

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

**СКРИПКО АНГЕЛІНА ПЕТРІВНА**

УДК 664.682

**ЗДОБНЕ ПЕЧИВО ОЗДОРОВЧОГО ПРИЗНАЧЕННЯ З ДОДАВАННЯМ  
БОРОШНА СОЛОДУ ВІВСА ТА ПШЕНИЦІ**

Спеціальність 05.18.01 – Технологія хлібопекарських продуктів, кондитерських виробів та харчових концентратів

**АВТОРЕФЕРАТ**

дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата технічних наук

Київ – 2014

Дисертацією є рукопис.

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

**Науковий керівник:** доктор технічних наук, професор  
**Оболкіна Віра Іллівна,**  
Інститут післядипломної освіти Національного університету харчових технологій, завідувач кафедри хлібопекарського та кондитерського виробництва.

**Офіційні опоненти:** доктор технічних наук, професор  
**Сирохман Іван Васильович,**  
Львівська комерційна академія,  
завідувач кафедри товарознавства продовольчих товарів,

кандидат технічних наук, доцент  
**Макарова Ольга Василівна,**  
Одеська національна академія харчових технологій,  
доцент кафедри технології хліба, кондитерських, макаронних виробів і харчоконцентратів.

Захист відбудеться «23» грудня 2014 р. о 10<sup>30</sup> годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.058.06 в Національному університеті харчових технологій за адресою: 01601, м. Київ-33, вул. Володимирська, 68, аудиторія А - 311.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Національного університету харчових технологій за адресою: 01601, м. Київ-33, вул. Володимирська, 68.

Автореферат розіслано «21» листопада 2014 р.

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

Ю.В. Камбулова

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність роботи.** Пріоритетним напрямком розвитку кондитерської галузі є створення інноваційних технологій нового асортименту виробів з метою удосконалення структури асортименту, підвищення харчової цінності, зниження калорійності. Борошняні кондитерські вироби (БКВ), зокрема здобне печиво, належать до висококалорійних харчових продуктів з низьким вмістом біологічно активних речовин (БАР). Дефіцит у продуктах есенціальних нутрієнтів спричиняє поступовий розвиток обмінних порушень і хронічних захворювань в організмі людини. Зі зростанням споживання населенням кондитерських виробів дедалі пріоритетнішим стає створення БКВ оздоровчого призначення, збагачених фізіологічно-функціональними інгредієнтами (ФФІ).

Технології БКВ функціонального призначення розробляли багато провідних науковців: А.М. Дорохович, В.В. Дорохович, К.Г. Юргачова, М.М. Калакура, Г.М. Лисюк, В.І. Оболкіна, О.В. Самохвалова, І.В. Сирохман, О.М. Шаніна, Л.М. Аксьонова, Т.В. Савенкова та ін. Особливу увагу вчені приділяють науковим розробкам виробів з використанням рослинної сировини з підвищеним вмістом ФФІ, зокрема харчових волокон, вітамінів, мінеральних речовин, пребіотиків.

До нетрадиційної для кондитерської сировини належать продукти переробки солоду зі злакових культур, які розроблені вченими НУХТ. У процесі пророщування зерна відбувається активація ферментів, під дією яких проходять процеси гідролізу запасних речовин. При цьому в зерні накопичуються низькомолекулярні водорозчинні білки, амінокислоти, цукри, вітаміни тощо. Тому використання борошна солоду вівса (БСВ) та пшениці (БСП) сприятиме створенню нового асортименту здобного печива, збагаченого ФФІ. Доцільним також є використання рослинного полісахариду гуміарабіку (ГА), який має пребіотичні властивості.

Таким чином, створення нового асортименту здобного печива оздоровчого призначення підвищеної фізіологічної цінності, зі зниженою калорійністю з використанням БСВ, БСП і пребіотика гуміарабіку є актуальним завданням для кондитерської галузі і має важливе соціальне значення.

### **Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.**

Дослідження проводились відповідно до напряму науково-дослідної роботи кафедри технології хлібопекарських і кондитерських виробів НУХТ «Створення нових ресурсозберігальних, екологічно чистих, безвідходних і маловідходних технологій харчових продуктів підвищеної біологічної цінності профілактично-лікувального, дієтичного та дитячого харчування з використанням нетрадиційної сировини на основі використання фізичних методів аналізу» згідно із замовленням Міністерства освіти і науки України (№ 0101U000723), що координується з науковим напрямом «Розроблення технологій харчових продуктів оздоровчої та профілактичної дії».

**Мета і завдання дослідження.** Метою дисертаційної роботи є розроблення науково обґрунтованої технології здобного печива оздоровчого призначення з використанням борошна солоду вівса або пшениці та пребіотика гуміарабіку.

Для досягнення поставленої мети було сформульовано такі завдання:

- визначити хімічний склад БСВ і БСП: вміст незамінних амінокислот (НАК), есенціальних жирних кислот, мінеральних речовин, вітамінів, харчових волокон; дослідити їх основні технологічні властивості;
- обґрунтувати оптимальний рецептурний склад і технологічні режими приготування тіста для здобного печива з використанням БСВ і БСП;
- дослідити вплив гуміарабіку «Fibregum» на структурно-механічні властивості (СМВ) тіста з додаванням БСВ і БСП, визначити оптимальні дозування та технологічні режими приготування;
- дослідити процеси, що відбуваються під час термооброблення здобного печива з застосуванням БСВ і БСП, визначити раціональні режими;
- науково обґрунтувати раціональну технологію печива оздоровчого призначення з використанням БСВ, БСП і пребіотика гуміарабіку «Fibregum»;
- здійснити кваліметричне оцінювання якості здобного печива оздоровчого призначення з урахуванням органолептичних і фізико-хімічних показників якості, калорійності, вмісту ФФІ;
- дослідити зміни ліпідної фракції під час зберігання здобного печива та обґрунтувати термін придатності;
- розробити та затвердити в установленому порядку рецептури (РЦ) і технологічні інструкції (ТІ) на печиво з використанням БСВ і БСП;
- апробувати у виробничих умовах технології здобного печива; оцінити ефективність запропонованих технологій.

*Об'єкт дослідження* – технологія здобного печива.

*Предмет дослідження* – БСП, БСВ, напівфабрикати для здобного печива, готові вироби.

*Методи досліджень* – органолептичні, хімічні, фізико-хімічні, структурно-механічні, термографічні, рентгенографічні, сорбційні властивості сировини, напівфабрикатів і готових виробів визначали згідно із загальноприйнятими і спеціальними методиками; методи планування експерименту та математичного моделювання – з використанням сучасних комп'ютерних програм.

**Наукова новизна одержаних результатів.** На основі теоретичних та експериментальних досліджень доведено ефективність застосування борошна солоду вівса і пшениці та пребіотика гуміарабіку «Fibregum» у створенні нового асортименту здобного печива оздоровчого призначення, запропоновано технологічні заходи щодо їх використання.

### **Вперше:**

встановлено відмінність хімічного складу, технологічних властивостей борошна солоду вівса і пшениці порівняно з борошном пшеничним (БП) та борошном вівсяним (БВ); доведено, що за хімічним складом БСП і БСВ переважають БП, проте поступаються йому за технологічними властивостями;

доведено ефективність проведення гідротермічного оброблення БСВ і БСП для збільшення кількості загального цукру у борошні; встановлено, що додавання заварки поліпшувало СМВ тіста;

встановлено, що додавання гуміарабіку «Fibregum» підвищувало в'язкість і стабілізувало структуру емульсії, сприяло підвищенню пружно-пластичних властивостей тіста із застосуванням БСВ і БСП;

встановлено збільшення частки осмотично- та адсорбційно-зв'язаної вологи у разі додавання в тісто заварки з БСВ або БСП і гуміарабіку.

Набули подальшого розвитку:

закономірності зміни структурних властивостей здобного тіста зі зменшеним вмістом цукру та жиру при заміні БП нетрадиційними видами борошна;

дані щодо впливу нетрадиційних видів борошна на перебіг процесів при термообробленні здобного печива;

методологія оцінки ефективності технології шляхом визначення комплексного показника якості виробів.

Новизну технологічних рішень підтверджено рішенням Державного департаменту інтелектуальної власності про видачу 2 патентів України на винахід і 4 патентів на корисну модель.

### **Практичне значення одержаних результатів.**

Розроблено рецептури та технологію здобного печива з додаванням БСП і БСВ та пребіотика гуміарабіку «Fibregum» зі зменшеною кількістю цукру білого та жиру, зниженою калорійністю. Доведено, що за вмістом НАК, вітамінів, харчових волокон, мінеральних речовин печиво «Цілюще зернятко», «Зернова феєрія», «Сонячне мереживо», «Соло» можна віднести до БКВ оздоровчого призначення.

Доведено, що завдяки внесенню гуміарабіку, який має антиоксидантні властивості, збільшенню у БСВ і БСП вітаміну Е та зменшенню у рецептурах кількості жиру, збільшено термін придатності здобного печива до 3,5 – 4 місяців.

Визначено, що вміст глютену у печиві на основі БСВ «Зернова феєрія» становить 2,9 мг/кг, що дає підставу віднести його до безглютенового здобного печива дієтичного споживання для людей, що непереносять глютену.

Затверджена нормативна документація – РЦ і ТІ на нові види здобного печива. Технології печива впроваджено в ТОВ «Продсервіс – ІР» (м. Ірпінь, Київська область), АТЗТ «Лінкс – 2» (м. Київ).

Розраховано економічний ефект від впровадження нової продукції у виробництво та підтверджено соціальний ефект, який втілений у розширенні асортименту БКВ функціонального призначення.

**Особистий внесок здобувача** полягає у проведенні експериментальних досліджень, опрацюванні одержаних результатів, формулюванні висновків, розробленні нормативної документації, підготовці до публікації результатів проведених теоретичних і практичних досліджень.

Результати досліджень проаналізовано та узагальнено спільно з науковим керівником д.т.н., проф. В.І. Оболкіною.

Сорбційні властивості напівфабрикатів досліджено спільно з фахівцями відділу синтезу досліджень сорбентів Інституту фізичної хімії ім. Л. В. Писаржевського НАН України, термогравиметричні дослідження – зі співробітниками кафедри молекулярної фізики Київського національного університету ім. Т. Г. Шевченка; хімічний склад БСП і БСВ – спільно з фахівцями Інституту біохімії ім. О.В. Палладіна НАН України, технологічні властивості БСП і БСВ – спільно з науковцями Українського інституту експертизи рослин Національної академії сільськогосподарських наук, вміст глютену – спільно з фахівцями наукової лаборато-

рії ТОВ «ХЕМА». Хімічний склад і технологічні властивості БСВ і БСП проаналізовано спільно з д.т.н. Н.О. Ємельяною.

**Апробація результатів дисертації.** Основні результати роботи були представлені на 78 – 80-й наукових конференціях молодих вчених, аспірантів і студентів НУХТ (м. Київ, 2011 – 2013 рр.), на 9-й Міжнародній науковій конференції студентів і аспірантів «Техника и технология пищевых производств» (м. Могильов, 2013р.), науково-практичній конференції «Інноваційні технології кондитерських виробів спеціального призначення» НУХТ (м. Київ, 2012 р.), всеукраїнській науково-практичній конференції молодих вчених і студентів «Актуальні проблеми розвитку харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі» ХДУХТ (м. Харків 2012 р.), I Міжнародній спеціалізованій науково-практичній конференції «BabyExpo» (м. Київ, 2013 р.), IX Міжнародній конференції «Кондитерские изделия XXI века» (м. Москва, 2013 р.), Другому Північно- та Східноєвропейському конгресі харчових наук (NEEFood – 2013), The XXIV international Colloquium of Institute CEDIMES, Kyiv (Ukraine).

На професійному конкурсі «Солодкий тріумф – 2013» печиво «Зернова феєрія» отримало нагороду «Тріумф інновацій», здобне печиво «Цілюще зернятко» на конкурсі дегустації 18-ї Міжнародної виставки «Хліб / Кондитер Експо – 2013» нагороджено дипломом за високу якість.

**Публікації.** За темою дисертації опубліковано 24 друковані праці. З них 5 статей у фахових виданнях, в тому числі 2 статті у виданнях наукометричних баз, 2 статті у іноземних виданнях (Росія, Болгарія), 1 стаття – у науково-практичному виданні, 10 тез доповідей на наукових конференціях. Отримано 2 патенти України на винахід та 4 патенти України на корисну модель.

**Структура роботи.** Робота складається з 6 розділів, висновків, списку бібліографічних джерел з 221 найменувань. Роботу виконано на 159 сторінках основного тексту (без списку літератури), містить 55 таблиць і 35 рисунків.

## **ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ**

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовано мету й завдання дослідження, визначено об'єкти і предмети дослідження, викладено наукову новизну та практичне значення одержаних результатів, наведено відомості про особистий внесок здобувача та апробації роботи.

У **розділі 1 «Проблема поліпшення якості та підвищення харчової цінності здобного печива»** проаналізовано способи створення БКВ оздоровчого призначення, розглянуто теоретичні аспекти утворення тіста для відсадного здобного печива, перспективи використання нетрадиційної сировини для підвищення харчової та біологічної цінності БКВ, зокрема продуктів переробки солоду зі злакових культур; використання камеді акації – гуміарабіку як фізіологічно-функціонального інгредієнта та регулятора структури для БКВ. Доведено доцільність застосування борошна солоду вівса та солоду пшениці і пребіотика гуміарабіку «Fibregum» для створення технології нового асортименту печива оздоровчого призначення підвищеної фізіологічної цінності, зі зниженою калорійністю.

У **розділі 2 «Об'єкти й методи досліджень»** наведено характеристику сировини, методи досліджень сировини, напівфабрикатів і готових виробів.

Під час проведення досліджень використовували борошно пшеничне вищого сорту (БП), борошно солоду вівса голозерного, борошно солоду ярої пшениці, цукор білий, молоко сухе, маргарин, меланж, гуміарабік «Fibregum» («Nexira», Франція).

Для проведення досліджень зерно вівса голозерного та зерно ярої пшениці отримували в дослідному господарстві Інституту землеробства УААН.

У роботі використано загальноприйнятні та спеціальні методи досліджень. Якість сировини, її хімічний склад аналізували згідно із загальноприйнятими методиками: форми зв'язку вологи – методом термогравіметричного аналізу на приладі «Дериватограф Q-1000», фазовий склад – методом рентгенофазового аналізу на приладі ДРОН УМ, мікроструктуру емульсії – за допомогою мікроскопа Primo Star (Carl Zeiss, Німеччина), СМВ тіста – на фаринографі Брабендера, приладі «Структурометр», ротаційному віскозиметрі Реотест-2, сорбційні характеристики – на сорбційно-вакуумній установці Мак-Бена, склад цукрів БСП і БСВ – методом паперової хроматографії, вміст амінокислот – на амінокислотному аналізаторі Т 339 «Мікротехна», Чехія, жирнокислотний склад – методом тонкошарової хроматографії, вміст глютену у БСВ – імуноферментним аналізом методом R5 Мендеса, фракційний склад білків у борошні – методом Леммлі. Кожну серію дослідів повторювали 3–5 разів.

Математичну обробку експериментальних даних та оптимізацію рецептурного складу напівфабрикатів здійснювали за допомогою багатofакторного експерименту за методом Бокса–Уілсона. Статистичне оброблення результатів досліджень, побудову графіків і діаграм виконували з використанням програмного забезпечення MS Office Excel і CorelDraw, MathCAD.

У розділі 3 «Дослідження хімічного складу та технологічних властивостей борошна солоду вівса та пшениці» наведено результати досліджень амінокислотного, ліпідного, вуглеводного складу, вмісту мінеральних речовин, вітамінів та основні технологічні властивості БСП і БСВ.

Встановлено, що амінокислотний склад БСП і БСВ суттєво відрізнявся від БП і вівсяного, спостерігалась значна відмінність у вмісті вільних амінокислот (АК), у тому числі незамінних (НАК) (рис. 1).

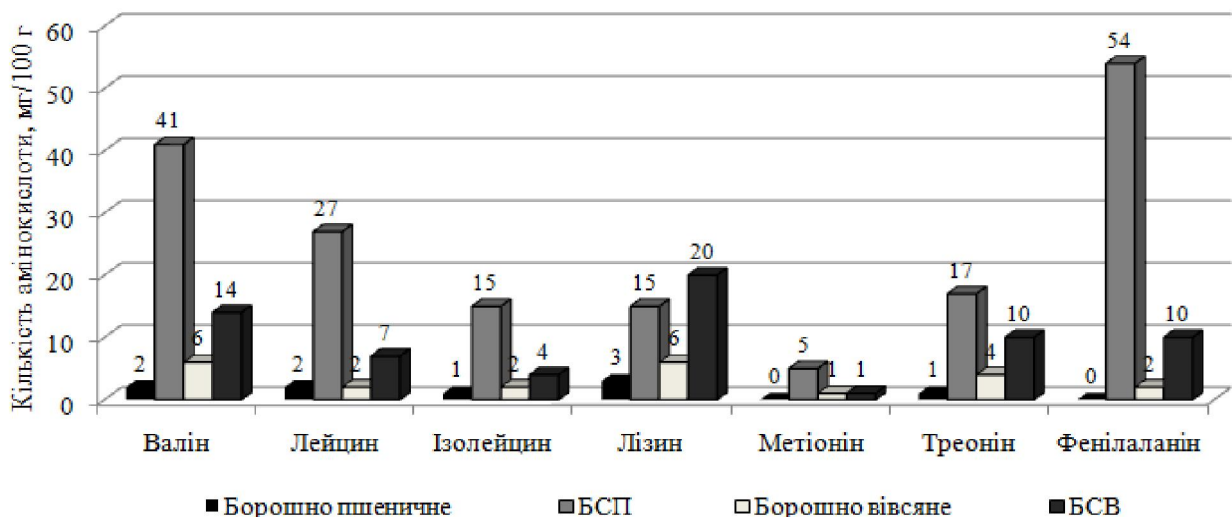


Рисунок 1 – Вміст вільних незамінних амінокислот у борошні

Вміст вільних АК у БСП збільшено в 6,2 раза порівняно з БП, з них НАК – у 19 разів. У БСВ вміст вільних АК збільшено в 2,1 раза порівняно з БВ, з них НАК – у 2,9 раза. Зроблено висновок, що повна чи часткова заміна БП на БСП або БСВ у виробництві здобного печива буде значно підвищувати його біологічну цінність.

Визначено, що у БСП і БСВ вміст вітамінів В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>3</sub> збільшився на 25...38 % порівняно з пшеничним і вівсяним борошном. Вміст вітаміну Е у БСВ збільшився в 3,5, у БСП – в 5,2 раза. Підвищення вмісту вітаміну Е завдяки його антиоксидантним властивостям має припинити розвиток процесів перекисного окиснення ліпідів і сприятиме продовженню терміну придатності печива.

Встановлено, що вміст нерозчинних харчових волокон (целюлози та геміцелюлози) у БСП досягав 7,8 г/100г і був в 4,9 раза вищий, ніж у БП. У БСВ вміст харчових волокон становив 9,4 г/100г.

Визначено, що у БСВ загальний вміст жиру, становив 7,8 %. У борошні були ідентифіковані 24 жирних кислоти, з них найбільший вміст олеїнової – 33,9 %, лінолевої – 30,9, пальмітинової – 26 %. Вміст решти жирних кислот був незначний. Співвідношення частини ненасичених жирних кислот до загального вмісту становило 69,5 %. Тобто введення у склад печива БСВ сприятиме його збагаченню есенціальними жирними кислотами.

Проведені дослідження показали, що за вмістом НАК, мінеральних речовин, вітамінів, харчових волокон БСВ і БСП доцільно використовувати як фізіологічно-функціональну сировину у створенні здобного печива оздоровчого призначення.

Борошно солоду злакових культур містить підвищену кількість продуктів гідролізу крохмалю, зокрема цукрів, які накопичуються під час пророщення зерна.

Аналіз амілограм борошняних суспензій БСВ і БСП показав високу активність амілолітичних ферментів, які сприяють амілолізу крохмалю (табл. 1).

Таблиця 1 – Показники амілограм борошна пшеничного, вівсяного, БСП і БСВ

Склад суспензії	Максимальна в'язкість суспензії, од. приладу	Температура початку клейстеризації, °С	Температура кінця клейстеризації, °С
Борошно пшеничне + вода	650	61,5	78
БСП + вода	56	64,4	65,5
Борошно вівсяне + вода	280	74	95
БСВ + вода	65	62,5	65

Максимальна в'язкість суспензії з БП у 11,6 раза була вища, ніж із БСП. Це свідчить про те, що у БСП дуже швидко відбувається амілоліз крохмалю. Максимальна в'язкість борошняної суспензії з БСВ була у 1,16 раза вища, ніж із БСП, тобто активність амілолітичних ферментів у БСП вища.

Визначено, що у БСП і БСВ загальний вміст цукрів вищий у 10,8...11,2 раза порівняно з БП і досягав 12,3...12,5 г/100 г (рис. 2).

Оклеїстеризовані зерна крохмалю доступніші для дії амілолітичних ферментів, що може позитивно вплинути на інтенсифікацію біохімічних перетворень під час приготування тіста для здобного печива та накопичення цукрів.



Тому досліджено зміну вмісту цукрів у нативному БСП і клейстеризованому шляхом гідротермічного оброблення.

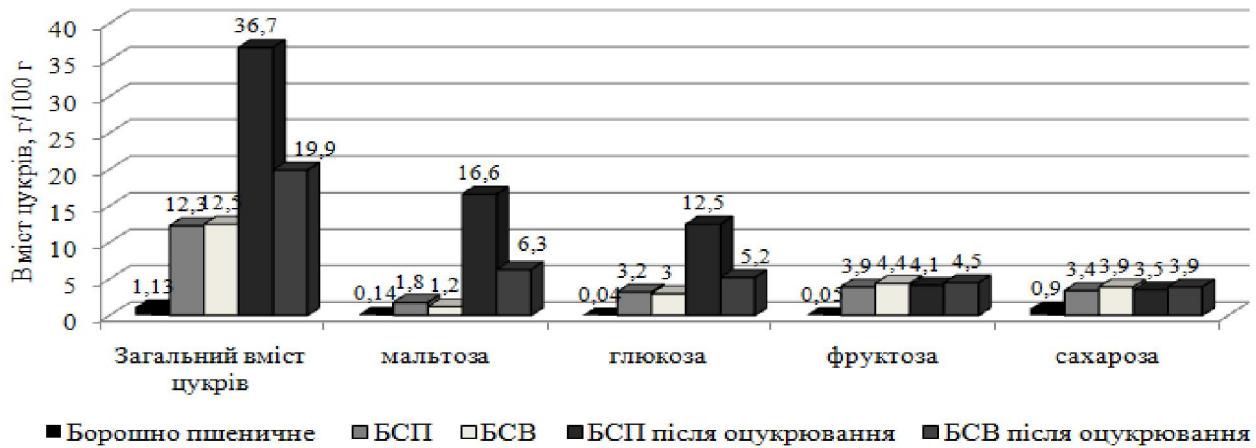


Рисунок 2 – Вміст цукрів у борошні БСП і БСВ

Встановлено, що після оцукрювання загальний вміст цукрів у БСВ збільшувався у 1,6 раза порівняно з неоцукреним борошном і досягав 19,9 г/100 г; у БСП вміст цукрів у збільшувався у 3 раза і досягав 36,7 г/100 г.

Таким чином, додавання БСВ і БСП до пшеничного борошна чи повна заміна БП дасть можливість зменшити вміст цукру білого у рецептурах печива.

Борошно є одним із основних інгредієнтів, що впливає на СМВ тіста і якість готових виробів. Технологічні властивості борошна залежать від кількості та якості клейковинного комплексу. Встановлено, що кількість клейковини у БСП порівняно з БП менша у 1,5 раза. Ці зміни можна пояснити тим, що під час прощування під впливом протеолітичних ферментів частина гліадину і глютеніну гідролізується до низькомолекулярних водорозчинних білків. Імуноферментним аналізом методом R5 Мендеса доведено, що вміст глютену (авеніну) у БСВ становить лише 17,5 ppm (мг/кг).

У модельних зразках тіста з додаванням БСП і БСВ суттєво зменшувалася максимальна консистенція тіста, збільшувалося його розрідження. Еластичність тіста з БСП і БСВ зменшувалася у 1,7...2,1 раза. Таким чином, проведені дослідження показали низькі технологічні властивості БСВ і БСП, які впливатимуть на СМВ тістових напівфабрикатів для здобного печива та якість готових виробів.

**У розділі 4 «Наукове обґрунтування оптимального рецептурного складу та технології здобного печива оздоровчого призначення з додаванням борошна солоду вівса»** наведено результати досліджень впливу БСВ і гумірабіку «Fibregum» на структурні властивості тіста і процеси, що відбуваються під час термооброблення здобного печива.

Технологічний процес приготування здобного печива полягає у замішуванні тіста, формуванні тістових заготовок, їх термообробленні. Основні процеси, завдяки яким утворюється структура напівфабрикатів, відбуваються на стадії приготування тіста. Для створення здобного печива оздоровчого призначення ставилося завдання максимально замінити БП на БСВ, зменшити вміст цукру та жиру.

У процесі проведення досліджень від 30 до 100 % БП заміняли на БСВ. Кількість жиру зменшували на 30 %. Враховуючи те, що БСВ містить до 12,5 %

власних цукрів, відповідно зменшували кількість цукру. Органолептичне оцінювання якості показало, що у разі заміни до 40 % БП на БСВ здобне печиво мало приємний смак, помірну солодкість, крихкувату структуру, але форма виробів була розпливчата. Зі збільшенням дозування БСВ структурні характеристики тіста погіршувалися, зокрема знижувалася гранична напруга зсуву (ГНЗ), збільшувалася крихкість печива, за повної заміни БП на БСВ печиво було дуже крихким.

Зміни СМВ тіста можна пояснити відсутністю клейковинного комплексу у БСВ. Для поліпшення СМВ тіста і зменшення кількості цукру у рецептурному складі запропоновано гідротермічне оброблення БСВ. За новою технологією БСВ заварювали водою з температурою 64...65 °С, яка збігалася з температурою клейстеризації крохмалю борошна. Заварку охолоджували, змішували з емульсією та БП. Масова частка води (МЧВ) заварки з додаванням 40 % БСВ становила  $35,0 \pm 1,5$  %, вона добре розподілялася в емульсії. МЧВ заварки з додаванням 100 % БСВ становила  $21,0 \pm 1,5$  %, структура була дуже в'язкою, що ускладнювало змішування її з емульсією. Тому у разі повної заміни БП на БСВ заварювали тільки 40 % БСВ. Збільшення в'язкості дисперсійного середовища внаслідок часткової клейстеризації крохмалю позитивно впливало на СМВ (табл. 2), але тістові заготовки після відсаджування мали недостатню формоутримувальну здатність.

Таблиця 2 – Пружні та пластичні деформації здобного пісочного тіста у разі заміни БП на заварку з БСВ

Вид зразка тіста	$\Delta H_{\text{заг, од. пр.}}$	$\Delta H_{\text{пл, од. пр.}}$	$\Delta H_{\text{пр, од. пр.}}$	$\Delta H_{\text{пл}}^{\text{відн}} \%$	$\Delta H_{\text{пр}}^{\text{відн}} \%$
Тісто з додаванням 40 % БСВ без заварки	4,63	4,24	0,39	91,5	8,5
Тісто з додаванням 100 % БСВ без заварки	4,2	3,88	0,32	92,4	7,6
Тісто з додаванням заварки з 40 % БСВ + 60 % БП	4,88	4,47	0,41	91,6	8,4
Тісто з додаванням заварки з 40 % БСВ + 60% БСВ	4,55	4,19	0,36	92,0	8,0

Умовні позначення:  $\Delta H_{\text{заг}}$  – загальна деформація;  $\Delta H_{\text{пл}}$  – пластична деформація;  $\Delta H_{\text{пр}}$  – пружна деформація;  $\Delta H_{\text{пл}}^{\text{відн}}$  – відносна пластична деформація;  $\Delta H_{\text{пр}}^{\text{відн}}$  – відносна пружна деформація

Ефективним регулятором СМВ харчових систем є камідь акації – гуміарабик (ГА). З метою визначення доцільності застосування гуміарабіку для регулювання структури тіста були проведені дослідження з визначення його технологічних властивостей. Здобне пісочне тісто належить до змішаних коагуляційно-кристалізаційних систем, СМВ яких залежать від властивостей дисперсійного середовища – емульсії. Встановлено, що додавання гуміарабіку значно підвищувало в'язкість емульсії і стабілізувало їх структуру (табл. 3).

З додаванням 2,5 % ГА величина аномалії в'язкості емульсії ( $\eta_0 - \eta_m$ ) підвищувалася у 2,4 раза, з додаванням 5,0 % – у 4,6 раза. Це вірогідно пов'язано зі зв'язуванням вільної води харчовими волокнами гідроколоїду. Показник відношення границь плинності ( $P_{k1} / P_{k2}$ ) у емульсії з додаванням 5,0 % гуміарабіку перевищував у 2,1 раза аналогічний показник контрольного зразка емульсії.

Таблиця 3 – Реологічні характеристики емульсії з додаванням гуміарабіку

Емульсія	В'язкість, Па·с			Міцність, Па			$P_{k1}/P_{k2}$	$P_m/P_{k1}$
	$\eta_0$	$\eta_m$	$\eta_0 - \eta_m$	$P_{k1}$	$P_{k2}$	$P_m$		
Контрольний зразок	48,0	3,0	45,0	45,0	182,0	207,0	0,24	4,60
З гуміарабіком, %:								
1,0	70,0	3,0	67,0	67,0	299,0	333,0	0,22	4,97
2,0	99,0	2,0	97,0	97,0	287,0	330,0	0,34	3,40
2,5	115,0	5,0	110,0	110,0	300,0	345,0	0,37	3,14
3,0	140,0	5,0	135,0	135,0	386,0	407,0	0,35	3,01
4,0	200,0	3,0	197,0	197,0	410,0	468,0	0,48	2,38
5,0	215,0	5,0	210,0	210,0	413,0	483,0	0,51	2,30

Висока здатність молекули ГА до стабілізації структури емульсії зумовлена поєднанням у його структурі фрагментів поліпептидних ланцюгів, розташованих на периферії молекули, що забезпечують їх адсорбцію на гідрофобній поверхні. Наявність у молекулі ГА заряджених карбоксильних груп також забезпечує стійкість емульсії до коалесценції. Методом мікроскопування досліджували вплив ГА на процес утворення і стабілізації емульсійної системи (рис. 3).

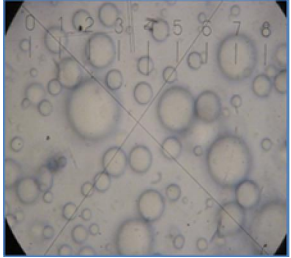
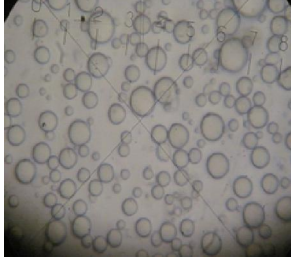

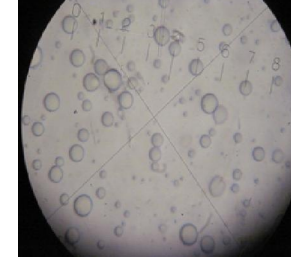
Контрольний зразок емульсії	З додаванням гуміарабіку, %		
	1,5	2,5	5,5
			
$d_{сер. ж.к.} = 10,00 \pm 0,20$ max = 25 мкм min = 2 мкм	$d_{сер. ж.к.} = 7,39 \pm 0,14$ max = 18 мкм min = 1 мкм	$d_{сер. ж.к.} = 4,53 \pm 0,09$ max = 18 мкм min = 0,1 мкм	$d_{сер. ж.к.} = 2,75 \pm 0,06$ max = 11 мкм min = 0,5 мкм

Рисунок 3 – Мікроструктура емульсій з додаванням гуміарабіку

За результатами аналізу мікроструктур дослідних зразків емульсій з додаванням ГА у кількості 1,5...5,5 % зроблено висновок: зі збільшенням ГА у емульсійній системі спостерігалось зменшення діаметра жирових кульок. Тобто зі збільшенням концентрації ГА емульсія стає більш структурованою завдяки тому, що навколо глобул жиру утворюються гідрофобні оболонки, які не дають можливість емульсії розшаровуватись. Зі зниженням розміру жирових кульок збільшується площа поверхні жирової плазми, що підвищує в'язкість системи. Отже, проведені дослідження показали ефективність застосування ГА для підвищення в'язкості та стабілізації структурних властивостей дисперсійного середовища для здобного тіста з додаванням БСВ.

Аналіз досліджень СМВ тіста із застосуванням заварки з БСВ та емульсії з різною кількістю гуміарабіку (табл. 4) показав, що нові технологічні рішення уможливили суттєво збільшити загальну та пружну деформації, ГНЗ тіста.

Збільшення ГНЗ з додаванням ГА можна пояснити утворенням міцних структурних зв'язків у дисперсійному середовищі, що пов'язано зі зв'язуванням вільної вологи емульсії харчовими волокнами полісахариду.

Таблиця 4 – Структурно-механічні властивості тіста для здобного печива з БСВ з додаванням гуміарабіку

Зразок тіста	Кількість ГА, %	$\Delta H_{\text{заг, од. пр.}}$	$\Delta H_{\text{пл, од. пр.}}$	$\Delta H_{\text{пр, од. пр.}}$	$\Delta H_{\text{пл, видн}}^{\text{видн}}$ %	$\Delta H_{\text{пр, видн}}^{\text{видн}}$ %	ГНЗ, кПа
Тісто з додаванням заварки з 40 % БСВ + 60 % БП	1,0	5,2	4,7	0,5	90,4	10,6	2,4
	2,5	8,2	7,3	0,9	89,0	11,0	2,8
	5,0	14,8	12,9	1,9	87,2	12,8	3,4
Тісто з додаванням заварки з 40 % БСВ + 60 % БСВ	1,0	4,9	4,5	0,4	91,8	8,2	2,1
	2,5	6,4	5,8,0	0,6	90,6	9,4	2,3
	5,0	11,2	10,1	1,1	90,2	9,8	3,2

Для визначення оптимальної кількості ГА проведено багатофакторний експеримент. Метою оптимізації було отримання тіста зі значенням ГНЗ ( $Y$ ) у межах 2,6...3,2 кПа, що відповідає вимогам до формування на відсаджувальних машинах. За результатами оптимізації було отримано рівняння регресії:

$$Y = 2,61 + 0,41 \cdot X_1 - 0,58 \cdot X_2 + 0,30 \cdot X_3 + 0,26 \cdot X_2 X_3 + 0,25 \cdot X_1 X_2 X_3. \quad (1)$$

На підставі оптимізації встановлено, що рекомендоване ГНЗ ( $Y$ ) досягається дозуванням ГА ( $X_1$ ) 2,5 % до маси емульсії, БСВ ( $X_2$ ) 40 % до маси БП при МЧВ тіста ( $X_3$ ) – 22,0 %. Для тіста з повною заміною БП на БСВ кількість ГА становила 4,5 % до маси емульсії за МЧВ тіста 21,5 %.

Аналіз результатів термографічних досліджень показав, що у зразку тіста з повною заміною БП на БСВ міститься більше вільної вологи, ніж у зразках тіста з додаванням заварки БСВ і ГА (табл. 5).

Таблиця 5 – Вміст вільної та зв'язаної вологи у зразках тіста з додаванням БСВ та з додаванням заварки з БСВ і ГА

Зразки тіста	Вільна механічно-зв'язана волога, макро- та мікрокапілярів, %	Зв'язана волога, %		Енергія активації, Дж/моль
		осмотично-зв'язана	адсорбційно-зв'язана	
Тісто 100 % БСВ	42,5	43,7	13,8	11,1
Тісто заварки з 40 % БСВ + 4,5 % ГА + 60 % БСВ	34,6	55,7	9,7	12,5
Тісто заварки з 40 % БСВ + 2,5 % ГА + 60 % БП	24,1	50,4	25,5	11,8

Повна заміна БП на БСВ, додавання заварки і 4,5 % ГА зменшували вміст вільної вологи у 1,2 раза, додавання заварки та 2,5 % ГА з частковою заміною БП на БСВ зменшували вміст вільної вологи у 1,75 раза. Вміст зв'язаної вологи у тісті та енергія її активації збільшувалися вірогідно завдяки утворенню міцних

структурних зв'язків у дисперсійному середовищі внаслідок зв'язування вільної вологи ГА і полісахаридами борошна.

Встановлено, що тривалість термооброблення печива з додаванням БСВ порівняно з БП збільшувалася у 1,2...1,5 раза. Рекомендовані режими за температури 200...220 °С для контрольного зразка на БП становили 10 хв, для печива на суміші БСВ і БП – 12, для зразка з повною заміною БП на БСВ – 15 хв.

На підставі результатів досліджень науково обґрунтовано оптимальний рецептурний склад і технологію здобного печива оздоровчого призначення з додаванням БСВ і пребіотика гуміарабіку з підвищеним вмістом ФФІ, зі зниженим вмістом цукру та жиру.

**У розділі 5 «Наукове обґрунтування оптимального рецептурного складу та технології здобного печива з додаванням борошна солоду пшениці»** наведено результати досліджень впливу БСП і гуміарабіку на СМВ тіста і процеси, що відбувалися під час термооброблення здобного печива.

Аналіз нутрієнтного складу БСП показав доцільність його використання для створення печива оздоровчого призначення. Метою досліджень був пошук оптимальних рішень у створенні печива у разі заміни БП на БСП.

Тісто з додаванням БСП готували на заварці. У разі заварювання БСП загальний вміст сахаридів збільшувався у 3 раза та досягав до 40 г на 100 г борошна. Враховуючи це, кількість цукру у рецептурі зменшували на 40 %.

Дослідження СМВ тіста з повною заміною БП на БСП показали, що вони не відповідали діапазону для формування тістових заготовок методом відсаджування. З додаванням заварки із БСП гранична напруга зсуву напівфабрикату підвищувалася, але тістові заготовки після відсаджування не тримали форму фільтри та розпливалися. Аналіз досліджень СМВ тіста з додаванням гуміарабіку у заварку показав збільшення загальної та пружної деформації, граничної напруги зсуву тіста (табл. 6).

Таблиця 6 – СМВ тіста на основі БСП з додаванням гуміарабіку

Зразок тіста	$\Delta H_{\text{заг, од. пр.}}$	$\Delta H_{\text{пл, од. пр.}}$	$\Delta H_{\text{пр, од. пр.}}$	$\Delta H_{\text{пл}}^{\text{відн}} \%$	$\Delta H_{\text{пр}}^{\text{відн}} \%$	ГНЗ, кПа
Без додавання ГА	6,65	6,00	0,65	90,2	9,8	2,4
З додаванням ГА, %:						
1,5	7,2	6,34	0,86	88,1	11,9	2,65
2,0	7,85	6,91	0,94	88,0	12,0	2,9
3,5	8,25	7,2	1,05	87,3	12,7	3,2

Молекула гуміарабіку має поліелектролітну природу та виявляє здатність до гідрофобних взаємодій з клейковинним комплексом з утворенням нековалентних зв'язків. Це вірогідно впливає на властивості клейковини БП і сприяє підвищенню пружно-пластичних властивостей тіста.

За результатами оптимізації рецептурного складу тіста з повною заміною БП на БСП встановлено, що рекомендована ГНЗ досягається дозуванням 3,0% ГА до кількості БСП при МЧВ тіста  $22,5 \pm 0,5$  %. Найефективніше додавати 2,0 % ГА у заварку та 1,0 % ГА – в емульсію. За цим способом вміст

вільної вологи зменшувався у 3,0 раза і збільшувався вміст осмотично- та адсорбційно-зв'язаної вологи (табл. 7).

Таблиця 7 – Вміст вільної та зв'язаної вологи у зразках тіста з додаванням БСП і заварки з БСП і гуміарабіку

Зразки тіста	Вільна волога, %	Зв'язана волога, %		Енергія активації, Дж/моль
		осмотично-зв'язана	адсорбційно-зв'язана	
З заміною БП на БСП	32,0	48,0	20,9	7,9
3,0 % ГА у заварку	16,4	61,7	21,9	8,3
2,0 % ГА у заварку + 1,0 % ГА в емульсію	10,7	62,7	26,6	9,2

За припущенням вміст зв'язаної вологи у тісті збільшується завдяки зв'язуванню вільної вологи гуміарабіком і його гідрофобній взаємодії з клейковинним комплексом БСП.

Встановлено, що тривалість термооброблення печива з додаванням БСП збільшувалася у 1,2...1,4 раза, порівняно з БП. МЧВ контрольного зразка печива на БП становила  $5,2 \pm 0,5$  %, печива з повною заміною БП на БСП –  $6,8 \pm 0,5$  %. На підставі проведених досліджень обґрунтовано оптимальний рецептурний склад і технологію здобного печива оздоровчого призначення з додаванням БСП.

**У розділі 6 «Розроблення технологій здобного печива оздоровчого призначення з додаванням борошна солоду вівса і пшениці та оцінювання їх ефективності»** наведено результати апробації технології печива у виробничих умовах, досліджень впливу БСВ і БСП на органолептичні і фізико-хімічні показники здобного печива, результати визначення вмісту ФФІ, калорійності; здійснено кваліметричне оцінювання якості за диференційними та комплексним показниками, досліджено зміну ліпідної фракції під час зберігання здобного печива.

За результатами досліджень розроблено технології і рецептури здобного печива «Цілюще зернятко» і «Зернова феєрія» з додаванням БСВ і ГА та «Соло» і «Сонячне мережево» з додаванням БСП і ГА. Ефективність технологій оцінювали розрахунком комплексного показника якості (КПЯ) виробів згідно з математичною моделлю (2).

Визначаючи показник ( $K$ ), якість виробу розглядали як ієрархічну сукупність властивостей, що враховує такі диференційні показники якості – органолептичні показники ( $P_1$ ): смак ( $P_{11}$ ), аромат ( $P_{12}$ ), колір ( $P_{13}$ ), форму ( $P_{14}$ ), структуру ( $P_{15}$ ); намочуваність ( $P_2$ ), калорійність ( $P_3$ ), вміст ФФІ ( $P_4$ ): незамінних амінокислот ( $P_{41}$ ), есенціальних жирних кислот ( $P_{42}$ ), вітамінів ( $P_{43}$ ), мінеральних речовин ( $P_{44}$ ), харчових волокон ( $P_{45}$ ).

$$K = \left( M_1 \left( M_{11} \frac{P_{11}}{P_{11}^p} + M_{12} \frac{P_{12}}{P_{12}^p} + M_{13} \frac{P_{13}}{P_{13}^p} + M_{14} \frac{P_{14}}{P_{14}^p} + M_{15} \frac{P_{15}}{P_{15}^p} \right) + M_2 \frac{P_2}{P_2^p} + M_3 \frac{P_3}{P_3^p} + M_4 \left( M_{41} \frac{P_{41}}{P_{41}^p} + M_{42} \frac{P_{42}}{P_{42}^p} + M_{43} \frac{P_{43}}{P_{43}^p} + M_{44} \frac{P_{44}}{P_{44}^p} \right) \right), \quad (2)$$

де  $P_{ij}$  – диференційні показники якості зразків печива;  $M_i, M_{ij}$  – показники вагомості.

Диференційні показники якості здобного печива наведені у (табл.8).

Таблиця 8 – Диференційні показники якості здобного печива

Назва показника	Позначення	Коефіцієнт вагомості	Значення показників якості печива				
			«Пісочне домашнє» (контроль)	«Цілюще зернятко»	«Зернова феєрія»	«Сонячне мереживо»	«Соло»
Органолептичні показники, бали	$P_1$	0,25	4,8	5,0	4,6	4,9	4,6
Намочуваність, %	$P_2$	0,15	114	125	132	128	130
Калорійність, ккал	$P_3$	0,2	546	445	418	441	404
<b>Вміст ФФІ</b>	<b><math>P_4</math></b>	<b>0,4</b>					
Вміст НАК, мг/100г	$P_{41}$	0,25	1289	1307	1861	1591	1599
Вміст вітамінів, мг/100г	$P_{42}$	0,25	2,4	5,2	8,8	6,44	11,1
Вміст мінеральних речовин, мг/100г	$P_{43}$	0,25	167,52	345,6	543,8	346,8	621,9
Вміст харчових волокон, г/100г, у тому числі розчинних (гуміарабіку), г/100г	$P_{44}$	0,25	0,88 -	4,15 1,25	7,66 2,2	4,3 1,5	7,28 2,1
<b>Значення комплексного показника якості (КПЯ)</b>				1,65	2,4	1,86	2,46

Визначено, що у печиві «Цілюще зернятко» і «Сонячне мереживо» калорійність знижена на 19 %, «Зернова феєрія» – на 23,5 %, «Соло» – на 26 % порівняно з контрольним зразком. У здобному печиві «Зернова феєрія» вміст НАК збільшився на 44 %, «Сонячне мереживо» – на 23 %, «Соло» – на 24 %. У печиві «Цілюще зернятко» вміст ненасичених жирних кислот збільшився на 1,4, у печиві «Зернова феєрія» – на 3,5 %. Всі види печива містять вітаміни, харчові волокна, мінеральні речовини понад 10 % добової норми фізіологічної потреби людини. На підставі досліджень і розрахунків визначено, що печиво «Цілюще зернятко», «Зернова феєрія», «Сонячне мереживо», «Соло» можна віднести до БКВ оздоровчого призначення. У печива «Зернова феєрія» на БСВ вміст глютену становив 2,9 ppm, тобто його можна віднести до безглютенового печива дієтичного споживання для людей, що непереносять глютену.

Згідно з розрахунками відносний КПЯ здобного печива з додаванням БСВ або БСП становить 1,65...2,46, що підтвердило ефективність запропонованих нових технологічних рішень. Розрахунки економічного ефекту показали ефективність розробки, а також соціальне значення їх виробництва.

### ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Визначено хімічний склад БСП і БСВ. Доведено, що вміст вільних амінокислот у БСП збільшено в 6,2 раза порівняно з БП, з них НАК – у 19 разів, у БСВ – в 2,1

раза порівняно з БВ, з них НАК – в 2,9 раза. Вміст вітамінів збільшено на 25...38 %, зокрема вітаміну Е в 3...5 разів, харчових волокон – у 4,9...5,8 раза.

2. Визначено, що у 100 г БСП і БСВ вміст цукрів становив 12,3...12,5 г. Після ГТО вміст цукрів становив для БСВ – 19,9, для БСП – 36,7 г / 100 г.

3. Доведено, що із заміною БП на БСВ або БСП знижувалися структурні властивості тіста. Для поліпшення СМВ тіста запропоновано приготування заварки з БСВ і БСП. Доведено ефективність застосування гуміарабіку як регулятора структури здобного тіста. На підставі реологічних досліджень і аналізу мікроструктур визначено, що додавання ГА підвищує в'язкість емульсії і стабілізує її структуру. Встановлено, що ГА виявляє здатність до гідрофобних взаємодій з клейковинним комплексом БСП, сприяє підвищенню пружно-пластичних властивостей тіста.

4. За оптимізацією рецептурного складу встановлено, що рекомендоване для формування тістових заготовок методом відсаджування ГНЗ досягається дозуванням ГА 2,5 % до маси емульсії, БСВ – 40 % до маси БП; з повною заміною БП на БСВ кількість ГА становить 4,5 % до маси емульсії. Для печива з повною заміною БП на БСП рекомендована ГНЗ досягається дозуванням 3,0 % ГА до кількості БСП, з них 2,0 % ГА – до маси заварки, 1,0 % ГА – до маси емульсії.

5. Термографічними дослідженнями доведено, що у разі додавання у тісто заварки з БСВ або БСП і ГА вміст вільної вологи зменшується у 1,2...3,0 раза. Зроблено припущення, що вміст зв'язаної вологи у тісті збільшується завдяки утворенню міцних структурних зв'язків у дисперсійному середовищі внаслідок зв'язування вільної вологи ГА, його гідрофобній взаємодії з клейковинним комплексом БСП.

6. Встановлено, що тривалість термооброблення печива з додаванням БСВ або БСП збільшується у 1,2...1,5 раза, ніж з БП. Доведено, що під час термооброблення печива з додаванням БСВ і БСП меланоїдини утворюються інтенсивніше порівняно з контрольним зразком печива на БП. Концентрація фурфуролу у 100 г печива на БП становила 0,27 мг, з БСВ – 1,97, з БСП – 1,17 мг.

7. Доведено, що завдяки внесенню гуміарабіку, який має антиоксидантні властивості, збільшенню у БСВ і БСП вітаміну Е та зменшенню у рецептурах кількості жиру, термін придатності здобного печива збільшено до 3,5 – 4 місяців.

8. Розроблено та затверджено РЦ і ТІ на здобне печиво «Цілюще зернятко», «Зернова феєрія», «Сонячне мереживо», «Соло». Технології печива впроваджено на ТОВ «Продсервіс – ІР» ( м. Ірпінь, Київська область), АТЗТ «Лінкс – 2» (м. Київ.).

9. Доведено, що за вмістом есенціальних нутрієнтів печиво «Цілюще зернятко», «Зернова феєрія», «Сонячне мереживо», «Соло» можна віднести до БКВ оздоровчого призначення, печиво «Зернова феєрія» – до безглютенового здобного печива дієтичного споживання. Визначено, що відносний КПЯ печива з додаванням БСВ і БСП становить 1,65...2,46, що підтвердило ефективність нових технологій.

## **ПЕРЕЛІК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ**

Персональний внесок Скрипко Ангеліни Петрівни до наукових праць, опублікованих із співавторами:

1. Дослідження впливу солодового борошна з голозерного вівса на споживчі властивості здобного печива / А. П. Скрипко, В. І. Оболкіна, Н. О. Ємельянова, С. Г. Кияниця //



- Обладнання та технології харчових виробництв : темат. зб. наук. пр. Державний університет економіки і торгівлі ім. М. Туган-Барановського, – 2013. – Вип. 30. – С. 162-167.
2. Скрипко, А. П. Зміни амінокислотного складу білків ярої пшениці при її солодо-рощенні / А. П. Скрипко, Н. О. Ємельянова, В. І. Оболкіна // Наукові праці Національного університету харчових технологій. – 2014. – Т.20. – № 2. – С. 175-178.
  3. Перспектива застосування вівсяного солодового борошна з голозерного вівса при виробництві борошняних кондитерських виробів / А. П. Скрипко, В. І. Оболкіна, Н. О. Ємельянова, С. Г. Кияниця // Харчова наука і технологія Одеська національна академія харчових технологій. – 2013. – № 1 (22). – С. 46-48.
  4. Інноваційні технології здобного печива із застосуванням вівсяного солодового борошна / В. І. Оболкіна, Н. О. Ємельянова, Г. І. Волощук, О. О. Кисельова, Т. С. Паращенко, А. П. Скрипко // Хлібопекарська і кондитерська промисловість України. – 2011. – С. 16-18.
  5. Оболкіна, В. І. Здобне печиво з використанням борошна з пророщених зерен вівса та пшениці / В. І. Оболкіна, А. П. Скрипко, Н. О. Ємельянова //Продовольча індустрія АПК. – 2014. – № 2. – С. 29-32.
  6. Butter biscuit with increased biological value / V. Obolkyna, A. Skrypko, N. Yemelyanova, S. Kyianytsia // Journal of food and packaging. Science, Technique and Technologies National Academy of packing Bulgaria, University of Food Technologies Plovdiv, Bulgaria. – 2014. – № 3. – P. 98-101.
  7. Исследование влияния овсяного солода на формирование структуры здобного печенья / В. И. Оболкина, А. П. Скрипко, Н. А. Емельянова, С. Г. Кияниця // Кондитерское производство. – 2014. – № 1. – С. 24-25.
  8. Гуммиарабик: перспективы использования в производстве кондитерских изделий / Т. Калиновская, Л. Букшина, А. Скрипко, Ю. Кепканов, Н. Якименко // Продукты & ингредиенты. – 2013. – № 6 (103). – С. 16-17.
  9. Batter biscuits on the basis of oat malt with high biological value / A. Skrypko, S. Kyianytsia, V. Obolkyna, N. Yemelianova // The XXIV nternational Colloquium of Institute CEDIMES, Kyiv (Ukraine) : book of Abstracts, 28 October – 3 November. – Kyiv, Ukrain : NUFT, 2013. – P. 22.
  10. Study of oat malt influence on butter biscuit structuring / A. Skrypko, S. Kyianytsia, V. Obolkyna, N. Yemelianova // NEEFOOD – 2013 : матеріали Другого Північно-Східноєвропейського конгресу харчових наук, May 26 – 29. – Kyiv, Ukraine : NUFT, 2013. – P. 226.
  11. Вплив солодового борошна з голозерного вівса на структурні властивості тіста для здобного печива / А. П. Скрипко, В. І. Оболкіна, Н. О. Ємельянова, С. Г. Кияниця // Дитяче харчування : перспективи розвитку та інноваційні технології : Перша міжнародна спеціалізована науково-практична конф. в рамках XVII Міжнародного форуму товарів і послуг для дітей «BABY EXPO», 19 берез. 2013 р. – С. 103-105.
  12. Дослідження фізико – хімічних властивостей борошна з вівсяного солоду / А. П. Скрипко, Т. М. Тарадай, С. Г. Кияниця, В. І. Оболкіна, Н.О. Ємельянова // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті : матеріали 78-а Міжнар. наук. конф. молодих вчених, аспірантів і студентів, Київ, 2 – 3 квіт. 2012 р. – К. : НУХТ, 2012. – Ч. I. – С. 111-112.
  13. Застосування вівсяного солодового борошна з голозерного вівса при створенні здобного печива з поліпшеними споживчими властивостями / А. П. Скрипко, К. М. Банкова, В. І. Оболкіна, Н. О. Ємельянова, С. Г. Кияниця // Наукові здобутки

молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті : матеріали 79-ї Міжнар. наук. конф. молодих вчених, аспірантів і студентів, Київ, 15 – 16 квіт. 2013 р. – К. : НУХТ, 2013. — Ч. 1. – С. 182-184.

14. Застосування гуміарабіку «Fibregum™» та борошна з вівсяного та пшеничного солоду під час створення нового асортименту здобного печива з підвищеною харчовою цінністю / А. П. Скрипко, А. Б. Стрембіцька, В. І. Оболкіна, С. Г. Кияниця // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті : матеріали 80-ї Міжнар. наук. конф. молодих вчених, аспірантів і студентів, Київ, 10 – 11 квіт. 2014 р. – К. : НУХТ, 2014. – Ч. 1. – С. 214-215.

15. Исследование влияния овсяного солода на формирование структуры здобного печенья / А. П. Скрипко, Н. А. Емельянова, В. И. Оболкина, С. Г. Кияниця // Кондитерские изделия XXI века: материалы Девятой междунар. конф., Москва, 26 – 28 февр. 2013 г. – С. 174-175.

16. Исследование влияния солодовой муки с голозерного овса на структуру здобного печенья / А. П. Скрипко, В. И. Оболкина, Н. А. Емельянова, С. Г. Кияниця // Техника и технология пищевых производств : IX Междунар. научно-техническая конференция, Могилев, 25 – 26 апр. 2013 г. / М-во образования Республики Беларусь, Учреждение образования «Могилевский государственный университет продовольствия». – Могилев. : Могилевский государственный университет продовольствия, 2013. – Ч. I. – С. 100.

17. Перспективи використання борошна з вівсяного солоду при виробництві здобного печива / В. І. Оболкіна, А. П. Скрипко, Н. А. Ємельянова, С. Г. Кияниця // Інноваційні технології кондитерських виробів спеціального призначення: матеріали науково-практичної конференції, Київ, 2 – 4 жовт. 2012. – С. 15-16.

18. Використання солодового борошна із голозерного вівса в технології здобного печива з підвищеною біологічною цінністю / А. П. Скрипко, В. І. Оболкіна, Н. О. Ємельянова, С. Г. Кияниця // «Хлібопродукти – 2013» : XIII Міжнародна науково-практична конференція, Одеса, 24 – 26 верес. 2013. – С. 25-27.

19. Патент 100483 UA, МПК D21D 13/08 (2006.01) Печиво вівсяне / Оболкіна В. І., Скрипко А. П., Кияниця С. Г., Тарадай Т. М., Ємельянова Н. О., Ковбаса В. М. ; заявник та патентовласник Національний університет харчових технологій. – № 201114486 ; заявл. 07.12.11; опубл. 25.12.12, Бюл. № 24, 2012 р.

20. Патент 72044 UA, МПК A23G 3/00 На корисну модель печиво вівсяне / Оболкіна В. І., Скрипко А. П., Кияниця С. Г., Тарадай Т. М., Ємельянова Н. О., Ковбаса В. М. ; заявник та патентовласник Національний університет харчових технологій. – № u 201114487 ; заявл. 07.12.11 ; опубл. 10.08.12, Бюл. № 15, 2012 р.

21. Патент 87153 UA, МПК A23G 3/00 (2013.01) На корисну модель печиво «Цілюще зернятко» / Скрипко А. П., Оболкіна В. І., Кияниця С. Г. ; заявник та патентовласник Національний університет харчових технологій. – № u 201309461 ; заявл. 29.07.13 ; опубл. 27.01.14, Бюл. № 2, 2014 р.

22. Патент 87154 UA, МПК A23G 3/34 (2006.01) Спосіб виробництва здобного печива «Цілюще зернятко» / Скрипко А. П., Оболкіна В. І., Кияниця С. Г. ; заявник та патентовласник Національний університет харчових технологій. – № u 201309462 ; заявл. 29.07.13 ; опубл. 27.01.14, Бюл. № 2, 2014 р.

23. Патент 105342 UA, МПК A21D 13/08 (2006.01) На винахід печиво «Цілюще зернятко» / Оболкіна В. І., Скрипко А. П., Кияниця С. Г., Ємельянова Н. О., Ковбаса В. М. ;

заявник та патентовласник Національний університет харчових технологій. – № а 201309448 ; заявл. 29.07.2013 ; опубл. 25.04.2014, Бюл. № 8, 2014 р.

24. Патент 91572 UA, МПК А23G 3/00 (2014.01) На корисну модель здобне печиво «Соло» / Оболкіна В. І., Скрипко А. П., Кияниця С. Г., Ємельянова Н. О., Ковбаса В. М. ; заявник та патентовласник Національний університет харчових технологій. – № и 201401003; заявл. 10.07. 2014 ; опубл. 10.07. 2014, Бюл. № 13, 2014 р.

*Особистий внесок здобувача:* проведення літературного пошуку, аналіз та узагальнення результатів [9 – 18], проведення експериментальних досліджень, опрацювання та узагальнення результатів, підготовка матеріалів до публікації [1 – 8], проведення патентного пошуку, розроблення патенту, підготовка матеріалів до патентування [19 – 24].

## АНОТАЦІЯ

**Скрипко А.П. Здобне печиво оздоровчого призначення з додаванням борошна солоду вівса та пшениці. – Рукопис.**

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.18.01 – Технологія хлібопекарських продуктів, кондитерських виробів та харчових концентратів. – Національний університет харчових технологій Міністерства освіти і науки України, Київ, 2014.

Дисертація присвячена актуальній проблемі кондитерської галузі – створенню технологій нового асортименту здобного печива оздоровчого призначення зі зниженою калорійністю, підвищеним вмістом фізіологічно-функціональних інгредієнтів, поліпшеними споживними властивостями шляхом використання борошна солоду голозерного вівса і ярої пшениці та пребіотика гуміарабіку «Fibregum».

Визначено хімічний склад і технологічні властивості борошна солоду вівса і пшениці: вміст незамінних амінокислот і есенціальних жирних кислот, мінеральних речовин, вітамінів, доведено доцільність їх використання як фізіологічно-функціональну сировину у створенні здобного печива оздоровчого призначення. Запропоновано гідротермічне оброблення борошна солоду вівса та пшениці для зменшення кількості цукру в рецептурному складі та поліпшення структурно-механічних властивостей тіста. Рентгенофазовими дослідженнями доведено, що додавання заварки з борошна солоду вівса та пшениці під час приготування тіста сприяло утворенню аморфної коагуляційної структури завдяки клейстеризації крохмалю та зв'язуванню вільної вологи харчовими волокнами полісахаридів. Доведено ефективність застосування гуміарабіку «Fibregum» як пребіотика та регулятора структури здобного тіста. Доведено, що за вмістом вітамінів, макро- та мікроелементів, поліненасичених жирних кислот, харчових волокон печиво «Цілюще зернятко», «Зернова феєрія», «Сонячне мереживо», «Соло» можна віднести до борошняних кондитерських виробів оздоровчого призначення. Визначено, що вміст глютену у печиві «Зернова феєрія» становить 2,9 мг/кг, що дає підставу віднести його до безглютенового здобного печива дієтичного споживання для людей, хворих на целіакію. Проведено апробацію в умовах промисловості та обґрунтовано соціально-економічну ефективність нового асортименту здобного печива оздоровчого призначення.

**Ключові слова:** борошно солоду вівса, борошно солоду пшениці, безглютенове печиво, гуміарабік, здобне печиво оздоровчого призначення, редукована калорійність, солод, технологія, фізіологічно-функціональні інгредієнти.

## АННОТАЦИЯ

**Скрипко А.П. Сдобное печенье оздоровительного назначения с добавлением солодовой муки овса и пшеницы. – Рукопись.**

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.01 – Технология хлебопекарных продуктов, кондитерских изделий и пищевых концентратов. – Национальный университет пищевых технологий Министерства образования и науки Украины, Киев, 2014.

Диссертация посвящена актуальной проблеме кондитерской отрасли – созданию технологий нового ассортимента сдобного печенья оздоровительного назначения с пониженной калорийностью, повышенным содержанием физиологически-функциональных ингредиентов путем использования муки из пророщенного зерна (солода) голозерного овса и яровой пшеницы и пребиотика гуммиарабика «Fibregum».

Определены химический состав и технологические свойства муки из солода овса и пшеницы: содержание незаменимых аминокислот и эссенциальных жирных кислот, минеральных веществ, витаминов. Установлено, что общее количество свободных аминокислот в муке из солода пшеницы увеличено в 6,2 раза по сравнению с пшеничной мукой, из них незаменимых – в 19 раз; в муке из солода овса – в 2,1 раза по сравнению с овсяной мукой, из них незаменимых аминокислот в 2,9 раза. Определено, что мука из солода овса содержит 24 жирных кислоты, наибольшее содержание олеиновой – 33,9 %, линолевой – 30,9 %. По сравнению с пшеничной и овсяной мукой в муке из солода овса и пшеницы увеличено содержание витаминов на 25...38 %, содержание витамина Е в 3...5 раз, пищевых волокон в 4,9...5,8 раз. Установлено, что содержание сахаров в муке из солода овса и пшеницы составляло 12,3...12,5 г/100 г. После гидротермической обработки содержание сахаров в муке из солода овса составляло 19,9 г/100 г, в муке из солода пшеницы – 36,7 г/100 г.

Предложено приготовление заварки из муки солода овса и пшеницы с целью уменьшения количества сахара в рецептурном составе и улучшения структурно-механических свойств теста. Рентгенофазовыми исследованиями доказано, что добавление заварки при приготовлении теста способствовало образованию аморфной коагуляционной структуры благодаря клейстеризации крахмала, связыванию свободной влаги пищевыми волокнами полисахаридов.

Доказана эффективность применения гуммиарабика «Fibregum» как пребиотика и регулятора структуры сдобного теста. На основании анализа результатов реологических исследований и микроструктуры эмульсий определено, что добавление гуммиарабика повышает их вязкость и стабилизирует структуру. Установлено, что гуммиарабик проявляет способность к гидрофобным взаимодействиям с клейковинным комплексом муки солода пшеницы, способствует повышению упруго-пластических свойств теста. На основании проведенной оптимизации технологических параметров и рецептурного состава установлено, что при замене пшеничной муки на муку из солода овса оптимальное количество гуммиарабика составляет 2,5... 4,5 % к массе эмульсии; при замене пшеничной муки на муку из солода пшеницы количество гуммиарабика составляет 3,0 % к массе муки. Наиболее эффективно добавлять его 2,0 % в заварку и 1,0 % в эмульсию.

Установлено, что продолжительность термообработки печенья с добавлением муки из солода овса и пшеницы увеличивается в 1,2...1,5 раза по сравнению с печеньем на пшеничной муке.

Доказано, что по содержанию незаменимых аминокислот, витаминов, макро- и микроэлементов, полиненасыщенных жирных кислот, пищевых волокон печенье «Целющее зернышко», «Зерновая феерия», «Солнечный узор», «Соло» можно отнести к мучным кондитерским изделиям оздоровительного назначения.

Получены данные, что содержание глютена в печенье «Зерновая феерия» составляет 2,9 ppm (мг/кг), что дает основание отнести его к безглютеновому сдобному печеню диетического потребления для людей, больных целиакией.

Проведена апробация в условиях промышленности и обоснована социально-экономическая эффективность нового ассортимента сдобного печеню оздоровительного назначения.

**Ключевые слова:** мука из солода овса, мука из солода пшеницы, гуммиарабик, сдобное печенье оздоровительного назначения, технология, физиологически-функциональные ингредиенты, безглютеновое печенье.

## SUMMARY

**Skrypko A.P. Butter biscuit of revitalizing action with the addition of oat malt and wheat malt flour. - Manuscript.**

Thesis for an academic degree of Candidate of Sciences (PhD). Speciality 05.18.01 - Technology of Bakery Products, Confectionery and Food Concentrates. - National University of Food Technologies of Ministry of Education and Science of Ukraine, Kyiv, 2014.

The dissertation considers the topical issue of confectionery industry, namely the creation of technologies for a new range of butter biscuit of revitalizing action with a reduced caloric content, high content of physiologically functional ingredients and improved consumer properties, through the use of flour made of naked oat and spring wheat fermented malt and “Fibregum” gum arabic prebiotic.

Chemical composition and technological properties of flour from oat and wheat malt have been defined: content of essential amino acids and essential fatty acids, minerals, vitamins; the feasibility of their use as physiologically functional ingredients when producing a butter biscuit of revitalizing action has been demonstrated. A hydrothermal treatment of oat malt and wheat malt flour in order to reduce the amount of sugar in the formulations and to improve structural and mechanical properties of dough is suggested. On the basis of X-ray diffraction studies it has been demonstrated that the addition of brewing made of oat malt and wheat malt flour during the preparation of dough led to the formation of the amorphous coagulation structure due to starch gelatinization and free moisture binding by dietary fibers of polysaccharides. The efficiency of using gum arabic “Fibregum” as a prebiotic and regulator structure of the biscuit dough has been proved. It has been substantiated that the biscuits "Healing grain", "Grain extravaganza", "Solar lace" and "Solo" can be classified as flour confectionery of revitalizing action according to the content of vitamins, macro- and micronutrients, polyunsaturated fatty acids and dietary fiber. It has been determined that gluten content of the biscuit "Grain extravaganza" is 2.9 mg / kg, which gives reason to classify it as a gluten-free butter biscuit of dietary intake for people with celiac disease.

An evaluation test has been conducted in industrial conditions and socio-economic efficiency of a new range of butter biscuits of revitalizing action has been grounded.

**Keywords:** oat malt flour, wheat malt flour, gluten-free biscuits, gum arabic, butter biscuits of revitalizing action, reduced calorie, malt, technology, physiologically functional ingredients.