натрію	1,15	1,15	1,15	1,15
Емульгатор E471	0,5	0,5	0,5	0,5
Емульгатор E475	0,5	0,5	0,5	0,5

**Вклад основного матеріалу дослідження.** Для визначення оптимальних параметрів процесу випікання маффінів готували чотири моделі тістових заготовок (табл. 1). Перша модель виготовлена на сахарозі у кількості 65% до маси борошна; друга модель на сахарозі та лактулозі. Кількість лактулози становить 10% до маси сахарози, що відповідає 2% до маси готового виробу. Таке дозування лактулози

було встановлене нами з метою надання виробу статусу «функціональний харчовий продукт». Нами було прийнято, що споживання 100 г маффінів забезпечує задоволення добової потреби лактулози на 20%, і надає маффіну статусу «функціональний харчовий продукт». За рахунок використання лактулози вміст сахарози зменшено до 52,5%, враховуючи вміст сухих речовин. Третя модель була виготовлена на фруктозі. Дозування фруктози було збільшено до 68,3% з урахуванням вмісту вологи фруктози 5%, у цукрі 0,15%. Кількість фруктози відповідає кількості сухих речовин сахарози. Четверта модель виготовлена на фруктозі та лактулозі. Дослідження проводили для штучних виробів вагою 65 г.

Було визначено різку відмінність забарвлення скоринки маффінів виготовлених на сахарозі, фруктозі, лактулозі. На універсальному фотометрі ФМ-50 було визначено коефіцієнт забарвлення м'якушки та скоринки маффінів. Результати досліджень наведені в табл. 2.

*Таблиця 2 – Значення коефіцієнта яскравості забарвлення маффінів*

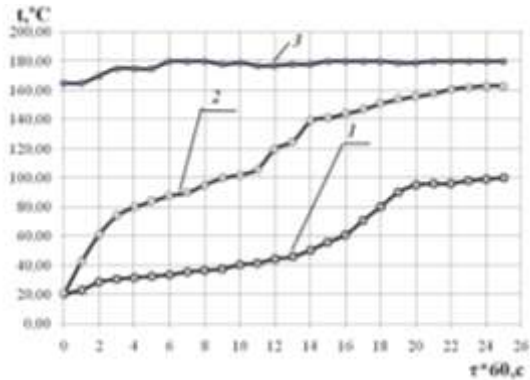
Предмет досліджу	Коефіцієнт яскравості забарвлення маффінів, %			
	Модель 1 (на цукрі білому)	Модель 2 (на цукрі й лактулозі)	Модель 3 (на фруктозі)	Модель 4 (на фруктозі й лактулозі)
Випікання при 180° С				
М'якушка	44,6	42,9	28,7	25,16
Скоринка	26,07	24,75	15,5	13,2
Випікання при 170° С				
М'якушка	45,4	43,3	34,3	33,7
Скоринка	27,4	25,7	17,8	15,9
Випікання при 160° С				
М'якушка	45,8	44,2	42,5	41,9
Скоринка	28,9	26,0	22,2	20,8

Аналіз даних (табл. 2) показав, що випікання маффінів при температурі  $t=180^{\circ}\text{C}$  найкращого темно золотавого забарвлення набувають маффіни випечені на сахарозі. Додавання лактулози в кількості 10% до маси сахарози (модель 2) інтенсифікує забарвлення скоринки на 7%, м'якушки на 4%, по відношенню до маффінів випечених на сахарозі, це пояснюється перебігом реакції меланоїдиноутворення, яка відбувається за рахунок розкладу лактулози на фруктозу та галактозу в процесі випікання. Випікання маффінів на

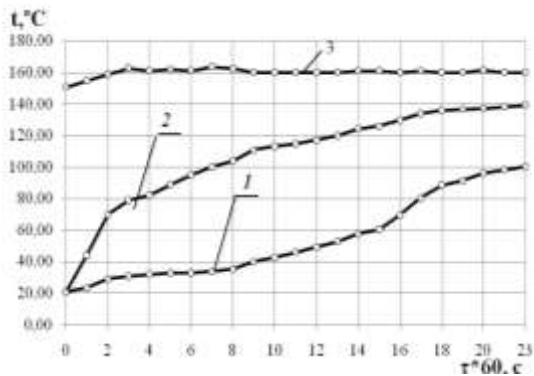
фруктозі при  $t=180^{\circ}\text{C}$  (модель 3) інтенсифікує забарвлення: скоринки на 40,5%, м'якушки на 35,8% по відношенню до коефіцієнта яскравості забарвлення маффінів на сахарозі. Використання лактулози разом із фруктозою інтенсифікує забарвлення скоринки на 15%, м'якушки на 13%. На інтенсивність забарвлення скоринки маффінів на фруктозі крім реакції меланоїдиноутворення впливає реакція карамелізації, тобто розкладу фруктози на гумінові продукти. Реакцію карамелізації обумовлює низька температура плавлення фруктози, а саме  $103...104^{\circ}\text{C}$ , у той час як у сахарозі  $180...185^{\circ}\text{C}$ . Було встановлено, що під час випікання маффінів при температурі  $180^{\circ}\text{C}$ , температура скоринки маффінів на сахарозі досягає  $155...160^{\circ}\text{C}$ , на фруктозі –  $168...170^{\circ}\text{C}$ . Лактулоза практично не впливає на температуру скоринки. Проведені дослідження показали доцільність зменшення температури пекарної камери для випікання маффінів на фруктозі.

На якість готового виробу впливає, як температура, так і тривалість випікання. Для визначення оптимальних параметрів процесу термооброблення маффінів на сахарозі та на фруктозі були проведені дослідження за допомогою багатofакторного експерименту (БФЕ). Для складання експерименту обрані рівні чинників:  $x_1$  – температура випікання ( $160...180^{\circ}\text{C}$ );  $x_2$  – тривалість випікання (23-25 хв.) та інтервали варіювання  $\lambda_t=10^{\circ}\text{C}$ ;  $\lambda_{\tau}=60\text{ с}$ . За чинник оптимізації було прийнято показник, який характеризує коефіцієнт яскравості забарвлення ( $I=42...44\%$ ) і питомий об'єм готового виробу ( $3,0...3,2\text{ см}^3/\text{г}$ ), як один із показників, що визначає якість готового виробу. На основі проведених досліджень визначено, що оптимальними параметрами процесу випікання маффінів на сахарозі є:  $t_{\text{ср.п.к}}=180^{\circ}\text{C}$ ,  $\tau=25-60\text{ с}$ , на фруктозі:  $t_{\text{ср.п.к}}=160^{\circ}\text{C}$ ,  $\tau=23-60\text{ с}$ . Лактулоза при даних параметрах випікання незначно інтенсифікує забарвленість скоринки і м'якушки і не впливає на тривалість.

На основі встановлених оптимальних параметрів, були проведені дослідження з визначення кінетики прогріву центральних ( $t_{\text{ц}}$ ) та поверхневих ( $t_{\text{п}}$ ) шарів маффінів на сахарозі та фруктозі. Результати досліджень представлені на рисунку 1 і 2.



**Рисунок 1 – Кінетика зміни температури центральних та поверхневих шарів маффінів на сахарозі, де 1 – температура центральних шарів  $t_{ц}=f(\tau)$ ; 2 – температура верхніх шарів  $t_{в.п.}=f(\tau)$ ; 3 – температура печарної камери**

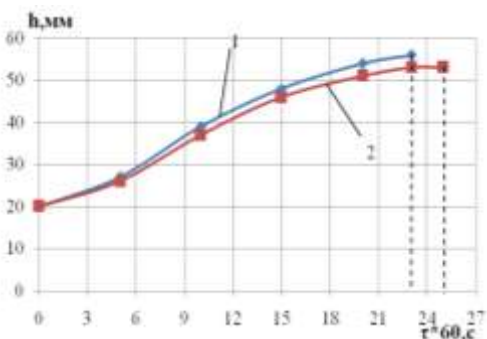


**Рисунок 2 – Кінетика зміни температури центральних та поверхневих шарів маффінів на фруктозі, де 1 – температура центральних шарів  $t_{ц}=f(\tau)$ ; 2 – температура верхніх шарів  $t_{в.п.}=f(\tau)$ ; 3 – температура печарної камери**

Дослідження показали, що маффіни, як було сказано раніше, є золотою серединою між кексом і бісквітом. У праці Е.Г Бондаренко [2] показано, що температура центральних шарів м'якушки бісквітів у кінці випікання становить 97...98° С, у працях В.В. Дорохович встановлено [3], що температура центральних шарів м'якушки кексів у кінці випікання становить 103...104° С, наші дослідження показали, що температура центральних шарів м'якушки маффінів у кінці

випікання становить  $100...101^{\circ}\text{C}$ , якої маффін на сахарозі досягає через 25 хв, на фруктозі через 23 хв. Різниця кінцевої температури прогріву м'якушки пояснюється різним вмістом газоподібної фази, так пористість бісквіту дорівнює  $0,29\text{ кг/см}^3$ , кексу –  $0,35\text{ кг/см}^3$ , маффіну –  $0,32\text{ кг/см}^3$ .

У процесі дослідження випікання маффінів при оптимальних температурах було визначено ріст заготовки в процесі випікання ( $h=f(\tau)$ ). Збільшення висоти заготовки залежить від теплового розширення водяної пари та летких речовин ( $\text{NH}_3$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ), що утворюються при розкладі хімічних розпушувачів, від фізико-хімічних, колоїдних змін, які пов'язані з денатурацією білків, клейстеризацією крохмалю, розкладу вуглеводів. Вказані процеси зумовлюють формування структури маффінів і його висоту. На рис. 3 показано, як змінюється висота маффіну в процесі випікання.

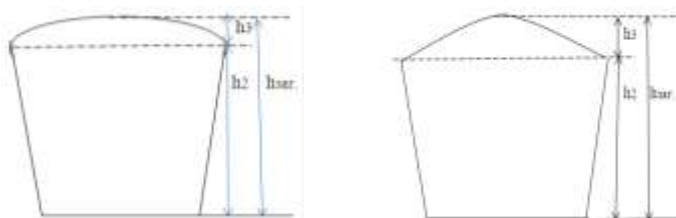


**Рисунок 3 – Зміна висоти заготовки маффінів у процесі випікання на:**  
**1 – фруктозі; 2 – сахарозі**

Маффін відрізняється від кексів та бісквітів станом верхньої поверхні. Для кексів характерний розрив верхньої поверхні з утворенням тріщини. При випіканні бісквітів спостерігається незначний підйом верхньої поверхні без підриву та тріщин. При випіканні маффінів на поверхні утворюється характерний горбик, але підриву і тріщини не спостерігається. Ми це пояснюємо тим, що скоринка маффінів має порувату структуру, а кексам притаманна більш монолітна структура м'якушки. На рисунку 4 показано наглядну форму готових маффінів на сахарозі та фруктозі.

Аналізуючи форму маффінів і стан поверхні можна зробити висновок, що під час випікання маффінів на сахарозі збільшення висоти тістової заготовки проходить рівномірно і газоподібні речовини виходять однаково по всій поверхні. У маффінах на фруктозі, за рахунок низької температури плавлення ( $104^{\circ}\text{C}$ ) швидко утворюється міцна

скоринка верхньої поверхні, яка знаходиться далі від центру (ближче до поверхні металевої форми). Тому газоподібні речовини шукаючи вихід концентруються в центрі, що і надає маффіну на фруктозі більш вираженого горбика. На приладі Строгонова нами була визначена міцність верхньої скоринки у маффінів виготовлених на сахарозі, сахарозі та лактулозі, фруктозі, фруктозі та лактулозі і встановлено, що міцність скоринки маффіну відповідно дорівнює 1,2Н; 1,4Н; 2,0Н; 2,1Н.



**Рисунок 4 – Форма готових маффінів: а – маффін на сахарозі; б – маффін на фруктозі**

**Висновки.** Досліджено та науково обґрунтовано вплив сахарози, фруктози та лактулози на процес термообробки маффінів. Встановлено, що незважаючи на те, що температура прогріву пекарної камери для маффінів на фруктозі нижча ( $160^{\circ}\text{C}$ ), ніж для маффінів на сахарозі ( $180^{\circ}\text{C}$ ) – тривалість випікання маффінів на фруктозі скорочується на 6...8%, що ми пояснюємо більшою кількістю вільної вологи і зразках на фруктозі. Встановлені оптимальні параметри випікання маффінів на сахарозі  $t_{\text{ср.п.к}}=180^{\circ}\text{C}$ ,  $\tau=25\text{-}60\text{ с}$ , і на фруктозі –  $t_{\text{ср.п.к}}=160^{\circ}\text{C}$ ,  $\tau=23\text{-}60\text{ с}$ . Лактулоза не впливає на процес випікання, але інтенсифікує яскравість забарвлення скоринки і м'якушки виробів. Встановлено температуру центральних шарів маффінів у кінці випікання, яка становить  $100\text{...}101^{\circ}\text{C}$ . Визначено, що ріст заготовок і формування верхньої поверхні маффінів на сахарозі та фруктозі відбувається по-різному. Маффіни на фруктозі мають міцнішу скоринку і більш виражений горбик.

#### *Список літератури*

1. Дорохович А. Н. Разработка научных основ технологии различных мучных кондитерских изделий улучшенного качества : дис. ... д-ра техн. наук : 05.18.01 / Дорохович А. Н. – М., 1988. – 438 с.
2. Бондаренко Є. Г. Исследования кинетики процесса выпечки бисквитных полуфабрикатов : автореф. дис. ... канд. техн. наук / Е. Г. Бондаренко. – К., 1979. – 24 с.
3. Дорохович В. В. Розробка раціональних технологій діабетичних борошняних кондитерських виробів на основі фруктози : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.16 / Дорохович В. В. – К., 2000. – 152 с.



4. Дорохович А. М. Використання лактулози при виробництві кексів / А. М. Дорохович, Н. П. Лиман // Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій. – 2009. – Вип. 36. – С. 177–180.

5. Лиман Н. П. Мафін – новий вид борошняних кондитерських виробів, дослідження по оптимізації його хімічного складу / Н. П. Лиман, А. М. Дорохович // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті : 76-та наук. конф. молодих учених, асп. і студ., 12-13 квітня 2010 р. : [матеріали]. – К. : НУХТ, 2010. – Ч. 2. – С. 151.

Отримано 30.03.2012. ХДУХТ, Харків.

© А.М. Дорохович, Н.П. Лазоренко, 2012.

УДК 544.02:633.368

**А.А. Дубініна**, канд. техн. наук, проф.

**С.О. Ленерт**, канд. техн. наук

**О.О. Хоменко**, асп.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАГАЛЬНОГО ХІМІЧНОГО СКЛАДУ СОРТІВ АРАХІСУ, ПОШИРЕНИХ В УКРАЇНІ**

*Узагальнено дані наукової літератури щодо харчової цінності насіння арахісу. Наведено результати дослідження хімічного складу насіння арахісу, поширеного в Україні. На основі отриманих даних обґрунтовано доцільність використання арахісу в продуктах функціональної спрямованості.*

*Обобщены данные научной литературы по пищевой ценности семян арахиса. Представлены результаты исследования химического состава семян арахиса, распространенных в Украине. На основе полученных данных обоснована целесообразность использования арахиса в продуктах функциональной направленности.*

*Data of the scientific literature on nutritional value of peanut seeds was summarized. The results of the study the chemical composition of peanut seeds, widespread in Ukraine. Feasibility of using peanut products in the functional orientation have been proved based on the data.*

**Постановка проблеми у загальному вигляді.** На сьогоднішній день актуальною є проблема пошуку нових джерел отримання фізіологічно і біологічно цінних продуктів із нетрадиційної олійної сировини.