

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ХАРКІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧУВАННЯ  
ТА ТОРГІВЛІ

**ШЕВЧЕНКО АНАСТАСІЯ ОЛЕКСАНДРІВНА**



УДК 664.664.9

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ДІАБЕТИЧНИХ  
ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ, ЗБАГАЧЕНИХ ФУНКЦІОНАЛЬНИМИ  
ІНГРЕДІЄНТАМИ**

05.18.01 – Технологія хлібопекарських продуктів, кондитерських виробів  
та харчових концентратів

**АВТОРЕФЕРАТ**

дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата технічних наук

Харків – 2018

Дисертацією є рукопис.

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

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор, член-кореспондент НААН України  
**Дробот Віра Іванівна**,  
Національний університет харчових технологій,  
професор кафедри технології хлібопекарських і кондитерських виробів

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, доцент  
**Лебеденко Тетяна Євгенівна**,  
Одеська національна академія харчових технологій,  
доцент кафедри технології хліба, кондитерських, макаронних виробів і харчоконцентратів

кандидат технічних наук, професор  
**Калакура Марія Михайлівна**,  
Відкритий міжнародний університет розвитку людини «Україна»,  
завідувач кафедри технології харчування

Захист дисертації відбудеться «12» грудня 2018 року о 10<sup>00</sup> на засіданні спеціалізованої вченої ради К 64.088.03. Харківського державного університету харчування та торгівлі за адресою: 61051, м. Харків, вул. Клочківська, 333, аудиторія 45.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Харківського державного університету харчування та торгівлі за адресою: 61051, м. Харків, вул. Клочківська, 333.

Автореферат розісланий «09» листопада 2018 року.

Учений секретар  
спеціалізованої вченої ради, к.т.н., доцент

Н.В. Гревцева

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** В останні роки в усьому світі, і в Україні зокрема, широкого поширення набуло захворювання на цукровий діабет. Занепокоєння викликає поширення цієї хвороби серед молодого населення.

Ефективним заходом попередження і лікування діабету вважається дієтотерапія, однак вироби, які поряд із заміниками цукру містять корисні фізіологічно-функціональні інгредієнти, практично відсутні на ринку України. Тому актуальною проблемою є не тільки використання цукрозамінної сировини, а також підвищення харчової цінності хлібобулочних виробів для хворих на діабет за рахунок збагачення повноцінним білком, харчовими волокнами та мінеральними речовинами.

Зважаючи на цінний хімічний склад джерел білоквмісної сировини – казеїну, яєчного альбуміну та сироваткового білка та джерел харчових волокон – порошку топінамбуру і клітковини висівок гречки (КВГ), а також відсутність даних щодо їхнього впливу на технологічний процес виготовлення діабетичних хлібобулочних виробів, необхідні наукові та практичні дослідження щодо доцільності їх застосування.

На даний час для збагачення харчових продуктів мінеральними речовинами використовують в основному солі неорганічних кислот. Проте мінерали в цій формі мають низьку біологічну доступність, тому перспективним є використання органічних сполук і в першу чергу цитратів, оскільки саме в такій хімічній формі вони присутні та функціонують в організмі. Оскільки даних щодо впливу цитратів на процес виготовлення хлібобулочних виробів знайдено не було, актуальним є дослідження їх використання для забезпечення належних споживчих властивостей виробів.

Робіт з використання фізіологічно-функціональних інгредієнтів в комплексі для збагачення діабетичних хлібобулочних виробів практично немає. Існуючі в літературних джерелах дані носять несистематичний характер. У зв'язку з цим актуальним є пошук способів вирівняти амінокислотний скор виробів, збагатити хліб, як продукт масового споживання пребіотиками, використання нових інноваційних підходів при створенні діабетичних продуктів.

Проблемі розроблення хлібобулочних виробів діабетичного призначення присвячені роботи вітчизняних та закордонних вчених Дробот В.І., Місечко Н.О., A. Radovanovic, O. Milovanovic, M. Kipic, S. Cupar, S. Bhise.

**Зв'язок з науковими програмами, планами, темами.** Дослідження було виконано відповідно до держбюджетних тематик науково-дослідної роботи Проблемної науково-дослідної лабораторії НУХТ: «Наукове обґрунтування та розроблення активних пакувальних систем харчових продуктів» (державний реєстраційний номер 0118U003558); «Наукові засади розроблення інноваційних технологій хлібобулочних виробів підвищеної харчової цінності та термінів їх зберігання» (державний реєстраційний номер 0116U001529).

Особиста участь автора полягає у проведенні експериментальних досліджень, теоретичному обґрунтуванні результатів досліджень, розробленні нормативної документації, підготовці матеріалів до публікації.

**Мета і завдання досліджень.** Метою роботи є удосконалення технології діабетичних хлібобулочних виробів з фруктозою, збагачених функціональними інгредієнтами: повноцінним білком, харчовими волокнами та мінеральними речовинами.

Для досягнення поставленої мети були сформульовані наступні завдання:

— дослідити хімічний склад і технологічні властивості джерел повноцінного білка: казеїну, яєчного альбуміну та сироваткового білка, виявити технологічні властивості джерел мінеральних речовин – цитратів кальцію, магнію, цинку та заліза;

— дослідити хімічний склад і технологічні властивості пребіотиків – джерел харчових волокон: порошку топінамбуру та висівок гречки;

— визначити вплив збагачувачів на перебіг мікробіологічних процесів у тісті з фруктозою;

— визначити вплив збагачувачів на перебіг біохімічних процесів у тісті з фруктозою;

— визначити вплив досліджуваної сировини на структурно-механічні властивості тіста з фруктозою;

— визначити та оптимізувати рецептурні компоненти та технологічні заходи, що забезпечують належну якість діабетичних виробів, збагачених досліджуваною сировиною, удосконалити технологію дієтичних хлібобулочних виробів та оцінити харчову цінність розроблених виробів та їх споживчі властивості;

— розробити та затвердити нормативну документацію на нові види виробів, збагачені функціональними інгредієнтами, провести виробничу апробацію розроблених дієтичних виробів;

— визначити економічну та соціальну ефективність впровадження нових дієтичних виробів у виробництво.

*Об'єкт дослідження* – технологія хлібобулочних виробів.

*Предмет досліджень* – казеїн, яєчний альбумін, сироватковий білок, порошок топінамбуру, КВГ, цитрати Ca, Mg, Zn, Fe, їхній хімічний склад та технологічні властивості, мікробіологічні та біохімічні процеси в тісті з добавками, формування структурно-механічних властивостей (СМВ) тіста, показники технологічного процесу та якості хліба, технологічні заходи, що забезпечують їх покращення, харчова та споживча цінність діабетичних виробів.

*Методи досліджень* – органолептичні, хімічні, фізико-хімічні, аналітичні, мікробіологічні з використанням сучасних приладів та інформаційних технологій, математичні методи планування експерименту та обробки результатів досліджень.

**Наукова новизна одержаних результатів.** Вперше запропоновано, науково обґрунтовано інноваційний спосіб отримання діабетичних

хлібобулочних виробів зі збалансованим хімічним складом, який включає комплексний вплив на сировину, напівфабрикати і готові хлібобулочні вироби добавок – замінників цукру, повноцінних білків тваринного походження, полісахаридів (інуліну і клітковини), мінеральних речовин у вигляді солей органічних кислот – цитратів, що дозволяє поліпшити властивості нових виробів і сприяє досягненню якісної продукції зі зниженим глікемічним індексом.

Доведено зменшення амілолізу крохмалю та погіршення доступності поживних речовин до дріжджової клітини у присутності казеїну, очевидно внаслідок того, що білки добавки мають високу водопоглинальну здатність, набухають та огортають дріжджові клітини, що погіршує доступ поживних речовин і зменшує інтенсивність бродіння на 7,1-12,2%.

Вперше шляхом дослідження мікроструктури клейковини встановлено, що в присутності в тісті казеїну структура клейковини ущільнюється, що призводить до негативного впливу на газотримувальну здатність тіста. При внесенні порошку топінамбуру та клітковини висівок гречки клейковинний каркас розгалужений нерівномірно порівняно з контрольним зразком.

Встановлено, що внаслідок вмісту в порошку топінамбуру і клітковині висівок гречки водорозчинних речовин, за їх використання активізується бродіння. Внаслідок підвищеної гідратаційної здатності цих добавок погіршується водопоглинальна здатність клейковини, що зумовлює зменшення сирової клейковини в тісті.

Досліджено вплив цитратів кальцію, магнію, цинку та заліза на технологічний процес і якість виробів. Доведено, що в їх присутності активізується ферментативний комплекс дріжджів, внаслідок їх впливу на ОВП в тісті, зміцнюється клейковина, підвищується в'язкість тіста, що позитивно впливає на газотримувальну здатність тіста та формостійкість хліба.

Термогравіметричним аналізом доведено збільшення у виробках з добавками вмісту міцно зв'язаної вологи, що зумовлює зменшення ретроградації крохмалю і подовження терміну збереження виробами свіжості.

Дослідженнями *in Vitro* встановлено покращення перетравлюваності білків виробів внаслідок кращої піддатливості білків казеїну протеолізу ферментами ШКТ: на пепсиновій стадії на 12,5- 37,5 %, на трипсиновій – на 21,4-32,1 %.

Методом Бокса-Уілсона встановлено, що при використанні досліджуваних добавок висока якість хліба забезпечується за дозування казеїну у кількості 8-9%, що забезпечує, порошку топінамбуру – 4%, клітковини висівок гречки – 8%. Розроблені вироби забезпечать покриття добової потреби у білку на 34,9-35,4%, у харчових волокнах, у мінеральних речовинах – на 45,2-49,3% при вживанні денної норми хліба.

Доведено, що за додавання в тісто досліджуваних добавок та встановлених технологічних заходів покращується якість виробів, їх споживчі властивості та харчова цінність: за вмістом білка на 11-13 %,

харчових волокон – на 14-28 %. Показник глікемічності виробів на 4,6-5,0 од. нижчий за контрольний зразок.

Удосконалено технологію виготовлення булочних виробів з фруктозою за рахунок використання комплексної дії на технологічний процес казеїну та пребіотиків, що дало можливість отримати вироби з підвищеною харчовою цінністю.

Набули подальшого розвитку питання взаємодії складових добавок, які використали для збагачення виробів.

**Практичне значення одержаних результатів.** На основі результатів досліджень удосконалено технологію діабетичних хлібобулочних виробів з використанням сировини з вмістом повноцінного білка, харчових волокон та мінеральних речовин. Розроблено і затверджено об'єднанням підприємств хлібопекарської промисловості «Укрхлібпром» рецептури (РЦУ 00389676.6856:2017 та РЦУ 00389676.6857:2017) та технологічні інструкції (ТІУ 00389676.6856:2017 та ТІУ 00389676.6857:2017) на виробництво діабетичних булочних виробів: «Солодкий каприз», «Гречинка». Впровадження нових видів виробів сприятиме розширенню асортименту хліба для хворих на цукровий діабет, що має важливе соціальне значення.

**Особистий внесок здобувача** полягає у плануванні та проведенні експериментальних досліджень у лабораторних і виробничих умовах, їх обробленні та аналізі, формуванні висновків, підготовці заявок на патенти та нормативну документацію, підготовці матеріалів до публікації, апробації розробленої технології у виробничих умовах.

Аналіз і узагальнення результатів досліджень проведено спільно з науковим керівником, д.т.н., проф., член-кор. НААН України В. І. Дробот. Хімічний склад вивчено спільно зі співробітниками Центру оцінки якості сировини та готової продукції НУХТ, Державного центру сертифікації та експертизи сільськогосподарської продукції. Дослідження проведено в Українському інституті експертизи сортів рослин, на кафедрах фізики, технології консервування, хімічних технологій харчових добавок та косметичних засобів НУХТ. Зміну форм зв'язку вологи в хлібі під час його зберігання досліджено спільно зі співробітниками кафедри молекулярної фізики фізичного факультету Національного університету ім. Тараса Шевченка.

**Апробація результатів дисертації.** Основні положення дисертаційної роботи були представлені на Міжнародних науково-практичних конференціях: «Оздоровчі харчові продукти та дієтичні добавки: технології, якість та безпека» (м. Київ, 2015), «Продовольчі ресурси: проблеми та перспективи» (м. Київ, 2015 р.), інтернет-конференції «Харчові добавки. Харчування здорової та хворої людини» (м. Кривий Ріг, 2016 р.), «Технологічні аспекти підвищення конкурентоспроможності хліба і хлібобулочних виробів» (м. Київ, 2016 р.), «Інноваційні технології в хлібопекарському виробництві» (м. Київ, 2017 р.), «Технології харчових продуктів і комбікормів» (м. Одеса, 2017 р.), 81-82-83-84 Міжнародних наукових конференціях молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові

здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті» (м. Київ, 2015-2018 рр.), 8-му Центральноєвропейському конгресу з харчової науки SEFood-2016 (м. Київ, 2016 р.).

**Публікації.** За результатами досліджень, викладених у дисертаційній роботі, опубліковано 20 наукових праць, у тому числі 5 статей (з них 1 у міжнародному виданні, 2 – у виданнях, які входять до наукометричних баз, 2 – у затверджених наукових фахових виданнях України), 13 матеріалів конференцій та тез доповідей, 2 патенти України на корисну модель.

**Структура дисертації.** Дисертація складається з анотації, вступу, семи розділів, висновків, списку використаних літературних джерел із 250 найменувань і додатків. Роботу викладено на 165 сторінках основного тексту, містить 49 таблиць, 36 рисунків.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

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

У **першому розділі «Сучасний стан та основні напрями удосконалення асортименту діабетичних хлібобулочних виробів»** охарактеризовано проблему захворювання на цукровий діабет та значення дієтотерапії в його профілактиці та лікуванні. Обґрунтовано необхідність підвищення фізіологічної цінності хлібобулочних виробів для діабетичного харчування з одночасним зниженням їхнього глікемічного індексу. Проаналізовано використання білоквмісних збагачувачів, джерел харчових волокон, ПНЖК та мінеральних речовин з метою збагачення виробів функціональними інгредієнтами та їхній вплив на технологічний процес і якість готових виробів.

У **другому розділі «Характеристика сировини та методів дослідження»** наведено характеристику сировини, яку використовували в роботі: борошна пшеничного вищого сорту, фруктози, цитратів кальцію, магнію, цинку та заліза, порошку топінамбуру ТМ «Мальва», казеїну міцелярного ТМ «Ingredia», олії кукурудзяної, соєвої та гірчичної ТМ «Агросельпром», клітковини висівок гречки ТМ «Агросельпром», альбуміну яєчного висушеного ТМ «Ovoprot International», сироваткового білка ТМ «Nilmar».

Підібрано методики для визначення хімічного складу та показників якості сировини, напівфабрикатів, готової продукції. Масову частку вологи визначали за ГОСТ 9404–88; кислотність – за ГОСТ 27493–87; крупність – за допомогою лабораторного розсіву згідно з ГОСТ 27560–87; масову частку клейковини та її якість – за ДСТУ ISO 21415–1:2009; масову частку білкових речовин – методом К'ельдаля; склад окремих амінокислот – методом іонообмінної рідинної хроматографії на автоматизованому аналізаторі амінокислот ТТТ339 (Чехія); вміст жиру – методом Сокслета; вміст лактози

йодометричним методом; вміст харчових волокон – за ГОСТ Р 54014–2010; ВПЗ – методом центрифугування.

Масову частку вологи напівфабрикатів визначили на приладі ОВТ-1, газоутворювальну здатність – на приладі АГ-1М, газоутримувальну здатність – за зміною питомого об'єму тіста в циліндрі протягом бродіння. Титровану кислотність контролювали після замішування і в кінці бродіння, активну кислотність – електрометричним методом на приладі рН-150м.

Пружньо-еластичні характеристики тіста вивчали на фаринографі фірми «Brabender» (Швеція) та альвеографі «Chopin» (Франція). В'язкість водно-борошняної суспензії визначали на амілографі «Brabender» (Швеція). В'язко-пластичні властивості тіста оцінювали за ступенем розпливання кульки тіста протягом 3 год при температурі 30°C та за допомогою ротаційного віскозиметра «Реотест-2», готуючи модельні зразки відповідно до методики. Мікроструктуру клейковини досліджували за допомогою електронного мікроскопу Konus biorex-3.

Перебіг біохімічних процесів у тісті визначали за кінетикою накопичення цукрів у ньому прискореним йодометричним методом, за вмістом летких кислот – напівмікрометодом ВНХП, за фракційним складом білкових речовин за ступенем дезагрегації білків, за титрованою і активною кислотністю.

Інфрачервоноспектроскопічні дослідження проводили за допомогою ІЧ-аналізатора «Infrapid-61».

Об'єм хліба визначали за допомогою приладу марки ОХЛ, формостійкість – на приладі ИФК. Фізико-хімічні показники якості готових виробів – за ДСТУ 7045:2009. Ступінь свіжості хліба оцінювали вимірюванням деформації м'якушки на автоматизованому пенетрометрі АП-4/1, за крихтуватістю та ВПЗ м'якушки. Аромат хліба оцінювали за кількістю бісульфітзв'язуючих сполук методом Токаревої Р.Р. та Кретовича В.Л. Перетравлюваність білкових речовин досліджували за інтенсивністю їх гідролізу пепсином і трипсином *in vitro* за модифікованою методикою Покровського та Єртанова. Перетравлюваність вуглеводів досліджували *in vitro* за методом, що ґрунтується на визначенні кількості редукувальних цукрів, які накопичуються в процесі гідролізу м'якушки хліба під дією ферментів ШКТ. Дослідження форм зв'язку вологи у м'якушці хліба під час його зберігання проводили термогравіметричним методом на дериватографі Q-1500. Аналіз дериватограм здійснювали за методикою Литвиненко А.М.

Харчову та біологічну цінність готових виробів розраховували, виходячи з хімічного складу сировини. Комплексний показник якості розраховували згідно з основними вимогами кваліметрії.

**У третьому розділі «Технологічні аспекти використання добавок, що знижують глікемічний індекс та покращують харчову цінність діабетичних виробів» наведено результати досліджень хімічного складу і технологічних властивостей білоквмісної сировини, джерел харчових волокон (ХВ) та мінеральних речовин.**

Встановлено, що вміст лізину, який є лімітуючою амінокислотою в борошні, в казеїні у 3,5 рази вищий, в альбуміні – у 10,3 рази, в сироватковому білку – в 4,7 рази.

Для проведення досліджень джерела білка дозували в кількості, що забезпечує 20, 30 та 40% добової потреби у білку при вживанні добової норми хліба (277 г). Контролем був зразок з фруктозою.

Пробними випіканнями доведено (табл. 1), що досліджувані добавки уповільнюють газоутворення в тісті на 7,1-12,2%, дещо погіршують фізико-хімічні показники якості готових виробів і в найбільшій мірі сироватковий білок. Крім того, яечний альбумін надає неприємного яечного присмаку хлібу, тому більш доцільним є використання казеїну.

Таблиця 1

### Показники якості хліба з білковими добавками

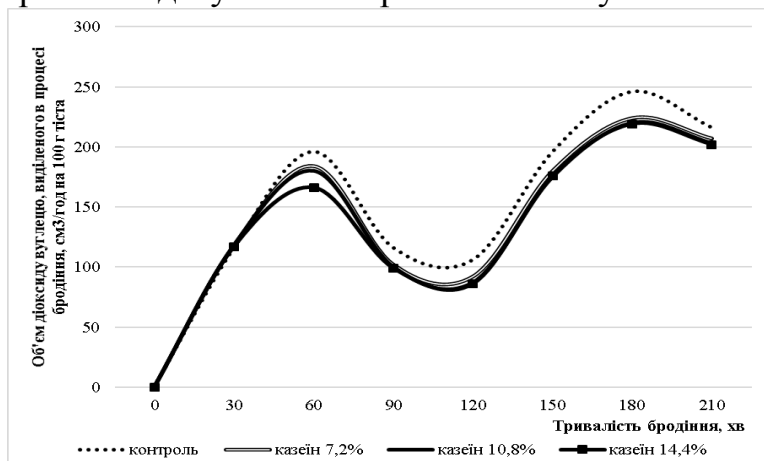
Показники	Контроль	Внесено добавки, % до маси борошна								
		Казеїн			Яечний альбумін			Сироватковий білок		
		7,2	10,8	14,4	7,2	10,8	14,4	7,6	11,4	15,3
Питомий об'єм, см <sup>3</sup> /100 г	317±1,0	311±1,0	299±1,0	285±1,0	309±1,0	296±1,0	281±1,0	301±1,0	288±1,0	262±1,0
Формостійкість, Н/D	0,42±0,1	0,41±0,1	0,39±0,1	0,38±0,1	0,39±0,1	0,35±0,1	0,33±0,1	0,37±0,1	0,36±0,1	0,30±0,1
Пористість, %	76±2,0	72±2,0	72±2,0	71±2,0	72±2,0	71±2,0	71±2,0	71±2,0	71±2,0	70±2,0
Кислотність кінцева, град	2,0±0,1	2,1±0,1	2,0±0,1	2,0±0,1	2,1±0,1	2,1±0,1	2,2±0,1	2,0±0,1	2,1±0,1	2,2±0,1

У порошок топіамбура та КВГ вміст ХВ перевищує пшеничне борошно вищого сорту у 33,5 та 16,2 разів відповідно, а ВПЗ добавок у 2,84 та 5,62 рази вища. За крупністю порошок топіамбуру наближений до борошна пшеничного обойного, а КВГ має меншу дисперсність, ніж обойне борошно. Встановлено, що при додаванні добавок технологічний процес інтенсифікується за рахунок покращення живлення дріжджів їх складовими, проте питомий об'єм хліба зменшується внаслідок наявності великої кількості ХВ. Зі збільшенням дозування топіамбуру відбувається затемнення м'якушки хліба.

Встановлено інтенсифікацію газоутворення в тісті з цитратами, особливо з їх сумішшю – на 12,8%, що є наслідком їх впливу на окисно-відновні процеси.

З урахуванням результатів досліджень у якості білкового збагачувача доцільно використовувати казеїн, як джерела ХВ – порошок топіамбуру (3,5-7,0%) та КВГ (7,3-14,6%), у якості мінеральних збагачувачів – суміш цитратів у кількості, що забезпечуватиме 50% добової потреби у кожному елементі за рахунок вживання денної норми хліба (277 г).

У четвертому розділі «Мікробіологічні та біохімічні процеси в тісті з композицією фруктози та досліджуваних добавок» визначали вплив різного дозування обраних збагачувачів на мікробіологічні та біохімічні процеси в тісті.



**Рисунок 1 – Вплив казеїну на динаміку газоутворення в тісті**

Встановлено (рис.1), що в тісті з казеїном газоутворення проходить менш інтенсивно, ніж в контролі, адже він затримує бродіння за рахунок зниження доступності поживних речовин до дріжджових клітин.

За даними амілографа, зразок з казеїном набуває в'язких властивостей одночасно з контролем

приблизно за тієї ж температури. Проте максимальна в'язкість цієї системи більша на 11% за рахунок набухання казеїну.

Зі збільшенням дозування казеїну зменшується кількість утворених цукрів на 9-11%, їх збродження на 14-18%, що свідчить про зниження активності дріжджової мікрофлори.

Доведено, що в тісті з казеїном збільшується вміст загального азоту на 10,5%-52,3%, порівняно з контролем, за рахунок білка, внесеного з цим інгредієнтом. Кількість азоту клейковини в процесі бродіння зменшується за рахунок переходу частини його до водорозчинної та проміжної фракції, вміст яких збільшується, що призводить до послаблення консистенції тіста.

У присутності порошку топінамбуру і КВГ процес амілолізу проходить більш інтенсивно, ніж в контролі, в умовах підвищеної кислотності до оптимуму рН для дії β-амілази. Так, внаслідок цього в тісті збільшується вміст цукрів на 3,0-3,5%. За даними амілографа максимальна в'язкість системи з порошком топінамбуру більша за контроль на 2,6% внаслідок процесів набухання його нерозчинних та розчинних ХВ, в системі з КВГ – менша на 1,7%. Причиною цього є зменшення ступеня клейстеризації крохмальних зерен внаслідок високої ВПЗ харчових волокон висівок.

Встановлено, що додання цитратів у тісто стимулює активність ферментів борошна та бродильну активність мікрофлори, що зумовлює збільшення накопичення цукрів у тісті під час його ферментації та їх збродження мікрофлорою тіста.

Додання цитратів затримує початок клейстеризації крохмалю на 3 хв порівняно з контролем. В'язких властивостей система набуває за такої ж температури, як і контроль, проте максимальна в'язкість більша на 2,6% внаслідок впливу цитратів на окисно-відновні процеси.

У п'ятому розділі «Структурно-механічні властивості тіста з фруктозою та досліджуваними добавками» визначено вплив різного

дозування досліджуваних добавок на СМВ тіста під час приготування виробів.

Встановлено, що за внесення казеїну зменшується вміст сирової клейковини на 7,9-17,3%. Це пояснюється тим, що молочні білки не беруть участі у її формуванні, а також утворюють комплекси з білками борошна, які не відмиваються у вигляді клейковини.

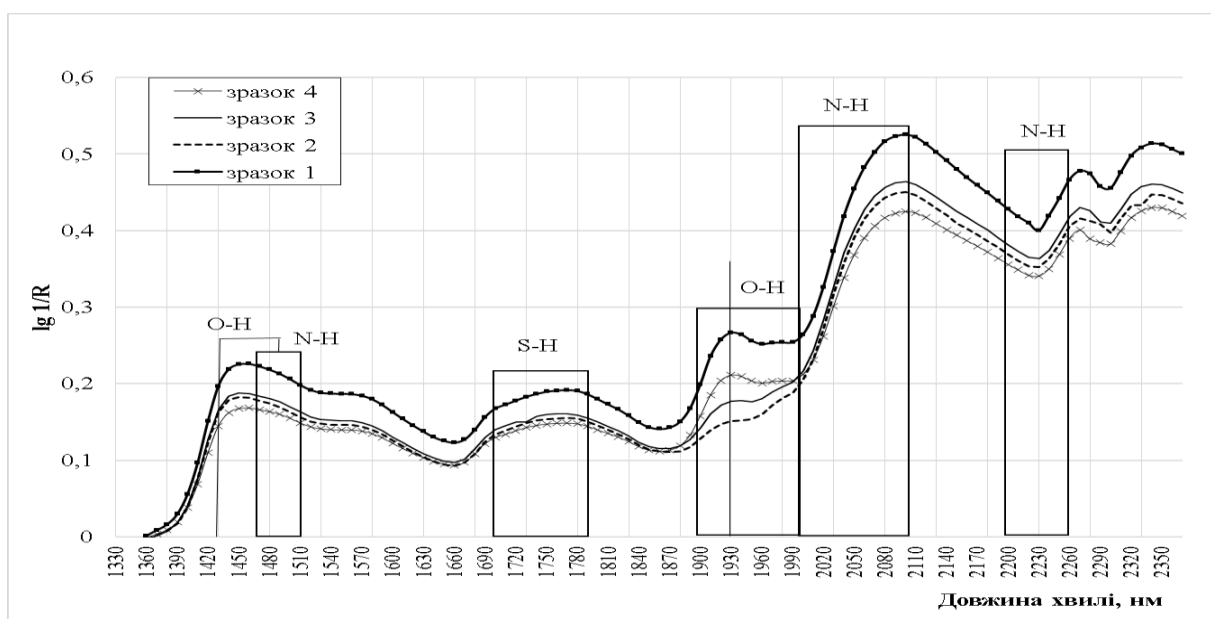
Клейковина зразка з казеїном менш розгалужена порівняно з контролем за рахунок того, що відмивається частина білків, які знаходяться у вигляді комплексів (у першу чергу гліадин), а глютенін значно укріплює клейковинний каркас (рис.2).



**Рисунок 2 – Мікроструктури клейковини тіста:**  
а – контроль, б – з казеїном

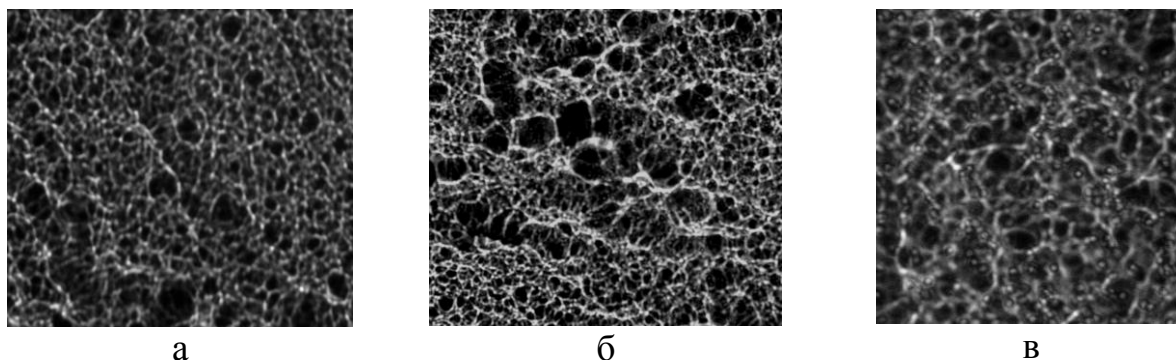
У тісті з казеїном спостерігається погіршення розвитку його об'єму та формоутримувальної здатності, що можна пояснити збільшенням рідкої фази внаслідок зменшення вмісту клейковинних білків і зниженням їх гідратаційної здатності.

Дослідження конформаційних змін білкових речовин тіста з казеїном методом ІЧ-спектроскопії показали (рис.3), що у всіх досліджуваних зразках (тісто з борошна вищого сорту та фруктози (5%), висушували одразу після замішування (зразок 1) та через 2 години бродіння (зразок 2), та з борошна вищого сорту, фруктози (5%), казеїну (7,2%), висушували одразу після замішування (зразок 3) та через 2 години бродіння (зразок 4)) максимум відбивання спостерігається при довжині хвилі 1450 нм (групи ОН) та в спектральній ділянці при 1900-1990 нм, за яку відповідає ОН група води з екстремумом в точці при 1930 нм. Отримані дані свідчать про збільшення рідкої фази в тісті, що корелює з даними досліджень в'язкості тіста. Ділянки при довжинах хвиль 1470-1510 нм, 1990-2110 нм та 2200-2260 нм, які характеризують білкові функціональні групи продукту свідчать про утворення більшої кількості NH груп при внесенні казеїну, вищий ступінь поглинання ними випромінювання, а отже ущільнення білка в тісті. При довжинах хвиль 1700-1790 нм, що відповідають групам S-H, відсутній виражений екстремум в усіх досліджуваних зразках. Це свідчить про те, що незважаючи на ущільнення, білок клейковини не в повній мірі втрачає еластичність.



**Рисунок 3 – Інфрачервоний спектр відбивання зразками тіста з казеїном**

Встановлено зменшення вмісту сирової клейковини при внесенні порошку топінамбуру. Клітковина висівок гречки незначно впливає на її вміст. Клейковинний каркас розгалужений нерівномірно порівняно з контрольним зразком (рис.4).



**Рисунок 4 – Мікроструктури клейковини тіста:**

а – контроль; б – з порошком топінамбуру; в – з клітковиною висівок гречки

Встановлено незначне збільшення питомого об'єму тіста на 2-7% при внесенні в нього досліджуваних добавок, очевидно, внаслідок того, що у їхньому складі містяться власні цукри та інші компоненти, які є поживним середовищем для мікрофлори і сприяють збільшенню виділення вуглекислого газу. Покращується також формоутримувальна здатність тіста на 4-8%, порівняно з контролем, при внесенні порошку топінамбуру та на 6-10 % при внесенні КВГ. В даному випадку з огляду на формостійкість хліба це є позитивним фактором.

Доведено, що внесення цитратів металів в тісто не призводить до зменшення вмісту сирової клейковини. Клейковина укріплюється, розтяжність її зменшується, що є наслідком впливу цитратів на ОВП в тісті. Збільшується питомий об'єм тіста внаслідок покращення еластичності клейковинного

каркасу та підвищення газоутворення в тісті, а також підвищується його в'язкість.

У шостому розділі «**Перебіг основних процесів у тісті з досліджуваними добавками. розроблення рецептур діабетичних виробів, збагачених есенціальними речовинами**» досліджено способи поліпшення якості та споживчих властивостей виробів. Розглянуто різні способи внесення сировини та встановлено раціональний: казеїн у вигляді суспензії з гідромодулем 5 та доданням в суспензію порошку топінамбуру або КВГ, залежно від рецептури виробу. Розглянуто способи приготування тіста на опарі, диспергованій фазі та безопарним способом, які дозволяють отримати вироби хорошої якості.

Обґрунтовано доцільність внесення кукурудзяної олії у кількості 2% до маси борошна для покращення СМВ тіста, його еластичності та формоутримувальної здатності.

Проведено оптимізацію технологічного процесу методом Бокса-Уілсона і встановлено, що оптимальне значення питомого об'єму для виробу з порошком топінамбуру досягається при кількості в рецептурі порошку топінамбуру ( $X_1$ ) = 4,0%, казеїну ( $X_2$ ) = 9,0% та тривалості бродіння тіста ( $X_3$ ) = 150хв. Отримано рівняння регресії:

$$Y = 295,8125 - 29,5625 \cdot X_1 - 24,9375 \cdot X_2 - 13,4375 \cdot X_3 \text{ в кодованому вигляді}$$

$$Y = 489,1 - 16,9 \cdot G_1 - 6,96 \cdot G_2 - 0,2 \cdot G_3 \text{ в натуральному вигляді}$$

Для виробу з клітковиною висівок гречки оптимальне значення питомого об'єму досягається при кількості КВГ ( $X_1$ ) = 8,0%, кількості казеїну ( $X_2$ ) = 8,0% та тривалості замішування тіста ( $X_3$ ) = 12хв. Отримано рівняння регресії:

$$Y = 283,875 - 9 \cdot X_1 - 6,5 \cdot X_2 + 23,875 \cdot X_3 \text{ в кодованому вигляді}$$

$$Y = 252,49 - 2,56 \cdot G_1 - 1,8 \cdot G_2 + 6,8 \cdot G_3 \text{ в натуральному вигляді}$$

Для дослідження характеристик тіста, виготовленого за результатами оптимізації зразки готували, виходячи з оптимального дозування рецептурних компонентів: борошна вищого сорту, фруктози (5%), суміші цитратів (1,15%), олії кукурудзяної (2%), казеїну (9%), порошку топінамбуру (4%) (зразок 1) та борошна вищого сорту, фруктози (5%), суміші цитратів (1,15%), олії кукурудзяної (2%), казеїну (8%), КВГ (8%) (зразок 2). Так, в тісті з композицією добавок накопичується і зброджується достатня для забезпечення бродіння і меланоїдиноутворення кількість цукрів. Дослідженнями на амілографі встановлено підвищення в'язкості системи з топінамбуром і незначне зниження з КВГ. Проте за пробним випіканням м'якушка цього хліба була еластичною.

Дослідженням фракційного складу білка в тісті з доданими інгредієнтами встановлено, що вміст загального азоту у зразках з добавками більший на 11,5% та 38%, ніж в контролі за рахунок білка інгредієнтів, збільшується кількість фракції водорозчинного азоту та азоту проміжної фракції. Це дає змогу прогнозувати покращення об'єму і формостійкості виробів.

В тісті підвищується вміст летких кислот: за використання порошку топінамбуру – на 15%, КВГ – на 23,3%.

За проведеними дослідженнями розроблено рецептури та обґрунтовано технологію виготовлення нових видів булочних виробів «Солодкий каприз» та «Гречинка», на які затверджено рецептури та технологічні інструкції.

Ці зразки мали краще забарвлену скоринку, більший об'єм («Солодкий каприз» на 10%, «Гречинка» – на 3%), розвиненішу пористість на 3%, кращу формостійкість, еластичнішу м'якушку (табл. 2).

Таблиця 2

**Показники технологічного процесу та якості виробів, виготовлених за розробленими рецептурами**

Показники	Контроль	«Солодкий каприз»	«Гречинка»
Питомий об'єм, см <sup>3</sup> /100 г	317±1,0	348±1,0	322±1,0
Формостійкість, Н/D	0,41±0,1	0,43±0,1	0,42±0,1
Пористість, %	76±2,0	78±2,0	78±2,0
Кислотність кінцева, град	2,0±0,1	2,0±0,1	2,2±0,1
Стан поверхні	гладка, без тріщин	гладка, без тріщин	гладка, без тріщин
Колір м'якушки	білий	Світло-коричневий	Світло-коричневий
Стан м'якушки	Еластична	Більш еластична, ніж в контролі	Більш еластична, ніж в контролі
Колір скоринки	світло-жовтий	Світло-коричневий	Світло-коричневий
Структура пористості	рівномірна, дрібна, тонкостінна	рівномірна	рівномірна
Смак та аромат	Притаманний виробу	Солодкуватий	З гречаним присмаком

Для виготовлення розроблених виробів до існуючої апаратурно-технологічної схеми на стадії підготовки сировини варто передбачити додаткові чани для приготування суспензії казеїну з внесенням в неї порошку топінамбуру або КВГ.

У цьому розділі «Споживча та харчова цінність розроблених булочних виробів для діабетичного харчування» доведено, що розроблені вироби мають кращі показники якості, довше зберігають свіжість. Черствіння їх затримується на 23-67%, що підтверджено зменшенням швидкості зниження м'якушкою цих виробів загальної пружності, більшою ВПЗ м'якушки внаслідок високих гідрофільних властивостей сировини та меншою крихтуватістю. Встановлено більший вміст загальної кількості адсорбційно зв'язаної вологи з високою енергією зв'язку у розроблених зразках порівняно з контролем, що є наслідком наявності в рецептурі більшої кількості компонентів з високим вмістом білків та ХВ з високою гідрофільністю, що сприяє уповільненню усихання (табл. 3).

Встановлено збільшення кількості ароматичних сполук у скоринці булочки на 14,4-25,6 %, м'якущі – на 15-20,7%. Це пояснюється включенням до рецептур цих виробів сировини з підвищеним вмістом низькомолекулярних азотистих сполук. Також відмічено менші втрати бісульфітзв'язуючих речовин в процесі зберігання.

Таблиця 3

### Втрати зв'язаної вологи досліджуваними зразками

Зразки	Тривалість зберігання, год	Масова частка вологи, % до загальної кількості		Зменшення вмісту зв'язаної вологи
		вільна	зв'язана	
Булочка з фруктозою (контроль)	4	72,0	28,0	3,9
	24	75,9	24,1	
Булочка «Солодкий каприз»	4	69,2	30,8	1,4
	24	70,6	29,4	
Булочка «Гречинка»	4	68,8	32,2	2,0
	24	69,8	30,2	

Дослідженнями перетравлюваності білків *in Vitro* встановлено, що швидкість накопичення амінокислот на пепсиновій стадії більша на 12,5-37,5%, на трипсиновій – на 21,4-32,1 %, що можна пояснити легшим засвоюванням молочних білків, внесених з казеїном, ніж білків борошна. Інтенсифікації гідролізу вуглеводів під час перетравлення не відбувається.

Розрахунково встановлено, що вироби з добавками мають більш цінний хімічний склад, ніж хліб без них, зокрема на 11 – 13 % містять більше білків (з 6,78 до 7,79 г на 100г хліба), на 14-28% (з 1,37 до 1,77 г на 100г хліба) – харчових волокон, підвищується кількість мінеральних речовин. Ці вироби здатні краще забезпечити організм хворих на діабет фізіологічно-активними речовинами. Показник глікемічності виробів 26,3 од. та 25,9 од., що на 4,6-5,0 од нижчий за контрольний зразок.

Собівартість розроблених виробів вища у 2,5 рази за виріб з фруктозою без добавок, проте досягається соціальний ефект завдяки забезпеченню населення України із захворюванням на цукровий діабет продукцією дієтичного призначення.

## ВИСНОВКИ

На основі аналізу теоретичних даних і проведених експериментальних досліджень та виробничих випробувань удосконалено технологію діабетичних хлібобулочних виробів з фруктозою, збагачених функціональними інгредієнтами: казеїном, порошком топінамбуру, клітковиною висівок гречки, цитратами кальцію, магнію, цинку та заліза.

1. Досліджено хімічний склад і технологічні властивості білоквмісної сировини: казеїну, яєчного альбуміну та сироваткового білка. Встановлено, що в казеїні вміст лізину перевищує його вміст у пшеничному борошні у 3,5 рази, в альбуміні – у 10,3 рази, в сироватковому білку – в 4,7

рази. Доведено доцільність використання казеїну для збагачення виробів білком, оскільки інші досліджувані збагачувачі в значній мірі погіршують перебіг процесів приготування виробів та їх якість.

Встановлено позитивний вплив цитратів кальцію, магнію, цинку та заліза на процеси бродіння тістових систем та формування їх структурно-механічних властивостей. На основі визначення впливу досліджуваної сировини на технологічні процеси і якість виробів доведено доцільність внесення цитратів у вигляді суміші.

Встановлено, що додавання казеїну в тісто (в межах 7,2-14,4% до маси борошна) зменшує інтенсивність його бродіння на 7,1% - 9,9% за рахунок зменшення доступності крохмалю, очевидно внаслідок того, що білки добавки мають високу водопоглинальну здатність, огортають дріжджові клітини, що погіршує доступ поживних речовин.

2. Досліджено хімічний склад і технологічні властивості носіїв харчових волокон: порошку топінамбуру та клітковини висівок гречки. Встановлено, що за вмістом харчових волокон ця сировина переважає пшеничне борошно у 33,5 та 16,2 рази відповідно. Водопоглинальна здатність та крупність добавок значно перевищують ці показники в пшеничному борошні, що зумовлює збільшення водопоглинальної здатності тіста.

3. За використання порошку топінамбуру в кількості 3,5-7% та клітковини висівок гречки в кількості 7,3-14,6% зростає інтенсивність газоутворення внаслідок внесення з добавками додаткових цукрів, що є поживним середовищем для дріжджів. Цитрати покращують газоутворення за рахунок їх здатності підвищувати ферментативну активність дріжджових клітин. З сумішшю цитратів цей показник вище за контроль на 12,8%.

4. Доведено уповільнення перебігу біохімічних процесів в тісті з казеїном. Кількість утворених цукрів зменшується на 9-11% внаслідок зниження гідролітичного розщеплення крохмалю, зброджених – на 14-18% внаслідок зменшення активності дріжджів в його присутності. Внесення порошку топінамбуру та клітковини висівок гречки позитивно впливає на перебіг біохімічних процесів. Цитрати металів інтенсифікують ферментативний гідроліз крохмалю та бродильну активність дріжджів за рахунок активації ферментного комплексу борошна та дріжджів.

5. Доведено, що у разі внесення казеїну зменшується кількість клейковини в тісті, очевидно, внаслідок утворення комплексів казеїну з білками борошна. В'язкість тіста зменшується внаслідок збільшення в тісті рідкої фази. Порошок топінамбуру та клітковина висівок гречки незначно впливають на клейковинний каркас. Цитрати металів укріплюють клейковину внаслідок активізації міжмолекулярних зв'язків білків в присутності цитратів.

6. На основі досліджень впливу збагачуючої сировини на технологічний процес і якість виробів запропоновано дві композиції збагачувачів: казеїн – 9%, порошок топінамбуру – 4%, суміш цитратів – 1,15% та казеїн – 8%, клітковина висівок гречки – 8%, суміш цитратів –

1,15% до маси борошна. Встановлено раціональні технологічні заходи для покращення якості виробів, а саме: приготування суспензії казеїн-вода з гідромодулем 5 та подальшим внесенням у неї порошку топінамбуру або клітковини висівок гречки. Отримано математичні моделі, які адекватно описують вплив запропонованих заходів на якість виробів з фруктозою.

Встановлено, що розроблені вироби довше зберігають свіжість, що підтверджено меншою втратою зв'язаної вологи, ніж в контролі, містять більше ароматичних сполук: у скоринці булочки на 14,4-25,6 %, у м'якушці – на 15-20,7%. Ці вироби краще засвоюються, що підтверджено дослідженнями перетравлюваності білкових речовин *in vitro* за рахунок легшого засвоюванням молочних білків, внесених з казеїном. Вироби, виготовлені за розробленими рецептурами, містять на 11 – 13 % більше білків (з 6,78 до 7,79 г на 100 г хліба), на 14-28% харчових волокон (з 1,37 до 1,77 г на 100 г хліба), значно підвищується вміст мінеральних речовин. Глікемічний індекс цих виробів 26,3 од. та 25,9 од., що на 4,6 од. та 5,0 од. нижче за контрольний зразок.

7. Розроблено рецептури та обґрунтовано технологію виготовлення нових видів булочних виробів «Солодкий каприз» та «Гречинка», на які розроблено рецептури та технологічні інструкції, які затверджено в установленому порядку. Отримано два патенти на корисну модель.

За результатами досліджень удосконалено технологію булочних виробів з пшеничного борошна з фруктозою, яка пройшла апробацію у виробничих умовах в пекарні ТЗОВ «Горінь і Т» (м. Львів), ТОВ «Чудова Пирогова» (м. Київ) та виробничого цеху №4 ПАТ «Київхліб».

8. Собівартість розроблених виробів вища у 2,5 рази за виріб з фруктозою без добавок, проте досягається соціальний ефект завдяки забезпеченню населення України із захворюванням на цукровий діабет продукцією дієтичного призначення.

## СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Дробот, В., Шевченко, А., Андрушук, О., Козич, Н. (2015). Цитрати металів – ефективні збагачувачі хлібобулочних виробів мінеральними речовинами. *Хлібопекарська і кондитерська промисловість України*, 12, 3–5. (Науково-практичний журнал входить до затвердженого МОН переліку наукових видань України). Внесок здобувача: здійснено теоретичний аналіз, проведено експериментальні дослідження, узагальнено результати.

2. Drobot, V., Shevchenko, A., Marchenko, O. (2016). The influence of proteins on the technological process of bread making with fructose. *Food and Environment Safety*, XV (4), 341-346. (Наукове періодичне видання Румунії; міжнародна індексація: Index Copernicus, ULRICH5, Chemical Abstracts Service (CAS), Ebsco host, JournalSeek). Внесок здобувача: підготовлено дослідні зразки, проведено експериментальні дослідження, узагальнено висновки.

3. Шевченко, А.О., Місечко, Н.О., Кривошей, В.М. (2017). Вплив клітковини висівок гречки на технологічний процес та якість булочних виробів із фруктозою для діабетичного харчування. *Хранение и переработка*

зерна, 10(218), 42-45. (Науково-практичний журнал входить до затвердженого МОН переліку наукових видань України). Внесок здобувача: проведено теоретичні та експериментальні дослідження, узагальнено висновки.

4. Drobot, V., Shevchenko, A. (2017). Nutritional value and consumer properties of bakery products with fructose for diabetic nutrition. *Ukrainian Food Journal*, 6(3), 480-493. (Науково-практичний журнал входить до затвердженого МОН переліку наукових видань України, наукометричних баз Google Scholar, Index Copernicus, Directory of Research Journal Indexing (DRJI), Universal Impact Factor, EBSCO, Ulrichs Web, ERIH PLUS, Directory of Open Access Scholarly Resources, Directory of Open Access Journals, CAS Source Index). Внесок здобувача: здійснено теоретичний аналіз, проведено експериментальні дослідження, узагальнено результати.

5. Shevchenko, A. (2018). Biochemical processes in the dough for diabetic bakery products, enriched with proteins and food fibers. *Наукові праці Національного університету харчових технологій*, 24(2), 187-194. (Науково-практичний журнал входить до затвердженого МОН переліку наукових видань України, наукометричних баз Index Copernicus, EBSCOhost, CABI Full Text, Universal Impact Factor, Google Scholar).

6. Drobot, V., Prokhorova, N., Shevchenko, A. (2015). *Citrates of metals in technology of diabetic bakegoods*, Second International Conference of Industrial Technologies and Engineering (ICITE 2015)» Abstract Book. Shymkent: M. Auezov South Kazakhstan State University, 173-176. Внесок здобувача: здійснено теоретичний аналіз, проведено експериментальні дослідження, узагальнено результати.

7. Шевченко, А., Дробот, В., Прохорова, Н. (2015). Дослідження впливу цитрату, лактату та карбонату кальцію на мікробіологічні і біохімічні процеси в тісті, Оздоровчі харчові продукти та дієтичні добавки: технології, якість та безпека: міжнародна науково-практична конференція. Київ: НУХТ. Внесок здобувача: підготовлено дослідні зразки, проведено експериментальні дослідження, узагальнено висновки.

8. Шевченко, А., Дробот, В., Прохорова, Н. (2015). Дослідження впливу цитратів на мікробіологічні і біохімічні процеси в тісті, Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті : 81 Міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів, 23-24 квітня 2015 р. Київ: НУХТ. Внесок здобувача: проведено теоретичні та експериментальні дослідження, узагальнено висновки.

9. Шевченко, А. О., Андрущук, О. С., Козич, Н. Д., Дробот, В.І. (2015). Вплив цитратів металів на структурно-механічні властивості тіста з фруктозою, Продовольчі ресурси: проблеми і перспективи: III міжнародна науково-практична конференція. Збірник наукових праць «Продовольчі ресурси». Київ: ННЦ «ІАЕ», 5, 40-41. Внесок здобувача: здійснено теоретичний аналіз, проведено експериментальні дослідження, узагальнено результати.

10. Шевченко, А., Дробот, В. (2016). Збагачення хліба для хворих на цукровий діабет мінеральними речовинами, Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті : 82 Міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів, 13-14 квітня 2016 р. Київ: НУХТ. Внесок здобувача: підготовлено дослідні зразки, проведено експериментальні дослідження, узагальнено висновки.

11. Шевченко, А., Запорожець, Ю. (2016). *Дослідження впливу нанорозмірного стану водних суспензій металів на процес сорбції під час бродіння тіста*, Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті : 82 Міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів, 13-14 квітня 2016 р. Київ: НУХТ. *Внесок здобувача: проведено теоретичні та експериментальні дослідження, узагальнено висновки.*
12. Drobot, V., Shevchenko, A., Bondarenko, Y. (2016). *Enriching of bread for patients with diabetes by mineral substances*, Food Science for Well-being: 8<sup>th</sup> Central European Congress on Food, 23-26 May 2016. Kyiv: NUFT. *Внесок здобувача: здійснено теоретичний аналіз, проведено експериментальні дослідження, узагальнено результати.*
13. Шевченко, А. О., Мисечко, Н. О., Марченко, О. С. (2016). *Дослідження впливу цитратів металів на процеси в тісті з додаванням льону та кукурудзяної олії*, Харчові добавки. Харчування здорової та хворої людини матеріали VII Міжнародної наук.-практ. інтернет-конф. Кривий Ріг. *Внесок здобувача: проведено теоретичні та експериментальні дослідження, узагальнено висновки.*
14. Шевченко, А. О., Марченко, О. С. (2016). *Дослідження впливу яєчного альбуміну на технологічний процес виготовлення хліба з фруктозою та якість готових виробів*, Матеріали міжнародних науково-практичних конференцій «Технологічні аспекти підвищення конкурентоспроможності хліба і хлібобулочних виробів» та «Здобутки та перспективи розвитку кондитерської галузі». Київ: НУХТ. *Внесок здобувача: підготовлено дослідні зразки, проведено експериментальні дослідження, узагальнено висновки.*
15. Шевченко, А., Кривошей, В., Дробот, В. (2017). *Дослідження впливу харчових волокон гречки на структурно-механічні властивості тіста з фруктозою*, Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті : 83 Міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів, 5-6 квітня 2017 р. Київ: НУХТ. *Внесок здобувача: проведено теоретичні та експериментальні дослідження, узагальнено висновки.*
16. Шевченко, А. (2017). *Вплив харчових волокон гречки та топінамбуру на технологічний процес виготовлення булочних виробів з фруктозою*, Матеріали міжнародних науково-практичних конференцій «Інноваційні технології в хлібопекарському виробництві» та «Здобутки та перспективи розвитку кондитерської галузі». Київ: НУХТ.
17. Дробот, В.І., Шевченко, А.О., Марченко, О.С. (2017). *Дослідження впливу молочно-білкового концентрату казеїну в технології діабетичних виробів*, Збірник тез доповідей Міжнародної науково-практичної конференції [«Технології харчових продуктів і комбікормів»], (Одеса, 25-30 вересня 2017 р.). Одеса: ОНАХТ. *Внесок здобувача: здійснено теоретичний аналіз, проведено експериментальні дослідження, узагальнено результати.*
18. Shevchenko, A., Drobot, V. (2018). *Influence of whey protein on the technological process of making bread with fructose and minerals*, Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті: 84 Міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів,

23-24 квітня 2018 р. Київ: НУХТ. *Внесок здобувача: участь у постановці задач дослідження, здійснено експериментальний аналіз, участь в узагальненні висновків.*

19. Дробот, В.І., Шевченко, А.О. (2017). Патент України 120200. Київ: Державне патентне відомство України. *Внесок здобувача: запропоновано оптимізовану рецептуру діабетичного виробу.*

20. Дробот, В.І., Шевченко, А.О. (2017). Патент України 120201. Київ: Державне патентне відомство України. *Внесок здобувача: запропоновано оптимізовану рецептуру діабетичного виробу.*

## АНОТАЦІЯ

**Шевченко А.О. Удосконалення технології діабетичних хлібобулочних виробів, збагачених функціональними інгредієнтами. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.**

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.18.01 – Технологія хлібопекарських продуктів, кондитерських виробів та харчових концентратів – Національний університет харчових технологій Міністерства освіти і науки України, Київ, 2018.

Робота присвячена удосконаленню технології хлібобулочних виробів діабетичного призначення, з метою збагачення їх фізіологічно-функціональними інгредієнтами та розширення асортименту виробів для діабетичного харчування. Досліджено хімічний склад та встановлено вплив джерел повноцінного білка (казеїн), харчових волокон (порошок топінамбуру, клітковина висівок гречки) і мінеральних речовин (цитрати кальцію, магнію, цинку та заліза) на технологічний процес виготовлення та якість готових виробів з фруктозою.

Встановлено, що висока якість виробів при сумісному внесенні досліджуваних добавок досягається при застосуванні технологічних заходів, зокрема приготування суспензії казеїну, внесення олії для покращення еластичності тіста. Досліджено різні способи тістоприготування.

Розроблені вироби містять на 11-13 % більше білків, на 14-28% харчових волокон, значно підвищується вміст мінеральних речовин. Показник глікемічності цих виробів на 4,6 од. та 5,0 од. нижче за контрольний зразок.

**Ключові слова:** діабетичний виріб, фруктоза, казеїн, порошок топінамбуру, клітковина висівок гречки, цитрати, фізіологічно-функціональні інгредієнти.

## АННОТАЦИЯ

**Шевченко А.А. Усовершенствование технологии диабетических хлебобулочных изделий, обогащенных функциональными ингредиентами. – Квалификационная работа на правах рукописи.**

Диссертация на получение ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.01 – Технология хлебопекарных продуктов, кондитерских изделий и пищевых концентратов – Национальный

университет пищевых технологий Министерства образования и науки Украины, Киев 2018.

Работа посвящена усовершенствованию технологии хлебобулочных изделий диабетического назначения с целью обогащения их физиологически-функциональными ингредиентами и увеличения ассортимента изделий для диабетического питания. Исследован химический состав и установлено влияние источников пищевых волокон (порошка топинамбура, клетчатки отрубей гречки) и минеральных веществ (цитраты кальция, магния, цинка и железа) на технологический процесс изготовления и качество готовых изделий с фруктозой.

Установлено, что высокое качество изделий при совместном добавлении исследуемых добавок достигается при применении технологических приемов, в частности приготовление суспензии казеина, добавление растительного масла для улучшения эластичности теста. Исследованы разные способы приготовления теста.

Разработанные изделия содержат на 11-13% больше белков, на 14-28% пищевых волокон, значительно повышается содержание минеральных веществ. Показатель гликемичности этих изделий на 4,6 ед. и 5 ед. ниже, чем контрольного образца.

**Ключевые слова:** диабетическое изделие, фруктоза, казеин, порошок топинамбура, клетчатка отрубей гречки, цитраты, физиологически-функциональные ингредиенты.

## ABSTRACT

**A. Shevchenko Improvement of the technology of diabetic bakery products enriched with functional ingredients. - Qualifying scientific work on the rights of manuscript.**

Dissertation for obtaining a scientific degree of candidate of technical sciences in the specialty 05.18.01 - Technology of bakery products, confectionery and food concentrates - National University of Food Technologies of the Ministry of Education and Science of Ukraine, Kyiv, 2018.

The work is devoted to the improvement of the technology of bakery products for diabetic purpose, in order to enrich them with physiological and functional ingredients and expand the range of products for diabetic nutrition. The chemical composition and technological properties of sources of valuable protein, food fibers and minerals and the expediency of the use of casein, artichoke powder, fiber of bran, calcium, magnesium, zinc and iron citrates in the technology of diabetic bakery products with fructose have been established.

It has been established that the addition of casein to the dough reduces the intensity of its fermentation by 7.1% - 9.9% due to reduced availability of starch. The intensity of gas formation increases while using Jerusalem artichoke powder and buckwheat fiber as a result of addition of supplementary sugars. Citrates improve gas formation due to their ability to increase the enzymatic activity of yeast cells.

The deceleration of biochemical processes in the dough with casein and their intensification with the addition of artichoke powder, buckwheat fiber and citrates of metals has been proved.

It has also been proved that when adding casein, the amount of gluten in the dough decreases, apparently, due to the formation of casein complexes with flour proteins. Jerusalem artichoke powder and buckwheat fiber have little effect on the gluten carcass, and citrates of metals enhance gluten as a result of the activation of intermolecular bonds of proteins.

It has been established that the high quality of products with the consistent introduction of the investigated additives is achieved by the application of technological measures, in particular, the preparation of casein suspension, the introduction of oils to improve the elasticity of the dough. Different methods of dough preparation were investigated.

The developed products keep freshness longer, they are better assimilated, have high nutritional value. The cost of the developed products is 2.5 times higher than the product with fructose without additives, but the social effect is achieved by providing the population of Ukraine with diabetes with dietary products.

Підп. до друку 06.11.2018. Формат 60x90/16. Папір офсет. Друк. офсет.  
Ум. друк. арк. 1,5. Тираж 130 прим. Зам. №

---

Видавець і виготівник  
Харківський державний університет харчування та торгівлі  
Вул. Клочківська, 333, Харків, 61051  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК 4417 від 10.10.2012 р.