

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

АБРАМОВА АСЬЯТ ГЕОРГІЇВНА

УДК 664.681

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ БІСКВІТІВ ПОНИЖЕНОЇ
ГЛІКЕМІЧНОСТІ ТА КАЛОРІЙНОСТІ ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯ
ЦУКРОЗАМІННИКІВ НОВОГО ПОКОЛІННЯ**

05.18.01 – Технологія хлібопекарських продуктів, кондитерських виробів та харчових концентратів

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Київ – 2016

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Національному університеті харчових технологій Міністерства освіти і науки України.

- Науковий керівник:** доктор технічних наук, доцент
Дорохович Вікторія Віталіївна,
Національний університет харчових технологій,
професор кафедри технології хлібопекарських і
кондитерських виробів.
- Офіційні опоненти:** доктор технічних наук, професор
Іоргачова Катерина Георгіївна,
Одеська національна академія харчових технологій,
завідувач кафедри технології хліба, кондитерських,
макаронних виробів і харчоконцентратів,
- кандидат технічних наук, професор
Калакура Марія Михайлівна,
Відкритий міжнародний університет розвитку
людини «Україна», завідувач кафедри технології
харчування.

Захист відбудеться «11» травня 2016 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 ознайомитись у бібліотеці Національного університету харчових технологій за адресою: 01601, м. Київ, вул. Володимирська, 68.

Автореферат розісланий « » квітня 2016 р.

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

Камбулова Ю.В.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Сучасний спосіб життя людини, несприятливі екологічні та соціальні фактори, спадковість призводять до погіршення стану здоров'я, поширення захворювань, пов'язаних з порушенням обміну речовин, зокрема цукрового діабету, підвищення маси тіла, ожиріння.

Чисельність хворих на цукровий діабет з кожним роком збільшується. В Україні станом на 2015 рік кількість зареєстрованих хворих становить 1,3 млн. За свідченнями фахівців-медиків, їх реальна кількість значно більша. У світі кількість хворих на цукровий діабет становить 366,5 млн, тобто приблизно 5 % населення.

Ожиріння або надлишкова маса тіла спостерігається у кожної п'ятої людини в Україні та у кожної третьої в світі. Такі невтішні факти вимагають перегляду традиційних рецептур кондитерських виробів і викликають необхідність розроблення кондитерських виробів зі зниженим показником глікемічності та калорійності, підвищеною фізіологічною цінністю.

Серед борошняних кондитерських виробів (БКВ), які користуються попитом у населення, велику популярність мають бісквіти та вироби на бісквітній основі.

Багато вчених в Україні, близькому та дальньому зарубіжжі займалися проблемою підвищення харчової та біологічної цінності бісквіту, удосконаленням способів його виробництва: А.М. Дорохович, К.Г. Іоргачова, В.В. Дорохович, О.В. Самохвалова, Л.М. Аксенова, М.М. Істоміна, С.Я. Корячкіна, J.R. Bankar та ін. Але роботи, які були б направлені на розроблення бісквітів із застосуванням цукрозамінників нового покоління (еритрітолу та мальтітолу), відсутні. А саме ці цукрозамінники мають низький глікемічний індекс (ГІ) та калорійність. Особливо це стосується еритрітолу, ГІ якого дорівнює 0,2 %, а калорійність – 0,2 кКалл.

Отже, розроблення науково обґрунтованих технологій бісквітів зі застосуванням низькоглікемічних і низькокалорійних цукрозамінників є актуальним завданням.

Зв'язок з науковими програмами, планами, темами. Дослідження проводили відповідно до напрямку наукової-дослідної роботи Національного університету харчових технологій «Створення нових ресурсозберігаючих, екологічно чистих, безвідходних і маловідходних технологій харчових продуктів підвищеної біологічної цінності профілактично-лікувального, дієтичного та дитячого харчування з використанням нетрадиційної сировини на основі використання фізичних методів аналізу» за замовленням Міністерства освіти і науки України (№ 0101U000723), що координується з науковим напрямом кафедри технології хлібопекарських і кондитерських виробів «Розроблення прогресивних ресурсозберігаючих технологій кондитерських виробів із використанням нових видів сировини з лікувальними та радіозахисними якостями для всіх груп населення, в тому числі хворих на цукровий діабет» (№ 0112U004632).

Мета і завдання досліджень. Метою дисертаційної роботи є теоретичне та експериментальне обґрунтування раціонального використання цукрозамінників нового покоління еритрітолу, мальтітолу, ізомальтітолу в технології бісквітів зниженої глікемічності та калорійності, які можуть споживати усі групи населення, в тому числі хворі на цукровий діабет. Досягнення поставленої мети було реалізовано на основі комплексу досліджень, що включали такі взаємопов'язані завдання:

– за аналізом науково-технічної інформації обґрунтувати доцільність застосування цукрозамінників нового покоління в технології бісквітів зниженої глікемічності та калорійності;

– визначити фізико-хімічні та технологічні показники (термостабільність, теплоємність), сорбційні властивості цукрозамінників та їх водних розчинів (поверхневий натяг, в'язкість, текучість); провести оцінювання еритрітолу, мальтітолу, ізомальтітолу за комплексним показником якості з урахуванням їх фізико-хімічних показників і технологічних властивостей;

– встановити та обґрунтувати закономірності впливу еритрітолу, мальтітолу, ізомальтітолу на процес піноутворення меланжу; визначити раціональні умови піноутворення суміші меланж–цукрозамінник;

– визначити вплив еритрітолу, мальтітолу, ізомальтітолу на формування піноподібної слабоструктурованої структури бісквітного тіста та розробити технологічні заходи для наближення структурних показників бісквітного тіста на зазначених цукрозамінниках до відповідних структурних показників бісквітного тіста на основі сахарози;

– визначити вплив еритрітолу, мальтітолу, ізомальтітолу на процес термооброблення бісквітів і встановити оптимальні параметри випікання; встановити та науково обґрунтувати вплив цукрозамінників на кінетику випікання бісквітів з урахуванням зміни висоти тістових заготовок і теплофізичних характеристик під час випікання;

– визначити вплив еритрітолу, мальтітолу, ізомальтітолу на витрати тепла під час випікання бісквітів за встановлених раціональних режимів з урахуванням витрат тепла на прогрівання заготовки, утворення скоринки, випаровування вологи;

– визначити вплив цукрозамінників на структурно-механічні показники готових бісквітів;

– дослідити та науково обґрунтувати вплив еритрітолу, мальтітолу, ізомальтітолу на сорбційні та десорбційні властивості бісквітів; встановити зміну вологості бісквітів під час зберігання за $\varphi = 75 \dots 85\%$.

– провести апробацію розроблених технологій на підприємствах кондитерської галузі;

– визначити економічний і соціальний ефект від впровадження розроблених виробів;

– розробити та затвердити рецептури та технологічні інструкції на нові види бісквіту;

– розрахувати харчову цінність, показник глікемічності, калорійність бісквітів дієтично-функціонального призначення.

Об'єкт досліджень – технологія бісквітів.

Предмет досліджень – бісквіти спеціального дієтичного призначення пониженої глікемічності та калорійності з використанням цукрозамінників еритрітолу, мальтітолу, ізомальтітолу.

Методи досліджень – стандартні загальноприйняті, хімічні, фізико-хімічні, структурно-механічні, сенсорні, виконані з використанням сучасних приладів, комп'ютерних технологій, та нові методи визначення теплофізичних показників (розроблені в Інституті технічної теплофізики НАНУ).

Наукова новизна одержаних результатів. Науково обґрунтовано та розроблено технологію бісквітів дієтичного призначення із застосуванням цукрозамінників нового покоління еритрітолу, мальтітолу, ізомальтітолу, що дозволило отримати вироби зі зниженим показником глікемічності та калорійністю.

Вперше:

– досліджено вплив еритрітолу, мальтітолу, ізомальтітолу на піноутворювальну здатність (ПУЗ) та стійкості піни (СП) на основі меланжу. Встановлено, що суміш меланж–мальтітол має ПУЗ та СП, подібні до суміші меланж–сахароза, суміш меланж–еритрітол має більшу на 6 % ПУЗ, а СП – меншу на 15 %, суміш меланж–ізомальтітол має меншу на 12 % ПУЗ та більшу на 7 % СП. Це пояснюється тим, що розчини еритрітолу мають низький поверхневий натяг і невисоку в'язкість порівняно з розчинами сахарози, а для розчинів ізомальтітолу, навпаки, характерна висока в'язкість. Зменшення поверхневого натягу сприяє покращанню процесу піноутворення, а зі збільшенням в'язкості розчинів поліпшується стабільність піни.

– визначено вплив еритрітолу, мальтітолу, ізомальтітолу на формування структури бісквітного тіста. Встановлено, що структурні характеристики тіста на мальтітолі наближаються до відповідних характеристик тіста на сахарозі; на еритрітолі та ізомальтітолі структурні показники тіста, виготовленого традиційним способом, не дають можливості отримати готовий виріб належної якості. У разі застосування теплового способу замішування зменшується густина тіста та ступінь руйнування структури, що позитивно впливає на якість готового виробу;

– досліджено кінетику тепломасообмінних процесів під час випікання бісквітів на еритрітолі, мальтітолі, ізомальтітолі. Встановлено, що температура середовища пекарної камери ($t_{\text{сер.п.к.}}$) у разі випікання бісквітів на основі мальтітолу та ізомальтітолу становить 453 К (180 °С), як і під час випікання бісквіту на сахарозі. Тривалість випікання – 25...30 хв. Методом багатofакторного експерименту встановлено, що для бісквіту на еритрітолі необхідно зменшити $t_{\text{сер.п.к.}}$ до 413 К (140°С) та збільшити тривалість випікання до 40 хв;

– визначено теплоємність еритрітолу, мальтітолу, ізомальтітолу та бісквітного тіста на їх основі, залежно від температури. Встановлено загальні витрати тепла на випікання бісквіту з урахуванням витрат на прогрівання тістової заготовки, формування скоринки, випаровування вологи. Витрати тепла на випікання бісквітів на мальтітолі аналогічні витратам тепла виробів на сахарозі, а на основі еритрітолу та ізомальтітолу менші порівняно з витратами тепла на випікання бісквітів на сахарозі на 7 та 11 % відповідно. Це пов'язано із застосуванням теплового способу приготування тіста;

– досліджено вплив еритрітолу, мальтітолу, ізомальтітолу на сорбційні властивості бісквітів. Встановлено, що за умови $a_w = 0,75$ рівноважна вологість бісквітів на основі сахарози та мальтітолу дорівнює 11,6 %, еритрітолу – 9,0 %, ізомальтітолу – 8,6 %. Це свідчить, що бісквіт, вологість якого дорівнює 25 %, в незапакованому вигляді буде швидко втрачати вологу та черствіти.

Практичне значення одержаних результатів. Розроблено та затверджено рецептури та технологічні інструкції на нові види бісквітів зі зниженою глікемічністю та калорійністю «Легкість», «Натхнення», «Мальта».

Розроблені технології апробовано на підприємствах: Яготинського хлібозаводу ПП «Мар'янівське» та на базі ТОВ «КФ Кристал» (м. Київ).

Результати досліджень, одержані під час виконання дисертаційної роботи, використовуються в навчальному процесі у дисциплінах «Інноваційні технології хліба, кондитерських, макаронних виробів та харчоконцентратів», «Технології хліба, кондитерських, макаронних виробів та харчоконцентратів спеціального призначення».

Особистий внесок здобувача. Автором проведено експериментальні дослідження, отримано наукові результати щодо застосування цукрозамінників еритрітолу, мальтітолу, ізомальтітолу, які мають понижено калорійність та глікемічність, у технології бісквітів дієтичного призначення, проведено апробацію технологій у виробничих умовах.

Аналіз і узагальнення результатів досліджень, інтерпретацію отриманих закономірностей, формулювання висновків, підготовку матеріалів до публікації проведено спільно з науковим керівником д.т.н., доц. В.В. Дорохович

Дослідження фізико-хімічних властивостей цукрозамінників та їх розчинів проведено спільно з аспірантами В.В. Бадруком і А.В. Мурзіним. Дослідження теплофізичних властивостей цукрозамінників, їх розчинів та бісквітного тіста проводили спільно з д.т.н. Декушею Л.В. в Інституті технічної теплофізики НАНУ.

Апробація результатів досліджень. Основні положення дисертаційної роботи доповідалися на 79–81 Міжнародних наукових конференціях молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті» (НУХТ, м. Київ, 2011–2015 pp.), «The Second North and East European Congress on Food NEEFood-2013» (НУХТ, м. Київ, 2013 p.), Международной научно-практической конференции «Инновационное развитие пищевой, легкой промышленности и индустрии гостеприимства» (г. Алматы, 2013 г.), II спеціалізованій науково-практичній конференції «Дитяче харчування: перспективи розвитку та інноваційні технології» (м. Київ, 2014 p.), Всеукраїнській науково-практичній конференції молодих учених і студентів «Інноваційні технології розвитку у сфері харчових виробництв, готельно-ресторанного бізнесу, економіки та підприємства» (м. Харків, 2015 p.), Международной научно-практической конференции «Инновационные технологии производства продуктов питания функционального назначения» (г. Кутаиси, 2015 г.).

Бісквіти спеціального дієтичного призначення були представлені на XIV та XV дегустаційних конкурсах кондитерських виробів «Солодкий тріумф'2013» та «Солодкий тріумф'2014», у рамках спеціалізованих виставок SWEETS&BAKERY Ukraine'2013 та SWEETS&BAKERY Ukraine'2014, відповідно, здобуто «Гран-Прі» та дві нагороди у номінації «Тріумф інновацій».

Публікації. За результатами роботи опубліковано 19 наукових праць, у т.ч. 6 статей у наукових фахових виданнях (із них 2 – у міжнародних), 1 патент України на корисну модель, 1 патент України на винахід, 10 тез доповідей у публікованих матеріалах науково-практичних конференцій.

Структура дисертації. Дисертаційна робота складається зі вступу, 5 розділів, загальних висновків, списку використаних джерел, який включає 158 найменувань. Матеріали дисертації викладено на 166 сторінках друкованого тексту, 32 рисунках і 51 таблиці.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність дисертаційної роботи, визначено мету та завдання досліджень, сформульовано наукову новизну і практичне значення одержаних

результатів, надано відомості про особистий внесок автора, апробацію та опублікування результатів, структуру та обсяг роботи.

У першому розділі «ТЕОРЕТИЧНІ ТА ПРАКТИЧНІ ПІДХОДИ ДО ВИКОРИСТАННЯ ЦУКРОЗАМІННИКІВ У ТЕХНОЛОГІЇ БІСКВІТІВ» розглянуто стан виробництва бісквітів в Україні та за кордоном. Здійснено аналіз поширення у світі цукрового діабету та ожиріння. Обґрунтовано необхідність створення нових БКВ оздоровчого та дієтичного призначення з пониженою глікемічністю та калорійністю. Наведено основні фізико-хімічні та технологічні властивості цукрозамінників: еритрітолу, мальтітолу, ізомальтітолу як перспективної сировини для бісквітів зниженої глікемічності та калорійності. Проведено аналіз теоретичних аспектів утворення структури бісквітного тіста та тепломасообмінних процесів під час випікання бісквітів.

У другому розділі «ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТІВ І МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕНЬ» наведено характеристику використаної сировини та напівфабрикатів; наведено методи експериментальних досліджень.

Експериментальну частину роботи з визначення фізико-хімічних та технологічних властивостей цукрозамінників та їх розчинів виконано в лабораторних умовах кафедр технології хлібопекарських і кондитерських виробів, фізичної та колоїдної хімії Національного університету харчових технологій. Дослідження теплофізичних властивостей еритрітолу, мальтітолу, ізомальтітолу, їх розчинів і бісквітного тіста на зазначених цукрозамінниках проводили в Інституті технічної теплофізики НАН України. Дослідження реологічних властивостей та мікроструктури бісквітного тіста проводили у Харківському державному університеті харчування та торгівлі. Термогравіметричні дослідження бісквітного тіста проводили в Національному університеті ім. Т.Г. Шевченка; дослідження зміни кінетики прогрівання шарів тістової заготовки під час випіканні бісквіта – в Київському національному торговельно-економічному університеті; визначення сорбційних і десорбційних властивостей бісквітів – в Інституті фізичної хімії ім. Л.В. Писаржевського НАН України.

У роботі використано загальноприйняті та спеціальні методики досліджень якості сировини, напівфабрикатів і готової продукції.

Форми зв'язку вологи досліджували термогравіметричним методом на дериватографі Q-1000. Визначення сорбційно-десорбційних властивостей – на установці Мак-Бена. В'язкість і текучість розчинів цукрозамінників – за допомогою капілярного віскозиметра ВПЖ-1; густину розчинів визначали пікнометричним методом; дослідження поверхневого натягу – сталагмометричним методом. Кінетику піноутворення та стійкість піни суміші меланж-сахароза/цукрозамінник визначали за методом Лур'є. Питому теплоємність цукрозамінників, їх водних розчинів та бісквітного тіста визначали на диференціальному мікрокалориметрі ДМК-1, який працює за методом ступеневого сканування температури. Дослідження мікроструктури піни суміші меланж-сахароза/цукрозамінник здійснювали за допомогою електронного оптичного мікроскопа. В'язкість бісквітного тіста визначали за допомогою віскозиметра сталої напруги зсуву ВПН-0,2М. Адгезійні властивості бісквітного тіста – за допомогою структурометра СТ-1. Пошаровий ріст тістової заготовки бісквіту – за методом,

запропонованим у дисертаційній роботі Є.Г. Бондаренко. Кінетику зміни температури під час випікання бісквітів здійснювали за допомогою потенціометра КСП-4.

Для визначення витрат тепла на прогрівання бісквіту в процесі випікання, а також дослідження теплових ефектів, які супроводжують цей процес, було змодельовано та досліджено випікання бісквіту в диференціальному мостовому мікрокалориметрі ДМК-4.

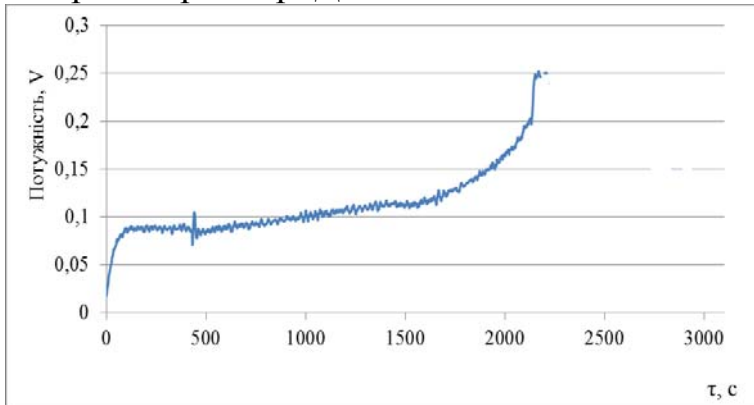


Рисунок 1 – Графік зміни потужності теплового потоку в процесі прогрівання тіста-м'якушки бісквіту

Проведено низку дослідів бісквітного тіста на основі сахарози та цукрозамінників у температурному діапазоні 22...95°C за швидкості прогрівання 2 °C за хвилину. Графік зміни потужності теплового потоку, що підводиться до досліджуваного зразка, представлено на рис. 1. За результатами експериментальних даних розраховано загальну кількість енергії, що витрачається на випікання одиниці маси бісквіта, за формулою

$$Q_{\text{тіста-м'якушки}} = Q_{\text{еф}} + C_m \frac{dt}{d\tau}, \quad (1)$$

де $Q_{\text{тіста-м'якушки}}$ – енергія, необхідна на випікання одиниці маси бісквіту, Дж; C_m – теплоємність тіста, кДж/кг·К.

Витрати тепла на прогрівання визначали за формулою

$$Q = \sum_{i=1}^{i_{\text{кін}}} Q_{\text{тіста-м'якушки}} \cdot i \cdot \Delta\tau; \quad i = c \cdot m \cdot x. \quad (2)$$

За цим методом визначено витрати тепла на прогрівання тіста до стану м'якушки і витрати тепла на випаровування вологи. Однак, як відомо, загальні витрати тепла на випікання бісквіту, окрім витрат тепла на прогрівання тіста та випаровування складаються із витрат тепла на утворення скоринки.

$$G_{\text{сумарне}} = G + G_{\text{вин}} + G_{\text{ск}}, \quad (3)$$

де G – витрати тепла на прогрівання 1 кг м'якушки бісквіта, кДж/кг·К; $G_{\text{вин}}$ – витрати тепла на випаровування вологи, кДж/кг·К; $G_{\text{ск}}$ – витрати тепла на утворення скоринки, кДж/кг·К.

За спеціальною методикою проф. А.М. Дорохович нами визначено витрати тепла на утворення поверхневого шару (скоринки) за формулою

$$G_{\text{ск}} = m \cdot C_{\text{ск}} \cdot \Delta t, \quad (4)$$

де m – маса скоринки, кг; $C_{\text{ск}}$ – теплоємність скоринки, кДж/кг·К; Δt – середня температура між скоринкою та мякушкою, К.

Структурно-механічні показники готових бісквітів визначали за допомогою пенетрометра АП-4/2. Органолептичну оцінку якості бісквітів проводили методом експертних оцінок. Глікемічність готових виробів визначали за методом розрахунку показника глікемічності, розробленим вченими НУХТ. Оцінку результатів експериментальних досліджень проводили із застосуванням методів розрахунку

статистичної достовірності результатів вимірювання. Для оптимізації технологічних параметрів застосовували метод математично-статистичного планування багатфакторного експерименту (БФЕ).

Блок-схему проведення експериментальних досліджень наведено на рис. 2.



Рисунок 2 - Блок-схема проведення експериментальних досліджень

У третьому розділі «ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ТА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЦУКРОЗАМІННИКІВ» наведено результати досліджень щодо встановлення фізико-хімічних властивостей еритрітолу, мальтітолу, ізомальтітолу та їх розчинів, піноутворювальної здатності та стійкості піни суміші меланж-цукрозамінник.

Визначено поверхневий натяг розчинів сахарози та цукрозамінників концентрацією 10, 20 та 30 % за температури 293 К (20 °С). Встановлено, що розчини цукрозамінників мальтітолу, ізомальтітолу, еритрітолу мають менший поверхневий натяг, ніж розчини сахарози, відповідно на 13, 14, 16 %. Висунуто припущення, що оскільки цукрозамінники поліоли знижують поверхневий натяг, вони будуть позитивно впливати на процес піноутворення, що свідчить про доцільність їх використання у виробництві виробів піноподібної структури, тобто бісквіту.

Досліджено динамічну в'язкість розчинів сахарози та цукрозамінників

концентрацією 10, 20, 30 % за температур 293, 313, 333 К (20, 40, 60 °С). Визначено, що найбільшу динамічну в'язкість мають розчини ізомальтітолу, найменшу – розчини еритрітолу. Так, за температури 293 К (20 °С) в'язкість 30 %-них розчинів сахарози, еритрітолу, мальтітолу, ізомальтітолу дорівнюють, відповідно, Па·с: 2,40, 1,97, 2,97, 3,20. З підвищенням температури в'язкість усіх розчинів зменшується. Так, за умови збільшення температури з 293 К (20 °С) до 333 К (60 °С) в'язкість розчинів сахарози зменшується на 54...55 %, ізомальтітолу – на 46...62, мальтітолу – на 45...60, еритрітолу – на 39...55 %. У разі збільшення концентрації з 10 до 30 % в'язкість розчинів сахарози збільшується (за однакової температури) на 71...72%, ізомальтітолу – на 105...107, мальтітолу – на 96...97, еритрітолу – на 71...72 %.

Дослідженнями сорбційно-десорбційних властивостей цукрозамінників встановлено, що еритрітол, мальтітол та ізомальтітол, як і сахароза, відносяться до речовин низької гігроскопічності. Це свідчить, що бісквіти, виготовлені на їх основі, як і на сахарозі, під час зберігання будуть втрачати вологу.

Проведено дослідження питомої теплоємкості цукрозамінників у діапазоні температур 293...373 К (20...100 °С). У разі збільшення температури теплоємкість сахарози та цукрозамінників збільшується. Згідно з отриманими даними визначено, що за умови прогрівання зразків ізомальтітолу та еритрітолу за температури 353...368 К (80...95 °С) спостерігається різке підвищення теплоємкості, що, на нашу думку, пов'язано з конфірмаційними змінами структури. Під час конфірмаційного переходу відбувається відхилення атомів вуглецю від площини, що призводить до коротких внутрішньомолекулярних взаємодій водню та збільшення стеричної напруги. В результаті цієї взаємодії відбувається конфігурація молекул, і еритрітол та ізомальтітол переходять у інший ізомерний стан, що супроводжується значним поглинанням тепла. Для підтвердження висунутого припущення було проведено спеціальне дослідження щодо визначення зміни теплоємкості ізомальтітолу та еритрітолу в діапазоні температур 293...373 К (20...100 °С), які спочатку прогрівали до 373 К (100 °С). Досліди показали відсутність піку значення теплоємкості в інтервалі температур 353...368 К (80...95 °С), що підтверджує гіпотезу відносно конфірмації структури.

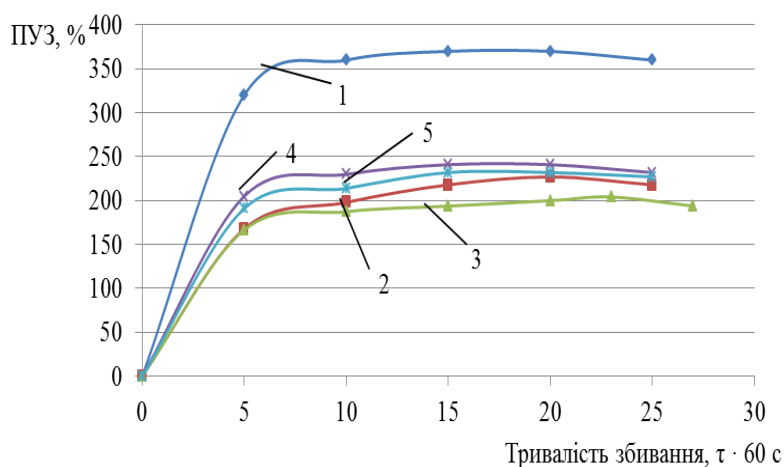


Рисунок 3 – Кінетика піноутворення суміші меланж-сахароза/цукрозамінник: 1 – меланж; 2 – меланж-сахароза; 3 – меланж-ізомальтітол; 4 – меланж-еритрітол; 5 – меланж-мальтітол.

Для визначення впливу цукрозамінників на утворення піноподібної структури бісквітного тіста було досліджено вплив еритрітолу, мальтітолу, ізомальтітолу на ПУЗ (рис. 3) та СП меланжу.

Аналіз отриманих даних свідчить, що цукрозамінники ізомальтітол, мальтітол, еритрітол, як і сахароза, знижують ПУЗ меланжу, але в різному ступені. У порівнянні із сумішшю меланж-сахароза ПУЗ суміші меланж-еритрітол

більша на 6 %, меланж-мальтітол – на 2 %, а ПУЗ суміші меланж-ізомальтітол менша на 12 %.

За результатами дослідження стійкості піни встановлено, що використання ізомальтітолу сприяє утворенню стійкішої піни, а системи з еритрітолом, порівняно з іншими цукрозамінниками, характеризуються найменшою стабільністю піни.

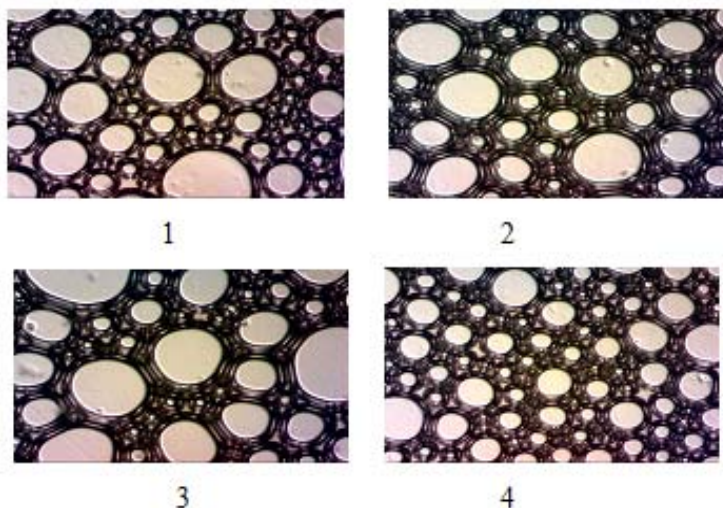


Рисунок 4 – Мікрофотографії піни:

**1 – меланж-сахароза; 2 – меланж-мальтітол;
3 – меланж-еритрітол; 4 – меланж-ізомальтітол.**

З метою пояснення стійкості піни з різними цукрозамінниками нами проведено дослідження мікроструктури піни (рис. 4).

За отриманими можна зробити висновок, що у разі збивання меланжу з цукрозамінниками утворюється полідисперсна піна, чарунки піни мали сферичну форму.

Встановлено, що піна на основі ізомальтітолу має дрібнодисперсну структуру, що пояснює її високу стійкість. У зразку піни меланж-еритрітол домінують пухирці повітря більші за розміром, порівняно з контролем.

За результатами дослідження мікроструктури піни було розраховано дисперсність (табл. 1) та товщину плівок чарунок піни (табл. 2).

Таблиця 1 – Характеристика мікроструктури піни меланж-сахароза/цукрозамінник

Піна на основі меланж:	Сума площі кругів мкм ²	Об'ємна концентрація повітря у зразку піни	Кількість пухирців повітря в дослідному зразку	Кількість пухирців повітря в дослідних зразках, %, з розмірами					
				до 10 мкм	11...30 мкм	31...50 мкм	50...70 мкм	70...100 мкм	більше 100 мкм
сахароза	61820	4,97	59	49,1	8,5	10,2	15,2	6,8	10,2
мальтітол	50108	6,13	60	30	41,7	8,3	8,3	5	6,7
еритрітол	72496	4,24	35	25,7	28,6	11,4	8,6	8,6	17,1
ізомальтітол	54307	5,66	54	13	44,4	16,7	18,5	3,7	3,7

Таблиця 2 – Товщина плівок чарунок піни меланж-сахароза/цукрозамінник

Піна на основі меланж:	Товщина плівок чарунок піни, %, з розмірами		
	до 10 мкм	10...20 мкм	більше 20 мкм
сахароза	4,3	85,1	10,6
мальтітол	2,6	79,5	17,9
еритрітол	–	37,9	62,1
ізомальтітол	–	96,7	3,3

За результатами досліджень встановлено, що пухирці повітря піни меланж-ізомальтітол розміром 10...30 мкм, частка яких становить близько 57 %, мають найбільшу товщину плівок, що забезпечує високу стабільність піни. Товщина плівок пухирців піни меланж-еритрітол аналогічного розміру у 2,5 рази менша, і внаслідок цього вона швидше руйнується.

У технології бісквітів велике значення для якості виробів має процес піноутворення та висока стійкість піни. Для підвищення піноутворення суміші меланж-ізомальтітол та покращання стійкості піни меланж-еритрітол запропоновано проводити збивання за більш високих температур.

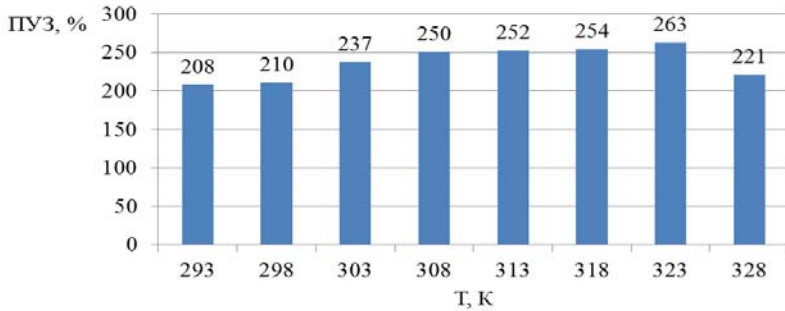


Рисунок 5 – Максимальне піноутворення в суміші меланж-ізомальтітол за різних температур

Встановлено, що у разі підвищення температури збивання суміші меланж-ізомальтітол з 293 до 323 К (20 до 50 °С) ПУЗ збільшується на 26 % (рис. 5). За умови збільшення температури збивання суміші меланж-еритрітол з 293 до 313 К (20 до 40 °С) стійкість піни збільшується на 15 %.

У четвертому розділі «ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ ПРИГОТУВАННЯ ТІСТА ТА ТЕРМООБРОБЛЕННЯ БІСКВІТНИХ НАПІВФАБРИКАТІВ НА ОСНОВІ ЦУКРОЗАМІННИКІВ: ЕРИТРИТОЛУ, ІЗОМАЛЬТІТОЛУ, МАЛЬТІТОЛУ» наведено результати досліджень впливу цих цукрозамінників на структурно-механічні та реологічні показники бісквітного тіста; процес термооброблення бісквітів; структурно-механічні показники готових бісквітів; сорбційні та десорбційні властивості та втрату вологи в процесі зберігання бісквітів, виготовлених на основі цукрозамінників.

Під час визначення густини бісквітного тіста встановлено, що тісто на мальтітолі має густину 0,28 кг/м³, на еритрітолі та ізомальтітолі (у разі виготовлення теплим способом) – 0,35 та 0,39 кг/м³ відповідно, густина тіста на сахарозі – 0,30 кг/м³.

Визначено вплив сахарози, мальтітолу, еритрітолу, ізомадьтітолу на ефективну вязкість бісквітного тіста (рис. 6 а) та ступінь його руйнування (рис. 6 б).

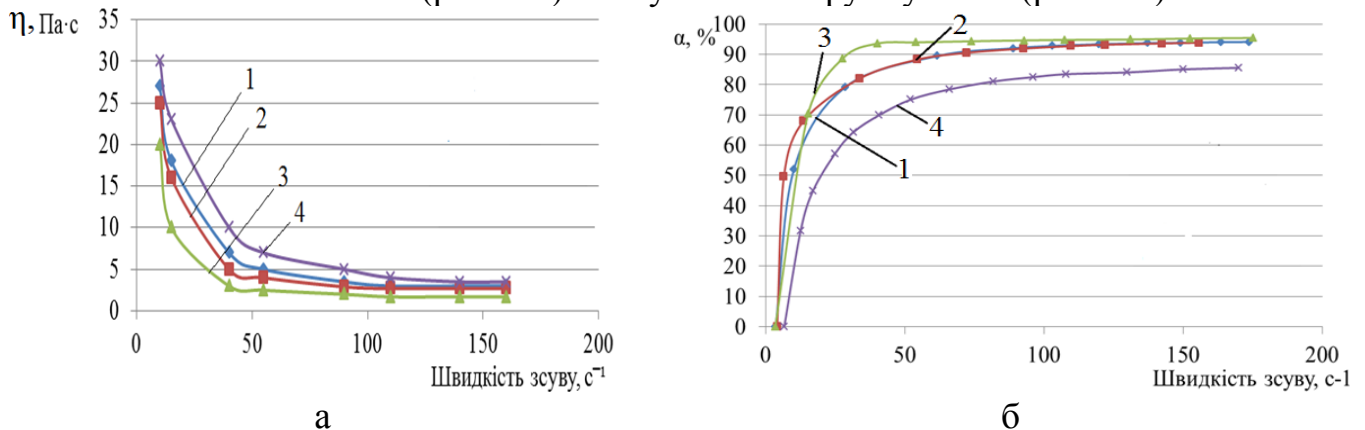


Рисунок 6 – Зміна ефективної в'язкості (а) та ступінь руйнування (б) бісквітного тіста виготовленого на основі: 1 – сахарози; 2 – мальтітолу; 3 – еритрітолу; 4 – ізомальтітолу

Встановлено, що максимальний ступінь руйнування структури бісквітного тіста на еритрітолі $\alpha = 95\%$, мальтітолі $\alpha = 85\%$, ізомальтітолі $\alpha = 85\%$, сахарозі $\alpha = 85\%$. Потрібно зазначити, що тісто на еритрітолі менш стабільне. Так, за швидкості зсуву $25 \dots 30 \text{ c}^{-1}$ ступінь руйнування тіста на еритрітолі – 88% , мальтітолі та сахарозі – 83% , ізомальтітолі – 65% . В той же час застосування теплового способу дозволило підвищити стійкість структури тіста на еритрітолі. У разі виготовлення його традиційним («холодним») способом ступінь руйнування за швидкості зсуву $25 \dots 30 \text{ c}^{-1}$ дорівнював 94% .

Застосування «теплого» способу збивання суміші меланж–ізомальтітол дозволило збільшити піноутворення, однак готові вироби не мали достатнього об'єму та пористості. Тому з метою поліпшення структури виробу було проведено оптимізацію рецептурного складу та параметрів збивання бісквітного тіста застосуванням повного факторного експерименту (ПФЕ). Керуючими факторами були: температура збивання (X_1); кількість крохмалю (X_2); кількість борошна (X_3).

Розраховано рівняння регресії: $Y = 4,2 + 0,055X_1 + 0,077X_2 - 0,0346X_3$.

Встановлено, що внесення 20% крохмалю та застосування «теплого» способу приготування тіста забезпечує отримання бісквітів на основі ізомальтітолу з високими показниками якості.

Формування бісквітів відбувається відливанням бісквітного тіста у металеві форми. Для якісного процесу формування велике значення мають адгезійні властивості тіста. Встановлено, що адгезія бісквітного тіста на еритрітолі дорівнює, кПа: $5,9$ на ізомальтітолі – $6,5$, на мальтітолі – $7,1$, на сахарозі – $8,1$. Зменшення адгезії тіста на цукрозамінниках пов'язано з тим, що вміст вільної води у зазначених зразках є меншим ніж у тісті на сахарозі.

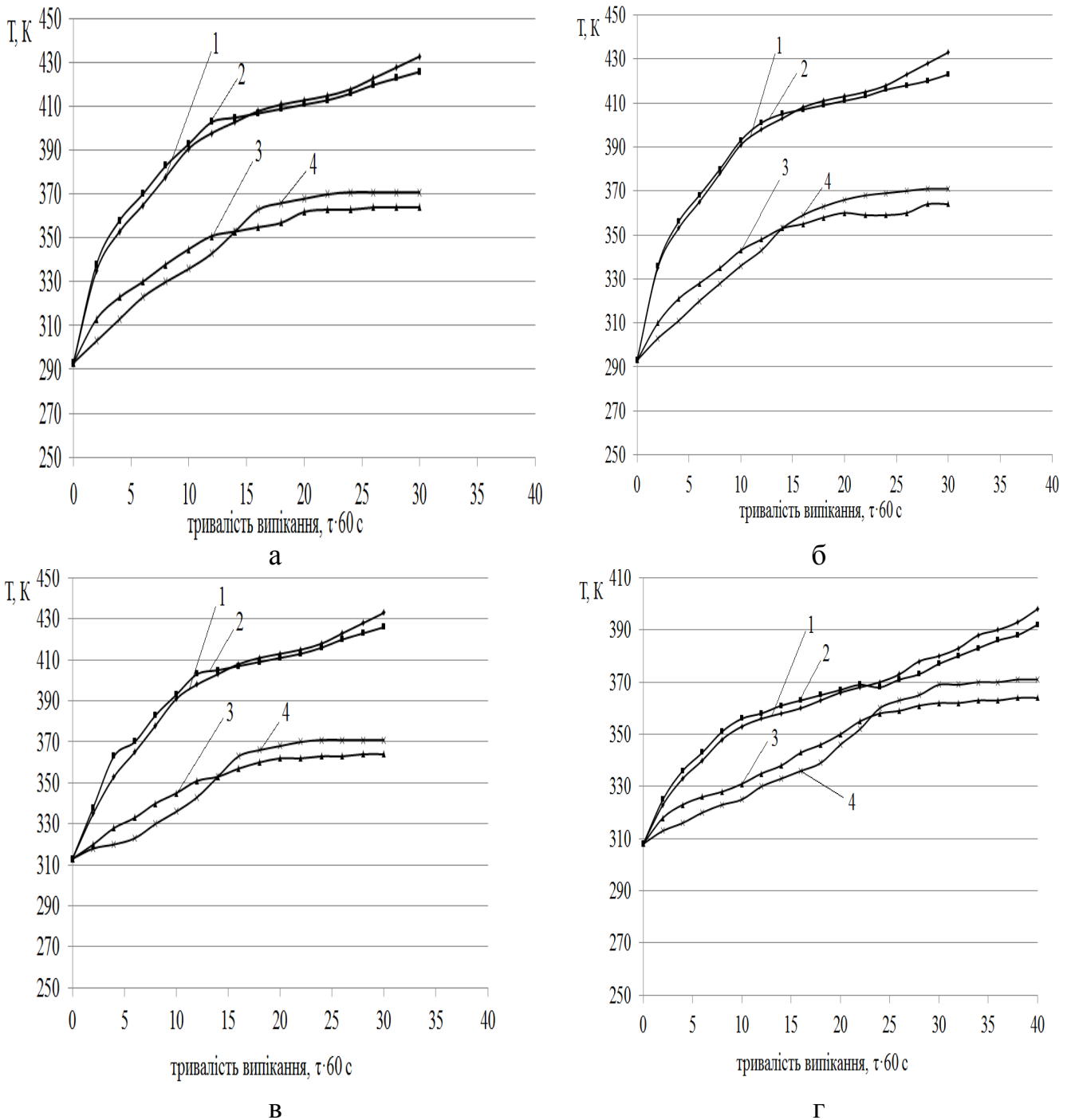
Термооброблення є завершальним етапом виробництва бісквітів, під час якого остаточно формуються органолептичні та структурно-механічні показники готового виробу.

Встановлено, що випікання бісквітів із застосуванням мальтітолу та ізомальтітолу доцільно проводити за температури 180°C , як і бісквіту на сахарозі.

Визначено, що у разі випікання бісквітів на основі еритрітолу за температури 453 K (180°C) готові вироби мають погані структурні характеристики, їм притаманний значний прохолоджуючий смак. Проведено комплекс досліджень, який показав, що зменшення температури випікання та подовження його тривалості сприяють зменшенню прохолоджуючого ефекту та покращанню якості бісквітів. Дослідження проводили в інтервалі температур $180 \dots 130^\circ\text{C}$. Визначено, що випікання бісквітів на основі еритрітолу доцільно проводити за температури 413 K (140°C).

Дослідження кінетики прогрівання різних шарів бісквітних заготовок, виготовлених на основі еритрітолу, мальтітолу, ізомальтітолу, проводили за встановлених оптимальних параметрів випікання. Тісто для бісквіту на основі мальтітолу готували «холодним» способом, на основі еритрітолу та ізомальтітолу – «теплим».

Аналіз кривих кінетики випікання бісквітів на цукрозамінниках (рис. 7) підтвердив дані досліджень інших вчених стосовно закономірності прогрівання шарів тіста на основі сахарози (відставання прогрівання підскоринкових шарів бісквітів від центральних шарів) і надав можливість визначити раціональну тривалість термооброблення. Бісквіти на еритрітолі потрібно випікати $40 \dots 60 \text{ хв}$ за температури 140°C , на мальтітолі та ізомальтітолі – $30 \dots 60 \text{ хв}$ за температури 180°C .



**Рисунок 7 – Кінетика термооброблення різних шарів
(1 – верхня скоринка, 2 – нижня скоринка, 3 – підскоринковий шар,
4 – центральний шар) бісквітів на основі:
а – сахарози, б – мальтітолу; в – ізомальтітолу, г – еритрітолу**

За методом, розробленим в Інституті технічної теплофізики НАНУ, досліджено затрати тепла на прогрівання тіста-бісквіту та випаровування вологи під час випікання заготовки. Визначено потужність теплового потоку, необхідну для прогрівання тістової заготовки до температури 371 К (98°C), після чого встановлено, яка кількість тепла на це витрачається. Результати досліджень наведено на рис. 8.

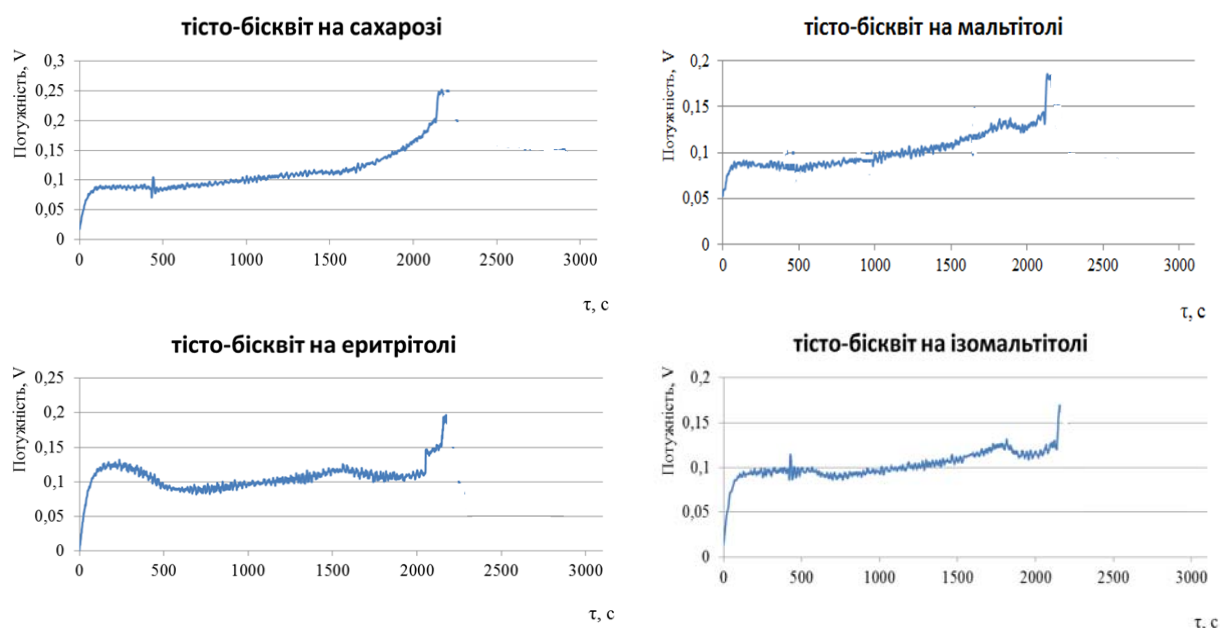


Рисунок 8 – Потужність теплового потоку, яка витрачається на прогрівання тіста-бісквіту на основі сахарози та цукрозамінників

Визначено, що витрати тепла на прогрівання бісквітного тіста до стану м'якушки та на випаровування вологи для виробів на основі сахарози становлять, кДж/кг: $250,50 \pm 1,5$, на основі мальтітолу – $245,99 \pm 0,5$, на основі еритрітолу – $239,68 \pm 1,0$, на основі ізомальтітолу – $230,46 \pm 1,0$.

Встановлено, що витрати тепла на випікання бісквітів на основі сахарози та мальтітолу практично однакові. Під час випікання бісквітів на основі еритрітолу та ізомальтітолу необхідно затратити на 5 та 8 % відповідно, меншу кількість тепла.

Однак витрати тепла на випікання складаються, окрім витрат тепла на прогрівання тістової заготовки та випаровування, ще й з витрат тепла на утворення скоринки. Сумарну кількість тепла, що витрачається на випікання бісквіту, визначали за методом, запропонованим проф. А.М. Дорохович.

Таблиця 5 – Витрати тепла на випікання бісквіта на основі сахарози, еритрітолу, мальтітолу, ізомальтітолу

Бісквіт на основі:	Витрати тепла під час випікання бісквіту, кДж/кг		
	на прогрівання тістової заготовки та випаровування вологи	на формування скоринки	сумарні витрати тепла
сахарози	$250,50 \pm 1,5$	42,32	292,83
мальтітолу	$245,99 \pm 0,5$	42,32	288,31
еритрітолу	$239,68 \pm 1,0$	40,22	279,90
ізомальтітолу	$230,46 \pm 1,0$	42,32	272,78

За отриманими даними визначено, що витрати тепла на випікання бісквіту на основі мальтітолу наближаються до контролю на основі сахарози. Встановлено, що у разі коригування режимів тістоприготування (застосування «теплого» способу приготування тіста) бісквітів на основі еритрітолу та ізомальтітолу витрати тепла на випікання виробів є меншими, ніж під час випікання бісквітів на основі сахарози.

У бісквітах, виготовлених на еритрітолі, мальтітолі, ізомальтітолі за розробленими технологіями, було визначено структурні показники якості – пористість і питомий об'єм. Встановлено, що досліджувані зразки бісквітів мають

гарні структурні показники, що відповідають цьому виду виробів і наближаються до контролю на основі сахарози.

Домінуючим фактором, який обумовлює термін зберігання бісквітів, є черствіння, тому було досліджено ізотерми сорбції та десорбції бісквітів, виготовлених на основі цукрозамінників нового покоління. Вплив цукрозамінників на сорбційно-десорбційну здатність виробів досліджували на заздалегідь зневоднених зразках бісквіту (рис. 9).

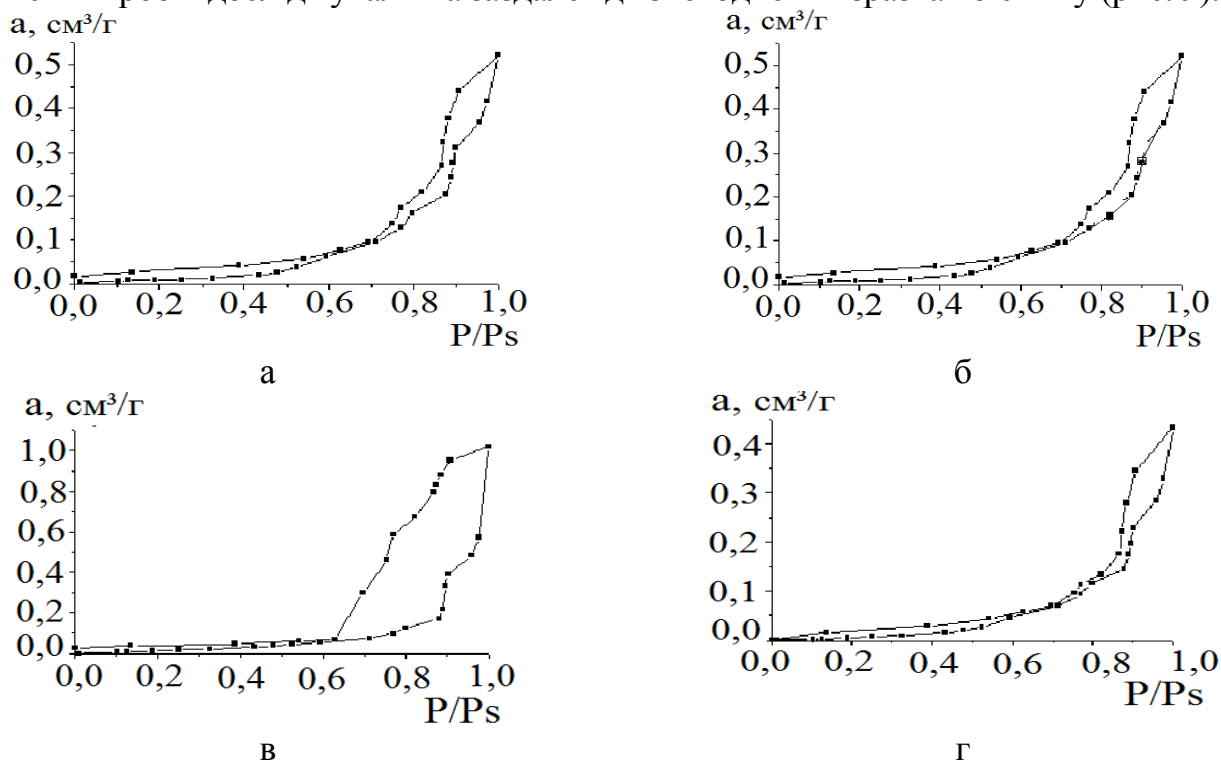


Рисунок 9 – Ізотерми сорбції та десорбції бісквітів на основі: а – сахарози; б – мальтітолу; в – еритрітолу; г – ізомальтітолу

Визначено, що за умови $P/P_0 = 0,75$ рівноважна вологість бісквітів на основі сахарози та мальтітолу становить 11,6 %, на основі еритрітолу – 9,0, ізомальтітолу – 8,6...9,0 %, що є значно меншим за вологість готових бісквітів ($W = 25...27$ %). Це свідчить, що під час зберігання усі зразки бісквітів будуть втрачати вологу, тобто буде відбуватися процес черствіння.

W, %

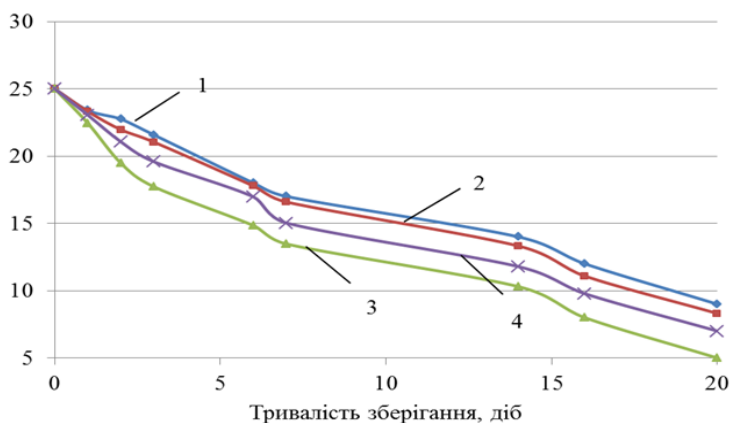


Рисунок 10 – Втрата вологи під час зберігання бісквітівна основі: 1 – сахарози; 2 – мальтітолу; 3 – еритрітолу; 4 – ізомальтітолу.

Для визначення реальної зміни вологості бісквітів під час зберігання нами проведено дослідження в умовах ексикатора за відносної вологості повітря 75 %, температури 293 К (20 °С) впродовж 20 діб (рис. 10). Встановлено, що бісквіти на основі еритрітолу та ізомальтітолу втрачають вологу з більшою інтенсивністю, порівняно зі зразками на основі сахарози та мальтітолу.

Оскільки лімітуючим фактором під час зберігання є процес черствіння, нові види бісквітів на основі цукрозамінників доцільно зберігати у вологонепроникній упаковці.

У п'ятому розділі «ТЕХНОЛОГІЯ БІСКВІТІВ НА ОСНОВІ НИЗЬКОГЛІКЕМІЧНИХ ЦУКРОЗАМІННИКІВ: ЕРИТРИТОЛУ, МАЛЬТІТОЛУ, ІЗОМАЛЬТІТОЛУ ТА ОЦІНКА ЇХ ЯКОСТІ» наведено розроблену технологію бісквітів на основі цукрозамінників еритрітолу, мальтітолу, ізомальтітолу з урахуванням необхідних змін параметрів ведення технологічного процесу для отримання готової продукції високої якості (рис. 11).

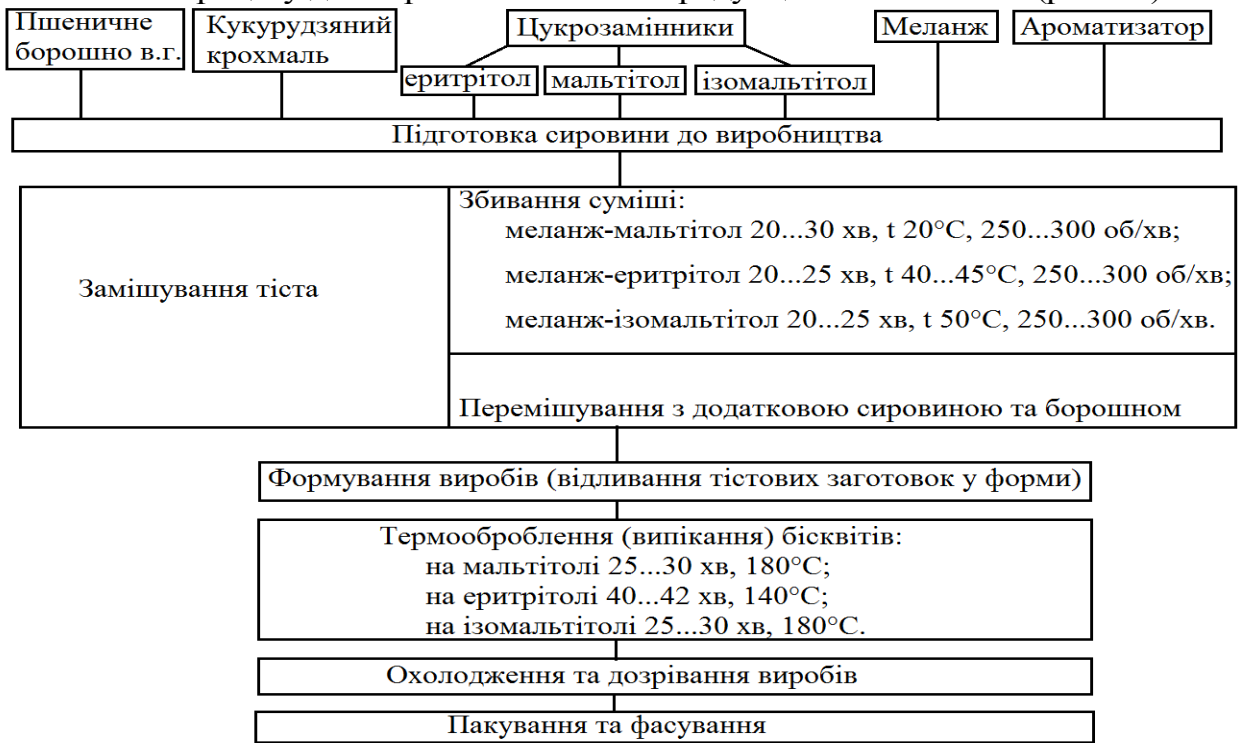


Рисунок 11 - Технологічна схема виробництва бісквітів

Розроблено рецептурні композиції бісквітів дієтично-функціонального призначення: на основі ізомальтітолу – бісквіт «Натхнення»; мальтітолу – бісквіт «Мальта»; еритрітолу – бісквіт «Легкість». Усі рецептурні композиції затверджено в ЗАО Укркондитерпром. Розраховано глікемічність та енергетичну цінність розроблених виробів (табл. 6).

Таблиця 6 – Показник калорійності та глікемічність виробів

Бісквіти на основі:	Показник глікемічності		Калорійність	
	од	% зменшення порівняно з виробом на цукрі	ккал	% зменшення порівняно з виробом на цукрі
сахарози	39,5	-	337,1	-
ізомальтітолу – «Натхнення»	19,6	50,4	272,3	19,3
еритрітолу – «Легкість»	13,6	65,6	180,7	46,4
мальтітолу – «Мальта»	31,3	20,8	271,4	19,5

Встановлено, що бісквіти на основі еритрітолу заслуговують маркування «з пониженою калорійністю», вироби на основі ізомальтітолу та еритрітолу – «з редукованою глікемічністю». Встановлено, що бісквіти дієтично-функціонального призначення «Легкість», «Мальта», «Натхнення» заслуговують маркування «без цукру».

ВИСНОВКИ

1. Проведено аналіз літературних джерел і стану виробництва бісквітів спеціального призначення. Встановлено доцільність застосування цукрозамінників нового покоління еритрітолу, мальтітолу, ізомальтітолу в технології бісквітів зі зниженою глікемічністю та калорійністю.

2. Досліджено фізико-хімічні, структурно-механічні, сорбційно-десорбційні, теплофізичні та технологічні властивості цукрозамінників нового покоління еритрітолу, мальтітолу, ізомальтітолу та їх водних розчинів. Розраховано комплексний показник якості цукрозамінників з урахуванням таких показників: глікемічний індекс, калорійність, толерантність, солодкість, розчинність, теплота розчинення, теплоємність, густина сухої речовини, активність води. Встановлено, що комплексний показник якості еритрітолу, мальтітолу, ізомальтітолу становить 0,86, 0,61, 0,41 відповідно.

3. Проведено дослідження піноутворювальної здатності та стійкості піни суміші меланж-сахароза, меланж-цукрозамінник. Встановлено, що властивості піни меланж-мальтітол подібні до піни меланж-сахароза. Для покращання піноутворювальної здатності суміші меланж-еритрітол і меланж-ізомальтітол необхідно збивати масу за температури 313 К (40 °С) і 323 К (50 °С) відповідно.

4. Визначено вплив еритрітолу, мальтітолу, ізомальтітолу на формування піноподібної слабоструктурованої структури бісквітного тіста. Бісквітне тісто на основі мальтітолу за густиною, в'язкістю, ступенем руйнування структури наближається до відповідних характеристик тіста на сахарозі. Встановлено, що густина бісквітного тіста на основі еритрітолу у разі застосування теплого способу (температура збивання 313 К/ 40 °С) зменшується на 8 % порівняно з традиційним способом виготовлення тіста (температура збивання 293 К/ 20 °С). Бісквітне тісто на основі ізомальтітолу має густину на 50 % більшу порівняно з тістом на сахарозі. Для зменшення густини тіста запропоновано теплий спосіб збивання (323К/50 °С) та використання кукурудзяного крохмалю в кількості 20 % до маси борошна.

5. Встановлено вплив еритрітолу, мальтітолу, ізомальтітолу на кінетику випікання бісквітів. Підтверджено відставання швидкості прогрівання підскоринкових шарів тістової заготовки від центральних, визначеного під час випікання бісквітів на сахарозі, і використанням методу багатофакторного експерименту встановлено оптимальну температуру середовища пекарної камери під час випікання бісквітів на основі еритрітолу 413 К (140 °С), бісквітів на основі мальтітолу та ізомальтітолу 453 К (180 °С).

6. Методом ступінчастого сканування температури за методикою Інституту технічної теплофізики НАНУ досліджено значення теплоємності залежно від температури 293...368 К (20...95 °С) цукрозамінників еритрітолу, мальтітолу, ізомальтітолу, їх водних розчинів і бісквітного тіста на їх основі. Методом лінійного сканування температури визначено витрати тепла на прогрівання тіста до стану м'якушки і витрати тепла на випаровування вологи. За спеціальною методикою проф. А.М. Дорохович визначено витрати тепла на утворення поверхневого шару (скоринки). Розраховано сумарні витрати тепла на випікання 1 кг бісквіта на еритрітолі, мальтітолі, ізомальтітолі, які становлять, кДж/кг·К: 279,90, 288,31, 272,78 відповідно.

7. Досліджено структурні показники якості (пористість, об'ємна маса) бісквітів на основі еритрітолу, мальтітолу, ізомальтітолу. Встановлено, що бісквіти,

виготовлені за оптимальними технологічними параметрами, за своїми структурними характеристиками наближаються до виробів на основі сахарози.

8. Досліджено сорбційні та десорбційні властивості бісквітів на основі сахарози, еритрітолу, мальтітолу, ізомальтітолу за умови $a_w = 0,0 \dots 0,1$. Встановлено, що рівноважна вологість бісквітів на основі еритрітолу, мальтітолу, ізомальтітолу у разі $a_w = 0,75$ становить відповідно: 8,0, 11,6, 9,0 %. Це свідчить, що під час зберігання бісквіти, які мають вологість 25 %, будуть втрачати вологу до рівноважного стану (буде відбуватися процес черствіння). Отримані дані підтверджено у разі зберігання бісквітів в умовах ексикатора. Встановлено, що після 20 діб зберігання за умови $\phi = 75\%$ втрата вологи бісквітів на еритрітолі, ізомальтітолі, мальтітолі, становила 17, 15, 9 %, що свідчить про доцільність зберігання бісквітів у вологонепроникній упаковці.

9. Удосконалені технології бісквітів на основі еритрітолу, мальтітолу, ізомальтітолу зі встановленими оптимальним складом рецептурних композицій, технологічними параметрами процесу замішування бісквітного тіста, випікання та зберігання, дають можливість виробляти бісквіти зі зниженою глікемічністю та калорійністю, які доцільно споживати всім групам населення, в тому числі хворим на цукровий діабет. Апробацію удосконалені технології бісквітів пройшли на підприємствах: Яготинського хлібозаводу ПП «Мар'янівське», ТОВ «КФ Кристал».

10. Розраховано економічну ефективність від виробництва бісквітів спеціального призначення зі зниженою глікемічністю та калорійністю, яка вказує, що прибуток від реалізації 1 т бісквітів становить 55907,64 грн для бісквіту «Мальта», 54325,38 грн – для бісквіту «Легкість», 54453,95 грн – для бісквіту «Натхнення». Виробництво нових видів бісквітів має соціальний ефект, оскільки ці вироби можуть споживати усі групи населення, в т.ч. хворі на цукровий діабет.

11. Розроблено рецептури бісквітів та технологічні інструкції з їх виготовлення: «Легкість» – на основі еритрітолу, «Мальта» – на основі мальтітолу, «Натхнення» – на основі ізомальтітолу, які затверджено Центральною галузевою дегустаційною комісією з оцінки якості кондитерських виробів, харчових концентратів, кави, чаю та напоїв на їх основі Департаменту харчової промисловості Мінагрополітики України. Нові види бісквітів були розглянуті професійною дегустаційною комісією в рамках міжнародних виставок „Солодкий тріумф” у 2013 та 2014 роках, де отримали високі нагороди: „Гран-прі” та „Тріумф інновацій”.

12. Розраховано калорійність та глікемічність нових видів бісквітів. Встановлено, що бісквіти «Легкість», «Мальта», «Натхнення» заслуговують маркування «без цукру», статус «виріб зі зниженою калорійністю» заслуговує тільки бісквіт «Легкість», маркування «виріб зі зниженою глікемічністю» заслуговують бісквіти «Легкість» та «Натхнення».

ПЕРЕЛІК РОБІТ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Бисквитные торты диетически-функционального назначения для больных сахарным диабетом / А.Н. Дорохович, В.В. Дорохович, А.В. Мурзин, А.Г. Абрамова // Хлебопек. – 2013. – № 3 (62). – С. 38-40. (Науковий, виробничо-практичний журнал «Хлебопек» входить до затвердженого ВАК Переліку наукових видань Білорусі)
2. Дорохович, В.В. Використання цукрозамінників нового покоління в технології бісквітів спеціального призначення / В.В. Дорохович, А.Г. Абрамова // Наукові праці Одеської

- національної академії харчових технологій. – Одеса: ОНАХТ, 2013. – Вип. 44. – Т. 1. – С. 153-157. (Збірник «Наукові праці ОНАХТ» входить до затвердженого ВАК Переліку наукових видань України)
3. Дослідження сорбційних та десорбційних властивостей цукрів і цукрозамінників, прогнозування їхнього впливу на процеси під час зберігання кондитерських виробів / А.М. Дорохович, В.В. Дорохович, В.В. Бадрук, А.В. Мурзін, А.Г. Абрамова, Я.С. Єстремська // Обладнання та технології харчових виробництв: темат. зб. наук. пр. Донецького національного університету економіки і торгівлі ім. М. Туган-Барановського. – Донецьк: ДонНУЕТ, 2012. – В. 29. – С. 276-284. (Збірник «Обладнання та технології харчових виробництв» входить до затвердженого ВАК Переліку наукових видань України)
 4. Фізико-хімічні, технологічні, фізіологічні властивості поліолів та цукрів / А.М. Дорохович, В.В. Дорохович, А.В. Мурзін, В.В. Бадрук, А.Г. Абрамова, Я.С. Єстремська // Харчова наука і технологія. – 2013. – № 1 (22). – С. 73-76. (Науково-практичний журнал «Харчова наука і технологія» входить до затвердженого ВАК Переліку наукових видань України)
 5. Дорохович, В.В. Исследование сорбционных и десорбционных способностей сахарозаменителей нового поколения – полиолов с пребиотическими свойствами, низкой калорийности и низкой гликемичностью / В.В. Дорохович, А.В. Мурзін, А.Г. Абрамова // Scientific Letters of Academic Society of Michal Baludansky. – 2014. – Volume 2, № 5. С. 17–20. (Науково-практичний журнал «Scientific Letters of Academic Society of Michal Baludansky» входить до затвердженого Переліку наукових видань Словачії)
 6. Абрамова, А.Г. Розроблення технології бісквітів дієтично-функціонального призначення / А.Г. Абрамова, В.В. Дорохович // Збірник наукових праць Інституту продовольчих ресурсів. – К.: Національний науковий центр «Інститут аграрної економіки». – 2014. – № 3. – С. 27–30. (Збірник наукових праць «Продовольчі ресурси» входить до затвердженого ВАК Переліку наукових видань України)
 7. Дорохович, А.Н. Кондитерские изделия пониженной калорийности и сахароемкости / А.Н. Дорохович, В.В. Дорохович, В.В. Малиновский, А.Г. Абрамова // Продукты&Ингредиенты. – К. – 2013. – № 7. – С. 18–21.
 8. Дорохович, В.В. Разработка технологии бисквитного полуфабриката специального назначения с использованием сахарозаменителя изомальтитола / В.В. Дорохович, А.Г. Абрамова // Научни трудове Университета по хранителни технологи. – Пловдив: 2013. – Том LX. – С. 114-118.
 9. Дорохович, В.В. Использование мальтитола в технологи бисквитных полуфабрикатов / В.В. Дорохович, А.Г. Абрамова // Научни трудове Университета по хранителни технологи. – Пловдив: 2014. – Том LXI. – С. 59–62.
 10. Дорохович, В.В. Инновационная технология бисквитных полуфабрикатов с использованием сахарозаменителя нового поколения эритритола / В.В. Дорохович, А.Г. Абрамова // Инновационное развитие пищевой, легкой промышленности и индустрии гостеприимства: международная научно-практическая конференция, 17–18 окт. 2013 г. Алмата: АТУ, 2013. – С. 229–231.
 11. Абрамова, А.Г. Розроблення технологій бісквітних напівфабрикатів із застосуванням нетрадиційних цукрозамінників / В.В. Дорохович, А.Г. Абрамова // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті: 78 Міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів, 2–3 квіт. 2012 р. Київ. – К.: НУХТ, 2012. – С. 118–119.
 12. а) Визначення оптимальних умов збивання системи меланж–ізомальт для бісквітів / В.В. Дорохович, А.Г. Абрамова, Т.С. Гончар, І.Л. Клепиков // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті: 79 Міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів, 15–16 квіт. 2013 р. Київ. – К.: НУХТ, 2013. – С. 194–196.
б) Абрамова, А.Г. Дослідження впливу режимів випікання на показники якості бісквіта на еритритолі / В.В. Дорохович, А.Г. Абрамова, О.П. Кучерина // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті: 79 Міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів, 15–16 квіт. 2013 р. Київ. – К.: НУХТ, 2013. – С. 192–194.

13. Дорохович, В.В. Бісквіти з фруктозою та цукрозамінниками-поліолами для харчування дітей / В.В. Дорохович, А.Г. Абрамова // Дитяче харчування: перспективи розвитку та інноваційні технології: друга спеціалізована науково практична конференція в рамках XVII міжнародного форуму товарів і послуг для дітей «BABY EXPO», 9 вер. 2014 р. Київ. – К., 2014. – С. 33–35.
14. Дорохович, В.В. Новітні технології бісквітних напівфабрикатів на основі використання цукрозамінників-поліолів / В.В. Дорохович, А.Г. Абрамова // Новітні ідеї в харчовій науці – нові продукти харчової промисловості: Міжнародна наукова конференція, присвячена 130-річчю Національного університету харчових технологій, 13–17 жовтня 2014 р., Київ. – К.: НУХТ, 2014. – С. 68.
15. Абрамова, А.Г. Дослідження теплоємності цукрозамінників нового покоління / А.Г. Абрамова, В.В. Дорохович, С.О. Іванов // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті: 81 Міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів, 23–24 квіт. 2015 р. Київ. – К.: НУХТ, 2015. – С. 124.
16. Абрамова, А.Г. Бісквіти дієтичного та дієтично-функціонального призначення / А.Г. Абрамова, В.В. Дорохович // Інноваційні технології розвитку у сфері харчових виробництв, готельно-ресторанного бізнесу, економіки та підприємства: наукові пошуки молоді: Всеукраїнська науково-практична конференція молодих учених і студентів, 2 квіт. 2015 р., Харків. – Х.: ХДУХТ, 2015. – С. 59.
17. Дорохович, В.В. Разработка технологии бисквитов диетического и функционального назначения // Инновационные технологии производства продуктов питания функционального назначения: Международная научно-практическая конференция, апр. 2015 г., Кутаиси., 2015. – С. 38–41.
18. Патент 83917 UA, МПК⁵¹ A21D 13/00 Бісквітний напівфабрикат для хворих на цукровий діабет / В.В. Дорохович, А.Г. Абрамова; заявник Національний університет харчових технологій. – № u201301748; заявл. 13.02.2013; опубл. 10.10.2013. Бюл. № 19, 2013 р.
19. Патент 105977 UA, МПК⁵¹ A21D 13/08 Бісквітний напівфабрикат для хворих на цукровий діабет / В.В. Дорохович, А.Г. Абрамова; заявник Національний університет харчових технологій. – № u201301739; заявл. 13.02.2013; опубл. 10.07.2014. Бюл. № 13, 2014 р.

Особистий внесок здобувача: проведення експериментальних досліджень, участь в обговоренні, опрацюванні та узагальненні результатів, підготовка матеріалів до публікації [1, 3-5, 7, 11, 12]; проведення літературного пошуку та експериментальних досліджень, аналіз та узагальнення результатів досліджень, підготовка матеріалів до публікації [2, 6, 8-10, 13-17]; проведення патентного пошуку, розроблення патенту, підготовка матеріалів до патентування [18, 19].

АНОТАЦІЯ

Абрамова А.Г. Удосконалення технології бісквітів пониженої глікемічності та калорійності шляхом використання цукрозамінників нового покоління: - Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.18.01 – Технологія хлібопекарських продуктів, кондитерських виробів та харчових концентратів. – Національний університет харчових технологій Міністерства освіти і науки України, Київ, 2016.

Дисертація присвячена удосконаленню технології бісквітів дієтично-функціонального призначення шляхом використання цукрозамінників нового покоління еритрітолу, мальтітолу, ізомальтітолу, що мають низьку калорійність і понижену глікемічність. Розроблено нові види бісквітів зі зниженою калорійністю та редукованою глікемічністю. Досліджено вплив цукрозамінників на утворення піноподібної структури бісквітного тіста, теплофізичні характеристики бісквітного тіста, структурно-механічні та органолептичні властивості готових виробів.

На нові види бісквітів зі зниженою глікемічністю та калорійністю розроблено та затверджено рецептури, проведено апробацію технології розроблених бісквітів у виробничих умовах.

Ключові слова: бісквіт, еритритол, мальтітол, ізомальтітол, понижена калорійність, редукована глікемічність, цукровий діабет.

АНОТАЦІЯ

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.01 – Технология хлебопекарных продуктов, кондитерских изделий и пищевых концентратов. – Национальный университет пищевых технологий Министерства образования и науки Украины, Киев, 2016.

Диссертация посвящена усовершенствованию технологии бисквитов диетически-функционального назначения путем использования сахарозаменителей нового поколения эритритола, мальтитола, изомальтитола, которые характеризуются невысокой калорийностью и низким гликемическим индексом.

В работе исследованы физико-химические, технологические, теплофизические свойства сахарозаменителей эритритола, мальтитола, изомальтитола и их растворов. Исследовано влияние сахарозаменителей на пенообразующую способность меланжа и стойкость пены. Установлено, что сахарозаменители, как и сахароза, понижают пенообразующую способность меланжа: эритритол – на 35 %, мальтитол – на 37 %, изомальтитол – на 45 %, сахароза – на 40 %. В результате исследований стойкости пены установлено, что смесь меланж–эритритол имеет наименее стабильную структуру, а использование изомальтитола способствует образованию более стабильной пены. Доказано, что для улучшения процесса пенообразования смеси меланж–изомальтитол и стабильности пены меланж–эритритол рационально использовать «теплый» способ взбивания при температуре 323 К (50 °С) и 313 К (40 °С) соответственно.

Исследовано влияния сахарозаменителей на образования пенообразной структуры бисквитного теста и его реологические характеристики.

С целью улучшения реологических свойств теста на основе изомальтитола проведено полный факторный эксперимент. Доказано, что внесение в рецептурный состав 20 % крахмала и использование «теплого» способа приготовления теста способствуют получению бисквита хорошего качества.

Доказано, что для получения бисквитов на эритритоле хорошего качества, структурно-механические и органолептические свойства которого будут соответствовать данному виду изделий, целесообразно изменить параметры выпекания. Установлено, что изделия на эритритоле необходимо выпекать при температуре 413 К (140 °С).

Исследованы теплофизические характеристики бисквитного теста, структурно-механические и органолептические характеристики готовых изделий.

Разработаны новые виды изделий со сниженной калорийностью и редуцированной гликемичностью.

Ключевые слова: бисквит, эритритол, мальтитол, изомальтитол, сниженная калорийность, редуцированная гликемичность, сахарный диабет.

ANNOTATION

Abramova A. Improving technology and sponge cakes reduced glycemic and calorie sweeteners through the use of new generation - Manuscript.

Thesis to obtain scientific degree of candidate of technical sciences in specialty 05.18.01 – Technology of bakery foods, confectionery products and food concentrates. – National University of Food Technologies of Ministry of Education and Science of Ukraine, Kyiv, 2016.

The thesis is devoted to the improvement of technology-dietetic sponge cakes functionality through the use of sugar replacers new generation erytritol, maltitol, izomaltitol with low calorie and lowered glycemic. Developed new types of sponge cakes with reduced calorie and reduced glycemic. The effect of sugar replacers on structure formation spumy biscuit dough, biscuit dough thermal characteristics, structural, mechanical and organoleptic properties of the finished products. For new types of biscuits with reduced calorie and glycemic developed and approved recipes, conducted testing technology developed biscuits in a production environment. **Key words:** sponge cake, erytritol, maltitol, izomaltitol, reduced calorie, reduced glycemic, diabetes.