

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ЛАЗОРЕНКО НАТАЛІЯ ПЕТРІВНА

УДК 664.681

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ МАФФІНІВ
СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ**

05.18.01 – Зберігання і технологія переробки зерна, виготовлення зернових і
хлібопекарських виробів та комбікормів

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Київ – 2011

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Національному університеті харчових технологій Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України.

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор
Дорохович Антонелла Миколаївна,
Національний університет харчових технологій,
професор кафедри технології хлібопекарських і
кондитерських виробів

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Сафонова Ольга Миколаївна,
Харківський національний технічний університет
сільськогосподарства ім. Петра Василенка,
завідувач кафедри технологій зберігання та переробки
сільськогосподарської продукції

кандидат технічних наук, доцент
Самохвалова Ольга Володимирівна,
Харківський державний університет харчування та
торгівлі, доцент кафедри технології хліба,
кондитерських, макаронних виробів і
харчоконцентратів

Захист відбудеться «16» листопада 2011 р. о 14⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.058.06 Національного університету харчових технологій за адресою: 01601, м. Київ, вул. Володимирська, 68, аудиторія А-311.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Національного університету харчових технологій за адресою: 01601, м. Київ, вул. Володимирська, 68.

Автореферат розісланий «14» жовтня 2011 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради, к.т.н., доц.

Ю.В. Камбулова

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. В даний час український ринок заповнений великою кількістю імпортних товарів борошняної групи. У той же час у вітчизняній промисловості спостерігається тенденція до збільшення виробництва борошnianих кондитерських виробів.

В умовах жорсткої конкуренції та насичення внутрішнього ринку України імпортною продукцією першочерговим завданням вітчизняних виробників кондитерської промисловості є розширення і відновлення асортименту, зменшення ціни і збільшення терміну її зберігання. Сучасне життя людини супроводжується постійними стресами, негативним впливом довкілля, неповноцінним раціоном харчування. Це призводить до послаблення імунітету, поширення неінфекційних захворювань, пов'язаних насамперед з порушенням обміну речовин, серед яких домінує цукровий діабет, целіакія, фенілкетонурія, остеопороз, дисбактеріоз тощо. Тому виробництво сучасних кондитерських виробів потребує наряду з традиційними виробами розроблення функціональних харчових продуктів з урахуванням вимог нутріціології до харчування дітей, людей похилого віку, стану здоров'я.

Створенню науково-практичних засад виробництва харчових продуктів оздоровчої та дієтичної спрямованості присвячені праці вітчизняних та зарубіжних вчених:

Л.Ю. Арсеньової, М.П. Гуліч, А.М. Дорохович, В.В. Дорохович, В.І. Дробот, В.Ф. Доценка, В.В. Євлаш, К.Г. Іоргачової, М.М. Калакури, Л.В. Капрельянца, В.М. Ковбаси, В.Н. Корзуна, Г.М. Лисюк, П.П. Пивоварова, О.М. Самохвалової, О.М. Сафонової, І.В. Сирохмана, А.В. Зубченка, А.Г. Храмцова, А.П. Нечаєва, F. Meiners, Y. Miler, M. Glicksman, O. Tanaka, L. Tuley та ін.

Нещодавно на ринку України з'явився новий вид борошnianих кондитерських виробів – маффіни, який швидко набув популярності та користується великим попитом у всіх верств населення, особливо їх любляють діти.

Аналітичний огляд літератури показав відсутність праць, присвячених розробленню маффінів оздоровчого (функціонального) та дієтичного призначення.

Тому робота по удосконаленню існуючих та розробленню нових видів маффінів спеціального призначення для всіх верств населення, в тому числі, для хворих на цукровий діабет і целіакію, шляхом використання фруктози та пребіотика лактулози, соняшникової та кукурудзяної олії, глютенного і безглютенового борошна є актуальною та своєчасною.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота проводилася відповідно до наукового напрямку НУХТ «Розроблення технологій харчових продуктів оздоровчої та профілактичної дії» та тематики науково-дослідної роботи кафедри технології хлібопекарських і кондитерських виробів «Розробка прогресивних та ресурсозберігаючих технологій із використанням нових видів сировини з лікувальними, імуностимулюючими та радіозахисними властивостями для всіх груп населення, в тому числі для хворих на цукровий діабет».

Мета і завдання дослідження. Метою дисертаційної роботи є наукове обґрунтування і розроблення інноваційних технологій та нових видів маффінів оздоровчого (функціонального) та дієтичного призначення шляхом використання цукру білого кристалічного, фруктози, пребіотика лактулози на основі глютенного (пшеничного) та безглютенових (рисове, гречане) видів борошна, соняшникової та

кукурудзяної олій, природних антиоксидантів, емульгаторів і хімічних розпушувачів. Для досягнення поставленої мети були сформульовані такі завдання:

- встановити оптимальне співвідношення основних сировинних інгредієнтів: рослинної олій, меланжу, хімічних розпушувачів, емульгаторів, цукру білого кристалічного (далі цукор) та фруктози у виробництві маффінів оздоровчого (функціонального) та дієтичного призначення;
- науково обґрунтувати доцільність і визначити можливість використання фізіологічно-функціонального інгредієнта пребіотики лактулози у кількості 10...50 % від добової фізіологічної потреби людини у виробництві маффінів;
- дослідити вплив цукру, фруктози, лактулози та інших сировинних інгредієнтів на структурно-механічні характеристики тістових мас маффінів (в'язкість, густина, пружність, піддатливість, ступінь руйнування структури) на основі глютенного та безглютенових видів борошна;
- дослідити вплив сировинних інгредієнтів (цукру, фруктози, лактулози, глютенного та безглютенового борошна) на процеси термооброблення маффінів, встановити та науково обґрунтувати раціональні параметри випікання;
- визначити вплив цукру, фруктози, лактулози, соняшникової та кукурудзяної олій на процес зміни ліпідного комплексу маффінів у процесі зберігання;
- дослідити вплив цукру, фруктози та лактулози на сорбційно-десорбційні властивості маффінів на основі глютенного і безглютенового борошна;
- розглянути удосконалену технологію маффінів як велику технологічну систему, визначити критерій ефективності дії великої технологічної системи і фактори оптимізації окремих підсистем;
- розробити необхідну нормативну документацію (рецептури, технологічні інструкції, технічні умови), провести промислову апробацію та впровадження інноваційних технологій маффінів на підприємстві харчової промисловості; визначити економічну ефективність і прибуток від впровадження нових видів маффінів оздоровчого (функціонального) і дієтичного призначення;
- визначити якість маффінів, виготовлених у виробничих умовах, за комплексним показником якості (КПЯ), який враховує вимоги розроблених нами технічних умов (ТУ) до органолептичних, фізико-хімічних, мікробіологічних показників і показників безпеки.

Об'єкти досліджень – технологія маффінів.

Предмет досліджень – маффіни оздоровчого (функціонального) та дієтичного призначення на основі використання цукру, фруктози та пребіотики лактулози, глютенного і безглютенового борошна, кукурудзяної та соняшникової олій, емульгаторів, хімічних розпушувачів, антиоксидантів.

Методи досліджень – аналітичні, хімічні, фізико-хімічні, теплофізичні, структурно-механічні, сенсорні та експериментально-статистичні, виконані з використанням сучасних приладів і комп'ютерних технологій.

Наукова новизна отриманих результатів. Науково обґрунтовано та удосконалено технологію маффінів оздоровчого (функціонального) і дієтичного призначення для всіх верств населення, в тому числі для хворих на цукровий діабет та целиакію, інгредієнтний склад яких, забезпечує зниження глікемічності, покращує харчову та біологічну цінність за рахунок раціонального використання цукру, фруктози, пребіотики лактулози, соняшникової та кукурудзяної олій, глютенного (пшеничного) та

безглютенового (рисового, гречаного) борошна, емульгаторів, хімічних розпушувачів, антиоксидантів.

Вперше:

- шляхом багатфакторного експерименту встановлено оптимальне співвідношення емульгаторів, яке становить: 0,5 % емульгатора E471, 0,5 % емульгатора E475 до маси борошна; розпушувачів: харчової соди, вуглекислого амонію і пірофосфату натрію, яке, відповідно, становить 0,35, 0,33, 0,46 % до маси сировини; цукру, рослинної олії та меланжу, яке, відповідно, складає 26,0...27,0 %, 13,5...14,5 %, 17,0...18,0 % до маси сировини. Визначено і науково обґрунтовано доцільність використання лактулози в кількості 2,0 % до маси сировини, що забезпечує 20 % добової потреби даного пребіотики;

- шляхом багатфакторного експерименту встановлено оптимальне співвідношення безглютенового (рисового і гречаного) борошна, картопляного крохмалю, камеді дерева тара і камеді рожкового дерева, яке, відповідно, складає: для рисового борошна 28,0 %, 12,0 %, 0,16 %, 0,48 % до маси сировини, для гречаного – 32,0 %, 8,0 %, 0,36 %, 0,36 %, що покладено в основу розроблення рецептур маффінів для хворих на целиацію;

- встановлено та науково обґрунтовано вплив цукру, фруктози, лактулози, рисового і гречаного борошна на процес тістоутворення з визначенням структурно-механічних показників (в'язкості, густини, пружності, піддатливості, ступеня руйнування структури), кількості вільної та зв'язаної вологи. Встановлено, що фруктоза послаблює структуру тістових мас маффінів, лактулоза послаблює структуру тіста на цукрі і зміцнює на фруктозі;

- досліджено кінетику тепломасообмінних процесів під час випікання маффінів на цукрі, фруктозі, лактулозі, глютенівому і безглютеновому борошні. Виявлено, що фруктоза, у порівнянні з цукром, скорочує тривалість випікання маффінів на 6 %. Рисове борошно сприяє сповільненню тепломасообмінних процесів до 2 %, гречане – до 11 %. Визначено, що оптимальними параметрами процесу випікання маффінів на цукрі є: $t_{\text{ср.п.к}} = 180^\circ\text{C}$, $\tau = 25\text{--}60$ с, на фруктозі – $t_{\text{ср.п.к}} = 160^\circ\text{C}$, $\tau = 23\text{--}60$ с;

- встановлено і науково обґрунтовано вплив цукру, фруктози, лактулози, соняшникової і кукурудзяної олій на зміну ліпідного комплексу маффінів у процесі зберігання. Визначено, що фруктоза виявляє роль антиоксиданту і сприяє збільшенню терміну зберігання маффінів в 1,5 рази;

- визначено вплив природного антиоксиданту α -токоферолу на зміну ліпідного комплексу маффінів під час зберігання. Встановлено, що додання α -токоферолу у кількості 0,03 % до маси сировини подовжує термін зберігання маффінів вдвічі;

- встановлено вплив цукру, фруктози, лактулози на сорбційно-десорбційні властивості маффінів при $a_w = 0,0\text{--}1,0$. Встановлено, що рівноважна вологість маффінів виготовлених на цукрі, цукрі та лактулозі за $\phi = 0,75$ становить відповідно 11 і 14 %, що вказує на процес черствіння; на фруктозі, фруктозі та лактулозі – 24 і 21% відповідно. Однак умови зберігання можуть змінюватися, тому ми вважаємо за доцільне пакувати маффіни у водонепроникну тару;

- розглянуто технологію маффінів як велику технологічну систему з розподілом її на окремі підсистеми. Визначено критерій ефективності дії великої системи і фактори оптимізації окремих підсистем;

- проведено оцінку нових видів маффінів за комплексним показником якості (K_0), який враховує вимоги розроблених нами ТУ. Проведені розрахунки показали, що $K_0=0,90-0,95$, і відповідає оцінці «відмінно».

Новизну технічних рішень, які є у дисертації, підтверджено рішенням Державного департаменту інтелектуальної власності України про видачу двох Деклараційних патентів на корисну модель.

Практичне значення одержаних результатів полягає у розробленні удосконаленої технології маффінів з встановленими оптимальними параметрами технологічних процесів, які забезпечують виробництво конкурентопридатних маффінів оздоровчого (функціонального) та дієтичного призначення.

Розроблено та затверджено рецептури на нові види маффінів оздоровчого (функціонального) та дієтичного призначення:

- маффін оздоровчого (функціонального) призначення – «Зазнайка», «Лактулозка»;
- маффін дієтичного призначення – «Фруктік», «Корисний», «Гречаночка», «Рисовичок», «Смачний дуєт»;
- маффін дієтичного, оздоровчого призначення – «Лактікфруктік».

На нові види маффінів розроблено нормативну документацію: рецептури, технічні інструкції, ТУ У 15.8 –30865220228-001:2011 «Маффіни. Технічні умови». Розроблені технології маффінів впроваджено на підприємстві ФО-П «Самардак».

Соціальний ефект від впровадження розробок полягає в тому, що в Україні хворі на целиацію, цукровий діабет мають можливість споживати маффіни вітчизняного виробництва. Споживання маффінів зі статусом «функціональний харчовий продукт» і зниженою глікемічністю сприяє покращенню здоров'я всіх груп населення України.

Особистий внесок здобувача полягає в отриманні наукових результатів, проведенні, обробленні та узагальненні результатів лабораторних досліджень, безпосередній участі в організації та проведенні апробацій нових видів маффінів оздоровчого та дієтичного призначення, підготовленні до публікації результатів експериментальних досліджень. Аналіз і узагальнення результатів досліджень, формулювання висновків, підготовка матеріалів до публікації проведені спільно з науковим керівником д.т.н., проф. А.М. Дорохович.

Апробація результатів досліджень. Основні положення дисертаційної роботи доповідалися на: 75-77-й наукових конференціях молодих учених, аспірантів і студентів НУХТ (м. Київ, 2009-2011 рр.), на VII – VIII Міжнародних науково-практичних конференціях студентів і аспірантів МГУП (м. Могилів, 2010 -2011 рр.), Всеукраїнській науково - практичній конференції студентів і аспірантів ХДУХТ (м. Харків, 2010 р.), IX Міжнародній науково-практичній конференції «Хлібопродукти - 2009» (м. Одеса, 2009 р.). Зразки нових видів маффінів було представлено на дегустаційних конкурсах, проведених в рамках Міжнародних виставок «Солодкий тріумф» і нагороджені дипломами та нагородами в номінації «Гран Прі» і «Тріумф інновацій».

Публікації. За результатами досліджень опубліковано 16 друкованих праць, з них: 7 статей, 5 з яких у наукових фахових виданнях, перелік яких затверджений ВАК України, 7 тез доповідей в опублікованих матеріалах науково-практичних конференцій, 2 Деклараційних патенти України на корисну модель.

Структура і обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел, додатків. Матеріали дисертації викладено на 144 сторінках друкованого тексту, містять 26 рисунки і 58 таблиць.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність дисертаційної роботи, визначено мету та завдання досліджень, охарактеризовано наукову новизну і практичне значення одержаних результатів, подано відомості про особистий внесок автора, апробацію та опублікування результатів, структуру та обсяг роботи.

У першому розділі «Сучасний стан виробництва в Україні та за кордоном борошняних кондитерських виробів оздоровчого (функціонального) та дієтичного призначення» проведено аналітичний огляд науково-технічної літератури за темою дисертації. Висвітлено характеристику та історію походження маффіну, його відмінності і переваги перед традиційними борошняними кондитерськими виробами. Визначено необхідність розроблення нових видів маффінів спеціального призначення. Наведено характеристику фруктози і пребіотика лактулози, які доцільно використовувати у технології маффінів оздоровчого і дієтичного призначення. Обґрунтовано необхідність розроблення нових видів маффінів на безглютеновому борошні для хворих на целиацію. Розглянуто теоретичні основи процесів тістоприготування, випікання і зберігання, показано необхідність проведення комплексу досліджень, щодо встановлення оптимальних параметрів основних процесів виробництва маффінів і доцільність розгляду технологій маффінів як великої технологічної системи.

У другому розділі «Характеристика об'єктів та методів дослідження» охарактеризовано основні напрями і об'єкти досліджень, сформульовано їх мету і завдання. Експериментальну частину роботи виконано в лабораторіях кафедр: хлібопекарських і кондитерських виробів, колоїдної хімії, машин і апаратів харчових і фармацевтичних виробництв НУХТ, а також Національного університету ім.Т.Г.Шевченка, Інституті фізичної хімії ім. Л.В.Писаржевського НАН України, Інституту гігієни та медичної екології ім. О.М. Марзеєва АМН України, Харківському державному університеті харчування і торгівлі, Всеукраїнському державному науково-виробничому центрі стандартизації, метрології, сертифікації та захисту прав споживачів.

У роботі використано загальноприйняті та спеціальні методики досліджень якості сировини, напівфабрикатів і готової продукції. Структурно-механічні властивості тіста маффінів визначали за допомогою приладів: ротаційного віскозиметра Реотест-2, еластопластометра конструкції Толстого. Вплив сировини на стан вільної та зв'язаної вологи у тістових масах і готових виробів досліджували за допомогою дериватографа. Зміну температури тістових заготовок у процесі термооброблення вивчали потенціометричним методом за допомогою хромель - капелевих термопар. Сорбційно-десорбційні властивості маффінів досліджували на установці Мак-Бена. Якість маффінів досліджували за органолептичними та фізико-хімічними показниками, які наведено у розроблених нами ТУ У 15.8-30865220228-001:2011 «Маффіни. Технічні умови». Оцінку результатів експериментальних досліджень проводили із застосуванням методів розрахунку статистичної достовірності результатів вимірювання. Для оптимізації технологічних параметрів застосовували метод математично-статистичного планування багатофакторного експерименту (БФЕ). Загальна схема досліджень наведена на рис.1.



Рис. 1. Загальна схема досліджень

У третьому розділі «Дослідження впливу цукру білого, фруктози і лактулози на технологічні властивості тіста та готових маффінів функціонального та дієтичного призначення» висвітлено результати досліджень впливу цукру, фруктози і лактулози на технологічні властивості тіста та готових маффінів. За допомогою математичного методу БФЕ визначено оптимальні співвідношення та кількість основних рецептурних компонентів, емульгаторів і розпушувачів. За фактор оптимізації (Y) було прийнято граничну напругу зсуву, кПа.

Отримано рівняння регресії:

$$Y = 17,25 + 0,87X_1 + 0,97X_2 + 0,45X_3 - 0,25 X_1X_2 + 0,17 X_1X_3 + 0,17 X_2X_3$$

де, X_1 - цукор білий, X_2 - рослинна олія, X_3 - меланж.

Встановлено оптимальне співвідношення: цукру білого, рослинної олії та меланжу, яке, відповідно, становить 100,0:40,0:70,0.

Отримано рівняння регресії: $Y = 15,92 - 1,08X_1 - 0,68X_2$

де, X_1 - емульгатор (Е 471), X_2 - емульгатор (Е 475).

Встановлено оптимальне співвідношення емульгаторів, що становить 1:1, та дозується в кількості по 0,5 % до маси борошна.

Отримано рівняння регресії:

$$Y = 14,60 - 0,22X_1 - 0,36X_2 - 1,00X_3 - 0,31 X_1X_2 + 0,37 X_1X_3 + 0,37 X_2X_3 - 0,69 X_1X_2X_3$$

Встановлено оптимальне співвідношення розпушувачів: X_1 - соди харчової, X_2 - вуглекислого амонію, X_3 - пірофосфату натрію, яке складає 1:1,05:1,4 та дозується у кількості 0,35, 0,33, 0,46 % відповідно до маси сировини.

Для надання маффіну статусу «функціональний харчовий продукт» запропоновано використовувати лактулозу в кількості 2 г на 100 г готового виробу, що задовольняє

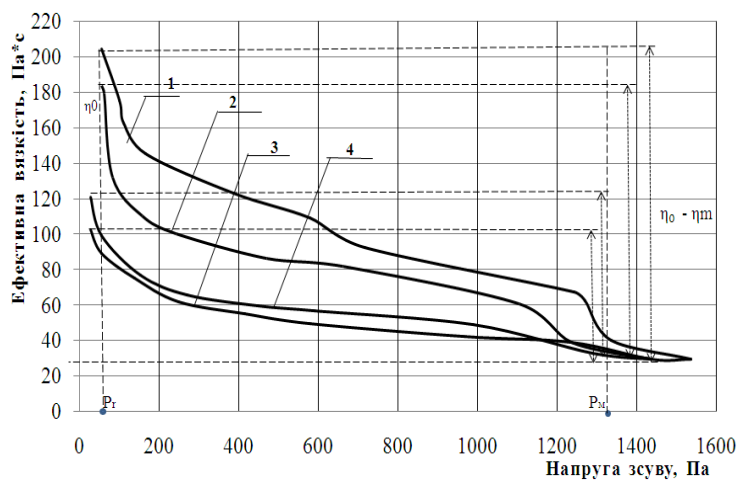


Рис.2. Реологічні криві в'язкості тіста маффінів на:

- 1 – цукрі; 2 - цукрі та лактулозі;
3 – фруктозі; 4- фруктозі і лактулозі.

в'язкість має тісто на цукрі, додавання 10 % лактулози зменшує в'язкість на 11 %. В'язкість тіста на фруктозі вдвічі менша ніж на цукрі, а додавання 10 % лактулози у тісто на фруктозі збільшує в'язкість на 18 %. Дані дослідження були підтверджені на приладі Толстого (табл.1). Вони показали, що тісто на фруктозі порівняно з тістом на цукрі має меншу пластичність, менший модуль миттєвої пружності, але більшу піддатливість.

Таблиця 1

Структурно-механічні характеристики тіста маффінів

Тістові маси з використанням:	Пластична в'язкість, Па·с	Модуль миттєвої пружності, Па	Модуль еластичної деформації, Па	Загальна деформація 10^{-3} , Па	Високо еластична деформація 10^{-3} , Па	Піддатливість, 10^{-3} , Па $^{-1}$
фруктози	5846,0	21038,6	19334,0	150,1	62,6	0,4607
фруктози і лактулози	7108,0	36765,1	21647,0	142,1	57,1	0,4250
цукру білого	11335,0	42918,7	28108,0	111,1	41,6	0,3376
цукру білого і лактулози	10011,0	32968,7	25735,0	134,1	49,9	0,4089

Лактулоза, як і в попередніх дослідженнях, послаблює структуру тіста на цукрі і зміцнює – на фруктозі. Це ми пояснюємо різною розчинністю цукрів і різною кількістю вільної води у тістових заготовках, що було підтверджено нами при проведенні досліджень на дериватографі Q-1500, результати яких представлені в табл. 2.

Таблиця 2

Кількість вільної та зв'язаної води за аналізом кривих $TG=f(t)$

Кількість води	Тістові маси з використанням:			
	цукру	цукру та лактулози	фруктози	фруктози та лактулози
вільної, %	7,7	8,1	12,3	10,1
зв'язаної, %	92,3	91,9	87,7	89,9

На основі даних залежності ефективної в'язкості від швидкості зсуву було досліджено ступінь руйнування структури тіста (рис. 4). Аналіз даних показав, що найстабільніша структура тіста на фруктозі. Ми це пояснюємо тим, що тісто на фруктозі має більшу кількість монодисперсної фази з меншими розмірами повітряних пухирців.

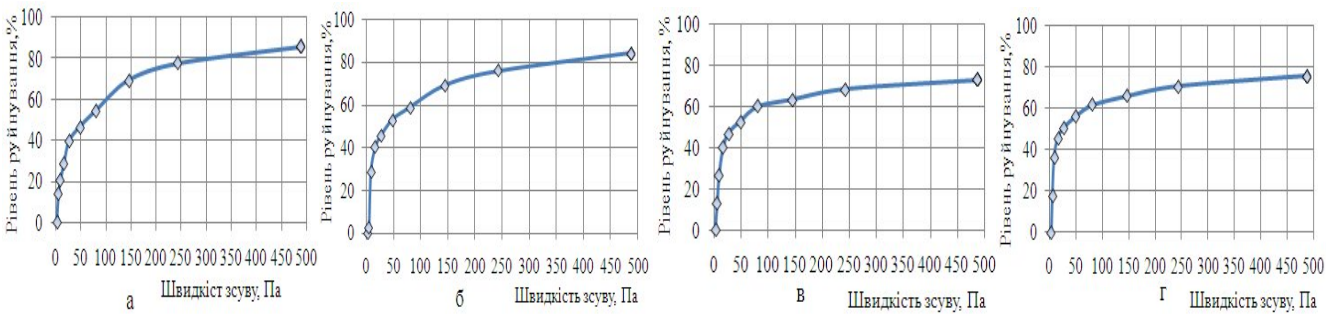


Рис. 4. Ступінь руйнування структури тіста, % на:

а – цукрі; б – цукрі та лактулозі; в – фруктозі; г – фруктозі та лактулозі.

Випікання є одним із головних процесів приготування маффінів. Безумовно, цукор, фруктоза і лактулоза впливають на процес випікання. Оптимальні параметри процесу випікання маффінів визначали за допомогою ПФЕ 2³. Отримано рівняння регресії:

$$Y_1 = 45,10 - 0,15X_1 - 0,11X_2 - 0,25 X_1X_2; Y_2 = 3,11 + 0,31X_1 + 0,15X_2 \text{ (на цукрі)}$$

$$Y_1 = 41,27 - 0,93X_1 - 0,33X_2; Y_2 = 3,04 + 0,08X_1 + 0,05X_2 \text{ (на фруктозі)}$$

де, X_1 – температура пекарної камери, °C, X_2 – тривалість випікання, 60 с. За фактор оптимізації було прийнято: Y_1 - коефіцієнт яскравості забарвлення скоринки, %, Y_2 - питомий об'єм готового маффіну, см³/г.

Дослідження показали, що лактулоза не впливає на параметри випікання.

Встановлено оптимальні технологічні параметри термооброблення маффінів на цукрі : $X_1=180^\circ\text{C}$, $X_2=25\cdot 60$ с, на фруктозі: $X_1=160^\circ\text{C}$, $X_2=23\cdot 60$ с. Коефіцієнт яскравості забарвлення скоринки маффінів було визначено на фотометрі ФМ-50 (табл.3). Встановлено, що маффіни на цукрі доцільно випікати за вищої температури, ніж на фруктозі. Оптимальний коефіцієнт яскравості забарвлення скоринки маффінів повинен бути в межах 42,0...45,0 %.

Таблиця 3

Коефіцієнт яскравості забарвлення маффінів

Предмет досліджу	Коефіцієнт яскравості забарвлення маффінів,% на:			
	цукрі	цукрі та лактулозі	фруктозі	фруктозі та лактулозі
Випікання за $t=180^\circ\text{C}$				
м'якушка	44,6	42,9	28,7	25,3
скоринка	26,1	24,7	16,5	14,2
Випікання за $t=170^\circ\text{C}$				
м'якушка	45,2	43,5	34,3	33,1
скоринка	27,4	25,7	18,8	15,9
Випікання за $t=160^\circ\text{C}$				
м'якушка	45,8	44,2	42,9	42,3
скоринка	28,3	26,2	22,7	21,1

За визначених оптимальних режимів термооброблення було досліджено кінетику зміни температури центральних і поверхневих шарів. Про закінчення процесу випікання можна судити за температурою центрального шару. Було встановлено, що $t_{\text{ц}}$ м'якушки в кінці випікання становить 100...101°C. Як відомо, у кексів $t_{\text{ц}}$ м'якушки в кінці випікання становить 103...104°C. Зменшення $t_{\text{ц}}$ м'якушки у маффінів ми пояснюємо меншою густиною тіста, більш пористою структурою м'якушки.

До складу маффінів входить рослинна олія (соняшникова і кукурудзяна). У результаті термообробки тістових заготовок (вологість яких дорівнює 24,0...25,0%), відбувається процес гідролітичного розщеплення жирної складової маффінів та зміна їх жирнокислотного складу. За допомогою рідинної хроматографії було визначено жирнокислотний склад маффінів на цукрі та фруктозі до і після випікання. Результати досліджень представлено в таблиці 4.

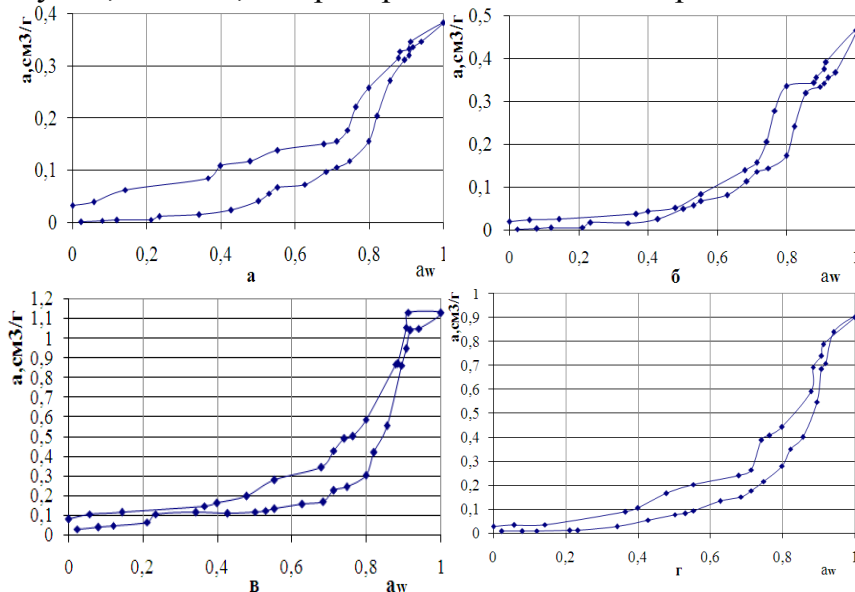
Таблиця 4

Зміна жирно кислотного складу маффінів виготовлених на соняшниковій і кукурудзяній олії, цукрі, фруктозі, до і після випікання

Жирні кислоти	Жирнокислотний склад, % тіста і маффінів, виготовлених на:					
	соняшниковій олії			кукурудзяній олії		
	тісто	маффін на цукрі	маффін на фруктозі	тісто	маффін на цукрі	маффін на фруктозі
Насичені жирні кислоти						
Міристинова $C_{14:0}$	0,09	0,1	0,1	0,07	0,13	0,11
Пальмітинова $C_{16:0}$	8,62	10,48	11,2	9,32	11,62	12,3
Маргарінова $C_{17:0}$	0,05	0,07	0,08	-	-	0,08
Стеаринова $C_{18:0}$	5,84	9,73	11,27	5,7	8,43	10,2
Арахідова $C_{20:0}$	0,23	0,27	0,28	0,4	0,3	0,32
Бегенова $C_{22:0}$	0,62	0,57	0,55	0,55	0,44	0,47
Лігноцеринова $C_{24:0}$	0,26	0,22	0,22	0,26	0,2	0,22
НЖК (всього)	15,71	21,44	23,8	16,3	21,12	23,7
Мононенасичені жирні кислоти						
Пальмітолеїнова $C_{16:1}$	0,1	0,2	0,25	0,11	0,25	0,22
Олеїнова $C_{18:1}$	29,1	28,17	27,7	28,6	28,38	28,4
Олеїнова $C_{18:1(\text{транс})}$		0,05	0,07	-	0,07	0,07
Гадолеїнова $C_{20:1}$	0,14	0,13	0,13	0,15	0,15	0,15
Ерукова $C_{22:1}$	0,49	-	-	0,52	-	-
Нізінова $C_{24:1}$	0,26	-	-	0,26	-	-
МНЖК (всього)	30,09	28,55	28,15	29,64	28,85	28,84
Поліненасичені жирні кислоти						
Лінолева (ω -6) $C_{18:2}$	54,22	49,76	47,88	53,84	49,74	47,01
Ліноленова (ω -3) $C_{18:3}$	0,047	0,11	0,13	0,22	0,28	0,24
Арахідонова (ω -6) $C_{20:4}$	-	0,1	0,15	-	-	0,12
ПНЖК	54,27	49,97	48,16	54,06	50,02	47,37

Дослідження показали, що в процесі випікання зменшується кількість ненасичених жирних кислот, відповідно збільшується кількість насичених жирних кислот. Інтенсивніше це відбувається у виробах на фруктозі, що ми пояснюємо більшою кількістю вільної вологи у цих зразках, яка легко вступає в кислотне і гідролітичне розщеплення ненасичених жирних кислот.

Встановлено вплив цукру, фруктози і лактулози на сорбційно-десорбційні властивості маффінів (рис.5). Згідно з розробленими нами ТУ, маффіни зберігають у сухих, чистих, добре провентильованих приміщеннях, за температури $(18 \pm 3)^\circ\text{C}$, і



відносній вологості – 70...75 % ($a_w = 0,7 - 0,75$). Досліди показали, що рівноважна вологість маффінів виготовлених на цукрі, цукрі та лактулозі, фруктозі, фруктозі та лактулозі при $a_w = 0,7 - 0,75$, відповідно, дорівнює 11, 14, 24, 21%. Масова частка вологи готових маффінів становить 20...21%. Це свідчить про те, що маффіни на цукрі, цукрі та лактулозі будуть втрачати вологу під час зберігання. Вологість маффінів на фруктозі, фруктозі та лактулозі при $a_w = 0,7 - 0,75$ відповідає рівноважному значенню.

Рис.5. Ізотерми сорбції-десорбції маффінів на:
а- цукрі; б- цукрі та лактулозі;
в- фруктозі; г- фруктозі та лактулозі.

Однак умови зберігання можуть змінюватись, тому ми вважаємо за необхідне пакувати маффіни у водонепроникну тару.

На нашу думку, домінуючим фактором, який визначає термін зберігання маффінів, є стан ліпідного комплексу, тому що до складу маффінів входить рослинна олія, яка багата на поліненасичені жирні кислоти, які швидко піддаються процесу окислення.

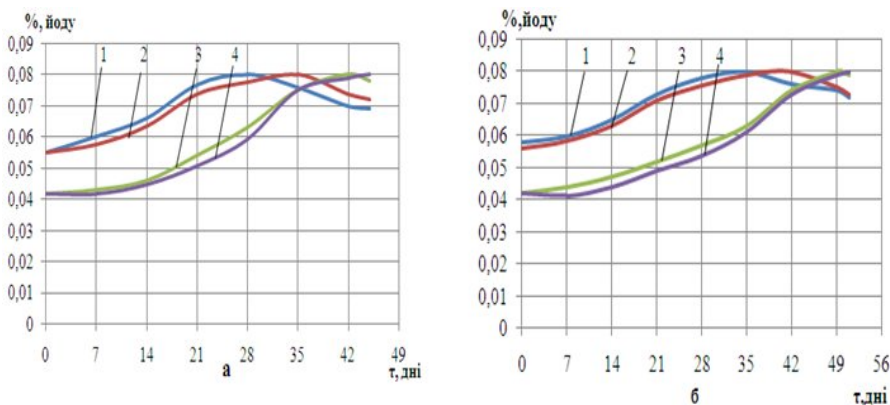


Рис. 6. Зміна перекисного числа маффінів на:
а - соняшниковій олії, б - кукурудзяній олії
1- цукрі; 2- цукрі та лактулозі; 3 – фруктозі;
4-фруктозі та лактулозі.

Було визначено зміну кислотного та перекисного числа під час зберігання маффінів. На рис. 6 наведено зміну перекисного числа при зберіганні маффінів виготовлених на цукрі, цукрі та лактулозі, фруктозі, фруктозі та лактулозі, на соняшниковій та кукурудзяній олії.

Отримані дані свідчать про те, що фруктоза суттєво затримує процес окислення жирів, що ми пояснюємо наявністю меланоїдинів, які утворюються під час випікання, і виконують роль антиоксидантів.

Встановлено, що кукурудзяна олія, за рахунок наявності у своєму складі більшої кількості природних антиоксидантів, порівняно з соняшниковою олією, сприяє подовженню терміну зберігання маффінів у 1,2 рази. На нашу думку, різний стабілізуючий вплив рослинних олій (соняшnikової та кукурудзяної) пов'язаний з антиоксидантними властивостями токоферолів, природний вміст яких у оліях достатньо високий.

На рідинному хроматографі було визначено кількісний вміст токоферолів ($\alpha, \delta, \gamma + \beta$) у тісті та у маффінах після випікання. Результати досліджень наведені в таблиці 5.

Таблиця 5

Вміст токоферолів у зразках маффінів

Досліджуваний зразок	Масова частка токоферолів, мг/100г		Кількість ізомерів токоферолів, мг/100г		
	до випікання	після випікання	α	δ	$\gamma + \beta$
маффін на цукрі і соняшниковій олії	97,18	45,01	41,4	0,13	3,48
маффін на цукрі і кукурудзяній олії	193,85	86,91	54,5	0,51	31,9

Дослідження показали, що під час випікання маффінів на соняшниковій олії та цукрі втрачається 46 % вітаміну Е, у маффінах на кукурудзяній олії та цукрі - 44,8 %. З метою збагачення маффінів вітаміном Е, для надання їм оздоровчих властивостей, нами було додатково введено 0,03 % α -токоферолу до маси сировини. Процес окислення маффінів контролювали за зміною перекисних чисел. Дослідження показали, що додаткове введення токоферолу подовжує термін зберігання вдвічі. Проведені дослідження показали, що термін зберігання маффінів залежить від використаної сировини і становить від 25 до 60 діб.

У четвертому розділі «Визначення можливості раціонального використання безглютенового борошна у виробництві маффінів дієтичного призначення» встановлено, що проста заміна пшеничного борошна на безглютенове (рисове, гречане) не дає можливості отримати маффін з необхідними структурно-механічними властивостями. Забезпечення необхідних структурно-механічних властивостей потребувало використання структуроутворювачів. Дослідження показали доцільність використання суміші картопляного крохмалю, камеді дерева тара і камеді рожкового дерева.

За допомогою ПФЕ 2³ факторного експерименту отримано рівняння регресії. За критерій оптимізації (Y) прийнято граничну напругу зсуву, (кПа):

$$Y = 15,96 + 0,74X_1 + 0,29X_2 + 0,21X_3 \text{ (на рисовому борошні),}$$

$$Y = 15,78 + 0,58X_1 + 0,22X_2 + 0,23X_3 \text{ (на гречаному борошні).}$$

де, X_1 – кількість картопляного крохмалю, X_2 – кількість камеді дерева тара,

X_3 – кількість камеді рожкового дерева.

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.

Тісто маффінів, крім борошна і структуроутворювачів містить інші види сировини: цукор, рослинну олію і меланж. Оптимальне їх дозування визначили за допомогою ПФЕ 2³, отримали наступне рівняння регресії:

$$Y=15,67+0,31X_1-0,24X_2-0,23X_3.$$

де, X_1 – кількість цукру, г; X_2 – кількість рослинної олії, г; X_3 – кількість меланжу, г.

Визначено оптимальне співвідношення цукру, рослинної олії і меланжу – 100:50:64 у разі використання безглютенового борошна.

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 6. Вміст вільної та зв'язаної води тіста визначали за допомогою дериватографа Q-1500.

Таблиця 6

Технологічні показники тіста і готових маффінів виготовлених на безглютеновому борошні, цукрі та фруктозі.

Показники	Маффіни на:			
	рисовому борошні та:		гречаному борошні та:	
	цукрі	фруктозі	цукрі	фруктозі
масова частка води тіста, %	25,5	25,5	25,5	25,5
густина тіста, г/см ³	0,92	0,90	0,98	0,97
вміст вільної води від загальної кількості, %	29,1	32,4	33,0	35,8
вміст зв'язаної води від загальної кількості, %	70,9	67,6	67,0	64,2
вологість маффінів, %	20,8	20,8	21,0	21,0
щільність маффіну, г/см ³	0,308	0,312	0,317	0,322
об'ємна маса, см ³ /г	3,3	3,1	3,15	3,0

Проведені дослідження показали, що безглютенове борошно суттєво впливає на структурно-механічні показники тіста, і безумовно, буде впливати на процес випікання маффінів. Проведений комплекс досліджень показав, що термооброблення маффінів, виготовлених на рисовому, гречаному борошні та цукрі, доцільно проводити за $t_{п.к} - 180^{\circ}\text{C}$, на фруктозі – $t_{п.к} - 160^{\circ}\text{C}$. Використання гречаного борошна подовжує час випікання на 11 %, порівняно з пшеничним борошном, що ми пояснюємо більшим вмістом білка і вищою температурою клейстеризації гречаного борошна (91°C). Дослідження кінетики прогріву центральних шарів $t_{ц.ш.} = t(\tau)$ (Рис.7, 8) тістових заготовок на безглютеновому (рисовому, гречаному) і глютені (пшеничному) борошні показали, що температура центральних шарів в кінці процесу термооброблення на всіх видах борошна досягає $100 \dots 101^{\circ}\text{C}$.

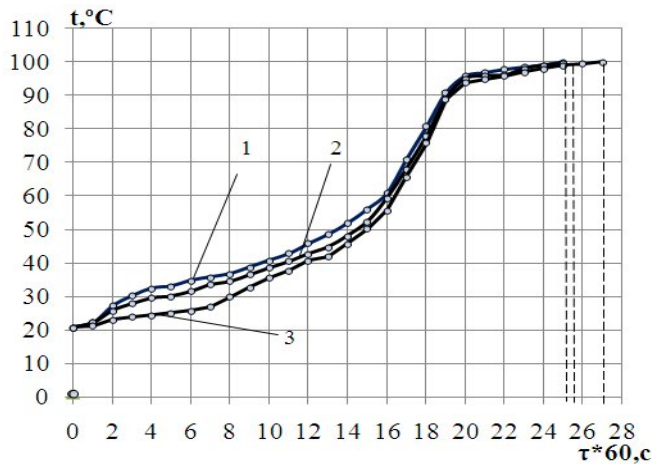


Рис.7. Зміна $t_{ц.ш.}$ заготовок в процесі випікання маффінів на цукрі та борошні:
1 - пшеничному;
2 - рисовому;
3 - гречаному.

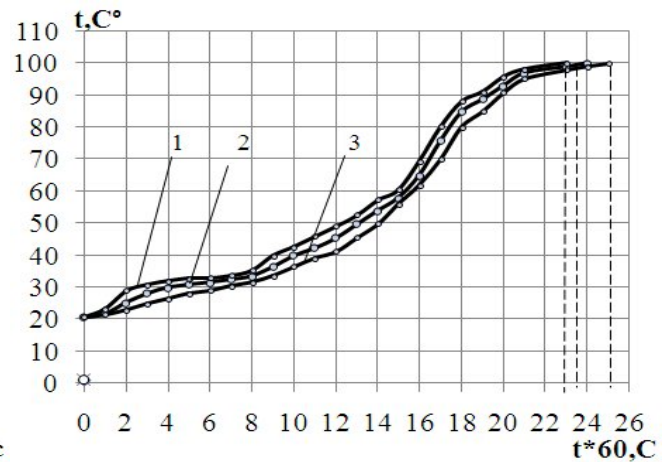


Рис.8. Зміна $t_{ц.ш.}$ заготовок в процесі випікання маффінів на фруктозі та борошні:
1 - пшеничному;
2 - рисовому;
3 - гречаному.

Було проведено дослідження з визначення впливу безглютенового борошна на сорбційно-десорбційні процеси, які відбуваються під час зберігання маффінів. Результати досліджень представлені в табл. 7.

Таблиця 7

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 води 20...21 % зберігати при $a_w = 0,75$, то сорбції та десорбції не спостерігається. При $a_w = 0,70$ буде спостерігатися втрата води з 20...21 до 17% на рисовому борошні, до 18 % – на гречаному. Тому після охолодження маффіни потрібно пакувати у водо- та світлонепроникну тару.

У п'ятому розділі «Удосконалена технологія маффінів оздоровчого (функціонального) та дієтичного призначення» розглянуто технологію маффінів як велику технологічну систему, поділену на наступні підсистеми (Рис. 9):

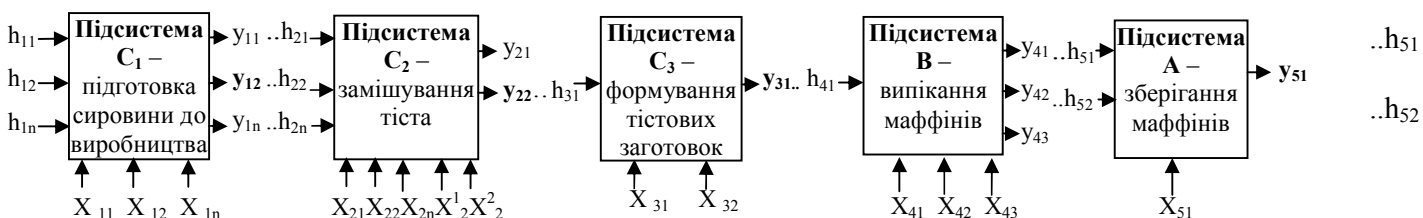


Рис. 9. Виробництво маффінів – велика технологічна система.

Для кожної підсистеми визначили керовані та некеровані фактори дії і фактори оптимізації. Критерієм ефективності функціонування великої системи прийнято комплексний показник якості готових маффінів, який враховує вимоги розроблених нами ТУ У 15.8-30865220228-001:2011 «Маффіни. Технічні умови».

На рис.10. наведено машинно-апаратну схему виробництва маффінів.

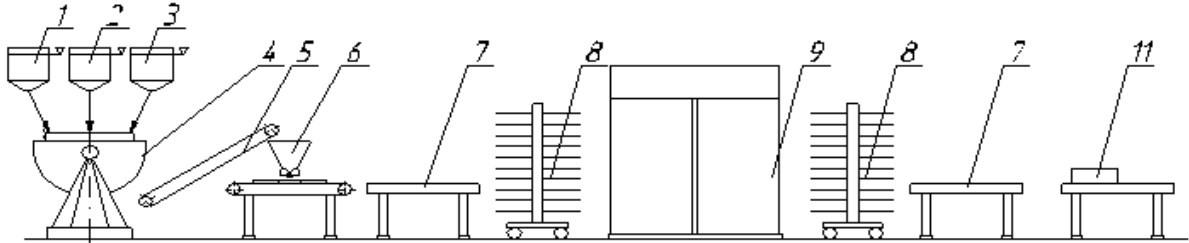


Рис. 10. Машинно-апаратна схема виробництва маффінів, де:

- 1 – автоваги для борошна, 2 – автоваги для цукру або фруктози,
- 3 – автоваги для крохмалю, 4 – тістомісильна машина, 5 – формувальна машина,
- 7 – стіл, 8 – стелажна вагонетка, 9 – піч, 10 – стіл, 11 – стіл для маркування.

Розроблені нові види маффінів пропонується виготовляти на існуючому обладнанні з урахуванням підготовки запропонованої сировини, при оптимальних параметрах тістоутворення, тістооброблення, зберігання.

Проведено оцінку якості нових видів маффінів за КПЯ, який враховує, згідно з новими ТУ, органолептичні, фізико-хімічні, мікробіологічні показники і показники безпеки. Технологію нових видів маффінів впроваджено на підприємстві ФО-П «Самардак». Виготовлені у виробничих умовах маффіни оцінювали за диференційними та комплексними показниками якості. Розрахунки показали, що нові види маффінів заслуговують оцінку «відмінно». Розраховано харчову (за інтегральним скором), біологічну (за амінокислотним скором), енергетичну цінність і глікемічність (за показником глікемічності) нових видів маффінів.

Розрахунки економічної ефективності свідчать, що прибуток від реалізації 1000 кг маффінів, залежно від найменування, становить (у цінах 2011 р.) 1497,06...2676,7 грн.

ВИСНОВКИ

1. Удосконалено технологію маффінів шляхом використання сучасних методів досліджень: кваліметрії, реології, термодинаміки, теорії сорбційних процесів. Це дозволило виробляти звичайні маффіни на цукрі, оздоровчого (функціонального) призначення за рахунок додання пребіотика лактулози та дієтичного призначення для хворих на цукровий діабет – за рахунок використання фруктози, для хворих на целиакію – за рахунок використання безглютенового (рисового, гречаного) борошна.

2. Науково обґрунтовано і визначено за допомогою математично-статистичних методів багатофакторного експерименту оптимальне дозування емульгаторів, розпушувачів, цукру, фруктози, рослинних олій (соняшникової, кукурудзяної), меланжу, безглютенового борошна (рисового, гречаного), крохмалю, камедей дерева тара і рожкового дерева. Визначено оптимальну кількість дозування фізіологічно-

функціонального інгредієнта лактулози, що задовольняє добову потребу даного пребіотику на 20 % і надає маффіну статусу «функціональний харчовий продукт».

3. Досліджено вплив цукру, фруктози, лактулози, на структурно-механічні характеристики тістових мас маффінів, виготовлених на глютенівому і безглютеновому борошні. Встановлено, що фруктоза сприяє збільшенню кількості вільної води на 60 % порівняно з тістовою масою на цукрі, лактулоза сприяє збільшенню кількості вільної води на 10 % у зразках на цукрі і зменшенню на 12 % у зразках на фруктозі. Внаслідок цього, фруктоза послаблює структуру тіста, як на глютенівому, так і на безглютеновому борошні. Додання лактулози у кількості 10 % до маси цукру/фруктози зменшує ефективну в'язкість тіста на цукрі на 12 % і зміцнює – на 15 % на фруктозі.

4. Встановлено, що порівняно з цукром фруктоза інтенсифікує процес термооброблення на 8...10 %. Це пояснюється наявністю більшої кількості вільної води в тістових заготовках, обумовленою підвищеною розчинністю фруктози порівняно з сахарозою. Науково обґрунтовано та експериментально підтверджено, що фруктоза сприяє збільшенню інтенсивності забарвлення поверхневих і центральних шарів маффінів, що пояснюється низькою температурою плавлення фруктози (104...105 °С порівняно з сахарозою 175...180 °С), а також високою реакційною здатністю фруктози до реакції меланоїдиноутворення і карамелізації. Результати підтверджені фотометричними дослідженнями та зміною редукуючи цукрів. Встановлено, що температура пекарної камери під час термооброблення маффінів на цукрі повинна бути 180°C, на фруктозі – 160°C.

5. Проведено дослідження з визначення кінетики прогрівання центральних ($t_{ц}$) та поверхневих ($t_{п}$) шарів тістових заготовок маффінів на цукрі та фруктозі. Вони показали, що температура центральних шарів м'якушки маффінів у кінці випікання становить 100 – 101°C.

6. Встановлено, що механізм термооброблення маффінів на безглютеновому борошні не відрізняється від процесу термооброблення маффінів на пшеничному борошні. Однак, під час дослідження кінетики прогріву центральних шарів заготовки $t_{ц} = f(\tau)$ встановлено, затримання прогрівання тістових заготовок на гречаному борошні на 11 %, на рисовому на – 2 %.

7. Вміст рослинної олії в маффінах становить 15...18 %, тому стан ліпідного комплексу є одним з головних факторів, який впливає на термін зберігання маффінів. Було визначено зміни кислотного, перекисного числа під час зберігання маффінів, виготовлених на цукрі, фруктозі, лактулозі, рослинних оліях (соняшникової, кукурудзяної). Встановлено, що фруктоза уповільнює процес окислення жирів, що сприяє подовженню терміну зберігання маффінів. Встановлено також, що кукурудзяна олія за рахунок наявності великої кількості природного антиоксиданту α -токоферолу подовжує термін зберігання маффінів в 1,2 рази. Встановлено можливість подовження термінів зберігання маффінів вдвічі за рахунок додавання антиоксиданту α -токоферолу у кількості 0,03 % до маси сировини.

8. Визначено сорбційно-десорбційні властивості маффінів, виготовлених на цукрі, цукрі та лактулозі, фруктозі, фруктозі та лактулозі, на основі глютенівому та безглютенових видів борошна. Встановлено, що при $\phi=75$ % рівноважна вологість зразків становить: на пшеничному борошні та цукрі – 11 %, на пшеничному борошні,

цукрі та лактулозі – 14 %, на фруктозі – 24 %, на фруктозі та лактулозі – 21 %, на рисовому борошні та цукрі – 20 %, на гречаному борошні і цукрі – 22 %. Відповідно до затверджених рецептур, вологість готових маффінів складає 20...21%, тому для запобігання сорбції і десорбції маффінів до рівноважного стану їх потрібно після випікання і охолодження пакувати у герметичну водо- та світлонепроникну тару.

9. Проведено удосконалення існуючих технологій, що дозволяє виробляти маффіни не на основі «сумішей для маффінів», де кількість рецептурних інгредієнтів є «ноу-хау» фірми. За допомогою математично-статистичного методу БФЕ визначено оптимальне дозування і співвідношення основної сировини, що було використано при розробленні рецептур на маффіни «Знайка», «Лактулозка», «Фруктік», «Лактікфруктік», «Рисовичок», «Гречаночка», «Корисний», «Смачний дует».

10. Запропоновано виробництво маффінів розглядати як велику технологічну систему, критерій ефективності якої враховує вимоги розроблених нами ТУ. Проведено розподіл великої системи на підсистеми, з визначенням для кожної підсистеми факторів оптимізації.

11. Технологію нових видів маффінів апробовано та впроваджено на підприємстві ФО-П «Самардак». Зразки маффінів, які отримано у виробничих умовах, оцінювали за диференційними та комплексними показниками, які враховують вимоги розроблених нами технічних умов. Розрахунки показали, що нові види маффінів заслуговують оцінку «відмінно». Розраховано харчову (за інтегральним скором), біологічну (за амінокислотним скором), енергетичну цінність і глікемічність (за показником глікемічності) нових видів маффінів. За розробленою математичною моделлю проведено розрахунок оцінки якості нових видів маффінів за комплексним показником трьох рівнів властивостей, які вказують на відсоток забезпеченості хімічними речовинами від добової потреби раціону людини.

12. На технологію маффінів розроблено та затверджено нормативну документацію (рецептури, технологічні інструкції, патенти, ТУ У 15.8-30865220228-001:2011«Маффіни. Технічні вимоги»). Проведено розрахунок техніко-економічної ефективності. Встановлено, що прибуток від реалізації 1 т нових видів маффінів, залежно від рецептури коливається від 1487,4 до 3234,0 грн.

ПЕРЕЛІК РОБІТ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕТАЦІЇ

1.Дорохович В.В. Дослідження тепломасообмінних процесів, що відбуваються при випіканні кексу на лактитолі / В.В. Дорохович, *Н.П. Лазоренко* // Хлібопекарська і кондитерська промисловість України. – 2008. - № 9(46). – С. 21- 23.

2.Дорохович А.М. Вплив лактитолу на тепломасообмінні процеси в технології борошняних кондитерських виробів /А.М. Дорохович, О.М. Яременко, *Н.П. Лазоренко*, В.В. Дорохович // Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій. – 2006. – Том 2, Випуск № 29. – С. 170–174.

3.Дорохович А.М. Використання лактулози при виробництві кексів / А.М. Дорохович, *Н.П. Лиман* // Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій. – 2009, Том 1, Випуск №36. – С. 177-180.

4.Лиман Н.П. Знадобиться лактулоза при виробництві кексів / *Н.П. Лиман*, А.М. Дорохович // Хлібопекарська і кондитерська промисловість України. – 2009. – № 6(55). – С. 40-41.

5.Дорохович А.М. Визначення структурно-механічних властивостей тіста для маффінів / А.М. Дорохович, Є.І. Ковалевська, *Н.П. Лазоренко* // Наукові праці ОНАХТ. – 2011, № 40, Том 2. – С.156-160.

6.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.

7.Дорохович А.Н. Сахарозаменители нового поколения низкой калорийности и гликемичности/ А.Н. Дорохович, В.В. Дорохович, *Н.П. Лазоренко* // Продукты & ингредиенты. – 2011. – №6(8). – С. 46-48.

8.Пат. 47918 Україна, МПК А23G 3/00. Кекс функціонального призначення / Дорохович А.М., *Лиман Н.П.*; заявник та патентовласник Національний університет харчових технологій. – № у 2009 10067; заявл. 05.10.09; опуб. 25.02.10, Бюл.№4.

9.Пат. 47919 Україна, МПК А 23 G 3/00. Кекс для хворих на цукровий діабет / Дорохович А.М., *Лиман Н.П.*; заявник та патентовласник Національний університет харчових технологій. - № у 2009 10068; заявл. 05.10.09; опуб. 25.02.10, Бюл.№4.

10. Лиман Н.П. Нові види кексів спеціального призначення / *Н.П. Лиман*, І.М. Міненко, Ю.П. Міщан, І.О. Крапивницька, А.М. Дорохович // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті: 75-а наук. конф. молодих учених, аспірантів і студентів, 13-14 квітня 2009 р.: матеріали конф. – К.: НУХТ, 2009, - Ч.2. - С. 257.

11. Дорохович А.М. Нові кондитерські вироби зниженої калорійності і глікемічності, які розроблено у НУХТ / А.М. Дорохович, О.М. Яременко, Л.П. Прилуцька, *Н.П. Лиман*, О.Л. Соловійова // Новітні технології, обладнання, безпека та якість харчових продуктів: сьогодення та перспективи: Тези доп. Між нар. наук.-практ. конф., 27-28 вересня 2010 р. - К.: НУХТ, 2010. – Ч.1. - С.19.

12. 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 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.

13. Лазоренко Н.П. Дослідження процесу окислення жирів при зберіганні маффінів / *Н.П. Лазоренко*, Ю.В. Слінченко// Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті: 77-а наук. конф. молодих учених, аспірантів і студентів, 11-12 квітня 2011 р.: матеріали конф. – К.: НУХТ, 2011. – Ч. I. – С. 64-65.

14. Дорохович А.М. Раціональне використання фізіологічно-функціонального продукту лактулози під час виробництва кексів і мафінів / А.М. Дорохович, О.В. Бабіч, *Н.П. Лазоренко* // Сучасні проблеми техніки та технології харчових виробництв, ресторанного бізнесу та торгівлі: Тези доповідей Всеукраїнської науково-практичної конференції, 18 листопада 2010р.: - Харків: ХДУХТ, 2010. – С. 38-40.

15. Лиман Н.П. Оптимизация химического состава маффинов – нового вида кондитерских изделий / *Н.П. Лиман*, А.Н. Дорохович // Техника и технология пищевых производств: VII Межд. науч. конф. студентов и аспирантов, 22-23 апреля 2010 г.: тезисы докладов. – М.: Учреждение образования «Могилевский государственный университет продовольствия», 2010. – Ч. 1. – С. 113.

16. Дорохович А.Н. Технология безглютеновых маффинов для лечебного и профилактического питания / А.Н. Дорохович, Н.П. Лазоренко, С.В. Гутник // Техника и технология пищевых производств: VIII Межд. научно-техническая конф., 27-28 апреля 2011 г.: тезисы докладов. – М.: Учреждение образования «Могилевский государственный университет продовольствия», 2010. – Ч. 1. – С. 160.

Особистий внесок здобувача: проведення літературного пошуку та експериментальних досліджень, опрацювання та узагальнення експериментальних даних, підготовка матеріалів до публікації [1-7, 10-16], в тому числі спільно з В.В. Дорохович – матеріали, що стосуються дослідження впливу цукру та цукрозамінників на тепломасообмінні процеси [1, 2] проведення патентного пошуку, розроблення патентів, підготовка матеріалів до патентування [8, 9].

АНОТАЦІЯ

Лазоренко Н.П. Удосконалення технології маффінів спеціального призначення: – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.18.01 – Зберігання і технологія переробки зерна, виготовлення зернових і хлібопекарських виробів та комбікормів. – Національний університет харчових технологій, Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України, Київ, 2011.

Дисертація присвячена удосконаленню технології маффінів спеціального призначення шляхом використання цукру білого, фруктози, пребіотика (лактозу) на основі глютенного (пшеничного) та безглютенових (рисове, гречане) видів борошна, соняшникової та кукурудзяної олії, природних антиоксидантів, емульгаторів і хімічних розпушувачів. Досліджено вплив цукру білого, фруктози та лактулози на фізичні, структурно-механічні властивості тіста та готових виробів. Доведено, що лактулозу, як пребіотик, доцільно використовувати у кількості 10 % до маси цукру білого/фруктози – для виробництва маффінів оздоровчого (функціонального) призначення. Науково обґрунтовано доцільність та можливість використання безглютенового борошна (рисового та гречаного) у виробництві дієтичних маффінів для хворих на целиацію.

На нові види маффінів розроблено та затверджено нормативно-технічну документацію, проведено апробацію та впровадження нових видів маффінів на ФО-П «Самардак».

Ключові слова: маффін, лактулоза, фруктоза, безглютенове борошно, фізіологічно-функціональний інгредієнт, целиація, цукровий діабет.

АННОТАЦИЯ

Лазоренко Н.П. Усовершенствование технологии маффинов специального назначения: - Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.01 – Хранение и технология переработки зерна, изготовления зерновых и хлебопекарных изделий и комбикормов. – Национальный университет пищевых технологий Министерства образования и науки, молодежи и спорта Украина, Киев, 2011.

Диссертация посвящена усовершенствованию технологий маффинов специального назначения путем, использования сахара белого, фруктозы, пребиотика (лактолози) на основе глютенowego (пшеничного) и безглютеновых (рисовая, гречневая) видов муки, подсолнечного и кукурузного масла, эмульгаторов и химических разрыхлителей.

Путем многофакторного эксперимента установлено оптимальное соотношение эмульгаторов, которое составляет: 0,5 % эмульгатора E471 и 0,5 % эмульгатора E475 к массе муки; разрыхлителей: пищевой соды, углекислого аммония и пирофосфата натрия, которое, соответственно, составляет 0,35 %, 0,33 %, 0,46 % к массе сырья; сахара, растительного масла и меланжа, которое, соответственно, составляет 26,0...27,0%, 13,5...14,5 %, 17,0...18,0 % к массе сырья.

С целью придать изделиям оздоровительных (функциональных) свойств, научно обоснованно использование пребиотика лактулози, в количестве 2,0 % к массе сырья, что обеспечивает 20 % суточной потребности данного пребиотика.

Установлено влияние сахара, фруктозы, лактулози, рисовой и гречневой муки на реологические и тепломассообменные свойства тестовых масс маффинов. Установлено, что фруктоза ослабляет структурно-механические свойства теста маффинов в сравнении с сахаром. Введение 10% лактулозы к массе сахара понижает вязкость теста на 11%, введение 10% лактулозы к массе фруктозы повышает вязкость на 18%.

Определено, что по сравнению с сахаром, фруктоза интенсифицирует процесс термообработки маффинов на 6-8%, а использование безглютеновой муки задерживает процесс выпекания на рисовой муке на 2%, на гречневой – на 11%. Экспериментально доказано, что температура пекарной камеры во время термообработки маффинов должна быть: на сахаре – 180°C, на фруктозе – 160°C. Использование безглютеновой муки позволяет проводить термообработку при таких же технологических параметрах, как и на глютеновой муке.

Были определены изменения кислотного, перекисного числа во время хранения маффинов, изготовленных на сахаре, фруктозе, лактулозе, растительных маслах (подсолнечном, кукурузном). Установлено, что фруктоза замедляет процесс окисления жиров, что способствует удлинению срока хранения маффинов. Установлено также, что кукурузное масло за счет наличия большого количества антиоксиданта α -токоферола продлевает срок хранения маффинов в 1,2 раза.

Определены сорбционные свойства маффинов, изготовленных на сахаре, сахаре и лактулозе, фруктозе, фруктозе и лактулозе, на основе глютеновой и безглютеновых видов муки. Установлено, что при $\phi=75$ % равновесная влажность образцов составляет: на пшеничной муке и сахаре – 11 %, на пшеничной муке, сахаре и лактулозе – 14%, на фруктозе – 24%, на фруктозе и лактулозе – 21%, на рисовой муке и сахаре – 20%, на гречневой муке и сахаре – 22%. Согласно рецептурам, влажность готовых маффинов должна равняться 20...21%, поэтому для предотвращения сорбции и десорбции маффинов к равновесному состоянию, их нужно после выпекания и охлаждения паковать в герметическую водо- и светонепроницаемую тару.

Проведена оценка качества новых видов маффинов за комплексным показателем качества, который учитывает, согласно разработанным нами ТУ У 15.8-

30865220228-001:2011«Маффины. Технические условия», органолептические, физико-химические, микробиологические показатели и показатели безопасности.

На новые виды маффинов разработаны и утверждены рецептуры, технологические инструкции. Технология новых видов маффинов апробирована и внедрена на предприятии ФЛП «Самардак».

Ключевые слова: лактулоза, фруктоза, маффины специального назначения, целиакия, безглютеновая мука.

ANNOTATION

Lazorenko N.P. Improvement technology of maffin's of the special setting: - Manuscript.

Thesis for candidate's degree of engineering sciences on specialty 05.18.01 - Storage and grain processing technology, grain bakery production and mixed fodders. - National university of food technologies of Ministry of Education and science, youth and sports of Ukraine, Kyiv, 2011.

The dissertation is devoted to the improvement of technology of maffin of the special setting by the use of sugar white, fructose, prebiotic laktulose on the basis of gluten (wheat) and glutens free(rice, buckwheat) types of flour, sunflower-seed and corn oil, natural antioxidants, emulsifiers. Investigational influence of sugar white, fructose, and laktulose on physical, structurally mechanical properties of dough and finished products. It is well-proven that laktulose, as prebiotik, it is expedient to use in an amount 10 % to mass of sugar /fruktozi – for the production of maffin of the health (functional) setting. Scientifically grounded expedience and possibility of the use of gluten free flour (rice and buckwheat) in the production of dietary maffin for patients on celiac. On the new types of maffin it is developed and ratified normatively technical document, approbation and introduction of new types of maffin is conducted on «Samardak».

Keywords: maffin, laktuloza, fructose, bezglyutenove flour, physiological functional ingredient, celiakiya, saccharine diabetes.