

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ХАРКІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧУВАННЯ ТА ТОРГІВЛІ

ЛЕНЕРТ СВІТЛАНА ОЛЕКСАНДРІВНА



УДК 001.8:338.439.4:664:612.397

**НАУКОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ
ТЕХНОЛОГІЙ ХОЛЕСТЕРИНОЗНИЖУЮЧОЇ
ХАРЧОВОЇ ПРОДУКЦІЇ**

Спеціальність 05.18.16 – технологія харчової продукції

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня

доктора технічних наук

Харків – 2021

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Харківському державному університеті харчування та торгівлі Міністерства освіти і науки України.

Науковий консультант: доктор технічних наук, професор
Малюк Людмила Петрівна,
Харківський державний університет
харчування та торгівлі, професор кафедри
готельного, ресторанного бізнесу та туризму.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Гніцевич Вікторія Альбертівна,
Київський національний
торговельно-економічний університет,
професор кафедри технології і організації
ресторанного господарства;

доктор технічних наук, доцент
Неміріч Олександра Володимирівна,
Національний університет харчових технологій,
завідувачка кафедри технології ресторанної
і аюрведичної продукції;

доктор технічних наук, професор
Мардар Марина Ромиківна,
Одеська національна академія харчових технологій,
проректор з науково-педагогічної роботи і міжнародних
зв'язків, професор кафедри маркетингу, підприємництва і
торгівлі.

Захист відбудеться 30 вересня 2021 року об 11 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 64.088.01 Харківського державного університету харчування та торгівлі за адресою: вул. Клочківська, 333, м. Харків, 61051.

Із дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Харківського державного університету харчування та торгівлі за адресою: вул. Клочківська, 333, м. Харків, 61051.

Автореферат розісланий 30 серпня 2021 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради



В.О. Потапов

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Створення продуктів оздоровчого сегмента – це найбільш актуальний напрям інноваційних розробок харчової індустрії сучасного світу. Одним із поширених методів отримання таких продуктів є використання фізіологічно-функціональних інгредієнтів. Використання харчових волокон, макро- та мікроелементів, вітамінів, фенольних речовин, поліненасичених жирних кислот та інших функціональних речовин у складі рецептурних інгредієнтів дозволило вченим створити окремий напрям у класифікаційному просторі харчових продуктів.

Проте ще багато корисних функціональних речовин залишаються незатребуваними належною мірою. Це відноситься до таких сполук, як фітостероли, які мають антиоксидантні, антиканцерогенні, протизапальні, антибактеріальні, протиатерогенні властивості, а головне – вони здатні знижувати рівень холестерину в крові, що сприяє зменшенню ризику виникнення коронарної хвороби серця.

У зв'язку з цим першочергову увагу слід приділяти створенню харчових продуктів із холестеринознижуючими властивостями. Одним із напрямів створення таких продуктів є використання сировини, багатой на вміст фітостеролів. Джерелом цих речовин є рослинна сировина, а саме зернові, бобові, горіхи, олія, фрукти, овочі, насіння. Серед великої кількості цих джерел особлива увага приділяється зерновим та горіхам. Сьогодні достатньо інтенсивно розробляються нові технології з їх використанням для створення продукції спеціального призначення. Перспективною сировиною для створення таких продуктів є крупа і борошно з гречки та проса, арахіс. Ця сировина є джерелом повноцінних рослинних білків, поліненасичених жирних кислот, вітамінів, мінеральних речовин, харчових волокон, фітостеролів, фенольних сполук. Проте можливості цієї сировини ще не використано повною мірою для виробництва продуктів спеціального призначення. Тому дослідження якості рослинної сировини перспективних сортів, адаптованих до вирощування в Україні, є актуальними. Зіншого боку, ця сировина акумулює з навколишнього середовища контамінанти, що знижує якість харчової продукції. У зв'язку з цим важливим є моніторинг екотоксикологічних властивостей сировини, а також розробка способів її детоксикації.

Наукові розробки із зазначених напрямків ученими всього світу проводяться давно і доволі успішно. Проте системних та узагальнюючих досліджень, присвячених пошуку альтернативних можливостей отримання продукції з холестеринознижуючими властивостями, нами не виявлено. Розробка такої продукції шляхом збагачення фітостеролами є дорогим і трудомістким процесом, а через погану розчинність цих речовин погіршуються органолептичні показники продукції. У зв'язку з цим актуальною є розробка таких технологій продуктів, які б дозволили максимально використовувати закладений у рослині потенціал і перетворювати його в оптимальні комплекси речовин, необхідних для задоволення щоденних біологічних потреб організму.

Комплекс досліджень спрямовано саме на вирішення важливого

народногосподарського завдання – забезпечення населення України вітчизняними високоякісними продуктами нового покоління, які можуть використовуватися для підтримання оптимального стану здоров'я людини.

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

Дисертаційну роботу виконано в рамках державних програм «Національна програма з харчування», «Біофортифікація та функціональні продукти на основі рослинної сировини на 2012–2016 роки», відповідно до основних напрямів наукових досліджень Харківського державного університету харчування та торгівлі, затверджених Міністерством освіти та науки України, зокрема плану наукових досліджень кафедри товарознавства та експертизи товарів за держбюджетною темою на замовлення МОН України №1-17Б0 «Оптимізація технологічних параметрів переробки сировини з забезпеченням гарантованої якості харчових продуктів» та темами: №06-12-13Б (011U009489) «Товарознавча характеристика та оцінка якості бобів арахісу, районуваних в Україні», №14-13-14Б (0113U02009) «Товарознавча характеристика та оцінка якості гречаної крупи та пшона із гречки та проса різних сортів, поширених в Україні», №03-14-15Б (0113U08386) «Формування якості фортифікованих продуктів на основі ядер арахісу», №01-15-16Б (0114U06524) «Формування якості нових продуктів на основі гречаної крупи і пшона», №09-18-19Г (0117U05366), «Наукове обґрунтування відбору рослинної сировини для розробки рецептурного складу продуктів з холестеринознижувальним ефектом», №03-20-21Б (0119U104002) «Формування якості та споживних властивостей нових продуктів на основі рослинної сировини», №31-12Д (0112U08014) «Дослідження хімічного складу зернових та бобових культур, поширених в Україні, та теоретичне обґрунтування відбору перспективних сортів», №23-13-14Д (0113U06394) «Дослідження накопичення токсичних речовин рослинною сировиною та теоретичне обґрунтування відбору екологічно чистих, біофортифікованих сортів для створення продукції здорового харчування», №25-14-15 Д (0114U04991) «Розширення асортименту та практичні аспекти формування та оцінки якості продуктів рослинного походження», №33-15-16Д (0115U05941) «Розробка рецептур та оцінка якості нових продуктів оздоровчого призначення на основі гречаної крупи та пшона», №32-17-18Д «Розробка рекомендацій щодо впливу різних факторів на якість харчових продуктів», №8-18-19Д «Розробка рекомендацій щодо підвищення якості рослинної сировини під час переробки та зберігання», №5-19-20 «Розробка способів зниження контамінантів у продуктах рослинного походження при їх переробці та зберіганні».

Мета і завдання дослідження. Метою роботи є наукове обґрунтування технологій харчової продукції з холестеринознижуючими властивостями на основі арахісу, гречки та проса сортів, поширених в Україні, багатих на вміст фітостеролів.

Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити такі завдання:

– з урахуванням сучасних тенденцій на ринку харчових продуктів з холестеринознижуючими властивостями та технологій їх виробництва визначити причини виникнення дефіциту фітостеролів та довести необхідність

розвитку науково-практичного напрямку зі створення такої продукції;

- провести аналітичні дослідження властивостей арахісу, гречки, проса та перспектив їх застосування у виробництві холестеринознижуючої харчової продукції;

- науково обґрунтувати та комплексно дослідити вибір ферментних препаратів із групи гідролаз, які мають найвищу гідролітичну активність відносно γ -оризанолу;

- на модельних системах комплексно дослідити й визначити закономірності впливу на гідролітичне розщеплення γ -оризанолу параметрів проведення ферментативної реакції, а саме температури, концентрації таурохолату натрію, співвідношення фермент : субстрат : буфер, часу інкубації, іммобілізації, механічних дій (струшування і перемішування);

- за допомогою математичного моделювання розробити математичні моделі ферментативного гідролізу γ -оризанолу, які дадуть можливість забезпечити гарантований вихід продуктів конверсії;

- провести комплексні дослідження хімічного складу (зокрема стероїдного комплексу) арахісу, гречки та проса сортів, поширених в Україні;

- визначити закономірності накопичення контамінантів (нітратів, солей важких металів, радіонуклідів, щавлевої кислоти й оксалатів, афлатоксину В1) рослинною сировиною з урахуванням її видових та сортових особливостей;

- за допомогою кластерного аналізу та розроблених критеріїв якості рослинної сировини визначити її пріоритетні сорти та надати рекомендації для більш прецизійного їх використання, зокрема для створення продуктів із холестеринознижуючими властивостями;

- провести маркетингові дослідження споживчих переваг щодо продуктів з арахісу, гречки та проса;

- науково обґрунтувати й розробити технології та параметри технологічного процесу виробництва нових продуктів з арахісу (паст, снєків та олій), гречки та проса (хліб);

- за допомогою математичного моделювання і принципів харчової комбінаторики встановити раціональні співвідношення концентрацій рецептурних компонентів для створення продуктів із заданими органолептичними показниками та хімічним складом, зокрема з високим вмістом фітостеролів;

- комплексно дослідити та визначити споживні властивості нових продуктів, проаналізувати зміни їх якості під час зберігання, визначити умови та терміни їх зберігання;

- за допомогою медико-біологічних досліджень визначити профілактичну ефективність розроблених продуктів;

- розробити раціон харчування, якій дасть можливість знизити холестериновий тиск на організм людини;

- виконати комплекс наукових, технологічних, організаційних робіт з упровадження розроблених технологій у виробництво підприємств харчової промисловості та в освітній процес, здійснити оцінку основних результатів, визначити їх ефективність.

Об'єктом дослідження є технології продукції з холестеринознижуючими властивостями з використанням арахісу, гречки та проса.

Предмет дослідження – модельні системи для проведення ферментативного гідролізу γ -оризанолу, відпрацювання раціональних параметрів реакції ферментативного гідролізу γ -оризанолу; арахіс 19 сортів колекції Інституту олійних культур УААН України, нові продукти на основі арахісу (арахіс смажений зі смако-ароматичними добавками, арахісові пасти та олії арахісові купажовані) та їх аналоги; гречка 6 сортів та просо 5 сортів колекції Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН України, крупи з них, нові види хліба («Гречана сила» та «Пшоняний») та їх аналоги.

Методи дослідження: загальноприйняті та спеціальні фізичні, хімічні, фізико-хімічні, біохімічні, мікробіологічні, органолептичні, медико-біологічні, аналітичні, соціологічні, експертні методи з використанням сучасних приладів і комп'ютерних технологій.

Наукова новизна одержаних результатів. В основу теоретичних та експериментальних досліджень покладено наукову концепцію, яка полягає в системному підході до корегування дефіциту фітостеролів у раціоні харчування шляхом розробки технологій продуктів з арахісу, гречки та проса сортів, поширених в Україні, які прецизійно використані за показниками хімічного складу (зокрема стероїдного комплексу) та безпечності, а також шляхом ферментативного гідролізу стероїдного комплексу сировини та фортифікації фізіологічно-функціональними інгредієнтами, що дозволяє отримати екологічно чисту продукцію з підвищеною харчовою цінністю та холестеринознижуючими властивостями.

На основі сформульованої наукової концепції вперше розроблено модель корекції дефіциту фітостеролів у раціоні харчування сучасної людини.

На підставі проведених теоретичних і експериментальних досліджень у дисертації вперше:

- встановлено гідролітичну активність до γ -оризанолу ліпази *Candida rugosa* типу VII та препарату Pentopan BG500, при цьому гідролізовані як десметилстерилферуляти, так і 4,4'-диметилстерилферуляти;

- науково обґрунтовано раціональні параметри гідролізу γ -оризанолу ферментними препаратами: порошком підшлункової залози бика, ліпази *Candida rugosa* типу VII, Pentopan BG500, що дозволяє підвищити вихід фітостеролів;

- розроблено математичні моделі ферментативного гідролізу γ -оризанолу, за допомогою яких можна керувати цим процесом та забезпечити гарантований вихід продуктів конверсії;

- комплексно досліджено хімічний склад і біологічну цінність арахісу, гречки та проса різних сортів із колекційних зразків генофонду рослин України, круп із них;

- визначено сортову специфічність стероїдного комплексу арахісу, круп гречаної та пшона, що ідентифікує їх як джерело біологічно активних форм фітостеролів та дозволяє рекомендувати для використання у виробництві

продукції з холестеринознижуючими властивостями;

- встановлено видову та сортову закономірності накопичення контамінантів арахісом, гречкою та просом;
- розроблено технології та параметри технологічного процесу виробництва нових продуктів з арахісу (паст, снєків та олій), гречки та проса (хліб);
- клінічними дослідженнями доведено профілактичну ефективність розроблених продуктів.

Дістали подальшого наукового розвитку:

- методологія застосування сучасних рекомендацій нутриціології та математичного моделювання для визначення рецептурного складу продуктів з арахісу, гречки та проса, що дозволило одержати високоякісні продукти з підвищеною харчовою цінністю;
- методологія оцінки споживних властивостей нових продуктів після виготовлення та під час зберігання.

Наукова новизна одержаних результатів підтверджена двома патентами України на винахід.

Практичне значення одержаних результатів. За результатами реалізації наукової концепції, теоретичних і експериментальних досліджень: отримано дані про властивості арахісу, гречки та проса сортів, поширених в Україні; виявлено найбільш безпечні та якісні сорти сільськогосподарських культур; надано рекомендації для більш прецизійного їх використання, у тому числі для створення продуктів із холестеринознижуючими властивостями; апробовано та впроваджено технології розробленої нової продукції; розроблено та затверджено нормативну документацію: ТУ У 10.8-01566330-302:2014 «Паста арахісова», ТУ У 10.4-01566330-301:2014 «Олії арахісові купажовані», ТУ У 10.3-01566330-303:2014 «Арахіс смажений зі смако-ароматичними добавками», ТУ У 10.7-01566330-320:2017 «Хліб “Гречана сила”», ТУ У 10.7-01566330-321:2037 «Хліб “Пшоняний”», розроблено раціон харчування як харчову систему зниження холестеринового тиску на організм людини.

Практичне значення одержаних результатів підтверджено сьоми патентами України на корисну модель.

Реалізація роботи. Упроваджено рекомендації щодо відбору перспективних за хімічним складом сортів арахісу, гречки і проса на ПП «Агрофірма «ГАВАН» Херсонської обл., Каховського району, с. Богданівка (акт від 10.12.2012 р.), рекомендації щодо відбору сортів, здатних до мінімального накопичення токсичних речовин, і раціонального використання арахісу, гречки і проса у ТОВ «Агробізнес» Херсонської обл., Каховського району, с. Мар'янівка (акти від 20.11.2013 р. та 18.06.2014 р.), рекомендації з відбору екологічно чистих, біофортифікованих сортів гречки та проса для раціонального використання гречаної крупи та пшона у ТОВ «Торгівельний дім “Сват”» Харківської обл., Дергачівського району, с. Польова (акти від 08.12.2014 р. та 30.06.2017 р.), рецептури та технології нових продуктів у ТОВ «Торгівельний дім “Сват”» Харківської обл., Дергачівського району, с. Польова

(акт від 23.01.2015 р.), рецептури та технології нових видів хліба у ТОВ «Торгівельний дім “ДІНАС”», м. Харків (акт від 24.06.2016 р.), та у ТОВ «Ізюмський хлібокомбінат “Кулиничі”» Харківської обл., м. Ізюм (акт від 21.07.2016 р.), рекомендації щодо відбору рослинної сировини для виробництва харчових продуктів із холестеринознижувальним ефектом у ТОВ «Вегетус» (акт від 30.11.2018 р.), рекомендації щодо впливу різних факторів на якість харчових продуктів у ТОВ «ЛАКСОМ» (акти від 30.06.2018 р. та 27.06.2019 р.).

Здійснено випуск дослідних партій нової продукції на хлібозаводі ТОВ «Торгівельний дім “ДІНАС”» (акт від 09.06.2016 р.) та ТОВ «Ізюмський хлібокомбінат “Кулиничі”» (акт від 14.07.2016 р.).

Результати науково-дослідних робіт упроваджено в навчальний процес кафедри товарознавства та експертизи товарів ХДУХТ (акти від 12.06.2013 р., 25.06.2014 р., 25.11.2015 р., 02.12.2015 р., 08.09.2016 р., 15.12.2018 р., 17.12.2018 р., 03.12.2019 р.).

Особистий внесок здобувача полягає в дослідженні стану проблеми, обґрунтуванні актуальності теми, формулюванні мети, завдань, наукової концепції роботи та її теоретичному й експериментальному підтвердженні, розробці методології та програми досліджень, керівництві та безпосередній участі в її реалізації, проведенні аналітичних, експериментальних досліджень у лабораторіях та виробничих умовах, аналізі й узагальненні отриманих результатів, формулюванні висновків і пропозицій, підготовці матеріалів до публікації та складанні заявок на винахід (корисну модель), розробці нормативної документації, проведенні заходів з упровадження науково-технічних розробок у виробництво та навчальний процес.

У матеріалах, опублікованих у співавторстві, здобувачеві належать основні ідеї, розробка методології дослідження, наукове обґрунтування теоретичних положень, організація й участь у проведенні експериментів, аналіз отриманих результатів, формулювання та узагальнення основних висновків, підготовка матеріалів до публікації.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертації доповідалися, обговорювалися та отримали позитивну оцінку на науково-практичних конференціях «Прогресивні техніка і технології харчових виробництв, ресторанного господарства і торгівлі. Економічна стратегія і перспективи розвитку сфери торгівлі та послуг» (м. Харків, 2011, 2012, 2013 рр.), 18th IGWT Symposium «Technology and Innovation for a Sustainable Future: a Commodity Science Perspective» (Італія, м. Рим, 2012 р.), IX міжнародній науково-практичній конференції «Perspectiwiczhe opracowania sa nauka i technikami – 2013» (Польща, м. Пшемишль, 2013 р.), міжнародній науково-практичній конференції «Сучасний ринок товарів та проблеми здорового харчування» (м. Харків, 2013 р.), IX міжнародній науково-практичній конференції «Достижения высшей школы» (Болгарія, м. Варна, 2013 р.), міжнародній науково-практичній конференції «Дни науки» (Чехія, м. Прага, 2014 р.), IX міжнародній науково-практичній конференції «Prospects of world science» (Великобританія, м. Шеффілд, 2014 р.), міжнародній науково-практичній інтернет-конференції «Інноваційні технології в харчовій

промисловості та ресторанному господарстві» (м. Харків, 2014 р.), міжнародній науково-практичній конференції «Розвиток харчових виробництв, ресторанного готельного господарств і торгівлі: проблеми, перспективи, ефективність» (м. Харків, 2014 р.), XI міжнародній науково-практичній конференції «Zpravy vedecke ideje – 2015» (Чехія, м. Прага, 2015 р.), міжнародній науково-практичній конференції «Science without borders» (Великобританія, м. Шеффілд, 2018 р.), III міжнародній науково-практичній конференції «Інноваційні аспекти розвитку обладнання харчової і готельної індустрії в умовах сучасності» (м. Харків, 2019 р.), 10th International Congress «Flour Bread-19» 12th Croatian Congress of Cereal technologists «Brasno Kruh-19» (Хорватія, м. Осієк, 2019 р.).

Розроблена продукція демонструвалася на виставці в рамках масштабного заходу «Ніч науки в Харкові» (м. Харків, 2013, 2016, 2019 рр.), на виставці наукових розробок у рамках міжнародного інвестиційно-консультаційного бізнес-форуму «Європа без кордонів» (м. Харків, 2015 р.), виставці «Освіта Слобожанщини та навчання за кордоном» (м. Харків, 2015, 2019 рр.), виставці Міжнародного форуму із розвитку фермерства «AGROPORT-2016» (м. Харків, 2016 р.), виставці наукових розробок установ Північно-Східного наукового центру НАН і МОН України з нагоди Всесвітнього Дня науки (м. Харків, 2016 р.), виставці зразків наукових розробок, присвяченій 50-річчю ХДУХТ (м. Харків, 2017 р.), на XIII Міжнародному кулінарному фестивалі «Biser Moга» (Хорватія, м. Супетар, 2018 р.), на Міжнародному кулінарному фестивалі (Турція, м. Балу, 2018 р.), виставці наукових розробок у масштабах соціального заходу з популяризації науки для дітей і молоді «Наукові пікніки», організованого Північно-Східним науковим центром НАН і МОН України (м. Харків, 2019 р.), де одержала позитивну оцінку.

Розроблені хлібні вироби були представлені на Міжнародному фестивалі кулінарів «AGROCOOKFEST» (м. Харків, 2016 р.), де отримали срібну медаль і сертифікат у номінації «Креативні вироби з борошна».

Публікації. Результати досліджень дисертаційної роботи опубліковано у 70 наукових публікаціях, у тому числі: 3 монографіях; 29 статтях, серед яких 21 – у наукових виданнях, включених до Переліку наукових фахових видань України (з них 17 – у виданнях, що включені до міжнародних наукометричних баз даних, у тому числі 1 – Scopus, 3 – Web of Science); 5 статтях у наукових періодичних виданнях інших держав із напрямку, з якого підготовлено дисертацію (з них 1 – у виданні, яке включено до міжнародних наукометричних баз Scopus та Web of Science); 2 патентах України на винахід; 7 патентах України на корисну модель; 28 тезах доповідей та матеріалах конференцій; 1 навчальному посібнику.

Структура та обсяг роботи. Перший том дисертації складається зі вступу, 7 розділів, висновків, списку використаних джерел, що включає 517 найменувань, у тому числі 378 іноземних. Загальний обсяг дисертації викладено на 448 сторінках (з них основний зміст друкованого тексту – 318), включаючи 75 таблиць, 64 рисунка. Другий том представлено додатками.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми, сформульовано мету і завдання дослідження, визначено наукову концепцію, наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, наведено дані щодо промислової апробації, визначено особистий внесок здобувача.

У **першому розділі** «Аналіз сучасних тенденцій створення продуктів із холестеринознижуючими властивостями» на основі аналітичного огляду літератури визначено основні причини виникнення дефіциту фітостеролів у харчуванні сучасної людини та шляхи його подолання.

Теоретично обґрунтовано використання фітостеролів як цінних мікронутрієнтів для створення продуктів спеціального призначення. Установлено, що багато відомих світових компаній (Unilever, Raisio, Cargill Inc, Cognis, DRT, Lipofoods, Enzymotech Ltd) використовують фітостероли для виробництва холестеринознижуючої продукції. Основними проблемами їх виробництва є дороговизна та трудомісткість технологічних процесів, через погану розчинність фітостеролів і погіршення органолептичних показників. Установлена можливість корегування дефіциту фітостеролів двома способами. По-перше, це використання рослинної сировини, яка є джерелом цих мікронутрієнтів. Перспективною сировиною при цьому є арахіс. Питання якості арахісу та його використання в харчових технологіях висвітлено в роботах таких вчених, як Ф.В. Перцевий, Є. Скокан, N.R. Grosso, С.А. Guzman, V. Nepote, M. Özcan, P. Swatsitang, S.I. Koppelman, В.А. Михайлов та ін. Даних у вітчизняній літературі дуже мало, проте інформація про якість арахісу сортів, поширених в Україні, є важливою для харчової промисловості. Іншим способом корегування дефіциту фітостеролів є розробка таких технологій, які б дозволили максимально використати закладений у сировині, зокрема в зернових, потенціал стероїдного комплексу завдяки його ферментативному гідролізу. Вагомий внесок у вирішення цих питань зробили зарубіжні вчені: А. Berger, R. Morgan, К.-Н. Engel, А. Miller, R. Ostlund, L. Sarda, P. Desnuelle, D. Dressler, Н. Potter та ін. Подібні роботи у вітчизняній літературі відсутні.

Великий внесок у вирішення питань переробки рослинної сировини у високоякісну продукцію спеціального призначення зробили дослідження вітчизняних науковців: Л.Ю. Арсеньєвої, С.О. Белінської, В.І. Дробот, А.М. Дорохович, Б.В. Єгорова, Л.В. Капрельянца, М.Р. Мардар, Г.О. Сімахіної, Л.М. Тележенко, О.М. Шаніної. Але в літературних джерелах відсутня інформація щодо розробки холестеринознижуючої харчової продукції з використанням арахісу, гречки і проса.

У **другому розділі** «Організація експерименту, об'єкти та методи проведення досліджень» наведено програму дослідження та основні напрями її реалізації (рис. 1). Визначено об'єкти та предмет дослідження, наведено перелік сировини та матеріалів.

Під час виконання роботи використовували загальноприйняті та спеціальні фізичні, хімічні, біохімічні, фізико-хімічні, мікробіологічні, органолептичні, медико-біологічні, аналітичні, соціологічні, експертні методи.

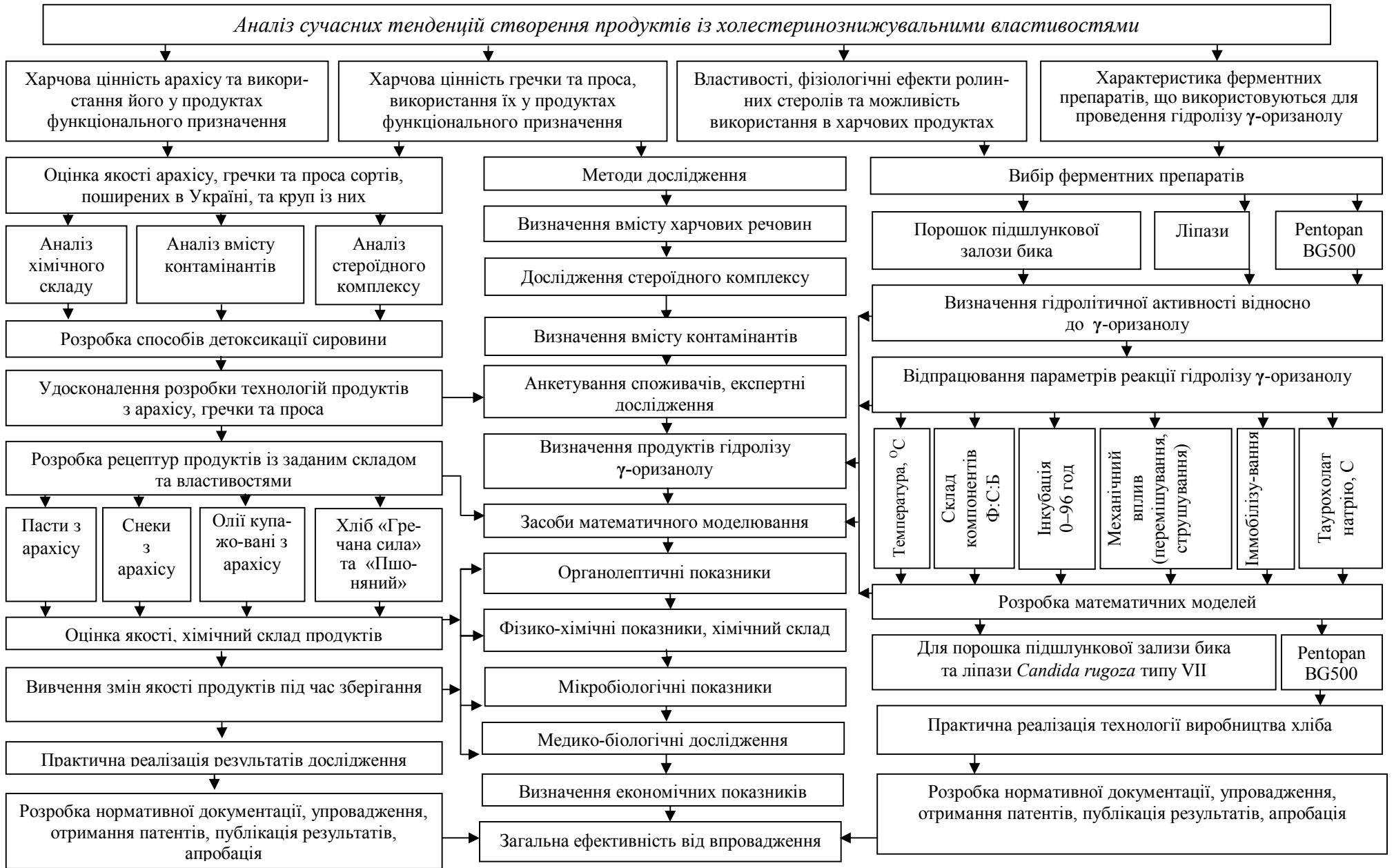


Рис. 1. Програма проведення досліджень

Вміст фітостеролів визначали методом газорідної хроматографії з подвійним полум'яно-іонізаційним детектором, нерухома фаза – силіконовий каучук SE-30, газ-носії – аргон або азот зі швидкістю потоку 100 мл/хв, температура від 260 °С до 300 °С. Ферментативне гідролізне перетворення γ -оризанолу визначали за допомогою капілярної газової хроматографії на GC 8000 і на HRGC 3000, які були оснащені інжектором на колонці й полум'яно-іонізаційним детектором (360 °С). Хроматографічна колонка – 0,90 м x 0,32 мм попередня колонка, деактивована 1,3-дифеніл-1,1,3,3-тетраметилдисилазаном, яка з'єднана з DB-5ht за допомогою преса для скла (27 м x 0,25 мм, товщина плівки 0,1 мкм); газ-носії водень, 70 кПа; програмування температури в діапазоні 40–340 °С; загальний час хроматографування – 30 хв. Ідентифікацію продуктів гідролізу здійснювали за допомогою мас-спектроскопії, дослідження проводили на Trace GC ultra з мас-спектрометром Trace DSQ від Thermo Finnigan, м. Остін, Техас. Програмне забезпечення Xcalibur 1.4 SR1 (Thermo Finnigan, м. Остін, Техас) використовували для аналізу ГХ-МС. Амінокислотний склад білка визначали методом іонообмінної колонкової хроматографії; жирнокислотний склад жиру - методом газової хроматографії. Визначення біологічної цінності білка здійснювали розрахунковим методом. Обчислено амінокислотний скор (АКС), коефіцієнт розбіжності амінокислотного скору (КРАС) та величина біологічної цінності.

Для визначення відповідності сировини критеріям радіаційної безпеки використовували показник відповідності, значення якого розраховується за результатами вимірювань питомих активностей ^{137}Cs та ^{90}Sr .

Вміст флавоноїдів визначали фотометричним методом за допомогою хімічних методів. Для розрахунку інтегральної антиоксидантної активності використовували спектрофотометричний метод.

Медико-біологічні дослідження проведено відповідно до Директиви Європейського Парламенту та Ради ЄС 2010/63/ЄС від 22 вересня 2010 р. «Про захист тварин, що використовуються в наукових цілях». 42 сирійських золотавих хом'яків-самців (*Mesocricetus auratus*) утримували в стандартних для цього виду тварин умовах. Після періоду адаптації стандартний раціон тварин заміщався на модифіковані дієти впродовж шести тижнів. Реєстрували масу тіла тварин у динаміці. Вміст глюкози, триацилгліцеридів, загального холестеролу, загальних ліпідів у сироватці крові хом'яків визначали колориметрично-ферментними методами. Ретроперитонеальну й мезентеральну вісцеральну жирову тканину, масові коефіцієнти ретроперитонеальної та мезентеральної жирової тканини обчислювали окремо.

Математико-статистичну обробку результатів експериментів, математичне моделювання та оптимізацію проводили з використанням комп'ютерних технологій за програмами Microsoft Word, Microsoft Excel та Mathcad. Відносна похибка не перевищувала 5%.

У третьому розділі «Теоретичне та експериментальне обґрунтування параметрів ферментативного гідролізу γ -оризанолу» наведено результати комплексних досліджень та визначено закономірності впливу на гідролітичне

розщеплення γ -оризанолу параметрів проведення ферментативної реакції, а саме: кількості й виду ферменту, температури, концентрації таурохолату натрію, співвідношення фермент : субстрат : буфер, часу інкубації, іммобілізації, механічного впливу (струшування й перемішування).

Визначено гідролітичну активність відносно до γ -оризанолу таких ферментних препаратів: порошку підшлункової залози бика, ліпази *Candida antarctica* типів А та В, ліпази *Candida rugosa* типу VII, препарату ксиланози Pentopan BG500.

Досягнуті конверсії гідролізу γ -оризанолу з порошком підшлункової залози бика відносяться тільки до 4-дезметилстерилферулятів, основних компонентів 4,4-диметилстерилферулятів виявити не вдалося. Це пояснюється тим, що структурні особливості зазначених речовин (циклопропанове кільце на кільці В та 2 метильні групи на C_4 основного ланцюга стеролу) запобігають гідролізу складних ефірів ферулової кислоти і 4,4-диметилстеринів холестеролестеразою. Конверсія кампестерилферуляту становить $(34,4 \pm 0,4)\%$, ситостерилферуляту – $(30,9 \pm 0,8)\%$.

Експериментально визначено оптимальну температуру інкубації гідролітичних проб γ -оризанолу для порошку підшлункової залози бика – $37\text{ }^\circ\text{C}$, за температури вище $45\text{ }^\circ\text{C}$ фермент інактивується.

Для створення оптимальних умов ферментативної реакції необхідно було підібрати відповідну концентрацію компонентів середовища гідролітичних проб – фермент : субстрат : буфер (Ф:С:Б). Для створення оптимального середовища для ферменту необхідно, щоб компоненти були наявні в концентрації, яка ні занадто низька, ні занадто висока. Для вибору буфера важливо встановити значення рН, яке впливає на стан заряду або дисоціації всієї білкової молекули, включаючи активний центр. Розчинність ферменту в фосфатному буфері зрушує значення рН від 7,00 до 6,62. Це відбувається завдяки присутності аніонів SO_4 , що викликає активацію ферменту. Субстрат має знаходитися в розчині в насиченому стані, але не перевищувати певної межі, щоб уникнути пригнічення ферменту. За цих умов було досліджено, якою мірою співвідношення Ф:С:Б впливає на конверсію гідролізу γ -оризанолу порошком підшлункової залози бика. Кількість ферменту підтримували постійною, а кількість субстрату і буфера варіювали. Партії інкубували зі струшуванням, при $37\text{ }^\circ\text{C}$ протягом 24 год. Результати гідролітичних конверсій подано на рис. 2.

Установлено, що зі збільшенням концентрації буфера відбувається збільшення конверсії гідролізу γ -оризанолу. Завдяки підвищенню концентрації субстрату в системі відбувається інгібування ферменту, унаслідок чого зменшується вихід продукту. Найкращі результати конверсії отримано в таких системах Ф:С:Б: 1:1:5, 1:1:10. Але систему 1:5:5 обрано як оптимальну, оскільки вдається гідролізувати субстрату в п'ять разів більше, отже вона є більш економічною.

На підставі регресійного аналізу отриманих даних визначено математичну модель цього процесу.

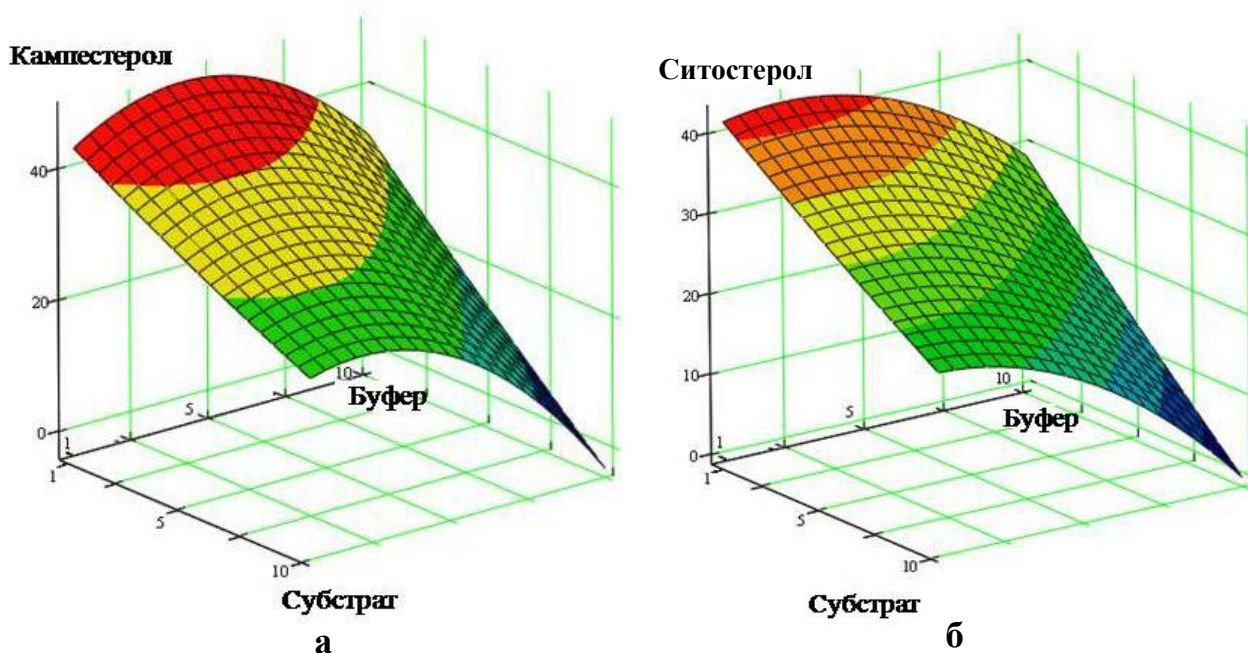


Рис. 2. Гідролітичне перетворення кампестерилферуляту (а) та ситостерилферуляту (б) порошком підшлункової залози бика залежно від концентрації субстрату : буфера

Виявлено, що конверсію гідролізу можна підвищити додаванням 48 мМ таурохолату натрію. Це пояснюється тим, що гідрофобний субстрат в емульгованій формі краще контактує з активним центром ферменту і, таким чином, перетворення субстрату збільшується.

Криві перетворення γ -оризанолу в часі (рис. 3) отримано для партій у мікромасштабі (1:1:1), макромасштабі (5:5:5) і системі 1:5:5 після його гідролізу в постійних умовах (рН = 6; Т = 37 °С, зі перемішуванням) із порошком підшлункової залози бика.

Вигляд кривих перетворення в часі для мікромасштабу ідентичний перебігу реакції в макромасштабі. Це означає, що обрані параметри реакції для мікромасштабу підходять також для макромасштабу.

Установлено, що час інкубації 24 год є оптимальним для гідролізу γ -оризанолу порошком підшлункової залози бика в системі Ф:С:Б 1:1:1. Для системи 1:5:5 реакція ще не завершена за 24 год. Підвищена кількість субстрату призводить до зниження активності ферменту й уповільнює швидкість реакції. Можливо, щоб збільшити вихід продукту в цій системі, партії необхідно інкубувати протягом тривалішого періоду часу.

Ферментативний гідроліз γ -оризанолу порошком підшлункової залози бика відбувається за типовим перебігом реакції першого порядку. Установлено, що іммобілізований порошок підшлункової залози не проявляє активності під час гідролізу γ -оризанолу.

На підставі регресійного аналізу отриманих даних було визначено математичні моделі, які описують залежність гідролізу від наявності механічного впливу, періоду інкубації, концентрації таурохолату натрію.

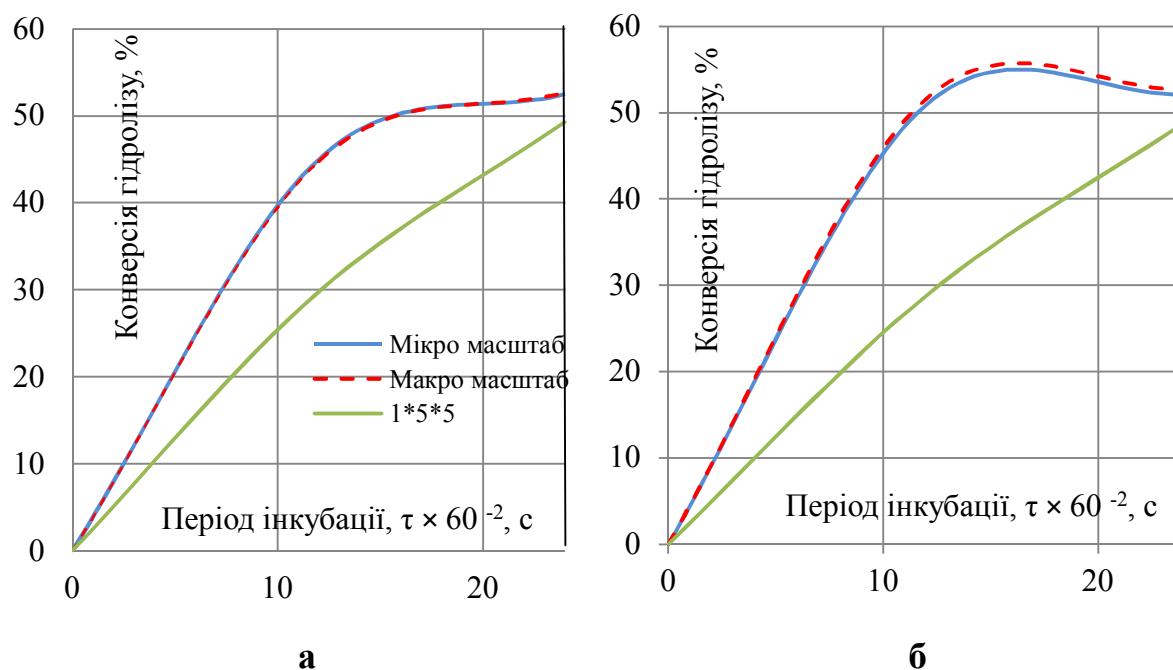


Рис. 3. Криві перетворення γ -оризанолу порошком підшлункової залози бика в часі [кампестерилферулят (а) і ситостерилферулят (б)] за умов перемішування з різними розмірами партій

Ліпаза *Candida antarctica* типу А в обраних умовах не показала гідролітичної активності до γ -оризанолу, а з ліпазою *Candida antarctica* типу В вихід продуктів гідролізу був дуже низьким.

Уперше доведено каталіз гідролітичного розщеплення γ -оризанолу ліпазою *Candida rugosa* типу VII. Нами встановлено, що ця ліпаза здатна гідролізувати як дезметил, так і диметилстерилферуляти, а конверсії гідролізу складають 12,4–13,5% та 0,4–0,6% відповідно. Конверсію гідролізу можна підвищити збільшенням кількості ферменту, додаванням таурохолату натрію та покращенням масо переносу субстрату.

Уперше доведено гідролітичну активність до γ -оризанолу ферментного препарату Pentoran BG500. Причому спостерігалася конверсія гідролізу як дезметилстерилферулятів, так і диметилстерилферулятів (рис. 4). Доведено, що наявність у складі системи 48 мМ таурохолату натрію підвищує вихід гідролізу на 95–99%. Таке підвищення активності ксиланаз таурохолатом натрію виявлено вперше. За динамікою ферментативної реакції встановлено, що через 24 год конверсія гідролізу γ -оризанолу досягла максимального значення. У разі збільшення часу інкубації (до 96 год) конверсії гідролізу стають менше.

Установлено, що оптимальна температура інкубації гідролітичних проб для препарату Pentoran BG500 становить 45 °С. На відміну від установлених режимів ферментативного гідролізу γ -оризанолу порошком підшлункової залози та ліпазою *Candida rugosa* типу VII конверсія гідролізу препаратом Pentoran BG500 вища в разі струшування. Під час перемішування виникають конформаційні зміни ферменту та процес утворення комплексу субстрат–фермент погіршується.

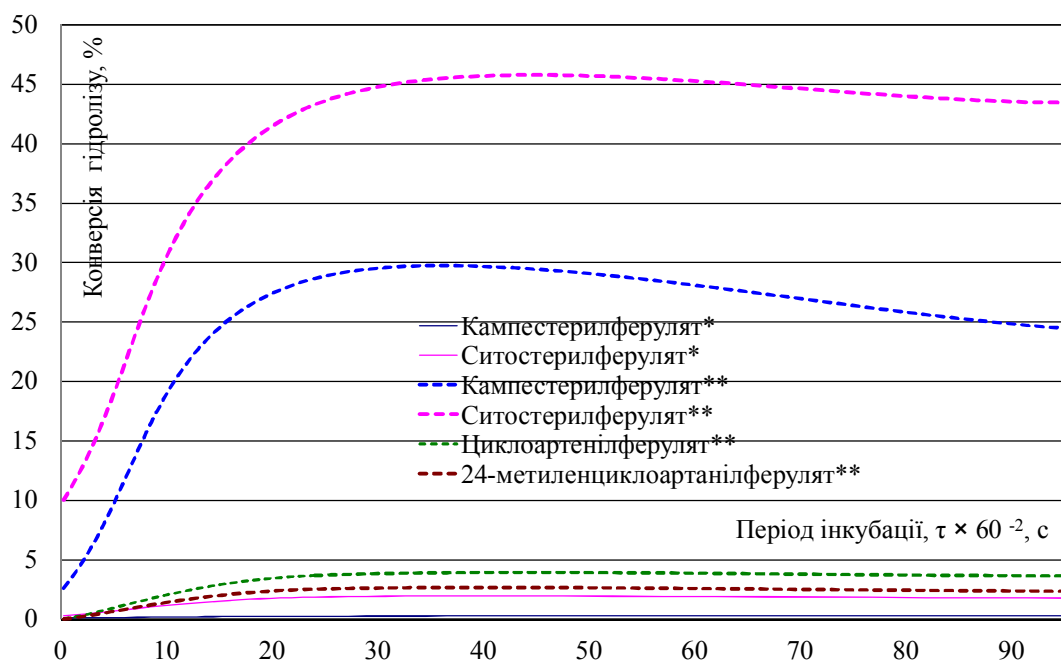


Рис. 4. Ступінь гідролізу під час ферментативного гідролізу γ -оризанолу препаратом Pentoran BG500 залежно від концентрації таурохолату натрію і часу інкубації

* Тільки ферментний буфер, без таурохолату натрію.

** Із додаванням таурохолату натрію.

Для встановлення статистично адекватної моделі впливу різних чинників на вихід продуктів гідролізу γ -оризанолу ферментним препаратом Pentoran BG500 був проведений регресійний аналіз отриманих даних у наведених вище експериментах. На підставі результатів регресійного аналізу визначено вигляд математичних моделей, які описують залежність виходу продуктів гідролізу від наявності механічного впливу, періоду інкубації, концентрації таурохолату натрію та співвідношення компонентів гідролізу (1, 2).

$$y_1 = 3,0 + 0,01 \times x_1 - 10,1 \times x_2 + 0,083 \times x_3 + 0,488 \times x_4, \quad (1)$$

де y_1 – вихід кампестерилферуляту, %;

$$y_2 = 24,9 + 0,08 \times x_1 - 8,62 \times x_2 - 0,029 \times x_3 + 0,42 \times x_4, \quad (2)$$

де y_2 – вихід ситостерилферуляту, %; x_1 – наявність струшування (1 або 0); x_2 – наявність перемішування (1 або 0); x_3 – період інкубації, $\times 60^{-2}$, с; x_4 – концентрація таурохолату натрію, мМ.

Четвертий розділ «Оцінка якості арахісу, гречки та проса як потенційних джерел для створення холестеринознижуючої харчової продукції» присвячено дослідженню хімічного складу, амінокислотного складу білка, жирнокислотного складу жиру та накопичення контамінантів арахісом, гречкою та просом залежно від їхньої сортової специфіки. Обґрунтовано біологічну цінність рослинної сировини, визначено її пріоритетні сорти та надано рекомендації для більш прецизійного їх використання, у тому числі для створення продуктів із холестеринознижуючими властивостями.

Вивчено загальний хімічний склад арахісу 19 різних сортів, адаптованих до вирощування в Україні. Основною його частиною є жир (34–59%) та білок

(17,6–26,8%). Вуглеводи представлені моно- і дицукрами (2,0–8,0%), крохмалем (2,9...9,8%), клітковиною (2,2–4,3%) та пектиновими речовинами (1,9...6,4%). Вміст вологи незначний і складає 3,0–9,6%. Особливістю вітамінного складу є високий вміст жиророзчинного вітаміну Е (6,0–9,45 мг/100 г) та водорозчинних В₁ (0,58–0,88 мг/100 г) та РР (12,41–14,84 мг/100 г). Мінеральні речовини здебільшого представлені Калієм (650–736 мг/100 г), Магнієм (152–188 мг/100 г), Фосфором (302–398 мг/100 г), Марганцем (1,69–2,65 мг/100 г) та Залізом (2,09–5,02 мг/100 г). Також у невеликій кількості містяться Натрій та Кальцій.

Досліджено загальний хімічний склад круп із гречки 6 сортів і проса 5 сортів, найбільш перспективних для вирощування в зоні лісостепу України. Визначено, що основна частина сухих речовин (86,9–87,9%) представлена крохмалем (58,6–62,0% у гречаній крупі та 66,0–68,4% у пшоні). Білкові речовини становлять у крупі з гречки 14,5–18,3%; у пшоні – 9,8–11,6%. Виявлено порівняно великий вміст жиру: 2,7–3,1% у гречаній крупі; 1,9–2,4% у пшоні. Особливістю вітамінного складу є високий вміст вітамінів групи В (3,36–4,54 мг/100 г у гречаній крупі та 2,27–3,15 мг/100 г у пшоні), переважну частину яких (до 92,5%) становить вітамін РР. Мінеральні речовини здебільшого представлені Фосфором (271–289 мг/100 г у гречаній крупі та 239–303 мг/100 г у пшоні), Калієм (206–223 і 189–204 мг/100 г відповідно), Магнієм (175–221 і 83–97 мг/100 г відповідно). Особливістю мінерального складу обох видів круп є великий вміст важливих мікроелементів: Феруму (6,44–9,45 мг/100 г) та Мангану (1,33–1,92 мг/100 г). Доведено, що гречана крупа має значний вміст флавоноїдів (23,08–49,22 мг/100 г), переважну більшість яких становлять флавоноли (до 98,0%). Пшоно характеризується порівняно низьким вмістом флавоноїдів (1,07–2,21 мг/100 г).

Установлено, що арахіс, крупи з гречки та проса є джерелом фітостеролів (табл. 1). Переважаючим у арахісі та гречці є β -ситостерин, у пшоні – стигмастерин. Також у їх складі ідентифіковано кампестерин, Δ^5 -авеностерин, Δ^7 -стигмастерин, Δ^7 -авеностерин. Сумарний вміст фітостеролів у арахісі змінюється в межах 172,7–604,6 мг/100 г, що на 58–202% задовольняє добову норму. Найвищий вміст цих речовин у арахісі сорту AR6. Сумарний вміст фітостеролів у крупах змінюється в межах 22,78–52,19 мг/100 г (у гречаній крупі) та 37,77–83,76 мг/100 г (у пшоні). Лідуючими за вмістом стероїдного комплексу є крупи з гречки сортів Дюймовочка і Космея та пшоно з проса сортів Королівське, Костянтинівське і Вітрило.

Досліджено амінокислотний склад білка арахісу та круп із гречки та проса, у якому переважну більшість становить глютамінова кислота і гліцин.

В амінокислотному складі білка дослідних сортів простежується значне розходження (у 3–4 рази) за вмістом деяких амінокислот, а саме за ізолейцином, лізином та треоніном, що можна пояснити сортовою специфічністю їх біохімічного складу.

Розраховані амінокислотний скор, коефіцієнт розбіжності амінокислотного скору й величина біологічної цінності засвідчують, що найвищу біологічну цінність, а саме 72,0–77,2%, мають сорти арахісу Біло-рожевий 1, Біло-рожевий 3, ВНДІОК 14, ВНДІОК 15 та Краснодарець 13;

57,5% – крупа із гречки сорту Українка та 46,6% – пшоно із проса сорту Королівське.

Таблиця 1

Вміст стероїдного комплексу в арахісі, крупах із гречки та проса різних сортів, мг/100 г (n = 3, P ≥ 0,95, ε ≤ 5)

Сорт культури	Стероїди						Сумарний вміст
	β-Ситостерин	Стигмастерин	Кампестерин	Δ5-Авеностерин	Δ7-Стигмастерин	Δ7-Авеностерин	
Гречана крупа							
Дощик	15,55	1,23	–	1,34	1,25	0,59	19,96
Українка	20,47	0,004	0,71	1,65	0,76	0,4	23,99
Ярославна	19,44	0,23	0,29	1,62	0,92	0,28	22,78
Космея	41,11	0,39	1,68	3,47	1,25	1,25	49,15
Дюймовочка	42,23	0,16	2,37	3,34	2,04	2,05	52,19
Квітник	32,59	0,31	1,75	2,95	1,2	0,43	39,23
Пшоно							
Слобожанське	7,54	27,92	0,89	0,81	0,53	0,08	37,77
Вітрило	6,85	67,33	0,72	1,14	0,40	–	76,44
Королівське	5,99	76,13	0,37	0,82	0,45	–	83,76
Костянтинівське	8,70	66,02	1,17	1,18	0,77	–	77,84
Козацьке	6,43	32,27	1,00	0,81	0,85	–	41,36
Арахіс							
Краснодарський 14	115,60	13,90	21,40	18,90	2,40	0,50	172,70
AR 6	472,20	18,50	89,00	23,60	–	1,30	604,60
ВНДІОК 14	366,10	26,70	62,10	51,90	9,70	5,60	522,10
Блідо-рожевий 1	289,10	18,90	26,90	61,40	5,60	8,90	410,80
Темно-червоний	283,40	23,80	55,60	40,20	7,40	–	410,40

У жирнокислотному складі жиру арахісу та круп із гречки та проса залежно від сорту ідентифіковано гліцериди восьми жирних кислот: лауринової, міристинової, пальмітинової, пальмітолеїнової, стеаринової, олеїнової, лінолевої та ліноленої. Виявлено суттєві відмінності за кількістю насичених і ненасичених жирних кислот. Визначено, що основними компонентами жирнокислотного складу жиру є пальмітинова, олеїнова та лінолева кислоти, які є основою біологічної цінності цих продуктів. Лідером за їх вмістом є гречана крупа сорту Квітник та пшоно сорту Вітрило. Лідируючим

за вмістом олеїнової кислоти є сорт арахісу AR 2 (30,57 г/100 г), лінолевої – AR 6 (33,38 г/100 г).

Визначено антиоксидантну активність гречаної крупи і пшона, за значеннями якої крупи суттєво різняться між собою. Для гречаної крупи цей показник знаходиться в межах 187,1–236,1 мкг/г; для пшона він значно менший і становить лише 41,2–53,5 мкг/г. Найбільшу антиоксидантну активність має крупа з гречки сорту Дощик, пшоно – із проса сорту Козацьке.

Виявлено, що гречана крупа та пшоно містять солі важких металів у кількостях, значно менших за гранично допустимі концентрації, а сорти арахісу Блідо-рожевий-2, AR 2 та AR 4 за вмістом солей Міді перевищують ГДК. Проте експериментально підтверджено вибіркочну здатність культур та їх сортів до накопичення контамінантів. Доведено, що вміст радіонуклідів ^{137}Cs та ^{90}Sr , нітратів, афлатоксину B_1 у дослідних крупах та арахісі значно менший, ніж гранично допустимі концентрації. Установлено, що всі дослідні сорти арахісу характеризуються підвищеною здатністю до накопичення щавлевої кислоти та її солей (139–252 мг/100 г) та високим оксалатним індексом (1,5–3,7), що свідчить про антипоживні властивості арахісу та обмежує коло його споживачів. Оксалатний індекс усіх зразків круп, за винятком крупи із гречки сорту Дюймовочка, знаходиться в межах від 0,17 до 0,78.

Розроблено рекомендації для вибору раціонального напрямку використання арахісу, круп із гречки та проса різних сортів. Для арахісу залежно від сорту визначено три напрями: для виробництва олії; для переробки в арахісову пасту; для халви, цукерок, тортів та снекової продукції. Для круп із гречки та проса залежно від сорту визначено чотири основні напрями використання: для створення продуктів спеціального призначення, для виробництва хлібобулочних та кондитерських виробів, у пивоварінні, у виробництві кулінарних виробів.

У п'ятому розділі «Наукове обґрунтування технологій холестеринознижуючої харчової продукції» із позиції системного підходу розроблено модель корекції дефіциту фітостеролів. Алгоритм цієї моделі складається з таких етапів: вивчення причин виникнення дефіциту фітостеролів та способів його подолання; обґрунтування асортименту холестеринознижувальної харчової продукції; розробка рецептур та технологій виробництва нових продуктів; підтвердження профілактичної ефективності розроблених продуктів за допомогою медико-біологічних досліджень; розробка харчового раціону з використанням нової продукції; доведення розроблених продуктів до споживача.

За допомогою маркетингових досліджень обґрунтовано асортимент холестеринознижуючої харчової продукції. Установлено, що найбільш популярними серед продуктів з арахісу та зерноборошняних продуктів є арахісова паста, олія, снеки, сухі сніданки, хлібобулочні вироби, збагачені крупи, зернові хлібці.

Розроблено технологію отримання арахісових паст (рис. 5). Для виробництва обрано сорт арахісу Темно-червоний, який був рекомендований для арахісових паст.

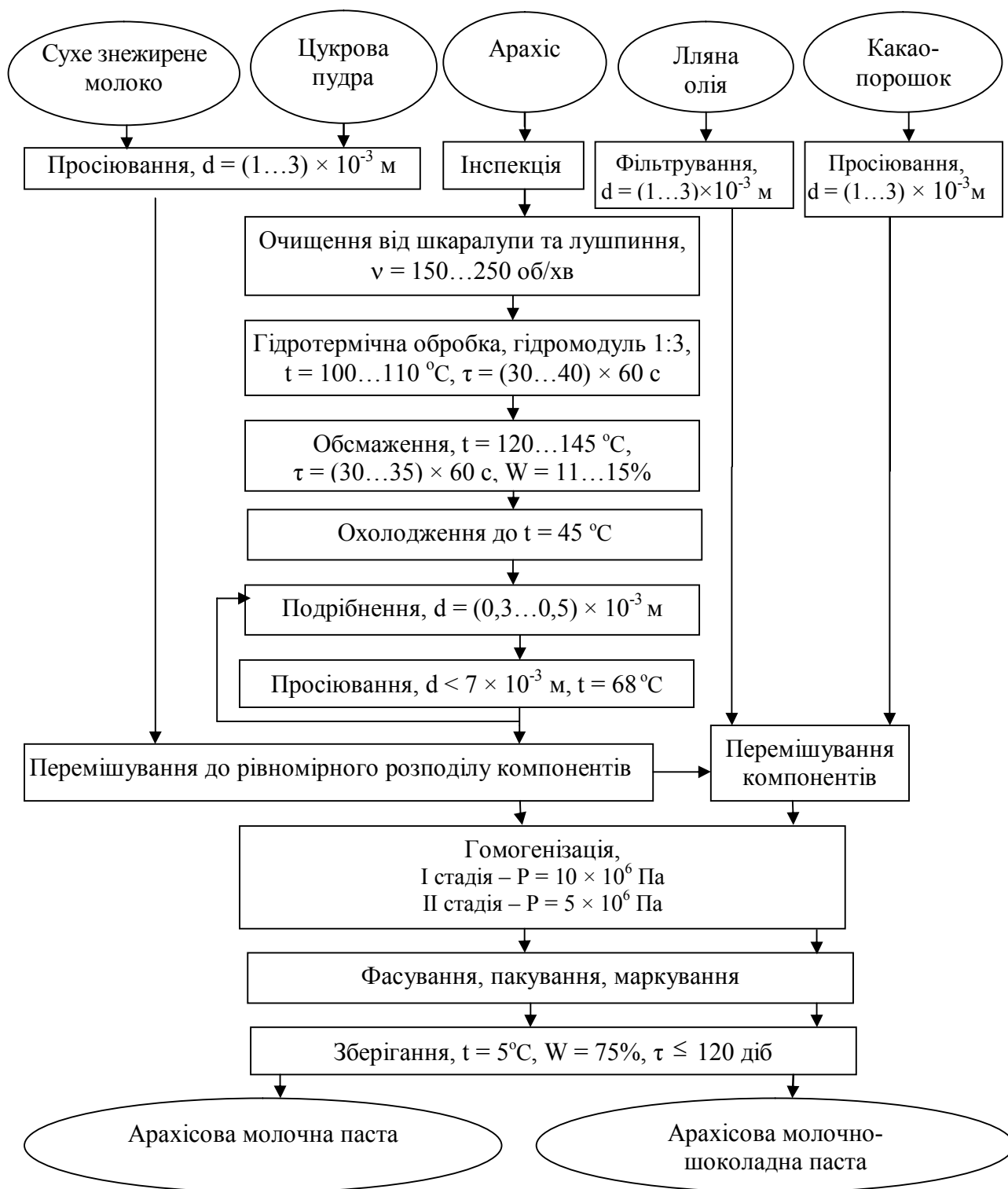


Рис. 5. Технологічна схема виробництва арахісових паст

Із метою зниження вмісту токсичних і антипоживних речовин запропоновано застосовувати операції теплової обробки арахісу (гідротермічна обробка протягом 30–40 хв при гідромодулі 1:3 із наступним обсмаженням за температури 120 °C протягом 30–35 хв), які забезпечують зменшення вмісту щавлевої кислоти та її солей на 67,2–76,0%, солей Міді – на 28,8–38,0% (рис. 6). Ці операції також покращують перетравність білків порівняно із сирим арахісом. Перетравність білка підвищується на 20 мг тирозину (табл. 2).

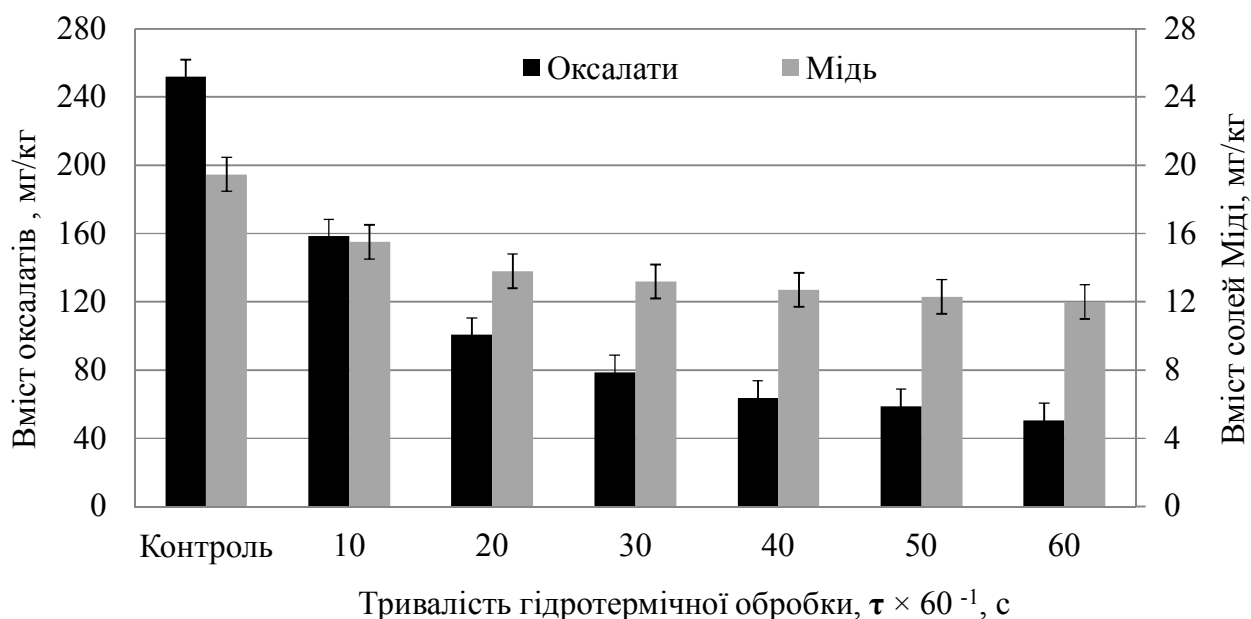


Рис. 6. Залежність вмісту оксалатів та солей Міді в ядрах бобів арахісу від тривалості гідротермічної обробки

Таблиця 2

**Перетравність білків *in vitro* контрольного і дослідних зразків арахісу
($n = 3$, $P \geq 0,95$, $\varepsilon \leq 5$)**

Зразок	Кількість розчинних продуктів гідролізу білка, мг тирозину на 1 г білка в продукті		
	пепсиноліз	трипсиноліз	пепсиноліз + трипсиноліз
Арахіс до гідротермічної обробки (контроль)	0,0	39,6	39,6
Арахіс після гідротермічної обробки протягом 30–40 хв	3,3	48,7	52,0
Арахіс після гідротермічної обробки протягом 30–40 хв та обсмаження (30–35 хв)	6,6	53,0	59,6

За допомогою математичного моделювання розроблено рецептурний склад арахісових паст. Паста арахісово-молочна: арахіс – 76,5%, сухе знежирене молоко – 10%, цукрова пудра – 10%, лляна олія – 3,5%. Паста арахісова молочно-шоколадна: арахіс – 74,0%, сухе знежирене молоко – 10,0%, цукрова пудра – 10,0%, лляна олія – 3,5%, какао-порошок – 2,5%.

Розроблено технологію отримання арахісових олій (рис. 7). Для складання купажу обрано олію, отриману з арахісу сорту Краснодарський 14. Уведення додаткової операції детоксикації сировини, а також стадії купажування з лляною олією та олійними екстрактами дає змогу отримати

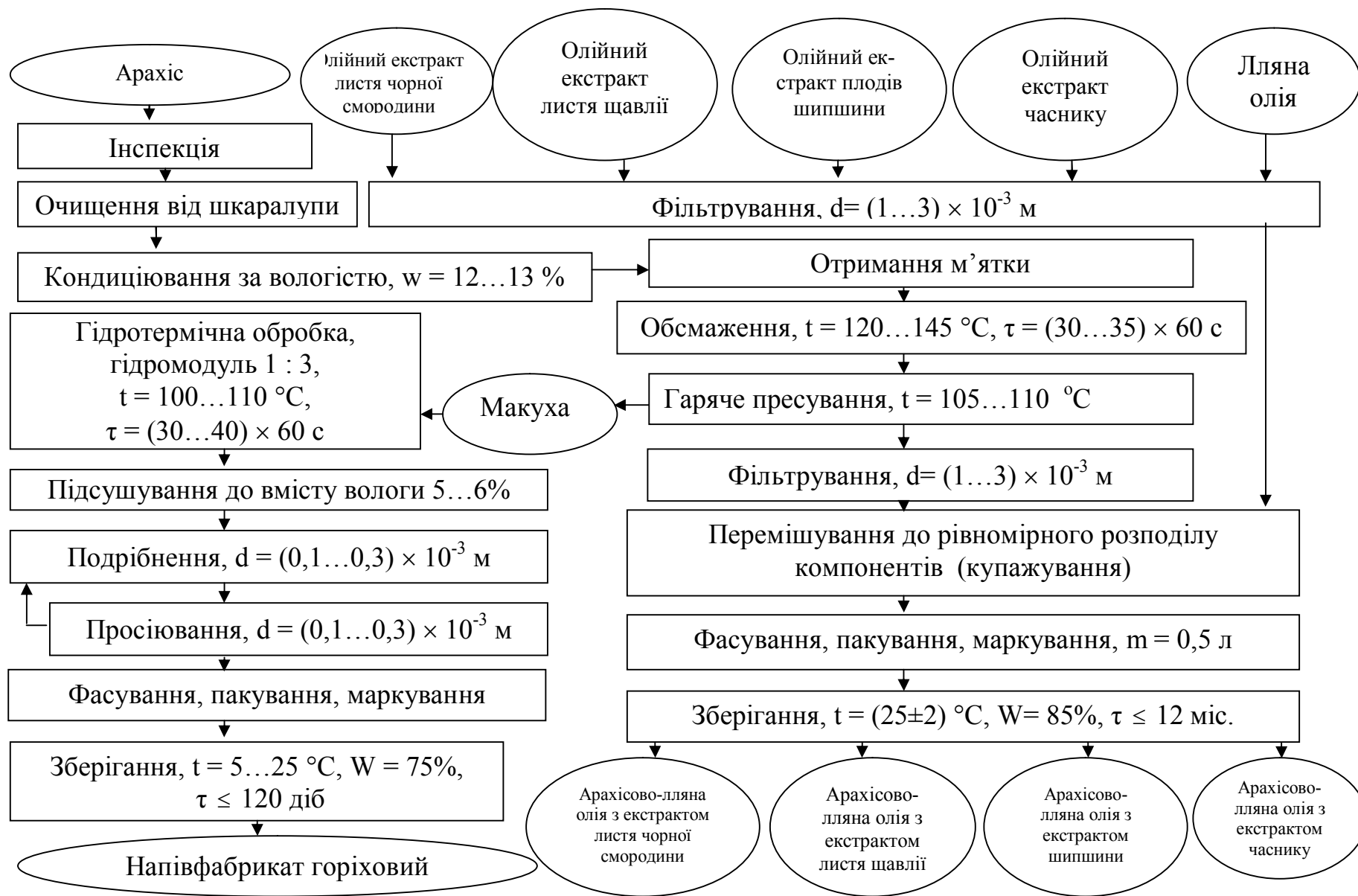


Рис. 7. Технологічна схема виробництва купажованих арахісово-ляних олій

екологічно чисту продукцію заданого складу з високим вмістом фітостеролів. Установлено, що для створення купажованої олії з оптимізованим жирнокислотним складом необхідне таке співвідношення олій, мас. %: арахісова – 86, лляна – 14.

Для стабілізації розробленого купажу додавали олійні екстракти листя шавлії, або листя чорної смородини, або часнику, або плодів шипшини в кількості 5% до маси купажу, що дає змогу підвищити його окисну стабільність у 1,2...1,7 разу (рис. 8). За вмістом антиоксидантів та відносною стійкістю до окиснення ці екстракти можна поставити в такий ряд: листя шавлії > плоди шипшини > листя чорної смородини > часник.

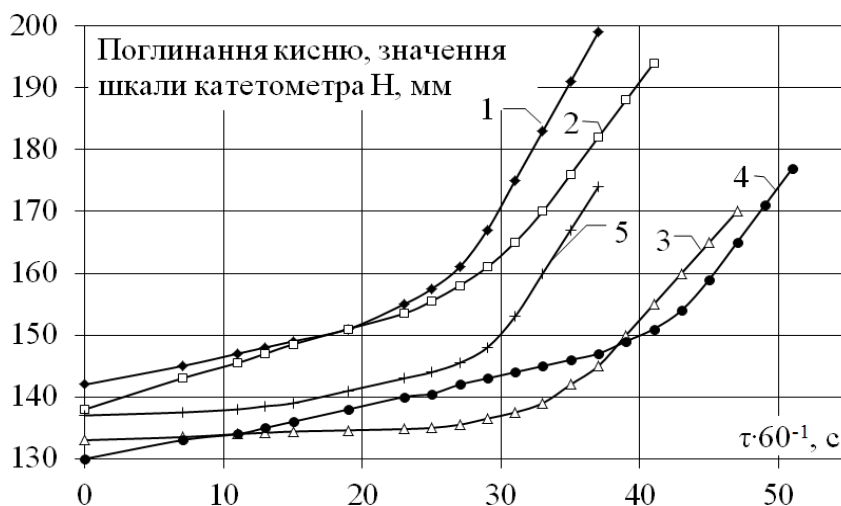


Рис. 8. Кінетика поглинання кисню зразками купажованої олії з додаванням олійних екстрактів рослин: 1 – контроль (купаж без інгібітору); 2 – листя чорної смородини; 3 – плодів шипшини; 4 – листя шавлії; 5 – часнику

Арахісова макуха, яка утворюється під час віджимання олії з арахісу на пресах, є насамперед джерелом концентрованого протеїну. Його вміст сягає 38–39%. Амінокислотний склад нараховує 16 амінокислот, найбільшу питому вагу серед них мають: лізин, метіонін, цистеїн, триптофан, валін, лейцин, глютамінова та аспарагінова кислоти. Макуха містить 8,5% вологи, 7% жиру, 38% білка, 1% золи, 20% клітковини. У зв'язку з цим нами запропоновано використання макухи після обробки з метою зниження токсичних і антипоживних речовин, підсушування до вмісту вологи 5–6% та подрібнення до розміру частинок 0,1–0,3 мм, просіювання та використання отриманого напівфабрикату в технологіях виробництва таких продуктів: арахісових паст, борошняних кондитерських виробів, борошняних кулінарних виробів, горіхових паст, халви та східних солодоців, шоколаду, цукерок.

Розроблено технологію отримання снєків з арахісу (рекомендований сорт ВНДЮК 14), яка складається з таких операцій: детоксикація сировини, інспекція, очищення від шкаралупи, обсмаження, охолодження, видалення насінневої оболонки, нанесення адгезійного агента (арахісова олія), напилення смако-ароматичної добавки, підсушування, пакування, маркування. Установлені

концентрації рецептурних компонентів смаженого арахісу зі смако-ароматичними добавками: арахіс смажений зі смаком «Куркума та часник» (арахіс – 94,5%, арахісова олія – 0,5%, хлорид натрію – 1,5%, порошок куркуми – 1,5%, порошок сушеного часнику – 2%); арахіс смажений зі смаком «Паприка та червоний перець» (арахіс – 94,5%, арахісова олія – 0,5%, хлорид натрію – 1,5%, паприка мелена – 3,0 %, порошок червоного перцю – 0,5%); арахіс смажений зі смаком «Васабі та орегано» (арахіс – 94,5%, арахісова олія – 0,5%, хлорид натрію – 1,5%, порошок васабі – 2,5%, орегано – 1,0%).

Науково обґрунтовано технології виробництва бездріжжового хліба з використанням продуктів переробки гречки та проса й ферментативного препарату Pentoran BG500. Показано, що гідролітичне розщеплення стероїдного комплексу гречки та пшона активно відбувається за режимами, які були відпрацьовані на модельних системах і рекомендовані до використання. Установлено раціональну кількість додавання до сировини ферментного препарату Pentoran BG500: $6,43 \times 10^{-3}$ кг для хліба з гречаним борошном та $6,0 \times 10^{-3}$ кг для хліба з пшоном. Для розробки обрано сорт гречки Квітник, сорт проса Козацьке. Технологічні схеми виробництва хліба з гречаним борошном (рис. 9) та хліба з пшоном на першому етапі передбачають ферментативний гідроліз стероїдного комплексу гречаного борошна та відвареного до напівготовності пшона. Для цього змішували гречане борошно або пшоно з водою та препаратом Pentoran BG500 і витримували суміш при $t = 43\text{--}45$ °C протягом 24 год, охолоджували до $t = 35\text{--}37$ °C. На другому етапі змішували рецептурні компоненти, замішували тісто, далі випікали хліб за традиційною технологією. Критерієм оптимізації обрано показник питомого об'єму хліба. Проведені пробні випікання та результати визначення показників якості нових видів хліба дозволили встановити оптимальне дозування гречаного борошна в кількості 30–40% та пшона, попередньо відвареного до напівготовності, у кількості 20–30% від загальної маси борошна. Комплекс проведених досліджень дозволив створити рецептури нових видів хліба оздоровчого призначення: хліба «Гречана сила» та хліба «Пшоняний». Розроблені вироби запропоновано виготовляти формовими масою по 200–250 г, вихід яких становить: для «Гречана сила» 143%, для «Пшоняний» 151%, тоді як вихід контрольних зразків – 139% та 138% відповідно.

На тлі дослідних раціонів відзначалося таке: відсутність вірогідного збільшення маси тіла порівняно зі стандартним збалансованим нормокалорійним раціоном; вірогідне зменшення проявів вісцерального ожиріння, а саме зменшення масових коефіцієнтів ретроперитонеальної (на 15,7–20,9%) та мезентеральної (на 31,2–41,0%) жирової тканини порівняно з позитивним контролем; вірогідне зменшення вмісту глюкози в сироватці крові на 20,1–26,6% порівняно з позитивним контролем; вірогідне зменшення сироваткового рівня триацилгліцеролів (на 29,9–26,6%) та загального холестеролу (на 14,6–24,2%), переважно за рахунок холестеролу ліпопротеїнів низької щільності (на 18,5–25,2%); за сумою корегувальних відмінностей продуктом-лідером був арахіс смажений зі смаком куркуми та часнику (снековий продукт), уживання якого додатково супроводжувалося зменшенням

вмісту загальних ліпідів у сироватці крові тварин на 29,1% порівняно з позитивним контролем.

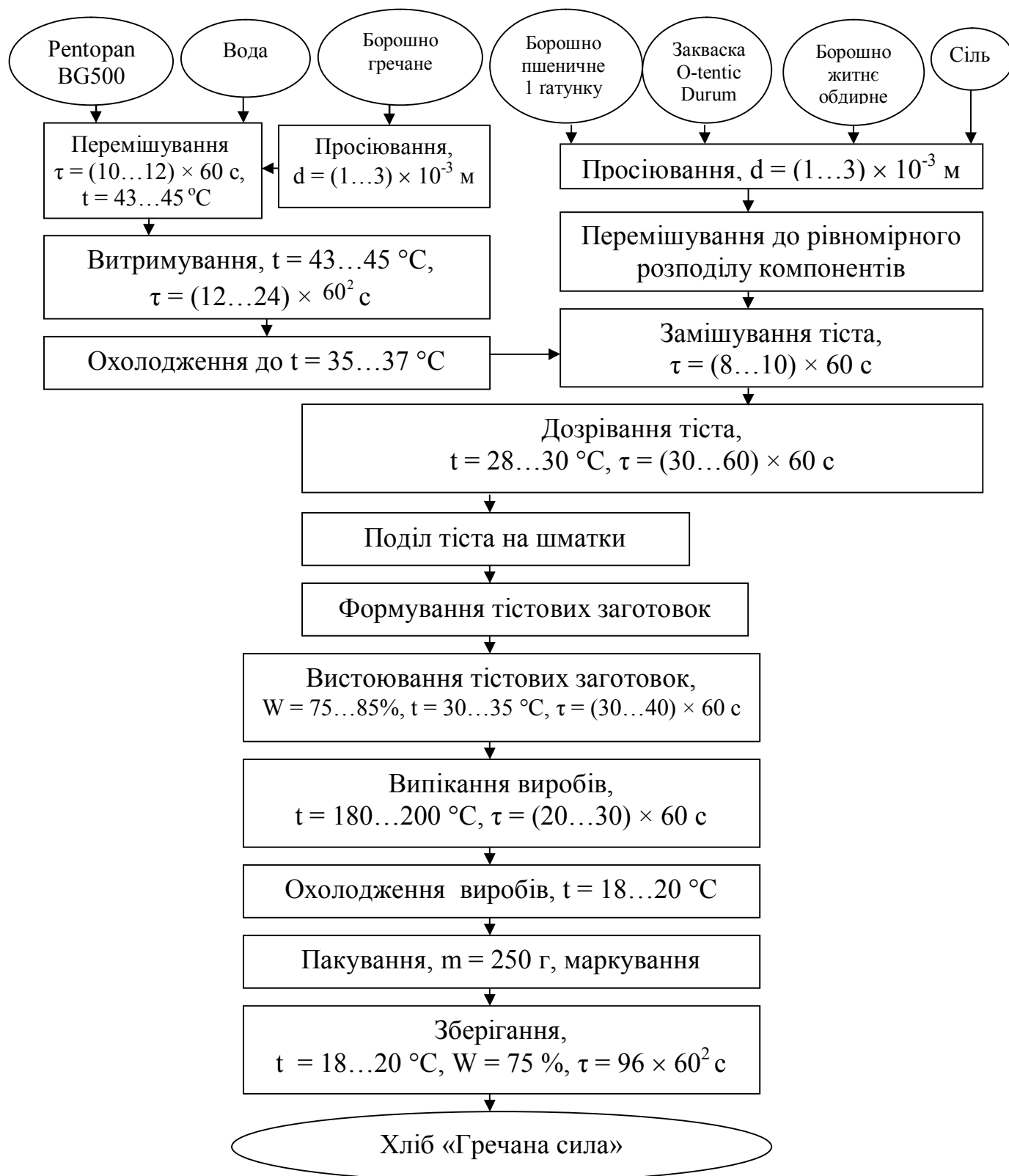


Рис. 9. Технологічна схема виробництва хліба на заквасках «Гречана сила»

Розроблено раціон харчування як харчову систему зниження холестеринового тиску на організм людини, який можна використовувати і на підприємствах харчування, і вдома. Показано, що розроблений раціон харчування задовольняє вимогам ФАО/ВООЗ та МОЗ України за вмістом незамінних амінокислот, ПНЖК та МНЖК, харчових волокон, фітостеролів. Доведено припущення, що за умови вживання раціону вміст «поганого» холестерину буде знижуватися на 5%.

У шостому розділі «Дослідження харчової цінності та безпечності нових холестеринознижуючих продуктів з арахісу, гречки та проса» комплексно досліджені споживні властивості й безпечність нових продуктів, визначені терміни їх зберігання.

Під час комплексного дослідження визначено, що за органолептичними показниками, амінокислотним складом білка та жирнокислотним складом жиру нові продукти з арахісу (паста, олії та снекова продукція) більш збалансовані, ніж аналоги. Хімічний склад нових продуктів з арахісу близький до складу арахісу-сировини, але за рахунок попередньої обробки вміст оксалатів у них нижче, ніж у сировині, тобто вони не мають антипоживної дії. Ці результати підтверджують доцільність попередньої обробки арахісу. Завдяки високій біологічній цінності купажованих арахісових олій та паст за рахунок збалансованого жирнокислотного складу жиру, амінокислотного складу білка та вмісту фітостеролів, нову продукцію можна рекомендувати для профілактичних цілей. Так, нові купажовані олії характеризуються низьким вмістом насичених жирних кислот. Доведено стійкість до окиснення смаженого арахісу зі смако-ароматичними добавками (рис. 10), які можуть підвищувати окисну стабільність жиру продукту в 1,3–1,5 разу.

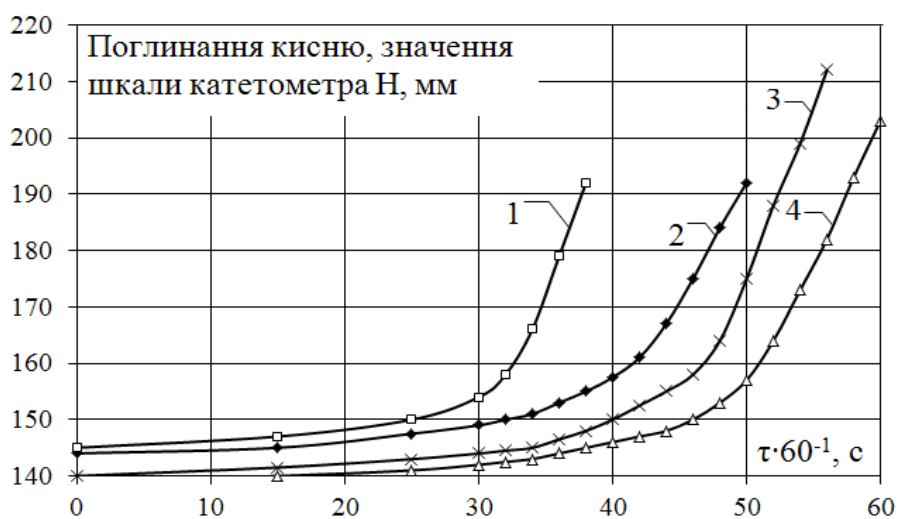


Рис. 10. Кінетика поглинання кисню зразками олій, вилучених зі смаженого арахісу зі смако-ароматичними добавками: 1 – контроль (смажений арахіс без добавок); 2 – «Паприка та червоний перець»; 3 – «Васабі та орегано»; 4 – «Куркума та часник»

За вмістом антиоксидантів і відносною стійкістю до окиснення дослідні зразки арахісу залежно від уведених смако-ароматичних добавок можна

поставити в такий ряд: «Куркума та часник» > «Васабі та орегано» > «Паприка та червоний перець».

Проведено оцінювання якості нових видів хліба, встановлено відповідність їх показників якості вимогам чинних стандартів. Визначено споживну цінність нових видів хліба за їх харчовою, біологічною та енергетичною цінністю. Доведено, що нові види хліба «Гречана сила» та «Пшоняний» за кількістю білка, його амінокислотним складом, вмістом жиру, вітамінів, біологічно активних фітостеролів, окремих мінеральних речовин, зокрема Магнію, Фосфору та Феруму, перевершують контрольні аналоги.

За показниками безпечності та мікробіології нові продукти відповідають вимогам нормативної документації. Стероїдний комплекс (табл. 3) нових продуктів спеціального призначення складається в основному з біологічно активних фітостеролів, серед яких найбільший відсоток має β -ситостерин.

Таблиця 3

Стероїдний комплекс нових продуктів із холестеринознижуючими властивостями (n = 3, P \geq 0,95, $\epsilon \leq$ 5)

Продукти з холестеринознижуючими властивостями	Стероїди, мг/100 г						Сумарний вміст
	β -Ситостерин	Стигмастерин	Кампестерин	Δ^5 -Авеностерин	Δ^7 -Стигмастерин	Δ^7 -Авеностерин	
Арахісові пасти							
Арахісово-молочна	225,3	18,9	44,2	32,0	5,9	–	326,3
Арахісова молочно-шоколадна	222,5	18,7	43,6	31,6	5,8	–	322,2
Арахісово-лляна олія з екстрактами							
часнику	148,2	17,8	27,4	24,2	3,1	0,6	221,3
плодів шипшини	135,0	16,2	25,0	22,1	2,8	0,7	207,8
листя шавлії	137,8	16,6	25,5	22,5	2,9	2,9	205,9
листя чорної смородини	138,8	16,7	25,7	22,7	2,9	0,6	207,4
Смажений арахіс зі смако-ароматичними добавками							
«Куркума та часник»	375,4	27,4	63,7	53,2	9,9	5,7	535,3
«Паприка та червоний перець»	372,5	27,2	63,2	52,8	9,9	5,7	531,3
«Васабі та орегано»	370,0	26,9	62,8	52,5	9,8	5,7	527,7
Хліб							
«Гречана сила»	39,09	0,38	9,49	1,1	–	–	50,06
«Пшоняний»	18,78	1,87	5,59	0,57	–	–	26,81

В арахісових пастах він становить 69% від загального вмісту фітостеролів. Арахісові пасти повністю задовольняють добову потребу у фітостеролах та майже на третину – лікувально-профілактичну дозу, що сприятиме зниженню рівня холестерину в крові людини.

Купажовані арахісові олії мають приблизно однаковий стероїдний комплекс. Це пояснюється тим, що всі вони отримані за однаковою рецептурою та з одного сорту арахісу. Відрізняються вони тільки видом внесеного в кількості 5% олійного екстракту. Цим обумовлена невелика розбіжність за вмістом стероїдів. Загальний вміст фітостеролів у оліях становить 201,8–221,3 мг/100 г продукту, що на 67,3–73,8% задовольняє добову потребу в цих речовинах організму людини та складає 20,2–22,1% від лікувально-профілактичної дози. Снекова продукція також багата на вміст фітостеролів (527,7–535,3 мг/100 г), що на 175,9–178,4% задовольняє добову потребу в цих речовинах організму людини та складає більше 50% від лікувально-профілактичної дози.

In vitro визначено, що заміна житнього борошна на гречане в хлібі «Гречана сила» та використання ферменту Pentopan BG500 сприяє інтенсифікації ферментативного гідролізу γ -оризанолу та білкових речовин виробу. Внесення пшона замість пшеничного борошна та проведення ферментативного гідролізу стероїдного комплексу за допомогою Pentopan BG500 дещо сповільнює процес перетравлення білкових речовин хліба «Пшоняний», та підвищує вміст фітостеролів. Споживання нових видів хліба дозволяє забезпечити добову потребу на 46,2% (хліб «Гречана сила») та 24,7% (хліб «Пшоняний»). За умови щоденного споживання нові продукти із холестеринознижуючими властивостями можна розглядати як поширене та доступне джерело рослинних стероїдів і використовувати в лікувально-профілактичному харчуванні для підтримання здорового стану серцево-судинної системи.

Основними показниками, які значною мірою впливають на зміну якості під час зберігання, є кислотне (КЧ) і перекисне (ПЧ) числа жиру. Динаміку КЧ і ПЧ жиру паст під час зберігання наведено в табл. 4.

Таблиця 4

Динаміка КЧ і ПЧ під час зберігання арахісових паст (n = 3, P \geq 0,95, $\varepsilon \leq$ 5)

Паста	Період зберігання, міс.					
	0	1	2	3	4	5
Кислотне число, мг КОН/г						
Арахісово-молочна	0,48	0,52	0,63	0,76	0,96	1,36
Арахісова молочно-шоколадна	0,53	0,58	0,67	0,82	0,99	1,52
Перекисне число, $\frac{1}{2}$ O ммоль/кг						
Арахісово-молочна	2,51	2,93	3,37	4,82	7,66	10,47
Арахісова молочно-шоколадна	2,63	3,1	3,64	5,0	8,12	10,93

Упродовж перших двох місяців зберігання КЧ арахісових паст підвищується незначно. Із другого до четвертого місяця КЧ зростає більш активно і наближається до 1 мг КОН/г, а на кінець зберігання спостерігається стрімке підвищення КЧ до 1,36 мг КОН/г та 1,52 мг КОН/г для арахісово-молочної та арахісової молочно-шоколадної паст відповідно.

Згідно зі стандартами ПЧ для арахісової та лляної олії не має перевищувати 10 $\frac{1}{2}$ O ммоль/кг. Таким чином, зберігання паст більше чотирьох місяців призводить до сильних окисних процесів і псування продукту.

Дослідження мікрофлори арахісових паст протягом усього терміну зберігання виявили їх мікробіологічну безпечність. Такі самі дослідження були проведені для арахісових олій та снєків. У результаті чого встановлено умови та гарантійні терміни зберігання для нових продуктів. Для арахісових паст: не більше 4 міс. у сухих, добре вентиляованих приміщеннях за температури від 5 °С до 25 °С і відносної вологості повітря не більше 75%; для арахісово-лляних олій з екстрактами: не більше 12 міс. у пляшках із темного скла, в затемненому приміщенні, за температури не вище 25 °С та відносної вологості повітря не вище ніж 85%; для смаженого арахісу зі смако-ароматичними добавками в пакетах із біаксіально орієнтованого поліпропілену за температури (20±2) °С та відносній вологості повітря не більше 75% – 6 міс.

Дослідження динаміки змін вологості, крихкості (рис. 11) та гідрофільних властивостей м'якушки під час зберігання, мікробіологічні показники нових видів хліба підтвердили доцільність внесення гречаного борошна та пшона з метою сповільнення черствіння та збереження свіжості хліба.

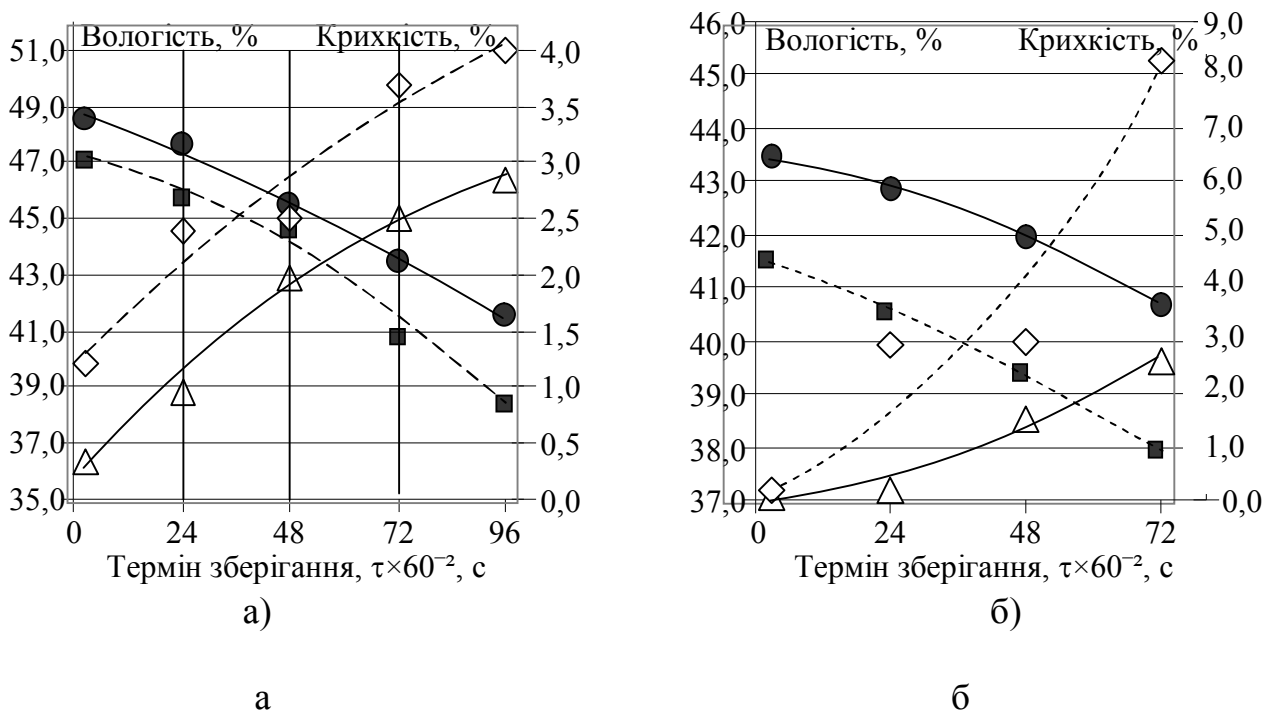


Рис. 11. Зміна вологості та крихкості нових видів хліба під час зберігання: а – хліб «Гречана сила»; б – хліб «Пшоняний»; —●— – вологість нових видів хліба; —■— – вологість контрольних зразків хліба; —△— – крихкість нових видів хліба; —◇— – крихкість контрольних зразків хліба

На підставі отриманих даних визначено умови зберігання хліба: зберігати в чистих, добре вентиляованих приміщеннях, не заражених шкідниками хлібних запасів, за температури не нижче ніж 4 °С та відносної вологості повітря, що не перевищує 75%. Гарантійні терміни зберігання для хліба «Гречана сила»: неупакованого – не більше ніж 36 год та упакованого – не більше ніж 72 год; для хліба «Пшоняний»: неупакованого – не більше ніж 24 год та упакованого – не більше ніж 48 год.

У цьому розділі «Ефективність результатів досліджень та впровадження їх у практику» наведено дані щодо апробації результатів досліджень та їх упровадження в практику.

Розроблено та затверджено в установленому порядку п'ять комплектів нормативної документації на нові види продукції спеціального призначення. Реалізовано комплекс заходів з упровадження запропонованих технологій у закладах харчової промисловості України та в освітній процес.

Установлено, що ефективність упровадження наукових досліджень за темою дисертації складається з комерційного, економічного, соціального та екологічного ефектів. Для оцінювання комерційного ефекту результатів наукового дослідження використано прибуток від реалізації продукції з холестеринознижуючими властивостями. Він становитиме 2,6–20,5 тис. грн на 1 т готової продукції залежно від її виду. Економічний ефект від виробництва нової продукції, розрахований за обсягом надходжень до бюджету, визначено на рівні 7,3–69,5 тис. грн з кожної тонни нової продукції залежно від її виду. Соціальний ефект підтверджено відповідністю результатів наукових розробок принципам стійкого здорового харчування, сформульованим ФАО та ВООЗ. Екологічний ефект цього дослідження характеризується розміром зниження контамінантів унаслідок обробки рослинної сировини. Народногосподарський ефект є комплексною характеристикою та включає результати оцінки екологічного, комерційного, соціального та економічного ефектів. Він полягає у збільшенні ресурсної продовольчої бази з відповідним зростанням обсягів виробництва та реалізації продукції здорового харчування, зокрема з холестеринознижуючими властивостями. А це, у свою чергу, сприятиме підвищенню рівня якості життя населення.

ВИСНОВКИ

1. Унаслідок аналізу вітчизняної та зарубіжної наукової літератури встановлено, що в раціоні харчування сучасної людини є дефіцит фітостеролів, причинами якого є нераціональне харчування. З урахуванням наявності наукових розробок щодо створення продуктів із холестеринознижуючими властивостями основними проблемами їх виробництва є дороговизна та трудомісткість технологічних процесів, а також погана розчинність фітостеролів, погіршення органолептичних показників продукції. Доведено можливість корегування дефіциту фітостеролів двома способами: по-перше, пошуком сировини, яка є джерелом фітостеролів; по-друге, розробкою таких технологій продуктів, які б дозволили максимально використовувати закладений у сировині потенціал. Перспективною сировиною для цього є арахіс, гречка та просо; перспективними технологіями є технології із забезпеченням ферментативного гідролізу стероїдного комплексу сировини, зокрема γ -оризанолу, та отримання продуктів із високим вмістом біологічно активних форм стероїдів. Таким чином, доведено необхідність розвитку науково-практичного напрямку зі створення холестеринознижуючої харчової продукції.

2. Уперше доведено гідролітичну активність відносно γ -оризанолу ліпази *Candida rugosa* типу VII та ферментного препарату Pentoran BG500. Конверсія гідролізу відноситься як до 4-дезметилстерилферулятів, так і до 4,4'-диметилстерилферулятів. Найбільшу гідролітичну активність відносно γ -оризанолу виявлено у Pentoran BG500 та порошку підшлункової залози бика. Ліпаза *Candida antarctica* типу A в обраних умовах не показала гідролітичної активності до γ -оризанолу, а з ліпазою *Candida antarctica* типу B та *Candida rugosa* типу VII вихід продуктів гідролізу був дуже низьким.

3. На модельних системах комплексно досліджено та визначено закономірності впливу на ферментативне розщеплення γ -оризанолу параметрів проведення реакції, а саме: температури, концентрації таурохолату натрію, співвідношення компонентів (фермент:субстрат:буфер), часу інкубації, іммобілізації, механічного впливу (струшування і перемішування). Розроблено режим проведення гідролізу γ -оризанолу порошком підшлункової залози бика, а саме: концентрація таурохолату натрію в буфері – 48 мМ, співвідношення компонентів системи фермента:субстрата:буфер = 1:5:5, умови інкубації – температура 37 °С протягом 24 год із перемішуванням. Із препаратом Pentoran BG500 гідроліз γ -оризанолу відрізняється тільки температурою інкубації, яка становить 45 °С. За допомогою математичного моделювання розроблено математичні моделі ферментативного гідролізу γ -оризанолу, які дають можливість керувати процесом та забезпечити гарантований вихід продуктів конверсії. Отримані результати можна використовувати в технологіях харчових продуктів залежно від виду сировини та наявності ферментного препарату.

4. Комплексно досліджено хімічний склад і біологічну цінність арахісу 19 сортів, круп із гречки 6 сортів та проса 5 сортів, поширених в Україні. В основі специфічності накопичення харчових речовин знаходяться генетично детерміновані відмінності виду та сорту. Уперше якісно та кількісно досліджено стероїдний комплекс арахісу, гречки і проса. Доведено, що дослідні зразки є джерелом фітостеролів, серед яких переважаючим є β -ситостерин в арахісі й гречаній крупі та стигмастерин у пшоні. Також у їх складі ідентифіковано кампестерин, $\Delta 5$ -авеностерин, $\Delta 7$ -стигмастерин, $\Delta 7$ -авеностерин. Сумарний вміст стероїдів змінюється в межах 172,7–604,6 мг/100 г в арахісі, 22,78–52,19 мг/100 г у гречаній крупі та 37,77–83,76 мг/100 г у пшоні, що свідчить про значні розбіжності цього показника залежно від видової та сортової специфіки культур. Вміст фітостеролів у арахісі на 58–202% задовольняє добову норму залежно від сорту. Уперше визначено вміст флавоноїдів у пшоні (1,07–2,21 мг/100 г), що значно менше, ніж у гречці (23,08–49,22 мг/100 г).

Визначено біофортифіковані сорти арахісу, гречки та проса, надано рекомендації для більш прецизійного використання їх у харчовій промисловості.

5. Підтверджено вибіркочну здатність арахісу, гречки та проса до накопичення токсичних речовин. Показано, що всі дослідні сорти за вмістом радіонуклідів, солей важких металів, афлатоксину В₁ не перевищують ГДК та мають знижену здатність до накопичення нітратів. Вивчені сорти арахісу,

гречки та проса більшою мірою накопичують оксалати. Арахіс містить найбільше цих речовин (139–252 мг/100 г) та через високий оксалатний індекс (1,5–3,7) має антипоживні властивості. У гречки та проса індекс становить 0,17–0,78 і не перевищує нормативів (за винятком сорту гречки Дюймовочка). Доведено також, що вміст солей Міді в сортах арахісу Біло-рожевий 2, AR 2 та AR 4 перевищує рівень ГДК в 1,2–1,3 разу. Усі сорти арахісу потребують детоксикації.

6. Із використанням системного підходу запропоновано модель корекції дефіциту фітостеролів, яка є методологічним алгоритмом цього процесу. Він складається з таких етапів: вивчення причин виникнення дефіциту фітостеролів та способів його подолання; за допомогою маркетингових досліджень обґрунтування асортименту холестеринознижуючої харчової продукції; розробка рецептур та технологій виробництва нових продуктів; підтвердження профілактичної ефективності розроблених продуктів за допомогою медико-біологічних досліджень; розробка харчового раціону з використанням нової продукції; доведення розроблених продуктів до споживача. Ця модель може бути покладена в основу розробки однорідних груп продуктів із підвищеним вмістом фітостеролів.

7. Розроблено технології отримання арахісових паст, арахісових олій і арахісу смаженого зі смако-ароматичними добавками, які додатково включають операції зі зниження вмісту токсичних і антипоживних речовин, а саме проведення гідротермічної обробки арахісу за температури 100...110 °С (гідромодуль 1:3) протягом 30–40 хв із наступним обсмаженням за температури 120...145 °С протягом 30–35 хв. Ці операції забезпечують зниження вмісту шавлевої кислоти та її солей на 67,2–76,0%, а солей Міді – на 28,8–38,0%. Перетравність білка підвищується на 20 мг тирозину.

За допомогою математичного моделювання розроблено рецептурний склад арахісових паст (молочної та шоколадної) й арахісу смаженого зі смако-ароматичними добавками («Куркума та часник», «Паприка та червоний перець», «Васабі та орегано»).

За допомогою математичного моделювання встановлено, що для створення купажованої олії з оптимізованим жирнокислотним складом необхідне таке співвідношення олій, мас. %: арахісова – 86, лляна – 14. Для стабілізації розробленого купажу додавали олійні екстракти листя шавлії, або листя чорної смородини, або часнику, або плодів шипшини в кількості 5% до маси купажу, що дає змогу підвищити його окисну стабільність в 1,2–1,7 разу.

8. Науково обґрунтовано технології виробництва бездріжджового хліба з використанням продуктів переробки гречки та проса та ферментативного препарату Pentoran BG500. Показано, що гідролітичне розщеплення стероїдного комплексу гречки та пшона активно відбувається за режимами, які були відпрацьовані на модельних системах і рекомендовані до використання. Установлено раціональну кількість додавання до сировини ферментного препарату Pentoran BG500: $6,43 \times 10^{-3}$ кг (для хліба з гречаним борошном) та $6,0 \times 10^{-3}$ кг (для хліба з пшоном).

Проведені пробні випікання та результати визначення показників якості нових видів хліба дозволили встановити оптимальне дозування гречаного борошна в кількості 30–40% від загальної маси борошна та пшона, попередньо відвареного до напівготовності, у кількості 20–30%. На основі комплексу експериментальних досліджень та результатів математичного моделювання розроблено рецептурний склад нових видів хліба оздоровчого призначення – «Гречана сила» та «Пшоняний».

9. Під час комплексного дослідження визначено, що за органолептичними показниками, амінокислотним складом білка та жирнокислотним складом жиру, вмістом біологічно активних речовин нові продукти більш збалансовані, ніж аналоги; доведено їх високу перетравність і відсутність антипоживних властивостей. За показниками хімічної та мікробіологічної безпечності нові продукти відповідають вимогам нормативної документації. Доведено високий вміст у них біологічно активних форм фітостеролів: в арахісових пастах 322,2–326,3 мг/100 г, в оліях 201,8–221,3 мг/100 г, у снеках 527,7–535,3 мг/100 г, у хлібі «Гречана сила» 50,1 мг/100 г, у хлібі «Пшоняний» 26,8 мг/100 г, що значно перевищує вміст цих речовин у продуктах-аналогах.

Установлено умови та гарантійні терміни зберігання нових продуктів у сухих добре вентильованих приміщеннях за температури від 5 °С до 25 °С і відносної вологості повітря не більше 75%: для арахісових паст – у скляній тарі не більше 4 міс., для арахісових олій у пляшках із темного скла – не більше 12 міс. для снеків у пакетах із біаксально орієнтованого поліпропілену – не більше 6 міс., для хліба в полімерній поліетиленовій плівці – не більше 72 год.

10. Медико-біологічними дослідженнями підтверджено профілактичну ефективність розроблених продуктів. Доведено, що їх уживання не призводить до метаболічних порушень. При цьому показано: відсутність вірогідного збільшення маси тіла, зменшення проявів вісцерального ожиріння, зменшення вмісту глюкози в сироватці крові, зменшення загального холестерину за рахунок «поганого» холестерину.

11. Розроблено раціон харчування як харчову систему зниження холестеринового тиску на організм людини, який можна використовувати і на підприємствах харчування, і вдома. Середня енергетична калорійність раціону становить 2373 ккал, що забезпечено за рахунок білків на 17,3%, жирів на 40%, вуглеводів на 44,7%. Показано, що розроблений раціон харчування повною мірою задовольняє вимоги ФАО/ВООЗ та МОЗ України за вмістом незамінних амінокислот, ПНЖК та МНЖК, харчових волокон, фітостеролів (827–940 мг). Доведено припущення, що за умови вживання розробленого раціону вміст «поганого» холестерину знижується на 5%.

12. Розроблено та затверджено в установленому порядку п'ять комплектів нормативної документації на нові продукти. Реалізовано комплекс заходів з упровадження запропонованих технологій у закладах харчової промисловості України, а також в освітній процес.

Установлено, що прибуток від реалізації продукції з холестеринознижуючими властивостями становитиме 2,6–20,5 тис. грн на 1 т

готової продукції залежно від її виду. Економічний ефект від виробництва нової продукції, розрахований за обсягом надходжень до бюджету, визначено на рівні 7,3–69,5 тис. грн з кожної тонни нової продукції залежно від її виду.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Дубініна А. А., Хоменко О. О., Ленерт С. О., Черевична Н. І. Дослідження хімічного складу та оцінка якості сортів арахісу, адаптованих до вирощування в Україні: монографія. Харків: ХДУХТ, 2017. 101 с. *Внесок здобувача: розділи з дослідження хімічного складу сортів арахісу, адаптованих до вирощування в Україні.*

2. Cherevko O. I., Dubinina A. A., Mykhailov V. M., Shcherbakova T. V., Khatskevych Yu. M., Lenert S. O., Borysova A. O. Color formation in products from fruit and vegetables during their processing: monograph. Kharkiv: KhSUFTT, 2017. 93 p. *Внесок здобувача: розділи з дослідження формування кольорів продуктів під час переробки.*

3. Дубініна А. А., Попова Т. М., Ленерт С. О. Гершун В. С. та ін. Товарознавча оцінка круп із гречки та проса різних селекційних сортів: монографія. Харків: ХДУХТ, 2018. 130 с. *Внесок здобувача: розділи з дослідження якості круп із гречки та проса різних селекційних сортів.*

4. Дубініна А. А., Ленерт С. О., Хоменко О. О. Дослідження загального хімічного складу сортів арахісу, поширених в Україні // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: зб. наук. пр. / Харк. держ. ун-т харч. та торг. Харків, 2012. Ч. 1(15). С. 422–428. **Стаття у науковому виданні, включеному до Переліку наукових фахових видань України.** *Внесок здобувача: наукове обґрунтування теоретичних положень щодо генетичної варіації хімічного складу арахісу сортів, які поширені в Україні, узагальнення результатів.*

5. Дубініна А. А., Ленерт С. О., Хоменко О. О. Використання арахісу у виробництві продуктів функціонального призначення // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: зб. наук. пр. / Харк. держ. ун-т харч. та торг. Харків, 2013. Ч. 1(17). С. 109–116. **Стаття у науковому виданні, включеному до Переліку наукових фахових видань України.** *Внесок здобувача: проведення літературного пошуку, наукове обґрунтування теоретичних положень щодо виробництва продуктів на основі арахісу, формулювання наукової концепції.*

6. Дубініна А., Ленерт С., Хоменко О. Накопичення важких металів в сортах арахісу, поширених в Україні // Товари і ринки. 2013. № 1. С. 82–93. **Стаття у науковому виданні, включеному до Переліку наукових фахових видань України, яке входить до міжнародних наукометричних баз (Index Copernicus та ін.).** *Внесок здобувача: керівництво експериментальними дослідженнями, з визначення закономірностей накопичення важких металів в сортах арахісу, які поширені в Україні.*

7. Дубініна А. А., Ленерт С. А., Хоменко О. О. Аналіз вітамінного та мінерального складу сортів арахісу, поширених в Україні // Східно-Європейський журнал передових технологій. 2013. № 6/11(66). С. 4–7. **Стаття у науковому**

виданні, включеному до Переліку наукових фахових видань України. Внесок здобувача: постановка проблеми, керівництво експериментальними дослідженнями, аналіз результатів щодо біологічної цінності різних сортів арахісу.

8. Дубініна А. А., Попова Т. М., Ленерт С. О. Хімічний склад пшона із зерна проса різних сортів, районованих у Харківській області // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: зб. наук. пр. / Харк. держ. ун-т харч. та торг. Харків, 2013. Ч. 2(18). С. 151–158. **Стаття у науковому виданні, включеному до Переліку наукових фахових видань України. Внесок здобувача: наукове обґрунтування теоретичних положень щодо генетичної варіації хімічного складу пшона із зерна проса різних сортів.**

9. Dubinina A., Lehnert S., Khomenko O. Aminoacid composition of protein and its biological value in seeds of peanut sorts widen in Ukraine // Journal of International Scientific Publications: Agriculture and Food. 2014. Vol. 2. P. 501–510. **Стаття у науковому періодичному виданні Болгарії з напрямку, з якого підготовано дисертацію. Внесок здобувача: керівництво експериментальними дослідженнями щодо визначення амінокислотного складу білка арахісу та обґрунтування закономірностей сортового впливу на ці показники.**

10. Дубинина А. А., Ленерт С. А., Попова Т. Н. Содержание оксалатов в гречневой крупе из гречки разных сортов // Scientific Letters of Academic Society of Michal Baludansky. 2014. Vol. 2. № 5. P. 21-23. **Стаття у науковому періодичному виданні Словацької Республіки з напрямку, з якого підготовано дисертацію. Внесок здобувача: розробка методології досліджень, встановлення закономірностей накопичення оксалатів гречкою різних сортів.**

11. Дубініна А. А., Попова Т. М., Ленерт С. О. Аналіз хімічного складу гречаної крупи із гречки різних селекційних сортів // Східно-Європейський журнал передових технологій. 2014. № 4/10(70). С. 58–62. **Стаття у науковому виданні, включеному до Переліку наукових фахових видань України, яке входить до міжнародних наукометричних баз (Index Copernicus та ін). Внесок здобувача: проведення літературного пошуку, керівництво експериментальними дослідженнями щодо встановлення генетичної варіації основних харчових речовин в крупі з гречки.**

12. Дубініна А. А., Ленерт С. О., Хоменко О. О. Стабілізація до окиснення ліпідів арахісово-ляного купажу // Технологічний аудит та резерви виробництва. 2014. № 4/2(18). С. 10–14. **Стаття у науковому виданні, включеному до Переліку наукових фахових видань України, яке входить до міжнародних наукометричних баз (Index Copernicus та ін.). Внесок здобувача: постановка проблеми, обґрунтування використання олійних екстрактів з часнику, плодів шипшини, листя щавлії та чорної смородини для стабілізації окиснення ліпідів арахісово-ляного купажу.**

13. Дубініна А., Попова Т., Ленерт С. Вітамінний і мінеральний склад крупів із гречки // Товари і ринки. 2014. № 2(18). С. 106–115. **Стаття у науковому виданні, включеному до Переліку наукових фахових видань України, яке входить до міжнародних наукометричних баз (Index Copernicus та ін.). Внесок здобувача: розробка методології досліджень щодо визначення вітамін-**

ного та мінерального складу крупів із гречки, встановлення сортового впливу на ці показники.

14. Дубініна А. А., Хоменко О. О., Ленерт С. О. Нова купажована олія з оптимізованим жирнокислотним складом // Наукові праці Національного університету харчових технологій. 2014. Ч. 20(4). С. 211–216. **Стаття у науковому виданні, включеному до Переліку наукових фахових видань України, яке входить до міжнародних наукометричних баз (Index Copernicus та ін.).** *Внесок здобувача: теоретичне обґрунтування можливості оптимізувати жирнокислотний склад арахісової олії за допомогою лляної олії, розробка рецептури купажу.*

15. Дубініна А. А., Попова Т. М., Ленерт С. О. Вміст нітратів у гречаній крупі та пшоні із гречки та проса різних сортів // Молодий вчений. 2015. № 10(25). Ч. 1. С. 8–11. *Внесок здобувача: встановлення закономірностей накопичення нітратів у гречаній крупі та пшоні в залежності від сорту гречки та проса.*

16. Дубініна А. А., Ленерт С. О., Попова Т. М. Аналіз амінокислотного складу та біологічної цінності білка крупи із гречки різних сортів // Технологічний аудит та резерви виробництва. 2015. № 4(24). Т. 4. С. 55–61. **Стаття у науковому виданні, включеному до Переліку наукових фахових видань України, яке входить до міжнародних наукометричних баз (Index Copernicus та ін.).** *Внесок здобувача: організація і проведення експериментальних досліджень щодо визначення амінокислотного складу білка крупи з гречки різних сортів.*

17. Дубініна А. А., Ленерт С. О., Попова Т. М. Дослідження стероїдного комплексу крупи із гречки різних сортів // Наукові праці Національного університету харчових технологій. 2015. Т. 21, № 6. С. 204–210. **Стаття у науковому виданні, включеному до Переліку наукових фахових видань України, яке входить до міжнародних наукометричних баз (Index Copernicus та ін.).** *Внесок здобувача: теоретичне обґрунтування концепції та розробка методології досліджень щодо вивчення стероїдного комплексу гречки різних сортів, визначення найкращих сортів.*

18. Дубініна А. А., Ленерт С. О., Попова Т. М. Використання пшона у виробництві хліба оздоровчого призначення // Харчова наука і технологія. 2016. Т. 10. Вип. 4. С. 18–24. **Стаття у науковому виданні, включеному до Переліку наукових фахових видань України, яке входить до міжнародних наукометричних баз (Web of Science та ін.).** *Внесок здобувача: проведення літературного пошуку, розробка та обґрунтування технології виробництва хліба з використанням пшона та ферментного препарату Pentopan BG500.*

19. Дубініна А., Ленерт С., Хоменко О. Моделювання складу арахісових паст підвищеної біологічної цінності // Товари і ринки. 2016. № 1. С. 193–207. **Стаття у науковому виданні, включеному до Переліку наукових фахових видань України, яке входить до міжнародних наукометричних баз (Index Copernicus та ін.).** *Внесок здобувача: наукове обґрунтування теоретичних положень щодо моделювання складу арахісових паст підвищеної біологічної цінності.*

20. Dubinina A., Lehnert S., Khomenko O., Shcherbakova T., Maluk L. Development of the method of peanuts detoxification and improvement of its

digestion. The Annals of the University Dunarea de Jos of Galati Fascicle VI // Food Technology. 2016. № 40(1). P. 9–22. **Стаття у науковому періодичному виданні Румунії з напрямку, з якого підготовано дисертацію, яке входить до міжнародних наукометричних баз (Scopus, Web of Science та ін.). Внесок здобувача: постановка проблеми, розробка способу детоксикації арахісу, визначення закономірностей зниження вмісту оксалатів та солей Міді..**

21. Дубініна А. А., Щербакова Т. В., Хацкевич Ю. М., Ленерт С. О. Способи стабілізації кольору рослинної сировини під час її переробки // Наукові праці Національного університету харчових технологій. 2017. № 3. С. 121–141. **Стаття у науковому виданні, включеному до Переліку наукових фахових видань України, яке входить до міжнародних наукометричних баз (Index Copernicus та ін.). Внесок здобувача: постановка проблеми, дослідження способів стабілізації кольору арахісу під час його обсмаження, аналіз результатів.**

22. Дубініна А. А., Щербакова Т. В., Хацкевич Ю. М., Ленерт С. О., Борисова А. О. Вплив технологічних чинників на колір рослинної сировини // // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: зб. наук. пр. / Харк. держ. ун-т харч. та торг. Харків, 2017. Ч. 2(26). С. 374–390. **Стаття у науковому виданні, включеному до Переліку наукових фахових видань України, яке входить до міжнародних наукометричних баз (Index Copernicus та ін.). Внесок здобувача: проведення літературного пошуку, встановлення закономірностей впливу технологічних чинників на колір рослинної сировини.**

23. Lenert S., Dubinina A., Deynichenko G., Khomenko O., Haponceva O., Comparative quality assessment of peanut and peanut-flaxseed oil // Eureka: Life Sciences. 2018. № 6. С. 48–56. **Стаття у науковому періодичному виданні Естонської Республіки з напрямку, з якого підготовано дисертацію. Внесок здобувача: наукове обґрунтування теоретичних положень, проведення порівняльної оцінки якості арахісової і арахісово-ляної олії.**

24. Lehnert S., Malyuk L., Dubinina A., Khomenko O., Radchenko A., Sokolovskaya E. Changes in the Quality Indicators of Peanut Butter Pastes During Storage // Invitation. Commodity Science – Traditions And Actuality. University of Economics. Varna, 2018. P. 254–260. **Стаття у науковому періодичному виданні Болгарії з напрямку, з якого підготовано дисертацію. Внесок здобувача: дослідження змін у показниках якості паст із арахісової олії під час зберігання.**

25. Lehnert S., Dubinina A., Deynichenko H., Khomenko O., Gapontseva O., Antoniuk I., Medvedeva A., Demichkovska M., Vasylieva O. The study of influence of natural antioxidants on quality of peanut and linseed oil blends during their storage // Східно-Європейський журнал передових технологій. 2018. № 3(11). С. 44–50. **Стаття у науковому виданні, включеному до Переліку наукових фахових видань України, яке входить до міжнародних наукометричних баз (Scopus та ін.). Внесок здобувача: теоретичне обґрунтування використання природних антиоксидантів для окисної стабілізації олії, керівництво експериментальними дослідженнями.**

26. Дубініна А. А., Ленерт С. О., Летуца Т. М., Непочатих Т. А., Щербакова І. С. Мікотоксини в рослинній сировині // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: зб. наук.

пр. / Харк. держ. ун-т харч. та торг. Харків, 2019. Ч. 1(29). С. 215–228. **Стаття у науковому виданні, включеному до Переліку наукових фахових видань України, яке входить до міжнародних наукометричних баз (Index Copernicus та ін.).** *Внесок здобувача: теоретичне обґрунтування необхідності дослідження мікотоксинів у рослинній сировині, методів їх визначення, вивчення впливу виду та сорту рослин на їх накопичення.*

27. Lehnert S., Khomenko O., Dubinina A., Malyuk L., Skyrda O., Radchenko A. Development of Peanut Quality Criteria for Determination of its Rational Use // Science and innovation. 2019. № 5(2). P. 27–37 **Стаття у науковому виданні, включеному до Переліку наукових фахових видань України, яке входить до міжнародних наукометричних баз (Web of Science та ін.).** *Внесок здобувача: розробка критеріїв якості арахісу для визначення його раціонального використання.*

28. Dubinina A., Lehnert S., Khomenko O., Vinnikova V., Tatar L. Quality and safety of new blended oils // Food science and technology. 2019. № 13(3). P. 112–117. **Стаття у науковому виданні, включеному до Переліку наукових фахових видань України, яке входить до міжнародних наукометричних баз (Web of Science та ін.).** *Внесок здобувача: керівництво експериментальними дослідженнями щодо визначення якості та безпеки нових купажованих арахісових олій.*

29. Дубініна А. А., Попова Т. М., Ленерт С. О., Холодна А. В. Розробка рецептурного складу та оцінка якості хліба з гречаним борошном // Молодий вчений. 2019. № 1(65). С. 189–192. *Внесок здобувача: теоретичне обґрунтування та розробка рецептурного складу та оцінка якості хліба з гречаним борошном.*

30. Дубініна А. А., Попова Т. М., Ленерт С. О., Гершун В. С. Комплексна оцінка якості пшона із проса різних сортів // Вчені записки ТНУ ім. В. І. Вернадського. 2020. Т. 31(70). Ч. 2(2). С. 105–110. **Стаття у науковому виданні, включеному до Переліку наукових фахових видань України, яке входить до міжнародних наукометричних баз (Index Copernicus та ін.).** *Внесок здобувача: обґрунтовано теоретичні положення, досліджено якість пшона із проса різних сортів.*

31. Дубініна А. А., Ленерт С. О., Селютіна Г. А., Попова Т. М., Селютін В. М., Беляєва І. М. Наукові підходи до формування споживних властивостей нового продукту // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: зб. наук. пр. / Харк. держ. ун-т харч. та торг. Харків, 2021. Вип. 1(33). С. 199–211. **Стаття у науковому виданні, включеному до Переліку наукових фахових видань України, яке входить до міжнародних наукометричних баз (Index Copernicus та ін.).** *Внесок здобувача: постановка проблеми, наукове обґрунтування теоретичних положень щодо формування споживних властивостей нових продуктів.*

32. Ленерт С. О. Властивості фітостерилферулятів // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: зб. наук. пр. / Харк. держ. ун-т харч. та торг. Харків, 2021. Вип. 1(33). С. 211–223. **Стаття у науковому виданні, включеному до Переліку наукових фахових**

видань України, яке входить до міжнародних наукометричних баз (Index Copernicus та ін.). Внесок здобувача: проведення наукового пошуку щодо дослідження властивостей фітостерилферулятів, аналіз результатів.

33. Арахісова паста: пат. на винахід 105348, Україна: МПК А 23L 2/39, А 23L 2/60 (2006.01) / Черевко О. І., Дубініна А. А., Дейниченко Г. В., Ленерт С. О., Хоменко О. О.; заявник та патентовласник Харківський державний університет харчування та торгівлі. № u201510161; заявл. 19.10.2015; опубл. 10.03.2016, Бюл. № 5. 4 с. *Внесок здобувача: проведено патентний пошук, систематизовано результати, підготовлено заявку та основний зміст винаходу.*

34. Арахісова паста: пат. на корисну модель 105354, Україна: МПК (2016.01) А23L 25/00 / Черевко О. І., Дубініна А. А., Дейниченко Г. В., Ленерт С. О., Хоменко О. О.; заявник та патентовласник Харківський державний університет харчування та торгівлі. № u201510228; опубл. 10.03.2016, Бюл. № 5. 4 с. *Внесок здобувача: проведено патентний пошук, систематизовано результати, підготовлено основний зміст корисної моделі.*

35. Купажована олія з рослинним екстрактом: пат. на корисну модель 105344, Україна: МПК А23D 9/00 (2016.01) / Черевко О. І., Дубініна А. А., Дейниченко Г. В., Ленерт С. О., Хоменко О.О.; заявник та патентовласник Харківський державний університет харчування та торгівлі. № u201510155; заявл. 19.10.2015; опубл. 10.03.2016, Бюл. № 5. 5 с. *Внесок здобувача: проведено патентний пошук, систематизовано результати, підготовлено основний зміст корисної моделі.*

36. Купажована олія з рослинним екстрактом: пат. на корисну модель 105345, Україна: МПК А23D 9/00 (2016.01) / Черевко О. І., Дубініна А. А., Дейниченко Г. В., Ленерт С. О., Хоменко О. О.; заявник та патентовласник Харківський державний університет харчування та торгівлі. № u201510156; заявл. 19.10.2015; опубл. 10.03.2016, Бюл. № 5. 5 с. *Внесок здобувача: проведено патентний пошук, систематизовано результати, підготовлено основний зміст корисної моделі.*

37. Купажована олія з рослинним екстрактом: пат. на корисну модель 105346, Україна: МПК А23D9/00 / Черевко О. І., Дубініна А. А., Дейниченко Г. В., Ленерт С. О., Хоменко О. О.; заявник та патентовласник Харківський державний університет харчування та торгівлі. № u201510157; заявл. 19.10.2015; опубл. 10.03.2016, Бюл. № 5. 5с. *Внесок здобувача: проведено патентний пошук, систематизовано результати, підготовлено основний зміст корисної моделі.*

38. Купажована олія з рослинним екстрактом: пат. на корисну модель 105347, Україна: МПК А23D 9/00 (2016.01) / Черевко О. І., Дубініна А. А., Дейниченко Г. В., Ленерт С. О., Хоменко О. О.; заявник та патентовласник Харківський державний університет харчування та торгівлі. № u201510158; заявл. 19.10.2015; опубл. 10.03.2016, Бюл. № 5. 5 с. *Внесок здобувача: проведено патентний пошук, систематизовано результати, підготовлено основний зміст корисної моделі.*

39. Гречаний хліб підвищеної харчової та біологічної цінності: пат. на ко-

рисну модель 128764, Україна: МПК А21D 13/00, А21D 2/00 (2018.01) / Дубініна А. А., Попова Т. М., Ленерт С. О., Іванніков П. В., Гершун В. С., Холодна А. В.; заявник та патентовласник Харківський державний університет харчування та торгівлі. № u201802978; заявл. 23.03.2018; опубл. 10.10.2018, Бюл. № 19. 5 с. *Внесок здобувача: проведено патентний пошук, систематизовано результати, підготовлено основний зміст корисної моделі.*

40. Хліб із пшеничного борошна з додаванням пшона: пат. на корисну модель 128841, Україна: МПК А21D 13/00, А21D 2/00 (2018.01) / Дубініна А. А., Попова Т. М., Ленерт С. О., Іванніков П. В., Гершун В. С., Холодна А. В.; заявник та патентовласник Харківський державний університет харчування та торгівлі. № u201802943; заявл. 23.03.2018; опубл. 29.10.2018, Бюл. № 20. 5 с. *Внесок здобувача: проведено патентний пошук, систематизовано результати, підготовлено основний зміст корисної моделі.*

41. Гречаний хліб підвищеної харчової та біологічної цінності: пат. на винахід 121061, Україна: МПК (2020.01) А21D 2/00 А21D 8/04 (2006.01) А21D 13/04 (2017.01) / Дубініна А. А., Попова Т. М., Ленерт С. О., Іванніков П. В., Гершун В. С., Холодна А. В.; заявник та патентовласник Харківський державний університет харчування та торгівлі. № a201802950; заявл. 23.03.2018; опубл. 25.03.2020, Бюл. № 6. 5 с. *Внесок здобувача: проведено патентний пошук, систематизовано результати, підготовлено заявку та основний зміст винаходу.*

42. Дубініна А. А., Ленерт С. О., Хоменко О. О. Порівняльна оцінка різних сортів арахісу за вмістом олеїнової кислоти // Прогресивна техніка та технологія харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі. Економічна стратегія і перспективи розвитку сфери торгівлі та послуг: Міжнар. наук.-практ. конф., присвяч. 45-річчю ХДУХТ, 18 жовтня 2012 р.: тези доп. у 2 ч. Х.: ХДУХТ, 2012. С. 275–276. *Внесок здобувача: організація експериментальних досліджень щодо визначення вмісту олеїнової кислоти в арахісі різних сортів.*

43. Дубініна А. А., Ленерт С. А., Хоменко О. О. Накопичення оксалатів арахісом // Сучасний ринок товарів та проблеми здорового харчування: Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф., 13–14 травня 2013 г. Харків, 2013. С. 15–16. *Внесок здобувача: проведення літературного пошуку, дослідження накопичення оксалатів у арахісі.*

44. Дубініна А. А., Попова Т. М., Ленерт С. О. Сучасні напрями селекційної роботи з виведення нових сортів гречки та проса // Прогресивна техніка та технології харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі. Економічна стратегія і перспективи розвитку сфери торгівлі та послуг: Міжнар. наук.-практ. конф., 19 листопада 2013 р.: тези доп. у 2 ч. Х.: ХДУХТ, 2013. Ч. 1. С. 293–294. *Внесок здобувача: проведення літературного пошуку щодо нових сортів гречки та проса.*

45. Дубініна А. А., Ленерт С. О., Попова Т. М. Порівняльний аналіз вітамінного та мінерального складу пшона із зерна проса різних сортів, районів в Україні // Perspektywiczne opracowania sa nauka i technikami-2013: IX Międzynarodowej naukowo-praktycznej konferencji, 07-15 listopada 2013 r.:

materialy. Rolnictwo: Przemysl: Nauka i studia, Польша, 2013. Vol. 32. P. 97–101. *Внесок здобувача: організація і проведення експериментальних досліджень вітамінного та мінерального складу пшона із різних сортів проса.*

46. Cherevko O., Yancheva L., Dubinina A., Lehnert S., Khomenko O. Determination of fatty acid composition of peanut of different sorts by the method of gaseous chromatography // 18th IGWT Symposium «Technology and Innovation for a Sustainable Future»: a Commodity Science Perspective, September 24th – 28th 2012. Rome, Italy, 2012. *Внесок здобувача: постановка проблеми, експериментальні дослідження, аналіз результатів.*

47. Dubinina A., Malyuk L., Selyutina G., Letuta T., Lehnert S. Chemical composition of vegetables of different sorts, which are widespread in Ukraine // 18th IGWT Symposium «Technology and Innovation for a Sustainable Future»: a Commodity Science Perspective, September 24th – 28th 2012. Rome, Italy, 2012. *Внесок здобувача: постановка проблеми, експериментальні дослідження, аналіз результатів.*

48. Дубініна А. А., Ленерт С. О., Хоменко О. О. Дослідження вмісту шавлевої кислоти у різних сортах арахісу, поширеного в Україні // Прогресивна техніка і технології харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі. Економічна стратегія і перспективи розвитку сфери торгівлі та послуг: Міжнар. наук.-практ. конф., присвяч. 75-річчю з дня народж. ректора університету, д-ра техн. наук, проф., чл.-кор. ВАСГНІЛ Беляєва Михайла Івановича, 19 листопада 2013 р.: тези доп. у 2 ч. Х.: ХДУХТ, 2013. Ч. 1. С. 289–290. *Внесок здобувача: розробка методології досліджень щодо визначення вмісту оксалатів у різних сортах арахісу.*

49. Дубініна А. А., Ленерт С. О., Хоменко О. О. Оцінка вмісту нітратів у сортах арахісу колекції Інституту олійних культур УААН // Дни науки: Междунар. науч.-практ. конф., 27 марта – 05 апреля 2014 г. Чехия, 2014. С. 23–25. *Внесок здобувача: постановка проблеми, експериментальні дослідження щодо вмісту нітратів у арахісі.*

50. Дубініна А. А., Ленерт С. О., Хоменко О. О. Антиоксидантні властивості арахісу // Достижения высшей школы – 2013: IX междунар. науч.-практ. конф. 17–25 ноября 2013 г. София, Болгария, 2013. С. 9–13. *Внесок здобувача: постановка проблеми, експериментальні дослідження щодо визначення антиоксидантних властивостей арахісу.*

51. Дубініна А. А., Попова Т. М., Ленерт С. О. Органолептична оцінка якості пшона із проса різних сортів, районованих в Україні // Інноваційні технології в харчовій промисловості та ресторанному господарстві: міжнар. наук.-практ. інтернет-конф., 12–14 листопада 2014 р. Х.: ХДУХТ. 2013. С. 99–100. *Внесок здобувача: постановка проблеми, експериментальні дослідження, аналіз результатів.*

52. Дубініна А. А., Ленерт С. О., Хоменко О. О. Моніторинг активності ¹³⁷Cs та ⁹⁰Sr в арахісі колекції Інституту олійних культур УААН // Prospects of world science: IX Міжнар. наук.-практ. конф., 30 липня – 07 серпня 2014 р. Великобританія, Шеффілд, 2014. С. 27–30. *Внесок здобувача: постановка проблеми, експериментальні дослідження, аналіз результатів.*

53. Дубініна А. А., Попова Т. М., Ленерт С. О. Вміст оксалатів у пшоні із зерна проса різних сортів, поширених в Україні // Розвиток харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі: проблеми, перспективи, ефективність: міжнар. наук.-практ. конф., 22 травня 2014 р.: тези доп. у 2 ч. Х.: ХДУХТ, 2014. Ч. 1. С. 180–181. *Внесок здобувача: керівництво експериментальними дослідженнями, підготовка матеріалів до публікації.*

54. Дубініна А. А., Ленерт С. О., Хоменко О. О. Оптимізація жирнокислотного складу купажу на основі арахісової олії // Розвиток харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі: проблеми, перспективи, ефективність: міжнар. наук.-практ. конф., 14 травня 2015р.: тези доп. у 2 ч. Х.: ХДУХТ, 2015. Ч. 1. С. 189–190. *Внесок здобувача: постановка проблеми, розробка методології досліджень, експериментальні дослідження, аналіз результатів.*

55. Дубініна А. А., Ленерт С. О., Попова Т. М. Дослідження здатності до накопичення радіонуклідів у пшоні із проса різних сортів // Zprávy vědecké ideje – 2015: XI mezinárodní vědecko-praktická konference, 27 října – 05 listopadu 2015 r.: materiály. Praha: Publishing House «Education and Science» s.r.o, 2015. Díl 10. Р. 48–52. *Внесок здобувача: наукове обґрунтування теоретичних положень, узагальнення результатів, підготовка матеріалів до публікації.*

56. Дубініна А. А., Ленерт С. О., Хоменко О. О. Математичний підхід до створення арахісово-ляної купажованої олії // Розвиток харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі: проблеми, перспективи, ефективність: Міжнар. наук.-практ. конф., 14 травня 2015 р.: тези доп. у 2 ч. Х.: ХДУХТ, 2015. Ч. 1. С. 195–196. *Внесок здобувача: постановка проблеми, експериментальні дослідження, аналіз результатів.*

57. Дубініна А. А., Попова Т. М., Ленерт С. О. Вміст радіонуклідів у крупі з гречки різних сортів, поширених в Україні // Розвиток харчових виробництв, ресторанного та готельного господарства і торгівлі: проблеми, перспективи, ефективність: Міжнар. наук.-практ. конф., 19 травня 2016 р.: тези доп. у 2 ч. Х.: ХДУХТ, 2016. Ч. 1. С. 241. *Внесок здобувача: постановка проблеми, експериментальні дослідження, аналіз результатів.*

58. Дубініна А. А., Хоменко О. О., Ленерт С. О., Малюк Л. П. Хімічний склад смаженого арахісу з натуральними смако-ароматичними добавками // Розвиток харчових виробництв, ресторанного та готельного господарства і торгівлі: проблеми, перспективи, ефективність: Міжнар. наук.-практ. конф., 19 травня 2016 р.: тези доп. у 2-х ч. Х.: ХДУХТ, 2016. Ч. 1. С. 243. *Внесок здобувача: постановка проблеми, експериментальні дослідження, аналіз результатів.*

59. Дубініна А. А., Ленерт С. О., Малюк Л. П. Дослідження рівня афлатоксину В₁ в арахісі, вирощеному в Україні // Science without borders – 2016: міжнар. наук.-практ. конф., 30 березня – 7 квітня 2016 р. Шеффілд, 2016. С. 27–30. *Внесок здобувача: постановка проблеми, експериментальні дослідження, аналіз результатів.*

60. Дубініна А. А., Ленерт С. А., Хоменко О. О., Хацкевич Ю. М., Застосування дескрипторно-профільного методу дегустаційного аналізу під час оцінювання органолептичних показників якості арахісових паст // Інноваційні

аспекти розвитку обладнання харчової і готельної індустрії в умовах сучасності: Друга міжнар. наук.-практ. конф., 5–7 вересня 2017 р.: тези доп. у 2 ч. Х.: ХДУХТ, 2017. Ч. 1. С. 261–262. *Внесок здобувача: постановка проблеми, експериментальні дослідження, аналіз результатів.*

61. Дубініна А. А., Попова Т. М., Ленерт С. О. Органолептична оцінка якості крупи із гречки різних сортів, районуваних в Україні // Розвиток харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі: проблеми, перспективи, ефективність: міжнар. наук.-практ. конф., присвяч. 80-річчю з дня народж. ректора університету д-р техн. наук, проф., чл.-кор. ВАСГНІЛ Беляєва Михайла Івановича, 19 листопада 2018 р.: тези доп. у 2 ч. Харків: ХДУХТ, 2018. Ч. 1. С. 262–263. *Внесок здобувача: постановка проблеми, експериментальні дослідження, аналіз результатів.*

62. Дубініна А. А., Попова Т. М., Ленерт С. О., Гершун В. С. Інноваційні інгредієнти для створення продуктів оздоровчого харчування // Science without borders: XIII International scientific and practical Conference, March 30 – April 7, 2018. Sheffield: Science and education LTD, 2018. Vol. 9. P. 75–79. *Внесок здобувача: постановка проблеми, експериментальні дослідження, аналіз результатів.*

63. Попова Т. М., Ленерт С. О., Холодна А. В. Товарознавча оцінка якості нового хліба з пшоном // Science and civilization – 2018: XIV International scientific and practical conference, January 30 – February 7, 2018. Sheffield, 2018. P. 48–52. *Внесок здобувача: постановка проблеми, експериментальні дослідження, аналіз результатів.*

64. Дубініна А. А., Ленерт С. О., Гершун В. С. Способи збагачення харчових продуктів фітостеринами // Розвиток харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі: проблеми, перспективи, ефективність: міжнар. наук.-практ. конф., 15 травня 2019 р., тези доп. у 2 ч. Х.: ХДУХТ, 2019. Ч. 1. С. 177–178. *Внесок здобувача: постановка проблеми, експериментальні дослідження, аналіз результатів.*

65. Дубініна А. А., Ленерт С. О., Щербакова І. С. Рекомендації щодо поліпшення безпечності рослинної сировини з метою запобігання зараженню її мікотоксинами // Інноваційні аспекти розвитку обладнання харчової і готельної індустрії в умовах сучасності: III міжнар. наук.-практ. конф., 4–6 вересня 2019 р., тези доп. у 2 ч. Х.: ХДУХТ, 2019. Ч. 1. С. 197–198. *Внесок здобувача: постановка проблеми, експериментальні дослідження, аналіз результатів.*

66. Dubinina A. A., Lehnert S., Khomenko O., Radchenko A., Byelyayeva I., Nepochatykh T. Organoleptic analysis of new blended oils with natural antioxidant extracts // Congress on Food Quality and Safety, Health and Nutrition – NUTRICON. Ohrid, Macedonia. Book of Abstracts – Kontura, Scopje, Republic of Macedonia, June 12–14, 2019. P. 86. *Внесок здобувача: дослідження органолептичних показників нових купажованих олій з екстрактами природних антиоксидантів.*

67. Дубініна А. А., Попова Т. М., Ленерт С. О., Беляєва І. М., Гершун В. С., Непочатих Т. А. Особливості накопичення важких металів крупами із гречки і проса різних сортів // X International Congress «Flour-Bread'19»: XII Croatian Congress of Cereal Technologists «Brasno-Kruh'19». Osijek, Croatia, 2019. P. 95.

Внесок здобувача: дослідження особливостей накопичення важких металів крупами із гречки і проса різних сортів, аналіз результатів.

68. Lehnert S., Dubinina A., Letuta T., Belyayeva I., Popova T., Selyutina G., Karbivnycha T., Akmen V. Hydrolysis of γ -oryzanol by enzyme preparations // Congress on Food Quality and Safety, Health and Nutrition. NUTRICON 2021, June 9–11, 2021. Ohrid, Macedonia. Book of Abstracts – Kontura, Scopje, Republic of Macedonia, 2021. P. 239–240. *Внесок здобувача: постановка проблеми, формулювання гіпотези, керівництво експериментальними дослідженнями, аналіз результатів.*

69. Lehnert S., Dubinina A., Letuta T., Belyayeva I., Popova T., Selyutina G., Golovko T., Sorokina S. Optimization of the enzymatic hydrolysis of γ -oryzanol parameters by Pentopan 500 BG // Congress on Food Quality and Safety, Health and Nutrition – NUTRICON 2021, June 9–11, 2021. Ohrid, Macedonia. Book of Abstracts – Kontura, Scopje, Republic of Macedonia, 2021. P. 237–238. *Внесок здобувача: постановка проблеми, формулювання гіпотези, керівництво експериментальними дослідженнями, аналіз результатів.*

70. Дубініна А. А., Хацкевич Ю. М., Попова Т. М., Ленерт С. О. Загальна технологія харчових виробництв: навч. посібник. Харків: ХДУХТ, 2016. 497 с. *Внесок здобувача: розділи із загальних та наукових основ технології харчових виробництв.*

АНОТАЦІЯ

Ленерт С.О. Наукове обґрунтування технологій холестеринознижуючої харчової продукції. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.18.16 – технологія харчової продукції. Харківський державний університет харчування та торгівлі Міністерства освіти і науки України, Харків, 2021.

Вперше розроблено модель корекції дефіциту фітостеролів у раціоні харчування сучасної людини.

Уперше доведено гідролітичну активність ліпази *Candida rugosa* типу VII та ферментного препарату Pentopan BG500 відносно γ -оризанолу, науково обґрунтовано раціональні параметри гідролізу γ -оризанолу різними ферментними препаратами, розроблено математичні моделі, за допомогою яких можна керувати цим процесом та забезпечити гарантований вихід продуктів гідролізу (фітостеролів).

Комплексно досліджено хімічний склад, зокрема стероїдний комплекс, і біологічну цінність арахісу, гречки та проса сортів, поширених в Україні. Установлено видову і сортову закономірність накопичення контамінантів.

Науково обґрунтовано та розроблено технології холестеринознижуючої харчової продукції з використанням арахісу, гречки та проса; доведено їх профілактичну ефективність. Визначено основні показники якості, безпеки та їх зміни під час зберігання.

Розроблено раціон харчування як харчову систему зниження холестеринового тиску на організм людини. Проведено комплекс заходів з упровадження розроблених технологій на підприємствах харчування України. Доведено соціально-економічну ефективність виробництва холестеринознижувальної харчової продукції.

Ключові слова: фітостероли, γ -оризанол, ферменти, технологія, холестеринознижувача харчова продукція, арахіс, гречка, просо, пшоно, хліб, олії, пасти, снеки.

АННОТАЦІЯ

Ленэрт С.А. Научное обоснование холестериноснижающей пищевой продукции. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.18.16 – технология пищевой продукции. Харьковский государственный университет питания и торговли Министерства образования и науки Украины, Харьков, 2021.

Впервые разработана модель коррекции дефицита фитостеролов в рационе питания современного человека.

Впервые доказана гидролитическая активность липазы *Candida rugosa* типа VII и ферментного препарата Pentopan BG500 по отношению к γ -оризанолу, научно обоснованы рациональные параметры гидролиза γ -оризанола различными ферментными препаратами, разработаны математические модели, с помощью которых можно управлять этим процессом и обеспечить гарантированный выход продуктов гидролиза (фитостеролов).

Комплексно исследован химический состав и биологическая ценность арахиса, гречихи и проса сортов, распространенных в Украине. Определён их стероидный комплекс, установлены видовая и сортовая закономерность накопления контаминантов. Научно обоснована и разработана технология холестериноснижающей пищевой продукции с использованием арахиса, гречихи и проса, доказана их профилактическая эффективность. Определены основные показатели качества, безопасности и их изменения при хранении.

Разработан рацион питания как пищевая система снижения холестеринового давления на организм человека.

Проведен комплекс мероприятий по внедрению разработанных технологий на предприятиях питания Украины. Доказана социально-экономическая эффективность производства холестериноснижающей пищевой продукции.

Ключевые слова: фитостеролы, γ -оризанол, ферменты, технология, холестериноснижающая пищевая продукция, арахис, гречка, просо, пшено, хлеб, растительные масла, пасты, снеки.

ANNOTATION

Lehnert S.A. Scientific rationale for cholesterol-lowering food products. – Manuscript.

Dissertation for the degree of Doctor of Technical Sciences in specialty 05.18.16 – technology of food products. Kharkiv State University of Food and Trade, Ministry of Education and Science of Ukraine, Kharkiv, 2021.

This dissertation is devoted to scientific justification and technology development of cholesterol-lowering food products. It proposes a scientific concept, which is a systematic approach to correct phytosterol deficiencies in the diet by developing processing technologies for products from peanuts, buckwheat and millet varieties common in Ukraine, which were especially used in terms of chemical composition (particularly steroid complex), safety properties, enzymatic hydrolysis of those steroid complex rich raw materials and fortification of physiologically functional ingredients, which makes it possible to obtain environmentally friendly products with improved nutritional value and cholesterol-lowering properties.

On the basis of the formulated scientific concept, a model for the correction of phytosterol deficiency in the diet of modern man has been developed for the first time.

The hydrolytic activity of *Candida rugosa* lipase type VII and the enzyme preparation Pentopan BG500 to γ -orisanol has been proven for the first time.

The regularities of influence of reaction parameters, namely temperature, concentration of sodium taurocholate, enzyme:substrate:buffer ratio, incubation time, immobilization, mechanical influences (shaking and stirring) on γ -oryzanol enzymatic cleavage have been studied in complex model systems and determined.

Mathematical models for the enzymatic hydrolysis of γ -orizanol have been developed by means of mathematical modelling which give the possibility to control the process and to ensure a guaranteed yield of hydrolysis products (phytosterols).

The chemical composition and biological value of 19 varieties of peanuts, 6 varieties of buckwheat groats and 5 varieties of millet, which are common in Ukraine, were studied comprehensively. The specificity of accumulation of nutrients is based on genetically determined differences of species, varieties. For the first time the steroid complex of peanut, buckwheat and millet was studied qualitatively and quantitatively. It has been proven that the studied samples are a source of phytosterols, among which β -sitosterol in peanuts and buckwheat and stigmasterol in millet are predominant.

Biofortified varieties of peanuts, buckwheat and millet have been identified and recommendations especially for use in the food industry have been made.

The selective ability of peanuts, buckwheat and millet to accumulate toxic substances has been confirmed. Peanut, buckwheat and millet varieties have been studied to be more likely to accumulate oxalates.

The technologies for production of peanut paste, peanut butter and roasted peanuts with natural spices and herbs have been developed, which additionally include methods to reduce toxic and anti-nutritive substances in peanuts.

Mathematical modelling has been used to develop the formulation of peanut paste (milk and chocolate) and roasted peanuts with natural spices and herbs agents ("Curcuma and garlic", "Paprika and red pepper", Wasabi and oregano") and peanut butters blended with linseed oil.

To stabilise the developed blend, oil extracts of sage leaves or blackcurrant leaves or garlic or rose hip fruit were added.

The technology for yeast-free bread production using buckwheat and millet processing products and the enzymatic preparation Pentopan BG500 was scientifically substantiated. It was shown that the hydrolytic cleavage of the sterol complex of buckwheat and millet actively occurs according to the regimes which were worked out on model systems and recommended for use.

During a comprehensive study, it was determined that the new products are more balanced than analogues in terms of organoleptic indicators, amino acid composition of protein and fatty acid composition of fat, the content of biologically active substances, particularly phytosterols, and their high digestibility and absence of anti-nutritional properties have been proved.

The conditions and warranty shelf life of the new products have been established.

The prophylactic efficacy of the developed products has been confirmed by biomedical studies. It has been proven that their use does not lead to metabolic disorders.

The developed diets, as a food system to reduce cholesterol pressure on the human body, can also be used in catering establishments and at home.

Five sets of normative documentation for new products have been developed and approved. A set of measures for the implementation of the proposed technologies in the food industry institutions of Ukraine, as well as the educational process has been implemented.

It has been established that profit from sales of products with cholesterol-lowering properties will amount to 2.6...20.5 thousand UAH per 1 ton of finished product depending on its type. The economic effect from the production of those new products, calculated by the amount of income to the budget, is determined on the level of 7.3...69.5 thousand UAH for each ton of the new products, depending on their type.

Keywords: phytosterols, γ -orisanol, enzymes, technology, cholesterol-lowering food, peanuts, buckwheat, millet, bread, oils, pastes, snacks.

Підписано до друку 13.08.21 р. Формат 60 x 84 1/16. Папір офсет.
Друк-цифровий. Ум. друк. арк. 2,9. Тираж 130 прим. Зам. № 2129

Видавець та виготувач ТОВ «Друкарня Мадрид»
61024, м. Харків, вул. Гуданова 18. Тел.:0800-33-67-62
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи: Серія ДК № 4399 від 27.08.12 р.
www.madrid.in.ua info@madrid.in.ua