

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТОРГОВЕЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Дорохович Вікторія Віталіївна

УДК 664.68 : 613.24

**Наукове обґрунтування і розроблення технологій
борошняних кондитерських виробів спеціального
дієтичного споживання**

Спеціальність 05.18.16 – технологія продуктів харчування

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
доктора технічних наук

Київ – 2010

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Київському національному торговельно-економічному університеті Міністерства освіти і науки України

Науковий консультант доктор технічних наук, професор
Ковбаса Володимир Миколайович,
Національний університет харчових технологій,
проректор з наукової роботи, завідувач кафедри
технології хліба, кондитерських, макаронних
виробів і харчоконцентратів

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор,
лауреат Державної премії України,
заслужений діяч науки і техніки України
Капрельянц Леонід Вікторович,
Одеська національна академія харчових
технологій, проректор з наукової роботи та
міжнародних зв'язків, завідувач кафедри біохімії,
мікробіології та фізіології харчування

доктор технічних наук, професор,
заслужений діяч науки і техніки України
Сирохман Іван Васильович,
Львівська комерційна академія Укоопспілки,
завідувач кафедри товарознавства продовольчих
товарів

доктор медичних наук, професор
Корзун Віталій Наумович,
ДУ „Інститут гігієни та медичної екології
ім. О.М. Марзєєва АМН України”, завідувач
лабораторії спеціальних харчових продуктів та
епідеміології харчування

Захист відбудеться 30 березня 2010 р. о 13⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.055.02 Київського національного торговельно-економічного університету за адресою: Україна, 02156, м. Київ, вул. Кіото, 21, ауд. Д 221.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Київського національного торговельно-економічного університету за адресою: Україна, 02156, м. Київ - 156, вул. Кіото, 19.

Автореферат розісланий 19 лютого 2010 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради

Є.В. Тищенко

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Умови життя сучасної людини – психологічні навантаження, недостатня фізична активність, зниження якості харчових продуктів призводять до погіршення харчового статусу населення, послаблення імунітету, збільшення кількості хронічних неінфекційних захворювань, зменшення тривалості життя.

Останніми роками в світі різко збільшилась кількість хворих на цукровий діабет. Так, за прогнозами, у 2010 р. кількість хворих досягне 300 млн осіб, в Україні – близько 3 млн. Існує тенденція до збільшення хворих на целиацію, у Швеції щороку реєструється один випадок захворювання на целиацію на 270 осіб, в Австрії – на 476, у Франції – на 200 осіб. В Україні поки що недостатньо проводять діагностику захворювання на целиацію. Однак, за підрахунками фахівців Всеукраїнської спілки целиакії, лише в Києві близько 30 тис хворих. У світі і Україні зростає кількість хворих на фенілкетонурію. На залізодефіцитні стани різної етіології в світі страждає близько 1,8 млрд осіб. В Україні майже у 1/3 населення спостерігається нестача заліза.

Це зумовлює необхідність розроблення харчових продуктів спеціального та оздоровчого призначення. Вагомий внесок у створення науково-практичних засад їх виробництва зробили вчені України: Арсеньєва Л.Ю., Гуліч М.П., Дорохович А.М., Дробот В.І., Доценко В.Ф., Іоргачева К.Г., Капрельянц Л.В., Карнаушенко Л.І., Кравченко М.Ф., Ковбаса В.М., Корзун В.Н., Міцик В.Ю., Пивоваров П.П., Пересічний М.І., Перцевий Ф.В., Притульська Н.В., Рудавська Г.Б., Сімахіна Г.О., Сирохман І.В., Українець А.І., Ципріян В.І., Черевко А.І. та інших країн: Аксенова Л.М., Зубченко А.В., Магомедов Г.О., Пащенко Л.П., Скобельская З.Г., Савенкова Г.В., Ліпатов М.М., P. Vershuren, B. Minfil, F. Meiners, Y. Miler, K. Kreiten, M. Peterson, A. Johnson тощо. Проте проблема розроблення раціональних технологій БКВСДС (борошняних кондитерських виробів спеціального дієтичного споживання) з встановленням оптимальних параметрів технологічних процесів та оптимального складу інгредієнтних композицій з урахуванням вимог нутриціології до харчування різних груп населення є все ще не вирішеною, що зумовлює необхідність розроблення та наукового обґрунтування технологій БКВСДС, які відповідають вимогам нутриціології до харчування різних груп населення з урахуванням віку, фізичного навантаження, стану здоров'я, що може бути здійснено за рахунок використання цукрозамінників, глютенного та аглутенового борошна, фізіологічно-функціональних інгредієнтів.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Наукові дослідження та технологічні розробки проведено відповідно до комплексної програми „Цукровий діабет” № 45/222 (прийнята МОЗ України 20.09.2000 р.) і тематики науково-дослідних робіт КНТЕУ в межах держбюджетної теми „Розробка технології борошняної продукції з використанням функціональних компонентів на основі комп'ютерного

моделювання”, госпрозрахункових тем „Розробка наукових основ конструювання харчової продукції для дітей, що проживають в екологічно несприятливих умовах України” (№ ДР0107U003080), „Розроблення технологій та нових видів печива для дитячого харчування (для дітей, починаючи з 6-місячного віку)” (№ ДР 0108U007029), розроблення ДСТУ „Вироби кондитерські борошняні для спеціального дієтичного споживання” (№ ДР 335a/008).

Особистий внесок здобувача полягає в участі як виконавця чи керівника зазначеними темами, розробленні програм, методик, проведенні лабораторних і промислових досліджень, теоретичному обґрунтуванні запропонованих рішень, аналізі та узагальненні отриманих результатів, підготовці матеріалів до публікації, впровадженні технологій у виробництво.

Мета і завдання дослідження. Метою дисертаційної роботи є наукове обґрунтування і розроблення новітніх технологій конкурентопридатних БКВСДС із врахуванням вимог нутриціології до харчування дітей (починаючи з 6-місячного віку), людей похилого віку, спортсменів, хворих на цукровий діабет, целіакію, фенілкетонурію, залізодефіцитну анемію, остеопороз, які забезпечать економію сировинних ресурсів і енерговитрат.

Досягнення поставленої мети передбачає вирішення таких **завдань**:

- сформулювати концептуальні підходи до розроблення оптимального складу харчових композицій БКВСДС з урахуванням вимог нутриціології до харчування людей різних вікових груп (діти, люди похилого віку), фізичного навантаження (спортсмени), стану здоров’я (хворі на цукровий діабет, целіакію, фенілкетонурію, залізодефіцитну анемію, остеопороз);
- застосувати системний підхід до розроблення інноваційних технологій БКВСДС і провести математичне моделювання великої технологічної системи за критерієм ефективності функціонування та окремих підсистем із встановленням оптимальних параметрів технологічних процесів з урахуванням значення цільової функції;
- провести дослідження технологічних властивостей цукрозамінників і сумішей на їх основі з установами і математичною формалізацією їх споживчих і технологічних властивостей за комплексним показником якості;
- науково обґрунтувати вибір цукрозамінників та сумішей на їх основі, глютену й аглутенового борошна, фізіологічно-функціональних сировинних інгредієнтів для розроблення різних груп борошняних кондитерських виробів (здобне печиво, кекси, бісквіти, білково-збивне печиво) спеціального дієтичного споживання, визначити вплив цих інгредієнтів на формування структури тістових мас та якість готового продукту;
- визначити вплив цукрозамінників і сумішей на їх основі на піноутворюючу здатність і стійкість піни на основі меланжу, яєчного білка, а також яєчного жовтка, сухого яєчного білка, відновленого водою

та овочевими соками і пюре; визначити їх вплив на фізичні та структурно-механічні властивості тістових мас, кількість вільної та зв'язаної води;

- науково обґрунтувати вплив цукрозамінників, аглютинового борошна, фізіологічно-функціональних інгредієнтів на тепломасообмінні процеси та визначити оптимальні параметри термообробки різних груп БКВСДС;

- розробити методику розрахунку показника глікемічності (ПГ) та новітні технології виробів з низьким показником глікемічності;

- запропонувати методологічний підхід до оптимізації складу харчових композицій, спрямованих на поліпшення харчової (обчислення за інтегральним скором), біологічної цінності (за амінокислотним скором), зменшення глікемічності (за показником глікемічності), редукованої калорійності (за енергетичними показниками) з використанням математичних методів: багатофакторного планування експерименту, симплекс-методу, графоматематичного методу, методу квадратичного програмування;

- визначити конкурентопридатність розроблених БКВСДС за комплексним показником, який враховує ефективність рецептурного складу, соціальний ефект, ефективність функціонування технологічних систем виробництва різних груп БКВСДС, енергетичні витрати, пов'язані з виробництвом БКВСДС, патентну захищеність нових технологій або рецептурного складу;

- розробити нормативну документацію на нові види БКВСДС (ДСТУ, технічні умови, рецептури), провести промислову апробацію та впровадження новітніх технологій у закладах ресторанного господарства і на підприємствах харчової промисловості, апробувати нові БКВСДС у клінічних умовах; визначити економічну ефективність і прибуток від реалізації розроблених виробів.

Об'єкт дослідження – технології борошняних кондитерських виробів.

Предмет дослідження – борошняні кондитерські вироби спеціального дієтичного споживання на основі використання цукру та цукрозамінників, глютинового і аглютинового борошна, фізіологічно-функціональних інгредієнтів («Гемівітал», PURACAL PP/FCC, продукти BENEО™, зародкові пластифікатори пшениці, гірчична олія, морквяне пюре та сік), жовтка, нативного та сухого яєчного білка, кукурудзяної та гірчичної олії.

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

Наукова новизна одержаних результатів. У комплексі вирішено важливу державну проблему розроблення БКВСДС, інгредієнтний склад яких відповідає вимогам нутриціології стосовно харчування різних груп населення залежно від віку, інтенсивності фізичного навантаження, стану здоров'я за рахунок раціонального використання цукру та цукрозамінників, глютинового та аглютинового борошна; фізіологічно-функціональних інгредієнтів, технологія яких оптимізована на підставі

використання системного підходу та методів аналогізації, основних принципів теоретичної кваліметрії, керуючої реології, термодинаміки незворотних процесів, сорбційно-десорбційних процесів.

Вперше:

- на основі теоретичних та експериментальних досліджень сформульовано наукову концепцію, згідно з якою БКВСДС запропоновано класифікувати за двома групами: вироби оздоровчі, до складу яких входять фізіологічно-функціональні сировинні інгредієнти в кількості що забезпечує 10...50% їх добової потреби, яка залежить від віку, статі, фізичного навантаження, і вироби дієтичного призначення з урахуванням захворювань (цукровий діабет, целіакія, фенілкетонурія);

- визначено комплексні показники якості цукрозамінників з урахуванням коефіцієнтів вагомості одиничних показників основних властивостей (розчинність, солодкість, гігроскопічність, калорійність, термостабільність, глікемічність). Встановлено, що найвищі значення комплексного показника має лактитол ($K=0,847$) і фруктоза ($K=0,842$); визначено оптимальний склад суміші лактитол+фруктоза ($0,66+0,34$);

- встановлено вплив глюкози, фруктози, сорбіту, лактитолу, ізомальту на формування клейковинного комплексу, кількість вільної та зв'язаної води в тістових масах, формування фізичних і структурно-механічних властивостей модельних тістових мас. Доведено, що фруктоза збільшує, а глюкоза, лактитол, ізомальт зменшують вміст вільної води в тістових масах відносно тістових мас на цукрі. Встановлено недоцільність використання поліолів для виробництва тістових мас вираженої еластичної структури (затяжне печиво, крекери);

- визначено закономірності впливу цукрозамінників (лактитолу, ізомальту, фруктози, глюкози, сорбіту), аглютенного борошна (рисового, гречаного, кукурудзяного) на формування коагуляційних, коагуляційно-кристалізаційних, коагуляційно-піноподібних слабо- та сильно-структурованих тістових мас. Обґрунтовано, що всі цукрозамінники, крім ізомальту, не мають негативного впливу на формування коагуляційної, коагуляційно-кристалізаційної структури тістових мас. Поліоли (лактитол та ізомальт) позитивно впливають на формування тістових мас коагуляційно-піноподібної структури;

- обґрунтовано закономірності впливу цукрозамінників (лактитолу, ізомальту, фруктози) і аглютенного борошна (рисового, гречаного, кукурудзяного) на кінетику та динаміку тепломасообмінних процесів під час випікання-охолодження бісквітів та кексів, випікання-сушіння-охолодження здобного печива, сушіння-охолодження білково-збивного печива; визначено теплофізичні характеристики цукрозамінників, тістових мас і готових виробів. Розраховано кінетику теплопоглинання під час термооброблення БКВ, з визначенням теплоти на прогрівання заготовок і видалення води, що дало можливість науково обґрунтувати оптимальні режими термооброблення різних груп БКВСДС. Доведено, що

застосування фруктози під час виробництва борошняних кондитерських виробів зменшує витрати тепла на 9...12%, а ізомальту – збільшує на 14...15%. Доведено, що при використанні лактитолу та суміші лактитол+фруктоза витрати тепла наближаються до витрат тепла під час термооброблення виробів на цукрі; аглютенного борошна – тривалість термооброблення збільшується 5...15%.

- реалізовано системний підхід до створення новітніх технологій БКВСДС, запропоновано методологію математичного обґрунтування ефективності функціонування великої технологічної системи за комплексним показником, який враховує науково обґрунтовані вимоги розробленого ДСТУ „Вироби кондитерські борошняні для спеціального дієтичного споживання” та методологію оптимізації технологічних показників окремих підсистем;

дістали подальшого розвитку:

- теоретичні й практичні передумови раціонального використання фізіологічно-функціональних інгредієнтів («Гемовітал», BENEО™ST, BENEО™ Synergy, PURACAL PP/FCC, зародкові пластівці пшениці, овочеві пюре, соки, гірчична олія) у виробництві БКВ оздоровчого, дієтичного призначення;

- концептуальний підхід до створення БКВСДС із визначенням ефективності інгредієнтного складу виробів, у основу якого покладено значення інтегрального скору, що враховує задоволення добової потреби (залежно від віку, статі, фізичного навантаження) у білках, жирах і вуглеводах, незамінних і замінних амінокислотах, насичених, моно-, та поліненасичених жирних кислотах, моно-, дицукридах, засвоюваних і незасвоюваних поліцукридах, поліолах, вітамінах, мінеральних речовинах та амінокислотного скору, що враховує вміст есенційних амінокислот.

Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій підтверджуються їх перевіркою за допомогою органолептичних, фізико-хімічних, біохімічних, теплофізичних, структурно-механічних методів аналізу, використання сучасної інструментальної техніки, застосування методів статистичного опрацювання результатів досліджень; перевіркою адекватності математичних моделей, промисловою та клінічною апробацією розроблених технологій.

Практичне значення одержаних результатів. Розроблено новітні технології БКВСДС із встановленими оптимальними параметрами технологічних процесів.

Запропоновано методику кількісного визначення глікемічності харчових продуктів за показником глікемічності, який враховує глікемічний індекс вуглеводів та їхній вміст у 100 г продукту. У разі застосування цієї методики можливо розрахунковим методом визначити доцільність споживання кондитерських виробів хворими на цукровий діабет.

На підставі проведених досліджень науково обґрунтовано методологію визначення комплексного показника (K_k), який характеризує

конкурентопридатність БКВСДС, що дасть змогу оцінити цей показник у нових виробках відносно існуючих. В основу визначення комплексного показника K_k покладено значення декількох показників, які характеризують: K_1 – ефективність рецептурного складу; K_2 – ефективність функціонування великої системи; K_3 – соціальний ефект розроблених БКВСДС; K_4 – енерговитрати нових технологій; K_5 – патентну захищеність рецептурного складу або технологічних рішень.

Теоретичні та науково-практичні доробки автора стали підґрунтям для розроблення нормативної документації: ДСТУ «Вироби кондитерські борошняні для спеціального дієтичного споживання», ТУ У 15.8-0156617-078:2008 «Продукти спеціального дієтичного споживання. Вироби борошняні кондитерські безглютенові». Розроблено та затверджено рецептури на 41 найменування БКВСДС.

Новизну технічних рішень підтверджено 17 патентами України.

Проведено промислову апробацію та впровадження розроблених технологій БКВСДС у закладах ресторанного господарства та на підприємствах харчової промисловості. Ефективність розроблених технологій і БКВСДС підтверджено результатами медико-біологічних досліджень і клінічних апробацій виробів на різних групах населення.

Визначено економічну ефективність від впровадження БКВСДС та їх конкурентопридатність. Прибуток від реалізації 1000 кг виробів залежно від виду продукції становить: для здобного печива – 1588...2516 грн, кексів – 1238...1694 грн, бісквітів – 1445...2989 грн, білково-збивного печива – 7017...7818 грн.

Нові БКВСДС демонструвалися на професійних дегустаційних конкурсах «Солодкий тріумф», які проходили на виставках «Ласощі-2005, 2009». Так, бісквіт «Хвильки» та кекс «Лакті-Фру» отримали «Гран-прі», а кекс «Літній» та печиво «Лактитолочка» – нагороду «Тріумф якості».

Соціальний ефект від впровадження розробок полягає в тому, що в Україні хворі на целіакію, цукровий діабет, фенілкетонурію, залізодефіцитну анемію та остеопороз мають можливість споживати борошняні кондитерські вироби вітчизняного виробництва. Споживання БКВСДС із статусом «функціональний харчовий продукт», «редукована калорійність» і зниженою глікемічністю сприяє поліпшенню здоров'я всіх груп населення України.

Особистий внесок здобувача полягає в одноосібно виконаному науковому дослідженні, в якому вирішено важливу наукову проблему розроблення технологій БКВСДС. Під керівництвом та за особистої участі автора проведено теоретичні, аналітичні, експериментальні дослідження. Розроблено методологічні підходи до створення оптимальних рецептурних композицій БКВСДС, які відповідають вимогам нутриціології стосовно харчування людей залежно від віку (діти, особи похилого віку), інтенсивності фізичного навантаження (спортсмени), стану здоров'я (хворі на цукровий діабет, целіакію, фенілкетонурію, залізодефіцитну анемію, остеопороз), методологію визначення: ефективності складу рецептурних

композицій; ефективності виробництва БКВСДС як великої технологічної системи; конкурентопридатності БКВСДС; показника глікемічності харчових продуктів.

Дослідження технологічних властивостей цукру і цукрозамінника лактитолу, структурно-механічних властивостей тістових мас і готового печива проводили спільно з Яременко О.М., розроблення технологій печива і кексів на цукрі та рисовому, кукурудзяному, гречаному борошні – сумісно з к.т.н. Бабіч О.В. (НУХТ), технології бісквітів на фруктозі – сумісно з Ганоцькою С.О. (КНТЕУ). Визначення сорбційних і десорбційних властивостей БКВСДС проведено в Інституті фізичної хімії ім. Л.В. Писаржевського НАН України; реологічних властивостей тістових мас на різних цукрозамінниках – у Харківському державному університеті харчування та торгівлі; термографіометричні дослідження – в Національному університеті ім. Т.Г. Шевченка; дослідження стану вологи методом імпульсного ЯМР – сумісно з к.т.н. Дьяковим О.Г. (ХДУХТ). Обговорення та узагальнення результатів досліджень проведено спільно з науковим консультантом д.т.н., проф. Ковбасою В.М., результатів клінічних апробацій розроблених БКВСДС – сумісно з д.м.н Гуліч М.П.

Апробація результатів дисертації. Основні результати проведених досліджень доповідались та обговорювались на XV Міжнародному симпозіумі „Нетрадиционное растениеводство. Эниология. Экология и здоровье” (Алушта, 2005, 2006), Другій між нар. наук.-практич. конф. „Наук. дослідж. – теорія та експеримент” (Полтава, 2006), VI та V Міжнародних науково-практичних конференціях „Хлібопродукти–2006”, „Хлібопродукти-2007”, „Хлібопродукти-2009” (Одеса, 2006, 2007, 2009), IV Міжнародній науково-практичній конференції „Актуальні питання гігієни харчування та безпечності харчових продуктів. Проблеми функціонального харчування” (Київ, 2006), III Міжнародному інформаційно-консультативному науково-практичному практикумі „Кондитерські вироби та харчоконцентрати. Технологія, обладнання, якість та асортимент” (Мукачеве, 2006), Міжнар. наук.-практ. конф. «Туризм і рестор. бізнес. Сучас. тенденції та перспектива розв.» (Київ, 2007), VI Міжнародній конференції „Кондитерские изделия XXI века” (Москва, 2007), VI Междунар. науч.-практ. конф. «Совершенствование технологий и оборудования пищевых производств» (Мінськ, 2007), Всеукраїнській науково-практичній конференції „Прогресивні техніка та технології харчових виробництв, ресторанного господарства і торгівлі. Економічна стратегія і перспективи розвитку сфери торгівлі та послуг” (Харків, 2007), V Міжнародній науково-практичній конференції „Актуальні проблеми харчування: технологія та обладнання, організація та економіка” (Донецьк-2007-Святогірськ), Всеросійській науковій конференції „Социально-медицинские аспекты экологического состояния Центрального экономического района России» (Тверь, 2007), семінарі для спеціалістів кондитерського виробництва „Сучасні технології кондитерських виробів. Підвищення якості та безпеки” (Київ, 2007),

IV Міжнарод. інформаційно-консультативному практикумі „Кондитерські вироби та харчоконцентрати. Енергозберігаючі технології, автоматизація виробництва, харчові добавки та ароматизатори” (Яремча, 2008), Міжнарод. науково-практична конференція „Інноваційні енерго- й ресурсозберігаючі технології та обладнання в хлібопекарській, кондитерській, макаронній, харчоконцентратній і зернопереробній галузях харчової промисловості” (Київ, 2008), науково-практичній конференція „Кондитерські вироби XXI століття: фізіологічно-функціональні сировинні інгредієнти, інноваційні технології (Київ, 2009), Міжнар. наук. фестиваль «SPA I WELLNESS – стратегія розвитку» (Форос, 2009).

Публікації. За результатами роботи опубліковано 63 наукових праць, у т.ч. 24 – у фахових журналах і збірниках наукових праць, 7 – в інших виданнях, 15 матеріалів та тез доповідей на науково-практичних конференціях, отримано 17 патентів України.

Структура та обсяг дисертації. Дисертація складається з вступу, семи розділів, висновків, списку використаних джерел із 619 найменувань (книга 1) і додатків (книга 2). Робота, викладена на 307 сторінках основного тексту, включає 82 рисунки і 78 таблиць.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дисертації та її значення у розв’язанні проблеми розроблення БКВСДС оздоровчої, профілактичної і дієтичної спрямованості, сформульовано мету та завдання дослідження, викладено наукову концепцію, визначено наукову новизну і практичне значення отриманих результатів, наведено дані щодо апробації новітніх технологій.

У **першому розділі** „Сучасні науково-технічні підходи до розроблення раціональних технологій конкурентопридатних борошняних кондитерських виробів спеціального дієтичного споживання” розглянуто проблему неповноцінності раціону харчування та способи розроблення харчових продуктів оздоровчого призначення, проаналізовано сучасні технології борошняних кондитерських виробів оздоровчої та дієтичної спрямованості. Розглянуто теоретичні основи структуроутворення кондитерських мас коагуляційної, коагуляційно-кристалізаційної, коагуляційно-піноподібної структури та обґрунтовано доцільність проведення комплексу досліджень з визначення впливу нетрадиційної сировини (цукрозамінників, аглютенowego борошна, фізіологічно функціональних харчових інгредієнтів) на формування структури тістових мас. Наведено теоретичні основи процесів випікання, випікання-сушіння та сушіння різних груп борошняних кондитерських виробів (БКВ), показано необхідність проведення комплексу досліджень щодо встановлення оптимальних параметрів процесу термообробки БКВСДС; наведено теоретичне обґрунтування процесів, що відбуваються під час зберігання БКВ.

Аналітичний огляд літератури визначив необхідність розроблення наукової концепції створення нового складу БКВ з урахуванням їх спеціального (оздоровчого та дієтичного) призначення, які відповідають вимогам нутриціології відносно харчування практично здорових людей з урахуванням віку (діти, люди похилого віку), інтенсивності фізичного навантаження (люди розумової праці, спортсмени) і стану здоров'я (цукровий діабет, целіакія, фенілкетонурія, залізодефіцитна анемія, остеопороз) та розроблення раціональних технологій, що забезпечують конкурентопридатність БКВСДС.

У другому розділі „Організація, об'єкти та методи досліджень” сформульовано програму аналітичних та експериментальних досліджень (рис. 1), яка передбачає системний підхід до розроблення технологій БКВСДС, розроблення наукової концепції створення оптимального рецептурного складу, що задовольняє вимоги нутриціології відносно харчування практично здорових людей з урахуванням віку, інтенсивності фізичного навантаження, з метою надання виробам оздоровчого, профілактичного призначення, та дієтичного призначення для харчування людей з певними захворюваннями; експериментальні дослідження і наукове обґрунтування оптимізації рецептурного складу, оптимальних параметрів замісу тістових мас, термообробки тістових заготовок, зберігання готових виробів.

Наведено характеристику об'єктів досліджень, визначено методики для досліджень фізико-хімічних, структурно-механічних, теплофізичних показників сировини, тістових мас та готових виробів; методів моделювання, оптимізації та статистичної обробки результатів досліджень.

Для визначення глікемічності БКВСДС розроблено методику розрахунку $ПГ$, який проводять за формулою:

де $C_1, C_2, \dots, C_n$ – глікемічний індекс окремих вуглеводів;
 $X_1, X_2, \dots, X_n$ – кількість вуглеводів у 100 г досліджуваного продукту.

Задачу оптимізації рецептурного складу БКВСДС запропоновано розв'язувати математичним методом лінійного програмування – симплекс-методом, для чого складено систему лінійних рівнянь, вказано граничні умови та визначено цільову функцію. Якщо задача спрямована на зменшення калорійності, глікемічності, то $f \rightarrow \min$, а якщо на використання фізіологічно функціональних харчових інгредієнтів, то $f \rightarrow \max$.

У тих випадках, коли нова сировина підвищує біологічну цінність виробів і, в той же час, погіршує органолептичні показники, використано графоматематичний метод.

Запропоновано методику розрахунку комплексного показника (K_k^0), який характеризує конкурентопридатність БКВСДС на основі врахування ефективності рецептурного складу (K_k^1), ефективності функціонування

Рис. 1. Комплексна програма досліджень з розроблення БКВСДС

великої технологічної системи (K^2), соціального ефекту розроблених БКВСП (K^3), енергетичних витрат, які супроводжують технологічні процеси (K^4), патентної захищеності рецептурного складу або технічних рішень (K^5). K^0 розраховують за такою формулою:

де;,,, (коефіцієнти вагомості визначено методом експертного опитування).

У випадку, якщо розрахунок показав, що K^0 дорівнює 5...4,5 бала, то БКВСДС слід вважати висококонкурентопридатними, якщо 4,4...4,0 бала, то конкурентопридатними, якщо 3,9 бала та менше, то не конкурентопридатними.

У третьому розділі „Наукове обґрунтування раціональних технологій борошняних кондитерських виробів спеціального дієтичного споживання” науково обґрунтовано концептуальний підхід до створення БКВСДС з урахуванням вимог нутриціології до харчування різних груп населення залежно від віку (діти, люди похилого віку), інтенсивності фізичного навантаження (люди розумової праці, спортсмени) та стану здоров’я (цукровий діабет, целиакія, фенілкетонурія, залізодефіцитна анемія, остеопороз).

Обґрунтовано доцільність аналізу виробництва БКВСДС як великої технологічної системи, яка поділяється на такі підсистеми: C_1 – розроблення оптимальних рецептурних композицій БКВСДС; B_1 – приготування тістових мас; B_2 – формування тістових заготовок; B_3 – термічне оброблення тістових заготовок; A – зберігання готової продукції. Встановлено, що під час розроблення БКВСДС підсистему C_1 доцільно розглядати як центральну підсистему.

Аналіз кожної підсистеми здійснено на макро- та мікрорівні. На макрорівні проведено аналіз взаємодії складових елементів системи між собою та навколишнім середовищем з метою встановлення критерію оптимізації. З великої кількості вихідних факторів визначено головний, за яким і проведено оптимізацію підсистеми з урахуванням вхідних керованих і некерованих факторів. На мікрорівні досліджено фізико-хімічні, структурно-механічні, тепломасообмінні та інші процеси, які зумовлюють оптимальні параметри технологічних процесів.

Мета функціонування великої технологічної системи виробництва БКВСДС – випуск конкурентопридатної продукції, яка відповідає вимогам нутриціології до харчування людей різного стану здоров’я, віку, професійної діяльності, а за показниками якості – вимогам нормативної документації. У розробленому нами ДСТУ „Вироби кондитерські борошняні для спеціального дієтичного споживання”, крім традиційних вимог до органолептичних (P_1), фізико-хімічних (P_2), мікробіологічних показників (P_3), показників безпеки (P_4), введено показник (P_5), який вказує на спеціальне призначення БКВ (рис. 2) і на другому рівні диференціюється на $P_{51}...P_{5n}$. Це може бути ПП, вміст фізіологічно функціональних харчових інгредієнтів, вміст клейковини (у виробах для хворих на целиакію $P_{5i}=0$),

вміст білка та фенілаланіну (у виробках для хворих на фенілкетонурію). Показник ефективності функціонування великої системи, відповідно, значення показників 2-го рівня, розраховано за формулою:

Значення K_0^2 відповідає такій оцінці: $K_0^2=0,9...1,0$ – відмінно; $K_0^2=0,75...0,89$ – добре; $K_0^2=0,5...0,74$ – задовільно; $K_0^2 \leq 0,49$ – незадовільно.

Усі БКВСДС згідно з розробленими ДСТУ поділено на дві групи. Перша – це вироби оздоровчого призначення, які рекомендовано споживати практично здоровим особам. Відрізняються від традиційних виробів тим, що до складу 100 г продукту входять фізіологічно-функціональні сировинні інгредієнти в кількості 10...50% добової потреби. Друга – вироби дієтичного призначення для хворих людей, які не можуть споживати звичайні БКВ (хворі на цукровий діабет, целіакію, фенілкетонурію).

У четвертому розділі „Технологічні властивості цукрозамінників та їх використання у виробництві різних груп борошняних кондитерських виробів спеціального дієтичного споживання” наведено результати комплексних досліджень з визначення основних технологічних властивостей цукру, глюкози, фруктози, лактитолу, ізомальту, сорбіту. Досліджено (на установці Мак Бена) сорбційні та десорбційні властивості цукрозамінників. Встановлено, що у разі низького вологовмісту ($a_w=0,0...0,25$) не відбувається поглинання води ні цукром, ні цукрозамінниками, якщо $a_w=(0,25...0,75)$, тільки фруктоза ($a_w=0,45$) і сорбіт ($a_w=0,50$) поглинають вологу. Тому цукор та цукрозамінники (крім фруктози та сорбіту) слід віднести до речовин з низькою гігроскопічністю. Термообробка БКВСДС передбачає дію високих температур, тому визначено її вплив на властивості цукру та цукрозамінників. Аналіз дериватограм показав, що найбільш термостійким є цукор: плавлення цукру відбувається в інтервалі $180...194^\circ\text{C}$, фруктози – $104^\circ\text{C}...132^\circ\text{C}$, сорбіту – $98...100^\circ\text{C}$, лактитолу – $100...135^\circ\text{C}$, ізомальту – $135...155^\circ\text{C}$. Досліджено кінематичну і динамічну в'язкість розчинів цукру та цукрозамінників різної концентрації (30 та 50%). Встановлено, що в'язкість розчинів глюкози, фруктози, сорбіту відповідно менша на 30, 25, 15% за в'язкість розчинів цукру тієї ж концентрації, а в'язкість розчинів лактитолу та ізомальту, відповідно, на 12 і 40% більше. Досліди з визначення поверхневого натягу цукридів та поліолів показали, що у цукридів він практично однаковий і коливається у межах $78,2...78,6$ Н; у поліолів поверхневий натяг значно менший і становить у сорбіту – 66,1 Н, лактитолу – 66,3 Н, ізомальту – 67,7 Н. Це вказує на доцільність їх використання у БКВ піноподібної структури.

Згідно з основними технологічними властивостями (солодкість (f_1), гігроскопічність (f_2), розчинність (f_3), калорійність (f_4), термостійкість (f_5), глікемічний індекс (f_6)) побудовано профілограми показників якості цукру, фруктози, глюкози, лактитолу, ізомальту, сорбіту (рис. 3). Запропоновано загальну оцінку проводити за 10-бальною шкалою, тобто $f_i^{\delta}=10$ балів. Найкраще значення технологічних властивостей цукру або цукрозамінника має

10 балів, а відповідне значення властивостей інших речовин розраховано відносно нього. В зв'язку з тим, що кожний показник має різну вагомість у загальній оцінці якості, у розрахунках застосовано коефіцієнти вагомості M_i і розрахунок (K) проведено за формулою:

Встановлено, що з цукридів найбільше значення комплексного показника має фруктоза ($K=0,808$), з поліолів – лактитол ($K=0,735$). З урахуванням окремих позитивних властивостей фруктози та лактитолу у виробництві БКВСДС доцільно використовувати суміш лактитол – фруктоза. Оптимальне їх співвідношення визначено за допомогою методу квадратичного програмування, в якому система обмежень описується лінійними нерівностями, а цільова функція квадратична згідно з критерієм „багатокутник якості”. $F=f_1f_2+f_2f_3+f_3f_4 \rightarrow \max$. Відповідно до розв'язку задачі встановлено оптимальне співвідношення лактитол – фруктоза (0,66:0,34), яке використано під час розроблення БКВ для хворих на цукровий діабет.

На альвеографії визначено вплив цукру та цукрозамінників на температуру клейстеризації крохмалю. Встановлено, що цукор і цукрозамінники підвищують температуру клейстеризації, однак, вплив їх різний, що пояснюється різною розчинністю, молекулярною масою та їхньою хімічною будовою. Аналіз отриманих даних дає змогу прогнозувати, що фруктоза та поліоли будуть скорочувати тривалість термооброблення порівняно з цукром, тому що температура клейстеризації крохмалю за їх використання нижча за температуру клейстеризації крохмалю у тістових масах на цукрі. Однак рецептурний склад БКВСДС дуже складний, багатокомпонентний і на тривалість термообробки буде мати вплив цілий ряд факторів, серед яких значне місце належить водопоглинальній здатності (ВПЗ) борошняної сировини. Встановлено ВПЗ пшеничного та аглютенowego (кукурудзяного, гречаного, рисового) борошна (табл. 1) і вплив на ВПЗ цукру та цукрозамінників.

Таблиця 1

Водопоглинальна здатність різних видів борошна у присутності цукру та цукрозамінників, (%) $R \leq 0.05$

Вид борошна	Конт- роль	Кількість цукру або цукрозамінника, %											
		цукор		глюкоза		фруктоза		сорбіт		лактитол		ізомальт	
		30	60	30	60	30	60	30	60	30	60	30	60
Пшеничне	152 $\pm 1,5$	133 $\pm 1,7$	109 $\pm 1,2$	132 $\pm 1,6$	110 $\pm 1,3$	134 $\pm 1,5$	111 $\pm 1,1$	132 $\pm 1,5$	110 $\pm 1,3$	130 $\pm 1,5$	107 $\pm 1,2$	133 $\pm 1,5$	108 $\pm 1,1$
Кукурудзяне	178 $\pm 2,0$	157 $\pm 1,7$	127 $\pm 1,4$	156 $\pm 1,7$	128 $\pm 1,5$	158 $\pm 1,5$	128 $\pm 1,5$	155 $\pm 1,6$	126 $\pm 1,4$	153 $\pm 1,7$	124 $\pm 1,5$	156 $\pm 1,7$	124 $\pm 1,5$
Гречане	390 $\pm 2,0$	341 $\pm 2,0$	280 $\pm 2,0$	338 $\pm 2,1$	283 $\pm 1,7$	344 $\pm 2,0$	284 $\pm 2,0$	336 $\pm 2,0$	283 $\pm 2,0$	332 $\pm 2,0$	277 $\pm 1,7$	339 $\pm 2,0$	278 $\pm 2,0$
Рисове	283 $\pm 2,0$	248 $\pm 2,0$	205 $\pm 2,0$	246 $\pm 2,0$	207 $\pm 1,7$	250 $\pm 1,7$	208 $\pm 1,4$	245 $\pm 1,7$	207 $\pm 1,4$	241 $\pm 1,7$	197 $\pm 1,4$	245 $\pm 2,0$	198 $\pm 1,4$

Структура тіста і поведінка тістових заготовок під час термічної обробки значною мірою залежить від вологовмісту. Дослідження на фаринографії показали, що для досягнення однакової консистенції тіста (рівень на фаринограмах 500 од.) необхідна різна кількість води. Для замісу

тіста на фруктозі та сорбіті потрібна менша вологість тіста (порівняно з тістом на цукрі), відповідно, на 2,2 та 1,5%, для замісу тіста на глюкози, лактитолі, ізомальті – відповідно більше на 9,0; 5,0 та 10,2%. Причиною є різна розчинність та молекулярна маса цукру та цукрозамінників. Висока розчинність сприяє збільшенню вільної вологи, яка забезпечує утворення більшого прошарку між білковими молекулами, що робить систему більш пластичною. Фруктоза, глюкоза, сорбіт мають невелику молекулярну масу відносно молекулярної маси цукрози, лактитолу, ізомальту, тому їх молекули більш рухомі і швидше заповнюють внутрішньомолекулярний простір, утворений розгалуженими макромолекулами білків та крохмалю.

Структуру тістових мас обумовлює не тільки вологість маси, а й кількість вільної води. Кількість вільної та зв'язаної води визначено за допомогою дериватографа. Для визначення кількості загальної, вільної та зв'язаної води зроблено такі припущення. По-перше, кількість загальної вологи визначали як кількість вологи, виділену під час прогріву всіх зразків до $t=175^{\circ}\text{C}$. Така температура обумовлена тим, що температура скоринки БКВ у кінці термообробки не повинна бути більше 175°C . По-друге, вологу, яка виділяється до температури 100°C , розглядали як вільну вологу, після 100°C – як зв'язану. Результат аналізу дериватограм показав, що кількість вільної води у тістових масах на фруктозі дорівнює 32,5%, сорбіті – 27,2%, цукрі – 25,7%, глюкозі – 23,7%, лактитолі – 23,6%, ізомальті – 20,5%. Дані щодо кількості вільної і зв'язаної вологи у цих модельних системах підтверджено дослідженнями, проведеними за допомогою методу імпульсивного ядерно-магнітного резонансу. Визначено час повздовжньої (T_1) та поперечної (T_2) релаксації тістових мас (рис. 4, 5).

Аналіз отриманих даних свідчить, що час спін-решіткової та спін-спінової релаксації у тістових масах на фруктозі та сорбіті менший, ніж у тістових масах на цукрі, глюкозі, лактитолі, ізомальті. Таким чином, термообробка тістових заготовок на фруктозі і сорбіті буде відбуватись за більш короткий час і потребувати менших витрат тепла. Найбільших витрат тепла потребує термообробка тістових мас на ізомальті.

На процес формування і термообробки впливає не тільки кількість вільної і зв'язаної вологи, але й значною мірою структурно-механічні властивості тістових мас, а цукор і цукрозамінники впливають на ці показники. За допомогою альвеографа „Chopin” визначено, що існує чітка залежність між профілем альвеограм та видом солодких речовин (цукриди, поліоли). Доведено, що всі цукрозамінники зменшують пружність тістових мас, але у різному ступені (табл. 2). Встановлено, що пружність тістових мас, виготовлених на цукридах, розташовується в такий ряд: тістові маси на глюкозі > на цукрі > на фруктозі; поліолах: на ізомальті > на лактитолі > на сорбіті. Еластичність тістових мас на поліолах порівняно з моделлю на цукрі настільки мала, що визначити її було неможливо. Аналізуючи результати досліджень, дійдемо висновку, що застосування поліолів у виробництві БКВ, тістові маси, яких повинні мати виражені еластичні

властивості (лишковий напівфабрикат, зтяжне печиво, крекери, галети), є недоцільним. У зв'язку з тим, що ізомальт сприяє значному збільшенню пружності тіста, його використання для здобного пісочного печива і кексів теж вважаємо недоцільним.

Технологія бісквітів, кексів, білково-збивного печива пов'язана з процесом піноутворення. Досліди показали, що цукор і цукрозамінники знижують піноутворюючу здатність (ПУЗ) білкових систем на яєчному білку та меланжі (рис. 6). Визначено, що поліоли (сорбіт, лактитол) менше впливають на погіршення ПУЗ, ніж цукриди. Це можна пояснити їх властивостями як ПАВ. Низьку ПУЗ на ізомальті ми пояснюємо його низькою розчинністю. Тому у подальшому під час розроблення технології бісквіта на ізомальті використано теплий спосіб приготування бісквітного тіста.

Під час визначення стійкості піни (СП) встановлено, що цукор і цукрозамінники покращують СП як на яєчному білку, так і на меланжі.

Визначено, що у разі застосування цукрозамінників під час виробництва піноподібних виробів фруктозу, глюкозу, сорбіт, а також суміш лактитолу та фруктози доцільно використовувати для приготування кексів і бісквітів; лактитол, ізомальт, глюкозу – для виробництва білково-збивного печива. Фруктозу та сорбіт використовувати у виробництві білково-збивного печива недоцільно, оскільки вони мають високу гігроскопічність.

У п'ятому розділі **„Наукове обґрунтування і розроблення технологій тістових мас борошняних кондитерських виробів спеціального дієтичного споживання”** як центральну розглянуто підсистему, що пов'язана із розробленням харчових композицій різних груп БКВСДС. Розроблення складу БКВСДС проводили відносно критерію оптимізації (y_i), для визначення якого чітко зазначено та науково-обґрунтовано мету функціонування підсистеми та дію вхідних керованих (x_i) та некерованих (h_i) факторів. Фактор оптимізації визначали як за одиничними показниками ($y_i=K_0$), так і за комплексним показником (Δ). Для визначення критерію оптимізації K_0 було використано такі методи: багатофакторного планування експерименту, графоматематичний, симплекс-метод. При цьому враховували, що структурно-механічні характеристики тістових мас повинні забезпечити можливість використання існуючого обладнання, а якість БКВСДС має відповідати вимогам, наведеним у ДСТУ. Тістові маси мають різні структурно-механічні властивості, кожна структура тіста потребує визначення оптимальних параметрів дії.

Встановлено (рис. 7), що цукрозамінники по-різному впливають на утворення коагуляційно-кристалізаційної структур-ри тістових мас для здобного печива. Найбільш слабка та піддатлива до деформації структура притаманна тістовій масі на фруктозі. На ізомальті тісто має занадто міцну структуру, що обумовлює недоцільність його засто-сування для виготовлення здобного печива. Реологічні характеристики тістових мас на лактитолі мають характер змін, аналогічний до мас, виготовлених на

цукровій пудрі. Відмінність полягає у тому, що для тістових мас на лактитолі характерно більш виражене відновлення структури після зняття навантаження.

Визначено вплив цукру та цукрозамінників на реологічні характеристики коагуляційно-пастоподібної структури тіста для кексів. Аналіз отриманих даних (рис. 8) показав, що цукор і цукрозамінники суттєво впливають на піддатливість мас до дії навантаження, що дало змогу усі маси поділити на три групи: I – це легкопіддатливі маси, що виявляють властивості в'язкопластичної течії за навантаження ~ 100 г (це маси на лактитолі, сорбіті, суміші лактитол-фруктоза (66:34)); II – це маси середньої піддатливості, вони для течії потребують навантаження на 20% більше, ніж маси I групи (це маси на цукрі та фруктозі); III – важкопіддатливі маси (це тістова маса на глюкозі, яка виявляє в'язкопластичну течію за навантаження ~ 170 г). Маса на ізомальті навіть за навантаження понад 200 г не виявляє в'язкопластичну течію. Отримані дані показали, що під час розроблення рецептур на лактитолі, суміші лактитол-фруктоза, сорбіті можна кількість жиру зменшити на 5%; на фруктозі вміст жиру доцільно залишити таким же, як на цукрі; на глюкозі – збільшити на 5...7%. Людям з високим фізичним навантаженням доцільно споживати кекс на глюкозі як висококалорійний легкозасвоюваний продукт. Використовувати ізомальт у виробництві кексів вважаємо недоцільним.

Дослідження процесів структуроутворення коагуляційно-піноподібних слабо- та сильноструктурованих тістових мас показали позитивний, порівняно з цукром, вплив поліолів на процес піноутворення. З метою розроблення складу та технологій нових білково-збивних виробів проведено дослідження з визначення оптимальних умов піноутворення відновленого яєчного білка та впливу на ПУЗ різних цукрозамінників. За результатами дослідів встановлено, що оптимальним співвідношенням сухий яєчний білок : вода є 1:7, температура маси – 20°C , pH 6.

Під час дослідження впливу цукру та цукрозамінників на формування коагуляційно-піноподібних слабо- (тісто для бісквіта) та сильноструктурованих (тісто для білково-збивного печива) мас встановлено, що цукор та цукрозамінники зменшують ПУЗ у такій послідовності: лактитол < сорбіт < фруктоза < глюкоза < цукор < ізомальт.

Порівнюючи визначену за допомогою мікроскопу структуру піноподібних мас, отриманих збиванням відновленого водою яєчного білка (співвідношення 1:7) та цукру-піску, лактитолу, ізомальту, дійдемо висновку, що поліоли лактитол та ізомальт сприяють утворенню більш монодисперсної структури, ніж структура піни на цукрі, і це пояснює більшу стійкість їх пін. Оскільки піни на основі поліолів мають значно більшу стабільність, досліджено можливість зменшення їх кількості у рецептурних сумішах. Визначено, що оптимальне співвідношення

відновленого водою яєчного білка (1:7) до маси цукрозамінників (лактитол, ізомальт) відповідає 1,0 : (1,0...1,25).

Запропоновано відновлення сухого яєчного білка, сухого меланжу, яєчного жовтка проводити овочевими пюре або соками. Визначено кінетику їх піноутворення (рис. 9, 10). Встановлено, що використання морквяного пюре та соку сприяє скороченню тривалості процесу піноутворення,

максимальне значення ПУЗ досягається орієнтовно на 30% раніше, ніж у масах на меланжі та нативному яєчному білку, стійкість піни краща. Це пояснюється наявністю власних піноутворюючих факторів у пюре, крім того, незначне зниження активної кислотності рецептурної суміші створює умови для послаблення електростатичного відштовхування між яєчними протеїнами та пектинами морквяного пюре у адсорбційних шарах на межі розподілу фаз. Це сприяє максимальному залученню пектинів у ці шари.

Аналіз хімічного складу пшеничного борошна показує недостатню збалансованість есенційних амінокислот і низький вміст вітамінів, мінеральних речовин. Для покращання харчової та біологічної цінності БКВСДС запропоновано використовувати суміш борошняної сировини. Однак дуже часто борошняна сировина, що має кращий склад амінокислот, погіршує органолептичні показники. Для визначення оптимального співвідношення борошняної сировини використано графоматематичний метод. Наведено результати досліджень відносно оптимального співвідношення різних видів борошняної сировини (табл. 3). Отримані дані використано для розроблення рецептур здобного пісочного печива, кексів, бісквітів оздоровчого та дієтичного призначення.

Таблиця 3

Визначення оптимального співвідношення борошняної сировини

Суміш борошняної сировини	Оптимальне співвідношення	K_b^*	K_{org}^{**}	Суміш борошняної сировини	Оптимальне співвідношення	K_b^*	K_{org}^{**}
Пшеничне борошно в.с. та борошно сої / солоду сої	65 : 35	2,75	0,92 відмінно	Кукурудзяне борошно та борошно гороху / солоду гороху	75 : 25	1,65	0,81 добре
Пшеничне борошно в.с. та ячмінне борошно	60 : 40	1,03	0,85 добре				
Пшеничне борошно в.с. та гречане борошно	50 : 50	1,20	0,91 відмінно	Рисове борошно та борошно гороху / солоду гороху	74 : 26	2,10	0,85 добре
Пшеничне борошно в.с. та вівсяне борошно	45 : 55	1,07	0,92 відмінно	Рисове борошно та борошно сої / солоду сої	65 : 35	2,90	0,91 відмінно

* – комплексний показник біологічної цінності

** – комплексний показник органолептичної оцінки

Бісквітна тістова маса і сам бісквіт дуже чутливі до дії зовнішніх факторів (дозування сировини, температури, тривалості збивання). Досліди показали, що у разі розроблення бісквіта для хворих на целіакію проста заміна пшеничного борошна на аглютенове (гречане, кукурудзяне) неможлива. Бісквіт на гречаному борошні мав погано розпушену м'якушку. Для покращання якості бісквіта частину гречаного борошна замінили на крохмаль. За допомогою 3-факторного експерименту, де X_1 – кількість гречаного борошна, X_2 – кількість крохмалю, X_3 – кількість цукру, отримано рівняння регресії. За критерій оптимізації (y) прийнято питомий об'єм бісквіту ($\text{см}^3/\text{г}$):

Встановлено оптимальне співвідношення сировинних інгредієнтів – гречане борошно: кукурудзяний крохмаль: цукор-пісок – 100:34,5:145. Ці дані застосовано для розроблення бісквіта „Гречаночка”. М'якушка бісквіта на одному кукурудзяному борошні не мала необхідних пружно-еластичних властивостей, була дуже розсипчаста. Для покращання структури м'якушки використано добавку BENEО™ НРХ, яка представляє собою інулін.

За допомогою математичного планування 3-факторного експерименту (X_1 – кількість кукурудзяного борошна, X_2 – кількість BENEО™ НРХ, X_3 – кількість цукру-піску) отримано таке рівняння регресії:

Визначено оптимальне співвідношення – кукурудзяне борошно : продукт BENEО™ НРХ : цукор-пісок – 100:20:116. Ці дані використано для розроблення бісквіта „Кукурудзяночка”. З метою надання бісквіту оздоровчих властивостей запропоновано використовувати борошно обсмажених зародкових пластівців пшениці (БОЗПП).

Виявлено (рис. 11), що атакованість пепсином сирих зародкових пластівців пшениці (ЗПП) на 25% більше, ніж білків пшеничного борошна вищого сорту, а обсмажених ЗПП – на 100% (30 хв дії пепсину), борошна обсмажених ЗПП – на 150%, тобто подрібнення ЗПП до борошна збільшує ферментативну атакованість на 50%.

За допомогою багатфакторного планування експерименту визначено, що оптимальне співвідношення БОЗПП і пшеничного борошна вищого сорту у виробництві бісквіта складає 20:80. Це використано для розроблення бісквіта „Золотистий”. При виробництві здобного печива оптимальне співвідношення обсмажених ЗПП і пшеничного борошна складає 45:55. Ці дані використано для розроблення печива „Золота глюкозка” (рекомендується вживати спортсменам) та „Золота лактитолочка” (для хворих на цукровий діабет).

Встановлено, що дієтична добавка „Гемовітал” у кількості, що відповідає 30% добової потреби у перерахунку на гемове залізо, не має суттєвого впливу на структурно-механічні характеристики тістових мас БКВ. Для коригування кольору БКВСДС використано какао-порошок.

Розроблення БКВ для хворих на фенілкетонурію потребує особливого підходу, адже вміст фенілаланіну (ФА) у раціоні хворих повинен бути обмежений. Під час розроблення печива для хворих на

фенілкетонурию ми виходили з того, що вміст ФА в 100 г печива повинен бути в межах 35...70 мг, що залежно від віку задовольняє 5...15% безпечної добової норми споживання. Розроблено два найменування печива – „Капітошка” (вміст ФА – 49,82 мг) і „Капітончик” (вміст ФА – 41,55 мг).

Розроблення продуктів зі зниженою калорійністю визнано ВООЗ одним з головних напрямів розвитку харчової індустрії. Виробам, калорійність яких знижена на 25 %, надається статус „редукована калорійність”. Проведено комплекс досліджень, за результатами яких розроблено кекс „Насолода”, здобне печиво „Дуже корисне”. Їх калорійність знижена, відповідно, на 25% та 26% за рахунок раціонального використання лактитолу та продукту BENEО™ НРХ. Розроблено рецептури білково-збивного печива „Лактитолочка” та „Ізомальточка”, калорійність яких знижено на 48%.

На замовлення „ХІПП-Ужгород” сумісно зі співробітниками НУХТ розроблено технологію нових видів розчинного печива для немовлят. За допомогою математичного методу багатофакторного планування експерименту розроблено печиво „Дитячий світ” (на глюкозі), „Дитячий світ” (на цукрі), „Веселка” (на суміші різних видів борошна). Критерієм оптимізації хімічного складу був комплексний показник K_0 , який складається з двох показників P_1 – тривалість розчинення печива, с; P_2 – міцність (Н) печива і розраховується за формулою. Значення базових показників P_1^0 та P_2^0 відповідали значенням показників у печиві компанії НІРР (Німеччина), яка є всесвітнім лідером виробництва продукції дитячого харчування.

У шостому розділі “Термооброблення борошняних кондитерських виробів спеціального дієтичного споживання: дослідження кінетики і динаміки тепломасообмінних процесів та визначення оптимальних технологічних параметрів” наведено комплекс досліджень щодо визначення впливу цукру та цукрозамінників, глютенного та аглутенового борошна, фізіологічно функціональних харчових інгредієнтів на тепломасообмінні процеси, які відбуваються під час випікання бісквітів та кексів, випіканні-сушінні здобного печива, сушінні білково-збивного печива.

Оптимальні параметри випікання бісквіта визначено за допомогою БФЕ. Отримано рівняння регресії та виявлено оптимальні технологічні параметри випікання бісквіту на фруктозі, глюкозі, лактитолі, ізомальті: x_1 – температура пекарної камери, °С; x_2 – тривалість випікання, 60с. За фактор оптимізації прийнято міцність бісквіту (кг/м^3).

$$y_1 = 342,5 - 27,5 \cdot x_1 + 7,5 \cdot x_2 - 2,5 \cdot x_1 x_2 \text{ (на фруктозі),}$$

$$y_2 = 350,0 - 30,0 \cdot x_1 + 10,0 \cdot x_2 - 2,0 \cdot x_1 x_2 \text{ (на глюкозі),}$$

$$y_3 = 287,5 - 37,5 \cdot x_1 + 12,5 \cdot x_2 - 2,5 \cdot x_1 x_2 \text{ (на лактитолі),}$$

$$y_4 = 330 - 5 \cdot x_1 + 5 \cdot x_2 - 15 \cdot x_1 x_2 \text{ (на ізомальті),}$$

Встановлено оптимальні параметри процесу випікання: на фруктозі: $x_1 = 160^\circ\text{C}$; $x_2 = 24 \cdot 60$ с; на глюкозі: $x_1 = 170^\circ\text{C}$; $x_2 = 25 \cdot 60$ с; на лактитолі: $x_1 = 180^\circ\text{C}$; $x_2 = 25 \cdot 60$ с; на ізомальті: $x_1 = 180^\circ\text{C}$; $x_2 = 29 \cdot 60$ с. За оптимальних параметрів процесу випікання досліджено кінетику зміни температури

центральных, поверхневих шарів ($t=f(\tau)$) та кінетику втрати вологи ($W=f(\tau)$). На основі оптимальних даних визначено кінетику теплопоглинання (кожні 120 с) за формулою:

де m – маса тіста, м'якушки, скоринки, кг; c – теплоємність тіста, м'якушки, скоринки, кДж/кг·град; Δt – зміна температури за визначений час (120с), г – теплота випаровування при середній температурі верхнього шару; ΔW – втрата маси за певний час (120 с), кг; $c_{п.п.}$ – питома теплоємність перегрітої пари, кДж/кг·град. Витрати тепла під час випікання бісквіта на цукрі та різних цукрозамінниках наведено в табл. 4.

Таблиця 4

Витрати тепла при випіканні бісквіта на цукрі та цукрозамінниках

Витрати тепла	Витрати тепла при випіканні бісквіту, кДж/кг					
	на цукрі	на фруктозі	на глюкозі	на лактитолі	на ізомальті	лактитол(66) фруктоза(34)
На прогрів заготовки (q_{np})	159,50 ±1,10	145,07 ±1,01	162,00 ±1,13	174,08 ±1,22	180,5 ±1,26	161,50 ±1,12
На випаровування вологи ($q_{вин}$)	224,30 ±1,56	203,94 ±1,42	238,50 ±1,67	244,73 ±1,70	260,00 ±1,82	228,30 ±1,59
Сумарні витрати ($q_{np} + q_{вин}$)	383,80 ±2,56	349,01 ±2,44	400,50 ±2,80	418,81 ±2,92	440,50 ±3,08	389,80 ±2,72

Дослідження з визначення впливу аглютенного (гречаного, кукурудзяного, рисового) борошна на процеси, що відбуваються під час випікання бісквіта, показали, що гречане борошно збільшує тривалість випікання відносно пшеничного борошна на 17%, кукурудзяне – на 10%, На рисовому борошні тривалість випікання практично така, як на пшеничному. Застосування замість меланжу яєчного жовтка, відновленого морквяним соком, скоротило тривалість випікання бісквіта як на цукрі, так і на цукрозамінниках на 3...4%. Це пояснюється збільшенням у тістових масах кількості вільної води.

Досліди з визначення впливу цукрозамінників на процес випікання кексів показали, що фруктоза, лактитол (рис. 12) прискорюють процес термооброблення на 5...8%, глюкоза затримує на 6...7%. Прискорення випікання кексу на фруктозі можна пояснити більшою кількістю вільної вологи в тістовій масі, а на лактитолі – низькою температураю кипіння розчинів лактитолу. Так, за концентрації 50% температури кипіння розчинів лактитолу, цукру, фруктози, глюкози, сорбіту, ізомальту мають, відповідно, значення: 102,0, 103,0, 103,5, 104,0, 104,0, 104,0 °C. Крім того, у разі випікання кексів на лактитолі немає зниження швидкості прогріву центральных шарів, як на цукрі. Це пояснюється тим, що під час випікання кексу на лактитолі не відбувається розриву верхньої поверхні по центру заготовок, як це визначено у разі випікання кексів на цукрі, фруктозі, глюкозі. Відсутність розриву верхньої поверхні кексу на лактитолі зумовлюється тим, що скоринка має порувату структуру, що дає змогу при випіканні кексу вільно відділятися продуктам розкладу хімічних розпушувачів і водяній парі. У кексів

на цукрі, фруктозі, глюкозі скоринка дуже міцна, і вихід водяної пари спричиняє її розрив, що супроводжується затриманням прогріву центральних шарів. Досліди визначення міцності скоринки на приладі Строганова показали, що міцність скоринки кексу на лактитолі становить 2,0 Н, на цукрі – 4,0 Н, на фруктозі – 5,0 Н.

На основі досліджень пошарового зростання $h=f(\tau)$ побудовано фронтальні симетричні проекції поля зростання тіста-кексу на цукрі та на лактитолі (рис. 13). Під час випікання кексу на лактитолі не відбувалось утворення характерного горбика, притаманного кексу на цукрі. Подібну закономірність визначено при випіканні кексів на аглютенівому борошні (гречаному, кукурудзяному, рисовому), як на цукрі, так і на цукрозамінниках.

На основі проведення багатфакторного експерименту встановлено оптимальні параметри процесу випікання кексів на фруктозі, лактитолі, суміші лактитол+фруктоза, цукрі, що відповідає $t_{\text{ср.п.к.}} = 170, 210, 200, 200\text{ }^{\circ}\text{C}$; $\tau_1 = (23, 24, 25) \cdot 60\text{ с}$. Незважаючи на зниження оптимальної температури випікання, верхня поверхня, м'якушка кексу на фруктозі більш забарвлена, ніж кексу на лактитолі тому що фруктоза більш реакційноздатна і сприяє утворенню меланоїдинів, про що свідчать характерні піки ($\lambda = 270...280\text{ нм}$) на кривих світлопоглинання (рис. 14). У витяжках з кексу на лактитолі такі піки не спостерігаються. Встановлено, що при випіканні у кексах на лактитолі втрати амінокислот значно менші, ніж у кексі на фруктозі. Так, втрата лізину у кексах на лактитолі дорівнює 15...18%, у той час як у кексах на фруктозі до 50%. Це пояснюється тим, що поліол лактитол не має відновлюючих властивостей і, відповідно, не реагує з амінокислотами.

Досліди з визначення впливу аглютенівого борошна на процес випікання кексів, виготовлених на цукрі і різних цукро-замінниках, показали, що оптимальне значення температури середовища пекарної камери ($t_{\text{ср.п.к.}}$) залишається таким, як на пшеничному борошні, а тривалість процесу змінюється: на гречаному борошні збільшується на 17%, на кукурудзяному – на 5...6%, на рисовому залишається такою, як на пшеничному. Застосування дієтичних добавок "Гемовітал" та PURACAL PP/FCC суттєво не впливає на оптимальні параметри випікання, використання морквяного пюре збільшує тривалість випікання на 5...6%. Це пояснюється тим, що разом із морквяним пюре вносяться харчові волокна, які ускладнюють як процес передання тепла, так і відділення вологи. Під час дослідження процесу випікання кексів з редукованою калорійністю встановлено, що тривалість випікання збільшується на 10...12%. При цьому вологість м'якушки кексів дорівнює 25%, у звичайних видів кексів – 20%.

Дослідження з визначення оптимальних параметрів термообробки здобного печива спеціального дієтичного споживання показали, що процес термообробки треба розглядати, як комбінований процес випікання-сушіння-охолодження, адже вологість центральних шарів у кінці сушіння зменшується лише на 3...4% відносно вологості тіста, й основний вологообмін між центральними та поверхневими шарами відбувається під час охолодження печива. Під час охолодження вологість центральних шарів

зменшується з 13...14% до 7...8%, а вологість поверхневих шарів збільшується з 2 до 4%. За допомогою багатфакторного експерименту встановлено оптимальні параметри термообробки печива на фруктозі ($t_{\text{ср.п.к.}} = 210^{\circ}\text{C}$, $\tau = 7,5 \cdot 60\text{с}$), на лактитолі ($t_{\text{ср.п.к.}} = 260^{\circ}\text{C}$, $\tau = 8,0 \cdot 60\text{с}$) та суміші лактитол-фруктоза 64:36 ($t_{\text{ср.п.к.}} = 240^{\circ}\text{C}$, $\tau = 7,5 \cdot 60\text{с}$). Визначено теплофізичні характеристики тіста, м'якушки, висушеного шару, скоринки у печиві на фруктозі, лактитолі, суміші лактитол – фруктоза, які були використано під час дослідження кінетики поглинання тепла (табл. 5).

Аналіз отриманих даних свідчить, що витрати тепла на термооброблення здобного печива на фруктозі на 12% менші, ніж на цукрі, на суміші лактитол – фруктоза – на 7% менші, на глюкозі – на 1% менші, на лактитолі – на 4% більші, що пояснюється різною кількістю вільної вологи у досліджуваних заготовках і густиною тіста.

Таблиця 5

Витрати тепла на термооброблення здобного печива

$P \leq 0,05$

Витрати тепла	Витрати тепла (кдж/кг) здобного печива на				
	цукрі	фруктозі	глюкозі	лактитолі	лактитол(64%)+ фруктоза(36%)
На прогрів ($q_{\text{пр}}$)	146,2±0,87	136,4±0,82	140,8±0,84	156,9±0,94	145,5±0,87
На випаровування ($q_{\text{вип}}$)	193,4±1,15	162,3±0,97	193,4±1,15	191,4±1,15	172,6±1,04
Сумарні витрати ($q_{\text{пр}} + q_{\text{вип}}$)	339,5±2,04	298,6±1,79	334,2±2,04	348,2±2,07	318,0±1,91

Встановлено, що використання аглютенного борошна та цукрозамінників не змінює оптимальних значень $t_{\text{ср.п.к.}}$, але час термооброблення змінюється (табл. 6).

Таблиця 6

Тривалість термооброблення здобного печива, виготовленого на різних видах борошна та цукрозамінниках, 60 с

$P \leq 0,05$

Здобне печиво на	Тривалість термооброблення, 60 с				$t_{\text{ср.п.к.}}$, $^{\circ}\text{C}$
	пшеничне борошно	рисове борошно	кукурудзяне борошно	гречане борошно	
Цукрі	8,0±0,2	8,0±0,2	8,5±0,2	9,0±0,2	240
Фруктозі	7,5±0,2	7,5±0,2	8,0±0,2	8,5±0,2	210
Лактитолі	8,0±0,2	8,0±0,2	8,5±0,2	9,0±0,2	260
Лактитол(66)+фруктоза(34)	8,0±0,2	8,0±0,2	8,5±0,2	9,0±0,2	240

Використання дієтичних добавок “Темовітал” та PURACAL PP / FCC суттєво не впливає на параметри термообробки, використання обсмажених ЗПП у кількості 80% до маси пшеничного борошна збільшує час термооброблення на 5...7%.

Термооброблення білково-збивного печива є процесом сушіння, тому що при цьому градієнт вологовмісту більший за температурний градієнт ($\Delta W > \Delta t$). Завдяки проведенню комплексу досліджень встановлено

оптимальне значення $t_{\text{ср.п.к.}}$: у разі термооброблення печива на лактитолі – 120°C, на цукрі та ізомальті – 110°C.

У цьому розділі “Розроблення інноваційних технологій конкурентопридатних борошняних кондитерських виробів спеціального дієтичного споживання” наведено теоретичні та практичні розробки, які є реалізацією наукової концепції розроблення інноваційних технологій БКВСДС. Розроблено операторну модель, машинно-апаратні та технологічні схеми здобного пісочного і білково-збивного печива, кексів, бісквітів зі статусом „функціональний харчовий продукт”, „редукована калорійність”, виробів, які можна споживати хворим на цукровий діабет, целіакію, фенілкетонурію. В інноваційних технологіях передбачена організація технологічних процесів зі встановленими оптимальними параметрами та інгредієнтним складом, який відповідає вимогам нутриціології. Загальну технологічну схему БКВСДС наведено на рис. 15.

Рис.15. Технологічна схема виробництва БКВСДС

функціонального призначення
для хворих на фенілкетонурію
для хворих на цукровий діабет
для хворих на целіакію

Досліджено та науково обґрунтовано вплив цукрозамінників, глютенного й аглутенового борошна, фізіологічно функціональних сировинних інгредієнтів на органолептичні, фізико-хімічні, структурно-механічні зміни, що відбуваються під час зберігання БКВСДС.

Проведено апробацію та впровадження новітніх технологій у закладах ресторанного господарства і на підприємствах харчової промисловості України та Росії: ТОВ “Компанія Бригантіна”, КППХ “Шкільне харчування”, СП ВАТ Сумське НВО ім. М.В. Фрунзе в м. Києві, „Рест-клуб „Нео”, ООО “О’кей Україна” (м. Київ), ПП “Розмай” (м. Луганськ), ПП “Престиж” (м. Харків), ЗАО „Пищекомбинат-Центр” (Росія, м. Воронеж), ООО „Караван” (Росія, м. Воронеж, Рамонський р-он, с. Герямче). Якість розроблених виробів визначали за інтегральним скором основних нутрієнтів, показником глікемічності та калорійністю (табл. 7).

Таблиця 7

Показники якості БКВСДС

Показники		Назва виробів			
		Печиво		Бісквіт „Гречаночка”	Кекс „Насолода”
		здобне „Золота лактитолочка”	білково-збивне „Ізомаль- точка”		
<i>Інтегральний скор, %</i>					
Білки	Чоловіки 18...29 років, II гр. інтенсивн. праці	14,9	12,4	16,0	8,2
	Діти 1..3 роки	21,7	18,2	23,3	11,9
	Чоловіки похилого віку 75 років і старше	19,1	16,0	20,5	10,5
	Спортсмени	7,2	6,0	7,7	3,9
Жири	Чоловіки 18...29 років, II гр. інтенсивн. праці	39,0	—	9,9	23,6
	Діти 1..3 роки	57,5	—	14,5	34,7
	Чоловіки похилого віку 75 років і старше	45,5	—	11,4	27,5

	Спортсмени	19,0	–	4,8	11,5
Вуглеводи	Чоловіки 18...29 років, II гр. інтенсивн. праці	11,5	19,7	12,8	11,8
	Діти 1...3 роки	24,2	41,7	27,1	24,9
	Чоловіки похилого віку 75 років і старше	17,7	30,8	20,4	18,2
	Спортсмени	7,9	13,6	9,1	8,1
Показник глікемічності, од.		19,8	6,1	6,1	16,9
Енергетична цінність, кКал		487,1	228,8	222,8	333,5

Згідно із запропонованою методикою визначено, що всі розроблені БКВСДС є висококонкурентопридатні ($K_K^0 = 5...4,5$ бала) та конкурентопридатні ($K_K^0 = 4,4...4,0$ бала). Зразки продукції, виготовлені у виробничих умовах, розглянуто і схвалено Центральною дегустаційною комісією ЗАТ „Укркондитер”.

Медико-біологічні, клінічні дослідження, проведені на базі Білоцерківської міської лікарні №1 (м. Біла Церква, Київська обл.), та санітарно-гігієнічна експертиза, здійснена Інститутом гігієни та медичної екології ім. О.А. Марзеєва МОЗ України, показали ефективність застосування розроблених БКВСДС.

Розрахунки економічної ефективності свідчать, що прибуток від реалізації 1000 кг здобного печива залежно від найменувань, складає (у цінах 2008 р.) від 1588 до 2516 грн, кексів – від 1238 до 1694 грн, бісквітів – від 1445 до 2989 грн, білково-збивного печива – від 7017 до 7818 грн. Нові БКВ демонструвались на професійних дегустаційних конкурсах “Солодкий тріумф”, який проходив у межах виставок “Ласощі – 2005, 2009”. Бісквіт “Хвилька” отримав “Гран-прі”, кекс “Літній” – нагороду “Тріумф якості” (“Ласощі – 2005”), кекс „Лакті-Фру” здобув «Гран-прі», печиво „Лактитолочка” – «Тріумф якості» (“Ласощі – 2009”).

ВИСНОВКИ

1. Сформульовано науково-концептуальні підходи до розроблення БКВСДС, склад яких відповідає вимогам нутриціології відносно харчування людей залежно від віку, фізичного навантаження, стану здоров'я. Запропоновано класифікацію, згідно з якою БКВСДС поділяються на дві групи: вироби для практично здорових людей (їх призначення спрямоване на надання виробам оздоровчих, профілактичних властивостей); вироби, склад яких спрямований на можливість їх споживання людьми, які хворіють на цукровий діабет, целіакію, фенілкетонурію.

Реалізовано системний підхід до розроблення інноваційних технологій БКВСДС, визначено критерій ефективності функціонування великої технологічної системи виробництва БКВСДС (який враховує вимоги до органолептичних, фізико-хімічних, мікробіологічних показників, показників безпеки і показників спеціального призначення) та окремих підсистем.

2. Досліджено технологічні властивості сахаридів (цукру, глюкози, фруктози) та цукрозамінників (лактитолу, ізомальту, сорбіту) та їх розчинів. На основі встановлених основних технологічних показників якості цукру та цукрозамінників: солодкість, калорійність, гігроскопічність, термостійкість, розчинність, глікемічність побудовано профілограми показників якості та розраховано значення комплексного показника (K). Встановлено, що найбільше значення (K) з цукридів має фруктоза ($K = 0,808$), з поліолів – лактитол ($K = 0,735$). З урахуванням позитивних властивостей фруктози та лактитолу запропоновано для виробництва БКВСДС використовувати суміш лактитол+фруктоза. Застосування математичного методу квадратичного програмування дало змогу встановити їх оптимальне співвідношення, яке складає 66:34 (лактитол : фруктоза).

3. Визначено вплив цукрозамінників на структурно-механічні властивості модельних тістових мас, встановлено суттєву відмінність структури тіста на цукридах і поліолах. Аналіз альвеограм показав, що поліоли запобігають утворенню еластичної структури, індекс еластичності тістових мас, виготовлених на основі лактитолу, ізомальту, сорбіту, становить 0%. Це вказує на те, що поліоли недоцільно використовувати для виробництва виробів, тістові маси яких повинні мати пружно-еластичні властивості.

4. Науково обґрунтовано і визначено за допомогою математичних методів (багатофакторного планування експерименту, лінійного програмування – симплекс-методу, графоматематичного методу): оптимальне дозування цукрозамінників, глютенowego та аглютенowego борошна, фізіологічно функціональних сировинних інгредієнтів (дієтичної добавки “Гемовітал”, PURACAL PP/FCC, харчових волокон BENEО™, обсмажених зародків пшениці, морквяного пюре та соку); вплив вказаних сировинних інгредієнтів на формування тістових мас з різними структурно-механічними властивостями: коагуляційно-кристалізаційної структури (тісто для здобного печива), коагуляційно-пастоподібної структури (тісто для кексів), коагуляційно-піноподібної слабкоструктурованої структури (бісквітне тісто), коагуляційно-піноподібної сильноструктурованої структури (для білково-збивного печива та тістечок).

5. Досліджено вплив цукрозамінників на піноутворюючу здатність білкової сировини: сухого та нативного яєчного білка, меланжу, яєчного жовтка. Встановлено, що цукрозамінники (фруктоза, глюкоза, лактитол, ізомальт, сорбіт), як і цукор, знижують піноутворюючу здатність, проте, одночасно збільшують стійкість піни. Найбільше піноутворення спостерігається у масах, виготовлених із застосуванням лактитолу та сорбіту, найменше – ізомальту. ПУЗ сухого яєчного білка, відновленого водою у присутності лактитолу, дорівнює 475%, сорбіту – 470%, ізомальту – 400%.

6. Досліджено вплив цукрозамінників, глютенowego та аглютенowego борошна, фізіологічно функціональних харчових інгредієнтів на кінетику та динаміку тепломасообмінних процесів, що відбуваються під час випікання-охолодження кексів та бісквітів, випікання-сушіння-охолодження здобного печива та сушіння-охолодження білково-збивного печива. Визначено оптимальні параметри ($t_{\text{ср.п.к.}}$, °C та тривалість оброблення, τ , с) термооброблення кексів, бісквітів, здобного та білково-збивного печива. За встановлених оптимальних параметрів термооброблення БКВСДС досліджено кінетику теплопоглинання з урахуванням витрат теплоти на прогрів тістової заготовки та випаровування води. Встановлено, що витрати теплоти під час термооброблення здобного печива на цукрі, фруктозі, глюкозі, лактитолі, суміші лактитол – фруктоза, відповідно складають: 339,50; 298,60; 334,20; 348,23; 318,00 кДж/кг, під час термооброблення бісквіту відповідно: 383,80; 349,01; 400,50; 418,81; 389,80 та на ізомальті – 440,50 кДж/кг.

7. Розроблено оптимальні рецептурні композиції розчинного печива для дитячого харчування на основі цукру-піску, глюкози, пшеничного, гречаного, вівсяного, рисового, кукурудзяного борошна. Встановлено, що згідно із значенням цільової функції, яка визначена за комплексним показником, що враховує міцність та розчинність, якість розроблених видів печива на 90% відповідає якості печива компанії НІРР (Німеччина).

8. Запропоновано методику розрахунку показника глікемічності харчових продуктів з урахуванням глікемічного індексу вуглеводів і їх вмісту у 100 г готового виробу, яка дає змогу об'єктивно оцінювати глікемічність харчового продукту та розробляти харчові продукти, у т.ч. БКВСДС, низької глікемічності.

9. Розроблено технології здобного пісочного печива, кексів, бісквітів, білково-збивних печива та тістечок для хворих на цукровий діабет (із застосуванням низькоглікемічних цукрозамінників), целіакію (із застосуванням аглютенowego борошна), цукровий діабет та целіакію (із застосуванням низькоглікемічних цукрозамінників та аглютенowego борошна), фенілкетонурію (із застосуванням безбілкової сировини), залізодефіцитну анемію (із застосуванням „Гемовіталу”), остеопороз (із застосуванням PURACAL PP/FCC). Розроблено технології БКВ із оздоровчими, профілактичними властивостями із застосуванням фізіологічно функціональних інгредієнтів (дієтичних харчових волокон BENEOTM, обсмажених зародків пшениці, гірчиної олії, морквяного пюре та соку).

За допомогою математичних методів (графоматематичного, квадратичного програмування, симплекс-методу) визначено оптимальний інгредієнтний склад БКВСДС поліпшеної харчової та біологічної, зменшеної глікемічності (за ІІІ), редукованої калорійності.

10. Досліджено та науково обґрунтовано вплив цукрозамінників на процеси, що відбуваються під час зберігання різних груп БКВСДС. Встановлено, що фруктоза і лактитол уповільнюють процес окиснення жирів, а це сприяє подовженню терміну зберігання печива. Фруктозу за

рахунок високої гігроскопічності недоцільно використовувати у виробництві білково-збивного печива, проте ця її властивість затримує процес черствіння бісквітів і кексів. Масова частка вологи білково-збивного печива на лактитолі та ізомальті, на відміну від виробів на цукрі, більша за рівноважну вологість, що потребує зберігання печива у вологонепроникній упаковці.

11. Визначено та науково обґрунтовано конкурентопридатність БКВСДС за комплексним показником (K_K^0), який розраховується за п'ятибальною шкалою (– висококонкурентопридатні, – конкурентопридатні, балів – неконкурентопридатні), до складу якого входять показники, що враховують ефективність інгредієнтного складу (K_K^1), ефективність технології (K_K^2), соціальний ефект розроблених виробів (K_K^3), енергетичні витрати технологічних процесів (K_K^4), патентну захищеність складу або технологій (K_K^5). Встановлено, що розроблені вироби є висококонкурентопридатні ($K_K^0 = 5,0 \dots 4,5$) і конкурентопридатні ($K_K^0 = 4,4 \dots 4,0$).

12. Вперше за участі автора розроблено проект Державного стандарту України “Вироби кондитерські борошняні для спеціального дієтичного споживання”, на який отримано позитивні відгуки кондитерських фабрик ВО „Конті”, ЗАТ „АВК”, ДП КК „Рошен”, НДІ стандартизації ДП „УкрНДНЦ”, ДЦ „Украгросандарт сертифікація”, МОЗ України, Об'єднання хлібопекарської промисловості „Укрхлібпром” і остаточний варіант погоджено з МОЗ України, НДІ стандартизації ДП „УкрНДНЦ”, ТК 152 „Продукція кондитерська та харчоконцентратна”, Об'єднанням хлібопекарської промисловості „Укрхлібпром”. Розроблено і затверджено ТУ У 15.08.01.566.117.078.2008 “Продукти спеціального дієтичного споживання. Вироби борошняні кондитерські безглютенові”, 41 рецептура на БКВСДС (затверджено ЗАТ „Укркондитер”).

13. Технології БКВСДС апробовано і впроваджено у закладах ресторанного господарства та на підприємствах харчової промисловості України та Росії. Ефективність розроблених БКВСДС підтверджено результатами медико-біологічних досліджень і клінічних апробацій виробів на різних групах населення, що проведено у міській лікарні №1 м. Біла Церква Київської області, та санітарно-гігієнічною експертизою, здійсненою Інститутом гігієни та медичної екології ім. О.М. Марзєєва АМН України. Розраховано прибуток від реалізації 1000 кг розроблених нових виробів. Зразки виробів, представлені на професійних дегустаційних конкурсах, відзначено нагородами: „Гран-прі” та „Тріумф якості”.

Список опублікованих праць за темою дисертації

Статті у фахових наукових виданнях

1. Дорохович В.В. Дослідження впливу інуліну на структурно-механічні властивості тістових мас для борошняних кондитерських виробів / В.В. Дорохович // Вісн. Дон ДУЕТ. – 2003. – 1(17). С. 95-100.
2. Дорохович В.В. Розробка технології бісквітних напівфабрикатів на фруктозі /

- В.В. Дорохович, С.О. Ганоцька // Ресторанне господарство і туристична індустрія в ринкових умовах : зб.наук.пр. – К.: КНТЕУ, 2004. – С. 37-43.
3. Дорохович В.В. Дитяча хвороба целиакія та оцінка якості безглютенової сировини, що рекомендується при цьому захворюванні / В.В. Дорохович, О.В. Бабіч // Вісн. Харк. нац. ун-ту сільського господарства ім. П. Васеленка. – 2004. – Вип. 28. – Т. 1. – С. 166-172.
 4. Оболкіна В.І. Роль емульгаторів і стабілізаторів при формуванні структури здобного печива / В.І. Оболкіна, Н.О. Залевська, В.В. Дорохович, О.О. Шовгун // Зерно і хліб. – 2004. – №3. – С. 28-29.
 5. Дорохович В.В. Безглютенові рецептурні композиції з різних видів борошна для хворих на целиацію / В.В. Дорохович, О.В. Бабіч // Хлібопекар. і кондитер. пром-сть України. – 2005. – № 1. – С. 17-18.
 6. Полумбрик М.О. Дослідження гідратуутворення у водних розчинах фруктози. Використання фруктози в технологіях кондитерських виробів / М.О. Полумбрик, А.І. Українець, Л.С. Дегтярьов, В.В. Дорохович // Наук. пр. НУХТ. – 2005. – №16. – С. 40-42.
 7. Дорохович В.В. Дослідження впливу традиційних та нетрадиційних цукрозамінників на формування структури тістових мас і готових кексів для хворих на цукровий діабет / В.В. Дорохович // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб.наук.пр. – Х.: ХДАХТ. – 2006. – С. 125-133.
 8. Дорохович В.В. Доцільність використання цукрозамінників при виробництві борошняних кондитерських виробів / В.В. Дорохович, В.М. Ковбаса // Наук. пр. ОНАХТ. – 2006. – Вип. № 29. – Т.2. – С. 176-181.
 9. Попова И.В. Исследование комплексообразования углеводов цикория с аминокислотами и белками / И.В. Попова, Г.А. Лезенко, В.А. Павленко, В.Н. Ковбаса, В.В. Дорохович // Хранение и переработка сельхозсырья, 2007. – № 9. – С. 71-74.
 10. Дорохович В.В. Визначення впливу цукрозамінників на пружно-еластичні характеристики тістових мас, визначені за допомогою альвеографа Шопена / В.В. Дорохович // Зернові продукти і комбікорми. – 2007. – № 4. – С. 23-27.
 11. Дорохович В.В. Кваліметрична оцінка цукрозамінників поліолів / В.В. Дорохович, О.Л. Соловйова // Товари та ринки. – 2007. – № 2. – С.101-107.
 12. Ковбаса В.М. Вплив цукрозамінників на формування клейковинного комплексу / В.Н. Ковбаса, В.В. Дорохович // Торгівля, комерція, підприємництво : зб. наук. пр. – Л.: Львів. комерц. акад. – 2008. – Вип. 9. – С. 141-146.
 13. Дорохович В.В. Використання методу імпульсного ЯМР при дослідженні модельних систем борошняних кондитерських виробів / В.В. Дорохович, О.Г. Дьяков // Наук. пр. НУХТ. – 2008. – № 24. – С. 57-60.

14. Дорохович В.В. Дослідження сорбції-десорбції моно- та дицукридів (глюкози, фруктози, цукрози) і поліолів (сорбіту, лактитолу, ізомальту) / В.В. Дорохович, О.М. Яременко // Хлібопекар. і кондитер. пром-сть України. – 2008. – № 5. – С 31-33.
15. Дорохович В.В. Доцільність застосування цукрозамінника нового покоління у технології кондитерських виробів / В.В. Дорохович // Товари та ринки. – 2008. – № 1. – С. 73-77.
16. Дорохович В.В. Дослідження сорбційних та десорбційних процесів у здобному печиві на цукрі та цукрозамінниках / В.В. Дорохович, О.М. Яременко // Хлібопек. і кондитер. пром-сть України. – 2008. – № 6. – 15-17.
17. Дорохович В.В. Дослідження впливу цукрозамінників на процес піноутворення бісквітних мас / В.В. Дорохович // Харч. і перероб. пром-сть. – 2008. – № 5. – С.23-25.
18. Ковбаса В.М. Системний підхід до технологій борошняних кондитерських виробів спеціального призначення та критерій оптимізації / В.М. Ковбаса, В.В. Дорохович // Наук. пр. ОНАХТ. – 2008. – Вип. 34. – Т.1. – С.153-157.
19. Дорохович В.В. Методика визначення ефективності рецептурного складу борошняних кондитерських виробів спеціального призначення / В.В. Дорохович // Наук. пр. НУХТ. – 2008. – № 25. – Ч.1. – С. 56-59.
20. Дорохович В.В. Дослідження впливу традиційних та нетрадиційних цукрозамінників на реологічні властивості тістових мас для здобного печива / В.В. Дорохович // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб.наук.пр. – Х.: ХДАХТ. – 2008. – С.46-51.
21. Дорохович В.В. Дослідження тепломасообмінних процесів, що відбуваються при випіканні кексу на лактитолі / В.В. Дорохович, Н.П. Лазаренко // Хлібопекар. і кондитер. пром-сть України. – 2008. – № 9. – С. 21-23.
22. Дорохович В.В. Дослідження впливу цукру та цукрозамінників на піноутворюючу здатність нативного яєчного білка / В.В. Дорохович // Хлібопекар. і кондитер. пром-сть України. – 2008. – № 11. – С. 21-23.
23. Ковбаса В.Н. Кондитерские изделия на основе аглютиновой муки для больных целиакией / В.Н. Ковбаса, В.В. Дорохович // Хлебопек. – 2009. – № 1(36). – С. 30-32.
24. Прилуцька Л.П. Вивчення впливу цукрозамінників нового покоління – лактитолу та ізомальту – на піноутворюючу здатність яєчного білка / Л.П. Прилуцька, В.В. Дорохович // Хлібопекар. і кондитер. пром-сть України – 2009. – № 6. – С.37-39.

Патенти

25. Деклараційний патент 70088 А України, МПК А21D13/08. Печиво функціонального призначення /Дорохович А.М., Бабіч О.В., Дорохович В.В. – № 20031212463; заявл. 25.12.2003; опубл. 15.09.2004, Бюл. № 9.

26. Деклараційний патент 70750 А України, МПК А23G3/00, А21D13/08. Печиво функціонального призначення /Дорохович А.М., Бабіч О.В., Дорохович В.В. – № 20031212562; заявл. 26.12.2003; опубл. 15.10.2004, Бюл. № 10.
27. Деклараційний патент 6679 України, МПК А23G3/00. Печиво функціонального призначення /Дорохович А.М., Бабіч О.В., Дорохович В.В.. – № 20041008764; заявл. 26.10.2004; опубл. 16.05.2005, Бюл. № 5.
28. Деклараційний патент 6680 України, МПК А23G3/00. Печиво безглютенове / Дорохович А.М., Бабіч О.В., Дорохович В.В. – № 20041008766; заявл. 26.10.2004; опубл. 16.05.2005, Бюл. № 5.
29. Деклараційний патент 14521 України МПК А23G3/00. Печиво для хворих на цукровий діабет / Ковбаса В.М., Дорохович В.В., Яременко О.В. – № 200511367; заявл. 30.11.2005; опубл. 15.05.2006, Бюл. № 5.
30. Деклараційний патент 15554 Україна, МПК А 23G 3/38, А23G3/46, А61Р 3/10. Склад бісквітного напівфабрикату для хворих на цукровий діабет / Дорохович В.В. – № 200511629; заявл. 07.12.2005; опубл. 17.07.2006, Бюл. № 7.
31. Деклараційний патент 15555 Україна МПК А23G3/36, А23G3/38, А23L 1/307, А51Р 3/10. Склад кексу для хворих на цукровий діабет / Дорохович В.В. – № 200511630; заявл. 07.12.2005; опубл. 17.07.2006, Бюл. № 7.
32. Патент 20731 України МПК А23G3/00. Кекс безглютеновий / Дорохович А.М., Бабіч О.В., Дорохович В.В. – № 200607973; заявл. 17.07.2006; опубл. 15.02.2007, Бюл. 2.
33. Патент 20732 України МПК А23G3/00. Кекс безглютеновий / Дорохович А.М., Бабіч О.В., Дорохович В.В. – № 200607974; заявл. 17.07.2006; опубл. 15.02.2007, Бюл. 2.
34. Патент 20733 України МПК А23G3/00. Кекс безглютеновий / Дорохович А.М., Бабіч О.В., Дорохович В.В. – № 200607975; заявл. 17.07.2006; опубл. 15.02.2007, Бюл. 2.
35. Патент 29379 України МПК А23G3/00. Печиво з низьким глікемічним індексом / Ковбаса В.М., Дорохович В.В., Яременко О.В. – № 200710428; заявл. 20.09.2007; опубл. 10.01.2008, Бюл. №1.
36. Патент 30611 Україна МПК А23G3/00. Склад бісквіту спеціального призначення / Дорохович В.В. – № 200706087; заявл. 01.06.2007; опубл. 11.03.2008, Бюл. 5.
37. Патент 30612 Україна МПК А23G3/00. Склад бісквіту безглютенового / Дорохович В.В. – № 200706088; заявл. 01.06.2007; опубл. 11.03.2008, Бюл. 5.
38. Патент 30613 Україна МПК А23G3/00. Склад кексу спеціального призначення / Дорохович В.В. – № 200706089; заявл. 01.06.2007; опубл. 11.02.2008, Бюл. 5.
39. Патент 38126 України МПК (2006) А 23G 3/00. Білково-збивне тістечко для хворих на цукровий діабет / Дорохович А.М., Дорохович В.В.,

Прилуцька Л.П. – № 200808744; заявл. 02.07.2008; опубл. 25.12.2008, Бюл. № 24.

40. Патент 38127 України МПК (2006) А 23G 3/00. Білково-збивне тістечко для хворих на цукровий діабет / Дорохович А.М., Дорохович В.В., Прилуцька Л.П. – № 200808753; заявл. 02.07.2008; опубл. 25.12.2008, Бюл. № 24.
41. Патент 40063 України МПК (2009) А 23L 1/10 Спосіб визначення показника глікемічності харчових продуктів / Дорохович А.М., Ковбаса В.М., Дорохович В.В., Гуліч М.П., Яременко О.М. – № 2000940063; заявл. 10.07.2008; опубл. 27.04.2009, Бюл № 8.

Статті в інших виданнях

42. Дорохович В.В. Проблематика захворюваності на целиацію / В.В. Дорохович, О.В. Бабіч // Хлебопек. и кондитер. дело. – 2005. – № 2. – С. 34-36.
43. Полякова О.І. Використання цукрозамінників з пониженим глікемічним індексом при виготовленні кондитерських виробів / О.І. Полякова, В.В. Дорохович // Пищ. технологии. – 2007. – № 1. – С. 32-34.
44. Дорохович А.М. Сахарозаменители, их преимущества и недостатки с позиций применения при производстве кондитерских изделий / А.М. Дорохович, О.М. Яременко, В.В. Дорохович // Продукты & ингредиенты. – 2007. – № 2. – С. 28-30.
45. Дорохович А.М. Природные (натуральные) подсластители: преимущества и недостатки с позиции применения при производстве кондитерских изделий / А.М. Дорохович, О.М. Яременко, В.В. Дорохович // Продукты & ингредиенты. – 2007. – № 4. – С. 32-34.
46. Дорохович В.В. Розроблення нових технологій борошняних кондитерських виробів спеціального призначення / В.В. Дорохович // Продукты & ингредиенты. – 2008. – № 2. – С. 50-52.
47. Дорохович В.В. Розроблення нових технологій борошняних кондитерських виробів спеціального призначення / В.В. Дорохович // Продукты & ингредиенты. – 2008. – № 3. – С. 20-30.
48. Дорохович В.В. Солодкі речовини – цукрозамінники: обґрунтування доцільності використання їх при виробництві борошняних кондитерських виробів / В.В. Дорохович, М.П. Гуліч // Гігієна населених місць, 2007. – С. 273-278.
- Тези доповідей та матеріали наукових конференцій
49. Дорохович В.В. Дослідження впливу інуліну на структурно-механічні властивості тістових мас для борошняних кондитерських виробів / В.В. Дорохович : тези доп. Міжнар. наук.-практ. конф. [«Актуал. пробл. харчування: технологія та обладнання, організація і економіка»], (Святогірськ, 11–12 верес. 2003 р.). – Донецьк, 2003. – С. 175–177.
50. Функціональні продукти, збагачені рослинними волокнами / А.М. Дорохович, В.І. Оболкіна, В.В. Дорохович [та ін.] // материалы XIV Междунар. симпозиума [«Нетрадиционное растениеводство. Эниология.

Экология и здоровье»], (Алушта, 3-11 верес.2005р.). – Сімферополь, 2005. – С.709–710.

51. Дорохович В.В. Лактитол – цукрозамінник нового покоління: можливість та доцільність його використання у процесі виробництва борошняних кондитерських виробів / В.В. Дорохович, О.М. Яременко : матеріали Другої міжнар. наук.-практ. конф. [«Наук. дослідж. – теорія та експеримент 2006»], (Полтава, 15 –17 жовт. 2006 р.). – Полтава, 2006. – Т. 6. – С. 31–33.
52. Ковбаса В.М. Концептуальні підходи до розроблення борошняних кондитерських виробів спеціального призначення / В.М. Ковбаса, В.В. Дорохович : тезиси докл. XV Междунар. симпозиума [«Нетрадицион. растениеводство. Эниология. Экология и здоровье»], (Алушта, 3–10 сент. 2006 г.). – Алушта, 2006. – С. 570–572.
53. Дорохович В.В. Дослідження основних технологічних властивостей цукрозамінників нового покоління з метою їх використання у виробництві різних груп борошняних кондитерських виробів / В.В. Дорохович : III Міжнар. інформ.-консультат. наук.-техніч. практикум [«Кондитер. вироби та харчоконцентрати: технологія, обладнання, якість та асортимент»]. – Мукачеве, 2006. – С. 46–47.
54. Дорохович В.В. Борошняні кондитерські вироби спеціального призначення та їх класифікація / В.В. Дорохович : тези доп. IV Міжнар. наук.-практ. конф. [„Актуал. питання гігієни харчування та безпеч. харч. продуктів. Пробл. функціонал. харчування”]. – К., 2006. – С. 32-33.
55. Дорохович В.В. Кондитерские изделия с низким гликемическим индексом – продукты XXI века / В.В. Дорохович : материалы VI Междунар. науч.-практ. конф. [«Совершенствование технологий и оборудования пищевых производств»], (Минск, 2–3 окт., 2007 г.). – Минск, 2007. – С. 50–54.
56. Дорохович В.В. Технологии мучных кондитерских изделий для больных сахарным диабетом и целиакией / В.В. Дорохович : материалы VI Междунар. конф. [«Кондитер. изделия XXI века»], (Москва, 19–21 марта 2007 г.). – М., 2007. – С. 61–63.
57. Дорохович В.В. Лактитол та можливість його використання при розробленні піноподібних оздоблювальних напівфабрикатів / В.В. Дорохович : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. [«Туризм і рестор. бізнес. Сучас. тенденції та перспектива розв.»], (Київ, 7–9 лют. 2007 р.). – К. : КНТЕУ, 2007. – С. 204–205.
58. Дорохович В.В. Інгредієнти пребіотичної дії та їх використання у виробництві борошняних кондитерських виробів спеціального призначення / В.В. Дорохович : матеріали Другої міжгалузевої міжнар. наук.-практ. конф. [«Харч. добавки. Харчування здорової та хворої людини»], (Донецьк, 5–6 квіт. 2007 р.). – Д.: ДонДУЕТ, 2007. – С. 253–254.

59. Дорохович В.В. Поліоли пребіотичної дії: можливість та доцільність їх використання при виробництві борошняних кондитерських виробів спеціального призначення / В.В. Дорохович : тези доп. V Міжнар. наук.-практ. конф. [«Актуал. пробл. харчування: технологія та обладнання, організація та економіка»], (Святогірськ, 12–14 верес. 2007 р.). – Д.: ДонДУЕТ, 2007. – С.10–12.
60. Дорохович В.В. Мучные кондитерские изделия на основе аглютенной муки и полиолов пребиотиков / В.В. Дорохович : материалы Всерос. науч. конф. с междунар. участием [«Социал.-медицинские аспекты экологич. состояния Центр. экон. района России»], (Тверь, 25–26 окт. 2007 г.). – Тверь, 2007. – С. 53–57.
61. Дорохович В.В. Методика визначення ефективності рецептурного складу борошняних кондитерських виробів спеціального призначення / В.В. Дорохович : тези доп. [«Інновац. енерго- й ресурсозберігаючі технології та обладнання в хлібопекар., макарон., харчоконцентрат. і зерноперероб. галузях харч. пром-сті»], (Київ, 3–6 черв. 2008 р.). – К. : НУХТ, 2008. – С. 15–16.
62. Дорохович В.В. Розроблення нових технологій борошняних кондитерських виробів спеціального призначення / В.В. Дорохович : матеріали IV Міжнар. інформ.-консультац. практикуму [«Кондитер. вироб. та харчоконцентрати. Енергозберігаючі технології, автоматизація виробництва, харчові добавки та ароматизатори»], (Яремча, 2-23 лют. 2008 р.). – Яремча, 2008. – С. 83–84.
63. Кондитерські вироби та здоров'я людини / В.В. Дорохович : матеріали Міжнар. наук. фестивалю [«SPA I WELLNESS – стратегія розвитку»], (Форос, 14–15 жовт. 2009 р.). – К. : Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2009. – С. 137–139.

Особистий внесок:

керівництво і участь в експериментальних дослідженнях, узагальнення результатів, підготовка матеріалів до публікації (поз. 2, 3, 5, 12, 13, 15, 16, 21, 24, 42, 51);

проведення експериментальних досліджень, узагальнення результатів, підготовка матеріалів до публікації (поз. 1, 7, 10, 14, 17, 19, 20, 22, 46, 47, 49, 53-63);

проведення експериментальних досліджень, участь у підготовці матеріалів до публікації (поз. 4, 6, 8, 9, 11, 18, 23, 43, 44, 45, 48, 50, 52)

розроблення патенту, узагальнення результатів, підготовка матеріалів до публікації (поз. 30, 31, 36-38);

участь у розробленні патенту, узагальненні результатів, підготовці матеріалів до публікації (поз. 25-29, 32-35, 39-41).

АНОТАЦІЯ

Дорохович В.В. Наукове обґрунтування і розроблення технологій борошняних кондитерських виробів спеціального дієтичного споживання. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.18.16 – технологія продуктів харчування. – Київський національний торговельно-економічний університет Міністерства освіти та науки України, Київ. 2010.

Дисертацію присвячено комплексному вирішенню проблеми розроблення борошняних кондитерських виробів спеціального дієтичного споживання, склад яких відповідає вимогам нутриціології до харчування людей залежно від віку (діти, особи похилого віку), фізичного навантаження (спортсмени, люди розумової праці), стану здоров'я (хворі на цукровий діабет, целиацію, фенілкетонурию). Розроблення інноваційних технологій здійснено із застосуванням системного підходу, методів аналогізації та математичного моделювання. Встановлено та науково обґрунтовано оптимальні технологічні параметри виготовлення БКВСДС, умови та терміни їх зберігання.

Медико-біологічними дослідженнями підтверджено доцільність споживання БКВСДС. Розроблено Державний стандарт України „Вироби кондитерські борошняні спеціального для дієтичного споживання”, технічні умови, рецептури. Технології розроблених БКВСДС апробовано та впроваджено у закладах ресторанного господарства та на підприємствах харчової промисловості.

Ключові слова: борошняні кондитерські вироби спеціального дієтичного споживання, цукрозамінники, аглютенове борошно, фізіологічно-функціональні інгредієнти, низькобілкові вироби, редукована калорійність, показник глікемічності.

АННОТАЦИЯ

Дорохович В.В. Научное обоснование и разработка технологий мучных кондитерских изделий специального диетического потребления. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.18.16 – технология продуктов питания. – Киевский национальный торгово-экономический университет, Киев, 2010.

Диссертация посвящена комплексному решению проблемы разработки мучных кондитерских изделий специального диетического потребления (МКИСДП), состав которых соответствует требованиям нутрициологии к питанию разных групп населения в зависимости от возраста (дети, люди преклонного возраста), физической активности (спортсмены, люди умственного труда), состояния здоровья (больные сахарным диабетом, целиакией, фенилкетонурией, железодефицитной анемией, остеопорозом). Инновационные технологии разработаны с использованием системного подхода, методов аналогизации и математического моделирования.

Предложена классификация согласно которой МКИСДП подразделяются на две группы: к первой группе относятся изделия оздоровительного назначения (для практически здоровых людей), ко второй – диетические (для больных сахарным диабетом, целиакией, фенилкетонурией). Предложенная классификация легла в основу Государственного стандарта Украины «Изделия кондитерские мучные для специального диетического потребления». Сформулирована научная концепция создания МКИСДП с низкой гликемичностью, для реализации которой разработана методика расчета показателя гликемичности.

Исследованы физико-химические, теплофизические, сорбционные, технологические свойства сахарозаменителей и их растворов, установлено влияние сахарозаменителей на температуру клейстеризации, клейковинный комплекс, водопоглотительную способность глютенной и аглютенной муки, количество свободной и связанной воды в модельных тестовых массах, пенообразующую способность белковых систем. Предложена методика комплексной оценки качества сахарозаменителей с учетом их основных технологических характеристик. Установлено, что среди сахаридов максимальное значение имеет комплексный показатель качества фруктозы, среди полиолов – лактитол. Методом квадратичного программирования установлено оптимальное соотношение лактитола и фруктозы – 66:34.

Методами многофакторного планирования эксперимента, графоматематическим, симплекс-методом определена оптимальная дозировка сахарозаменителей, глютенной и аглютенной муки, физиологически функциональных ингредиентов, научно обосновано их влияние на коагуляционно-кристаллизационную структуру теста для сдобного печенья, коагуляционно-пастоподобную структуру – теста для кексов, коагуляционно-пеноподобную слабоструктурированную структуру для бисквитного теста и коагуляционно-пеноподобную сильно-структурированную структуру для белково-сбивного теста. Установлено, что фруктоза и сорбит ослабляют структуру теста для сдобного песочного печенья, а глюкоза и изомальт укрепляют, причем укрепление структуры изомальтом чрезмерно, структура тестовых масс на лактитоле и смеси лактитол+фруктоза соответствует структуре теста на сахаре. Вследствие этого при изготовлении сдобного печенья и кексов изомальт использовать не рекомендуется, а при изготовлении бисквитов рекомендуется теплый способ приготовления теста.

Научно обосновано влияние сахарозаменителей, глютенной и аглютенной муки, физиологически-функциональных ингредиентов на кинетику и динамику тепломассообменных процессов при выпечке-сушке сдобного печенья, выпечке бисквитов и кексов, сушке белково-сбивного печенья. Установлено, что фруктоза ускоряет процесс термообработки МКИСДП, изомальт – замедляет. Длительность термообработки изделий на глюкозе, лактитоле, смеси лактитол+фруктоза практически такая же, как у изделий на сахаре. Исследована кинетика теплопоглощения МКИСДП,

определен расход тепла на прогрев заготовки и на испарение воды. Доказано, что фруктоза способствует уменьшению энергозатрат при изготовлении сдобного печенья и бисквита соответственно на 12,0 и 9,0% относительно термообработке заготовок на сахаре, лактитол увеличивает затраты тепла на 3% (сдобное печенье) и на 9,1% (бисквит), изомальт при выпекании бисквита увеличивает энергозатраты на 14%.

На основе проведенных исследований разработаны рациональные технологии МКИСДП с использованием сахарозаменителей (для больных сахарным диабетом), аглютеновой муки (для больных целиакией), сахарозаменителей и аглютеновой муки (для больных сахарным диабетом и целиакией), низкобелковое печенье (для больных фенилкетонурией), изделия с редуцированной калорийностью (для людей с повышенной массой тела, людей преклонного возраста), растворимое печенье (для детей с 6-месячного возраста), печенье антианемического назначения путем использования диетической добавки «Гемовитал», печенья для больных остеопорозом путем использования носителя кальция – добавки PURACAL PP/FCC.

Разработана методика оценки конкурентоспособности МКИСДП по комплексному показателю (K_k), который учитывает эффективность рецептурного состава (K_1), эффективность технологий (K_2), социальный эффект (K_3), энергетические затраты (K_4), патентную защищенность (K_5).

Медико-биологическими исследованиями подтверждена целесообразность потребления МКИСДП. Технологии МКИСДП апробированы и внедрены в ресторанной сфере и пищевой промышленности.

Ключевые слова: мучные кондитерские изделия специального диетического потребления, сахарозаменители, аглютеновая мука, физиологически-функциональные ингредиенты, низкобелковые изделия, редуцированная калорийность, показатель гликемичности.

ANNOTATION

Dorohovych V.V. The scientific substantiation and development of technologies of flour special dietary consumption confections. – Manuscript.

Thesis for a scientific degree of Doctor of technical sciences, specialty 05.18.16 – Technology of food products. – Kyiv National University of Trade and Economics, Kyiv, 2010.

The thesis is devoted to solve the complex problem of development of flour special dietary consumption confections structure, that meets the requirements for people's nutrition depending on age (children, mature), physical activity (athletes, the mental work), state health (sugar diabetes, celiac disease, phenylketonuria). Developed innovative technologies are implemented using a systematic approach, analogy method and mathematical modeling. Optimal technological parameters of producing FSDCC, conditions and terms of their storage are established and scientifically substantiated.

Medical and biological studies confirmed possibility consumption of FSDCC. Ukraine state standard of flour special dietary consumption

confections, specifications, recipes are developed. New technology of FSDCC is tested and implemented in establishments of restaurants business and food industry.

Key words: flour special dietary consumption confectionery, sugar substitute, agglutinative flour, physiological and functional ingredients, low-protein products, reduced calories, glycemic index.

ДОРОХОВИЧ ВІКТОРІЯ ВІТАЛІЇВНА

**НАУКОВЕ ОБГРУНТУВАННЯ І РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ
БОРОШНЯНИХ КОНДИТЕРСЬКИХ ВИРОБІВ СПЕЦІАЛЬНОГО
ДІЄТИЧНОГО СПОЖИВАННЯ**

Підп. до друку 16.02.10. Формат 60х84/16. Папір. друк.
Ризографія. Ум.друк.арк 1,9 Ум.фарбо-відб. 2,02
Обл.-вид.арк. 2,0. Тираж 100 пр. Зам. 110.

Центр підготовки навчально-методичних видань КНТЕУ
02156, Київ-156, вул. Кіото, 19