

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

Бочкарев Сергій Володимирович



УДК 664.346

**ТЕХНОЛОГІЯ БІЛКОВО-ЖИРОВОЇ СУМІШІ
ПІДВИЩЕНОЇ ХАРЧОВОЇ ЦІННОСТІ
СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ**

Спеціальність 05.18.06 – технологія жирів, ефірних масел і
парфумерно-косметичних продуктів

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Харків – 2019

Дисертацією є рукопис.

Роботу виконано на кафедрі органічного синтезу і нанотехнологій Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник доктор біологічних наук, професор
Кричківська Лідія Василівна,
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
завідувач кафедри органічного синтезу
і нанотехнологій.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, доцент
Носенко Тамара Тихонівна,
Національний університет харчових технологій, м. Київ,
в.о. завідувача кафедри технології жирів, хімічних
технологій харчових добавок та косметичних засобів;

кандидат технічних наук
Куниця Катерина Вікторівна,
Харківський торговельно-економічний інститут Київського
національного торговельно-економічного університету,
старший викладач кафедри інноваційних харчових і
ресторанних технологій.

Захист відбудеться 07 листопада 2019 р. о 10⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 64.050.05 у Національному технічному університеті «Харківський політехнічний інститут» за адресою: 61002, Харків, вул. Кирпичова, 2.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» за адресою: 61002, Харків, вул. Кирпичова, 2.

Автореферат розіслано 03 жовтня 2019 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради



Арутюнян Т.В.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Створення науково обґрунтованих технологій олієжирових продуктів, призначених для оздоровчого, дієтичного, лікувально-профілактичного та спеціального харчування різних верств населення є важливою задачею олійно-жирової галузі України. Одним з таких напрямків є проектування і виробництво пастоподібних білково-жирових сумішей підвищеної харчової цінності. Перспективною сировинною базою для них є олійне насіння культур, адаптованих до вирощування в Україні. Важливою умовою розробки та виробництва високоякісних білково-жирових сумішей є проведення досліджень хімічного складу, показників безпеки і технологічних властивостей сировини. Багатокомпонентні суміші олійного насіння відкривають широкі можливості для розробки продукції з заданим складом і властивостями. Актуальними тенденціями, які визначають розвиток цієї групи продуктів, є збагачення їх поліненасиченими жирними кислотами, зокрема α -ліноленою жирною кислотою, рослинними антиоксидантами, фітостеринами, незамінними амінокислотами. Але присутність в складі олійного насіння інгібіторів протеолітичних ферментів, що знижують засвоєння організмом білка, істотно обмежує його застосування в харчовій промисловості. Тому обґрунтування та розробка способів регулювання активності цих антиаліментарних факторів має важливе теоретичне і прикладне значення для підвищення ефективності переробки олійного насіння.

Варто відзначити, що в Україні існує сировинна база і промислові потужності для виробництва білково-жирових сумішей. Такі продукти можуть суттєво розширити асортимент вітчизняної олієжирової продукції оздоровчого, дієтичного, лікувально-профілактичного та спеціального призначення. Таким чином, розробка науково обґрунтованої технології білково-жирових сумішей підвищеної харчової цінності є актуальним науковим завданням, яке вирішується в дисертаційній роботі.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційну роботу виконано на кафедрі органічного синтезу і нанотехнологій НТУ «ХПІ» та в Українському науково-дослідному інституті олій та жирів (м. Харків) НААН України у рамках держбюджетних науково-дослідних робіт: «Розробка білково-жирової основи для раціонального харчування спортсменів» (ДР № 0117U002374) та «Розробка способу інактивації інгібіторів протеїназ в білково-жировій основі для раціонального харчування» (ДР № 0116U000178), де здобувач був відповідальним виконавцем окремих етапів робіт.

Мета і задачі дослідження. Метою дослідження є створення науково обґрунтованої технології білково-жирових сумішей підвищеної харчової цінності.

Для досягнення поставленої мети сформульовано наступні задачі:

- провести системний аналіз науково-технічної та патентної інформації за темою дисертації та сформулювати робочу гіпотезу щодо використання можливих сировинних компонентів білково-жирових сумішей як джерела незамінних амінокислот, поліненасичених жирних кислот, вітамінів, мікроелементів, рослинних антиоксидантів;
- науково обґрунтувати компонентний склад білково-жирової суміші та

визначити її показники якості;

- розробити технологічне рішення щодо зниження активності інгібіторів протеолітичних ферментів білково-жирової суміші для максимально можливого збільшення її харчової цінності;

- запропонувати технологічну схему виробництва білково-жирової суміші підвищеної харчової цінності на основі олійної сировини, розробити та узгодити проект технічних умов на білково-жирові суміші з олійного насіння;

- науково обґрунтувати рецептури жировмісних кондитерських виробів з додаванням білково-жирової суміші підвищеної харчової цінності і визначити органолептичні та фізико-хімічні показники отриманих продуктів;

- запровадити отримані результати наукових досліджень у виробництво та навчальний процес.

Об'єкт дослідження – технологія купажування насіння олійних культур.

Предмет дослідження – показники складу, якості та безпеки сировинних компонентів; характеристики харчової цінності, стабільності до окислювального псування, фізико-хімічні показники та органолептична оцінка готових продуктів.

Методи дослідження. В процесі виконання роботи використано теоретичні та експериментальні методи досліджень. Жирнокислотний склад олійного насіння, олій, білково-жирової суміші встановлено методом газорідинної хроматографії. Склад стеринової фракції олійного насіння та білково-жирової суміші встановлено методом газової хроматографії. Амінокислотний склад олійного насіння та білково-жирової суміші визначено методом іонообмінної рідинної колоночної хроматографії. Мікроелементний склад олійного насіння встановлено спектрометричним методом. Органолептичні та фізико-хімічні властивості білково-жирової суміші та кондитерських виробів досліджено за стандартними методиками. Дослідження окиснювальної стабільності олійного насіння, олій, білково-жирових сумішей та кондитерських виробів проведено прискореним методом «активного кисню». Для планування експериментів і обробки експериментальних даних застосовано математично-статистичні методи з використанням пакетів прикладних програм *Microsoft Excel* і *Statistica*.

Наукова новизна одержаних результатів.

В дисертаційній роботі **вперше**:

- експериментально визначено залежність періоду індукції окиснення ліпідів білково-жирової суміші з олійного насіння від вмісту сезамолу, сезамоліну, α -ліноленової жирної кислоти та масової частки вологи у вигляді апроксимаційних моделей, що дозволило прогнозувати її окисну стабільність;

- визначено раціональні умови технологічної обробки білково-жирової суміші для зниження активності інгібіторів протеолітичних ферментів за допомогою зволоження та надвисокочастотного випромінювання з використанням апроксимаційного поліному, що дозволило підвищити її ступінь засвоюваності;

- науково обґрунтовано склад білково-жирової суміші (насіння льону, кунжуту, соняшника та кукурудзяної олії) спеціального призначення, яка є ефективною за есенціальними жирними кислотами, незамінними амінокислотами та рослинними

антиоксидантами, що дозволило збільшити її харчову цінність.

В дисертаційній роботі набуло **подальшого розвитку**:

– уточнення наукових даних щодо особливостей жирнокислотного складу, складу стеринової фракції, комплексу антиоксидантів, амінокислот білків та сортових особливостей до накопичення ксенобіотиків насіння досліджених олійних культур, адаптованих до вирощування в Україні, що дозволило надати рекомендації для обґрунтованого їх використання;

– експериментальне обґрунтування високої харчової цінності насіння олійних культур: соняшника, льону та кунжуту не тільки як джерела есенціальних жирних кислот, а також незамінних амінокислот: лейцину, ізолейцину і валіну, що дозволило рекомендувати їх для раціонального харчування спортсменів.

Практичне значення одержаних результатів для олійно-жирової галузі: обґрунтовано раціональне співвідношення компонентів білково-жирової суміші (насіння льону, кунжуту, соняшника та кукурудзяної олії), яке є ефективним за незамінними амінокислотами з розгалуженим ланцюгом (лейцином, ізолейцином, валіном) та триптофаном, максимально збагачене поліненасиченими жирними кислотами ω -3 групи та рослинними антиоксидантами; визначено технологічні умови її обробки для збільшення харчової цінності; отримано патент України на корисну модель № 111548 U «Олієвмісний харчовий продукт, збагачений незамінними амінокислотами і поліненасиченими жирними кислотами».

Обґрунтовано рецептуру кремкових цукерок типу «трюфель», збагачених білково-жировою сумішшю, та отримано позитивне рішення на заявку на корисну модель u 2018 08 306 (зареєстр. 27.07.2018 р.) «Кремові цукерки з білково-жировою добавкою для харчування спортсменів». Виконано органолептичну оцінку цукеркової маси та шоколадної пасти зі вмістом білково-жирової суміші за міжнародними стандартами серії ISO для органолептичного аналізу харчових продуктів.

Розроблено та узгоджено проект технічних умов: ТУ У 10.86.1 – 02071180.001:2018 «Білково-жирові суміші з олійного насіння».

Результати дисертаційної роботи опочатковано при виробництві білково-жирової суміші з насіння льону, кунжуту, соняшника та кукурудзяної олії, а також шоколадної пасти, збагаченої білково-жировою сумішшю, в промислових умовах ТОВ «Вегетус» (акти від 24.05.2018 р. і 19.06.2018 р.); запроваджено в навчальний процес кафедри органічного синтезу і нанотехнологій НТУ «ХПІ» під час викладання дисциплін «Хімічні технології харчових добавок та косметичних засобів», «Розробка комплексних харчових добавок» та «Застосування харчових добавок», в курсовому та дипломному проектуванні, а також у науково-дослідній роботі студентів за спеціалізацією 161.10 «Хімічні технології харчових добавок та косметичних засобів» (акт впровадження від 26.10.2018 р.).

Особистий внесок здобувача полягає в постановці науково-дослідних задач та їх реалізації. Усі положення і наукові результати дисертаційної роботи, які винесено на захист, отримані здобувачем особисто. Здобувачем обґрунтовано вибір об'єктів досліджень; експериментально доведено робочу гіпотезу щодо обґрунтування

ефективного співвідношення компонентів білково-жирової суміші; встановлено кількісні залежності величини періоду індукції окиснення білково-жирових сумішей від вмісту сезамолу, сезамоліну, α -ліноленової жирної кислоти та вологи; встановлено вплив співвідношення компонентів білково-жирової суміші на стійкість до окиснювального псування, вплив технологічної обробки на ступінь інактивації інгібіторів протеолітичних ферментів олійного насіння; визначено кількісні залежності строків придатності кондитерських виробів від вмісту в них білково-жирової суміші; проаналізовано одержані результати; проведено обробку експериментальних даних за допомогою статистичного аналізу та узагальнення отриманих результатів; сформульовано висновки по роботі та рекомендації виробникам стосовно використання запропонованої білково-жирової суміші в технології кондитерських виробів; розроблено патентну документацію і проект нормативної документації. Постановка мети і задач дослідження, аналіз і обговорення отриманих результатів виконувалися здобувачем разом з науковим керівником.

Апробація результатів дисертації. Основні положення та результати дисертаційної роботи було представлено та обговорено на міжнародних науково-практичних конференціях: «*Perspective research*» (м. Софія, Болгарія, 2016 р.); «Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я» (м. Харків, 2016, 2017 та 2018 рр.); «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті» (м. Київ, 2016 рр.); «Оздоровчі харчові продукти та дієтичні добавки: технології, якість та безпека» (м. Київ, 2016 р.); «Масложировая отрасль: технологии и рынок» (м. Київ, 2016 р.); «Хімічні проблеми сьогодення» (м. Вінниця, 2016 р.); «Хімія, біо- і нанотехнології, екологія та економіка в харчовій та косметичній промисловості» (м. Харків, 2017 р.).

Публікації. Основні результати дисертаційної роботи опубліковано в 19 наукових працях, з яких: 5 статей у наукових фахових виданнях України (4 – у виданнях, що включені до міжнародної наукометричної бази); 1 – у закордонному науковому виданні; 2 – у галузевому виданні України; 1 – патент України на корисну модель; 10 – у матеріалах конференцій.

Структура і обсяг дисертації. Дисертація складається з анотації двома мовами, вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел, додатків. Повний обсяг дисертації складає 226 сторінок, з них: 27 рисунків за текстом; 36 таблиць за текстом; 2 таблиці на окремих сторінках; список із 265 найменувань використаних джерел інформації на 28 сторінках; 6 додатків на 46 сторінках.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність досліджень щодо розробки білково-жирових сумішей підвищеної харчової цінності, сформульовано мету, основні задачі, представлено наукову новизну та практичне значення одержаних результатів, зазначено особистий внесок здобувача, надано відомості щодо апробації та реалізації результатів роботи, зазначено кількість публікацій.

У **першому розділі** наведено аналіз науково-технічної інформації щодо

нутриціологічних та технологічних аспектів розробки білково-жирових сумішей підвищеної харчової цінності. Приділено увагу основним тенденціям створення жировмісних продуктів оздоровчого та спеціального призначення, зокрема білково-жирових сумішей (БЖС) як компоненту жировмісних продуктів. Зосереджено увагу на застосуванні насіння олійних культур як джерела біологічно активних речовин для білково-жирових сумішей підвищеної харчової цінності спеціального призначення. Проаналізовано основні фактори, що впливають на харчову цінність олійного насіння. Обґрунтовано доцільність розробки складу та технології білково-жирової суміші підвищеної харчової цінності для харчування спортсменів.

У другому розділі наведено загальну схему проведення дисертаційного дослідження (рис. 1), характеристику сировини, матеріалів та допоміжних реагентів, які використано в роботі, описано методи дослідження, алгоритм обробки отриманих даних із зазначенням використаних пакетів прикладних програм.

Грубий помел олійного насіння отримано за допомогою лабораторного гомогенізатора для сипучих продуктів. Тонке подрібнення олійного насіння проведено на млині ударного безперервного типу з додаванням рослинної олії для зниження в'язкості і підвищення текучості подрібненої суміші. Жирнокислотний склад олійного насіння, олій, білково-жирових сумішей встановлено згідно ДСТУ ISO 5509 і ДСТУ ISO 5508 методом газорідинної хроматографії, склад стеринової фракції олійного насіння, олій, БЖС – згідно ДСТУ ISO 6799 на газовому хроматографі. Кількісне визначення сезамолу і сезамоліну в насінні кунжуту і БЖС проведено колориметричним методом. Амінокислотний склад білка олійного насіння та БЖС визначено згідно рекомендаціям ДСТУ ISO 13903 методом іонообмінної рідинно-колоночної хроматографії. Мікроелементний склад порошків олійного насіння встановлено спектрометричним методом на рентгено-флюоресцентному спектрометрі «ElvaX» (Україна). Органолептичні, фізико-хімічні та мікробіологічні властивості олійного насіння та БЖС досліджено за стандартними методиками. Дослідження окиснювальної стабільності олійного насіння, олій, БЖС та кондитерських виробів проведено прискореним методом «активного кисню». Значення періоду індукції визначено графічно за кривими зростання пероксидних чисел.

Ефективність дії обробки БЖС надвисокочастотним випромінюванням (для підвищення доступності білків суміші щодо розщеплення травними ферментами) оцінювали за кількістю α -амінного азоту в зразках після їх ферментативного гідролізу. Вміст амінного азоту (азот вільних аміногруп амінокислот) визначено методом формольного титрування (метод Серенсена). Органолептичну оцінку кондитерських виробів з БЖС виконували згідно ISO 8586-1 і ISO 8586-2. При органолептичній оцінці використано спеціальну систему бальних оцінок, які кількісно виражають ряд показників якості досліджуваних зразків кондитерських виробів. Органолептичні та фізико-хімічні показники кондитерських виробів визначено за галузевими стандартами.

Для планування експериментів і обробки експериментальних даних застосовано математично-статистичні методи з використанням програмних пакетів *Microsoft Excel* і *Statistica*.

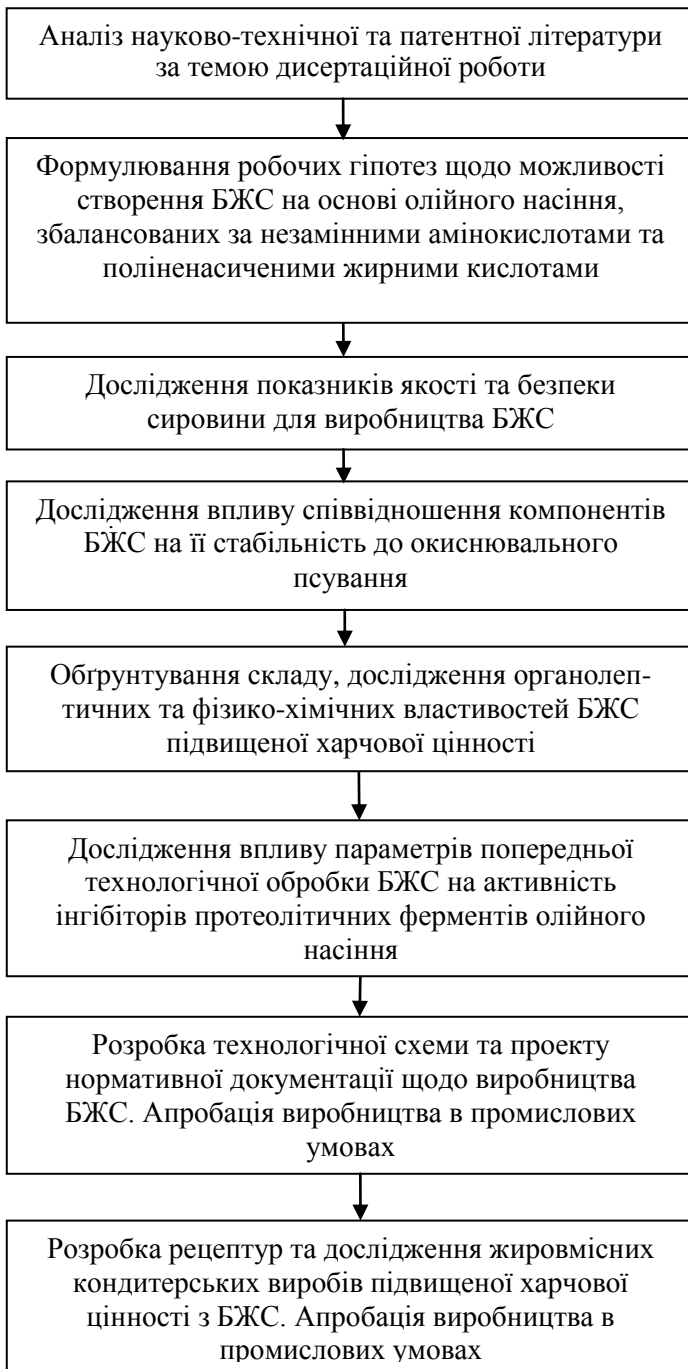


Рисунок 1 – Схема організації досліджень

джерелом білків рослинного походження та есенціальних ПНЖК, а також низки цінних сполук, які потрібні для здоров'я спортсменів, зокрема фітостеринів, антиоксидантів, вітамінів, мікроелементів.

Досліджено загальний хімічний склад, жирнокислотний склад, склад стеринової і токоферольної фракцій, амінокислотний, вітамінний та мінеральний склад насіння льону (сорти Південна ніч, Ківіка, Симпатік), кунжуту (сорти Ілона, Кадет, Боярин) та соняшника (кондитерські сорти Лакомка, Алмаз, Запорізький кондитерський), адаптованих до вирощування в Україні. Склад найбільш перспективних вітчизняних сортів олійного насіння представлено в таблиці 1.

У третьому розділі представлено результати досліджень показників якості та безпеки олійної сировини для виробництва БЖС, а також результати досліджень впливу співвідношення компонентів БЖС на її стабільність до окиснювального псування.

БЖС спеціального призначення підвищеної харчової цінності за вимогами дієтологів повинна відповідати наступним основним характеристикам:

- містити максимальну кількість лейцину, незамінні амінокислоти з розгалуженими боковими ланцюгами *BCAA (branched-chain amino acid)* у співвідношенні лейцин : ізолейцин : валін, яке дорівнює 2 : 1 : 1, та мінімальну кількість триптофану;

- бути максимально збагаченою ω -3 поліненасиченими жирними кислотами (ПНЖК), вітамінами та мікроелементами.

З технологічної точки зору даний продукт має бути стійким до окиснювального псування, а сировина, що є у складі БЖС, повинна бути доступною на вітчизняному ринку.

Компонентами БЖС обрано підсушене насіння льону, кунжуту та соняшника. Вибір обґрунтовано тим, що насіння цих олійних культур, поки ще не містить модифікованих генів, може стати

Таблиця 1 – Склад олійного насіння за цільовими харчовими речовинами

Харчова речовина	Олійне насіння		
	льон (сорт Південна ніч)	кунжут (сорт Ілона)	соняшник (сорт Лакомка)
Вміст жиру, %	44,90±0,22	58,70±0,29	43,65±0,21
Ненасичені жирні кислоти, % від суми жирних кислот			
олеїнова (ω-9)	19,90±0,10	38,40±0,19	27,00±0,13
лінолева (ω-6)	15,10±0,07	45,10±0,22	60,50±0,30
ліноленова (ω-3)	55,90±0,27	0,500±0,002	0,1000±0,0005
Співвідношення ω-6 : ω-3	0,270±0,001	90,20±0,45	605,00±3,02
Стерина фракція, мг/100 г ліпідів			
холестерин	-	-	0,1000±0,0005
кампестерин	89,0±0,44	63,2±0,31	34,8±0,17
β-ситостерин	289,1±0,44	366,1±0,18	127,0±0,63
Токофероли, мг/100г	40,7±0,8	35,5±0,7	56,2±1,1
Сезамол вільний, мг/100 г ліпідів	-	15,3±0,6	-
Сезамол зв'язаний (сезамолін), мг/100 г ліпідів	-	1135±45	-
Вміст білку, %	21,00±0,11	19,40±0,10	21,95±0,10
Амінокислоти, мг/100 г білка			
лейцин (<i>Leu</i>)	1494±59	1326±52	1338±53
ізолейцин (<i>Ile</i>)	907±36	791±32	692±28
валін (<i>Val</i>)	1070±42	880±35	1078±43
триптофан (<i>Trp</i>)	338±14	291±12	337±13
Вміст клітковини, %	23,70±0,11	11,80±0,06	8,70±0,04
Вітаміни, мг/100г			
B ₁	0,61±0,02	0,79±0,03	1,48±0,05
B ₂	0,27±0,01	0,25±0,01	0,36±0,01
PP	3,08±0,12	4,51±0,18	8,34±0,33

Як видно з таблиці, насіння льону характеризується найбільшим вмістом α-ліноленової кислоти. Кунжутне насіння містить антиоксиданти сезамол і токофероли, зокрема стабільний до високих температур γ-токоферол. Сезамол здатен посилювати антиокиснювальну дію γ-токоферолів в оліях, а тому такий комплекс можна пропонувати для використання як антиоксиданту в жирових продуктах для спортсменів. В свою чергу, соняшникове насіння містить значну кількість токоферолів. Обране олійне насіння також містить фітостерини, які мають низку лікувально-профілактичних властивостей, зокрема знижують рівень загального холестерину в організмі. Сировина багата на амінокислоти лейцин, ізолейцин, валін, які є незамінним матеріалом для побудови м'язової тканини. Саме ці амінокислоти в плазмі крові людини конкурують з амінокислотою триптофан, що визначає швидкість проникнення триптофану в мозок і зниження моторної активності, тобто виникнення втоми. Насіння олійних культур обраних сортів містить значну кількість вітамінів групи B, E та PP.

Проаналізовано здатність олійного насіння обраних сортів щодо накопичення токсичних речовин, а саме важких металів та нітратів (табл. 2.). Результати досліджень свідчать про те, що кількість солей важких металів – міді, цинку, свинцю та кадмію, а також і нітратів в усіх сортах значно менша за гранично допустиму концентрацію (ГДК).

Таблиця 2 – Склад олійного насіння за токсичними речовинами

Токсична речовина	Олійне насіння			ГДК, не більше, ніж
	льону (сорт Південна ніч)	кунжуту (сорт Ілона)	соняшника (сорт Лакомка)	
Важкі метали, мг/кг				
свинець	0,0100±0,0002	0,020±0,0004	0,0400±0,0008	0,5
мідь	1,200±0,024	1,100±0,022	2,800±0,056	0,1
цинк	8,500±0,170	13,900±0,278	18,000±0,360	15,0
кадмій	-	0,050±0,001	0,100±0,002	100,0
Нітрати, мг/кг	24,00±0,36	47,50±0,71	58,3±0,87	180,0

Перш, ніж обґрунтувати раціональний склад суміші, слід визначити, за яких коливань складу можна дотриматись вимог щодо терміну придатності готового продукту. Слід зазначити, що один з компонентів суміші – насіння льону через високий вміст ліноленової кислоти схильне до швидкого окиснення, а це може спричинити зниження строків придатності продукту. З іншого боку, другий компонент суміші – насіння кунжуту, завдяки вмісту сезамолу, має підвищувати стабільність суміші до окиснення. Саме тому експериментально досліджено залежність періоду індукції прискореного окиснення (за температури 85 °С) ліпідів БЖС $IP(c_c, c_k, c_l)$ (в хвиликах) від співвідношення її складових – насіння соняшника (c_c), кунжуту (c_k) і льону (c_l). Результати досліджень представлено на рис. 2.

Вміст насіння соняшнику,

мас. частка

1	0 – інтервал	64,0 : 104,8
1122	1 – інтервал	104,9 : 145,8
111222	2 – інтервал	145,9 : 186,7
011122223	3 – інтервал	186,8 : 227,6
01112222333	4 – інтервал	227,7 : 268,5
01112222333333	5 – інтервал	268,6 : 309,4
0011222233333444	6 – інтервал	309,5 : 350,3
001112223333444444	7 – інтервал	350,4 : 391,2
00111222333344444445	8 – інтервал	391,3 : 432,1
0011122233334444455555	9 – інтервал	432,2 : 473,0
00111222333344444555555555		
001112223333444445555555556666		
00111222333344444555555555666666		
0011122233334444455555555566666677		
000111222333344444555555556666667777		
00011122233334444455555555666666777778		
000111122233333444445555555566666677777888		
0000111122223333344444555555556666667777788888		
000001111122223333344444555555556666667777788889		
0000001111112222333334444455555555666666777778888999		

Вміст $m_{00000000111111122222333333344444555555566666677777888999}$ Вміст

насіння льону,
мас. частка

насіння кунжуту,
мас. частка

Рисунок 2 – Залежність індукційного періоду окиснення ліпідів БЖС за температури 85 °С

На основі експериментальних досліджень (рис. 2) створено статистичну модель (1) залежності значення періоду індукції ліпідів БЖС ($IP(c_c, c_k, c_l)$, хв.) від співвідношення в ньому насіння соняшника (c_c , %), кунжуту (c_k , %) і льону (c_l , %) при величині достовірності апроксимації $R > 0,9$, за якою можна прогнозувати величину періоду

індукції окиснення ліпідів суміші від вмісту компонентів за температури 85 °С.

Як видно з рис. 2, межі коливання періоду індукції прискореного окиснення ліпідів БЖС варіюють від 64 хвилин (насіння льону) до 473 хвилин (насіння кунжуту), що підтверджує доцільність стабілізації від окиснювального псування ліпідів лляного насіння антиоксидантами, що містяться в кунжуті.

$$\tau_i(c_c, c_k, c_l) = 136 \cdot c_c + 473 \cdot c_k + 64 \cdot c_l - 94,5 \cdot c_c \cdot c_l - 258,75 \cdot c_k \cdot c_l - 4,5 \cdot c_c \cdot c_k (c_c - c_k) - 121,5 \cdot c_c \cdot c_l (c_c - c_l) - 69,75 \cdot c_k \cdot c_l (c_k - c_l) + 2211,75 \cdot c_c \cdot c_k \cdot c_l, \quad (1)$$

де c_c – вміст насіння соняшника в БЖС, мас. частка; c_k – вміст насіння кунжуту в БЖС, мас. частка; c_l – вміст насіння льону в БЖС, мас. частка;

Експериментально досліджено залежність величини періоду індукції окиснення ліпідів БЖС при температурі 85±2 °С від вмісту антиоксиданту сезамолу і α-ліноленової жирної кислоти. Математичний опис даної залежності наступний

$$\tau_i(c_{sl}, c_{la}) = 135,707 + 26,377 \cdot c_{sl} - 1,429 \cdot c_{la} - 0,262 \cdot c_{sl}^2 - 0,294 \cdot c_{sl} \cdot c_{la} + 0,003 \cdot c_{la}^2, \quad (2)$$

(в інтервалі $c_{sl} = 3,00 \dots 7,65$ мг/100 г; $c_{la} = 0,1 \dots 55,9$ % від суми жирних кислот),

де c_{sl} – вміст сезамолу в БЖС, мг/100 г; c_{la} – вміст α-ліноленової кислоти, % від суми жирних кислот.

Експериментально досліджено залежність величини періоду індукції окиснення ліпідів БЖС з кунжутного насіння при температурі 85±2 °С від вмісту сезамоліну і вологи. Математичний опис даної залежності наступний

$$\tau_i(c_{sn}, WC) = -2222,1012 + 4,4079 \cdot c_{sn} + 21,3351 \cdot WC - 0,0019 \cdot c_{sn}^2 + 0,0019 \cdot c_{sn} \cdot WC - 1,25 \cdot WC^2, \quad (3)$$

(в інтервалі $c_{sn} = 880 \dots 1135$ мг/100 г; $WC = 4,0 \dots 12,0$ %),

де c_{sn} – вміст сезамоліну в БЖС на основі кунжутного насіння, мг/100 г; WC – масова частка вологи та летких речовин в БЖС на основі кунжутного насіння, %.

Залежність (3) ілюструє взаємний вплив сезамоліну і масової частки вологи на величину періоду індукції окиснення ліпідів БЖС з кунжутного насіння. Такий вплив пояснюється інтенсифікацією гідролізу сезамоліну з виділенням сезамолу і саміну – речовин, що мають антиоксидантні властивості.

Отримані математичні залежності (1–3) доцільно використовувати при розрахунках складу, а також корегуванні строків зберігання БЖС на підприємствах, які застосовують цей напівфабрикат у виробництві своєї продукції.

У четвертому розділі представлено результати експериментальних досліджень щодо наукового обґрунтування складу та технології БЖС спеціального призначення, збалансованої за складом незамінних амінокислот з розгалуженим ланцюгом (лейцину, ізолейцину, валіну), а також збагаченої α-ліноленовою кислотою і рослинним антиоксидантом сезамолом. Склад БЖС одержано експериментально-розрахунковим шляхом на підставі амінокислотного складу зазначених компонентів за умови максимального збагачення суміші ω-3 ПНЖК та підтверджено даними хроматографічного аналізу.

В результаті експериментальних досліджень залежності співвідношення лінолевої

і α -ліноленової ПНЖК ($R(\omega-6/\omega-3)$) в БЖС від масових часток її складових, а саме насіння соняшника (c_c), кунжуту (c_k) і льону (c_l) отримано регресійну модель (4)

$$R_{\omega-6/\omega-3}(c_c, c_k, c_l) = (60,5 \cdot c_c + 45,1 \cdot c_k + 15,1 \cdot c_l) / (0,1 \cdot c_c + 0,5 \cdot c_k + 55,9 \cdot c_l), \quad (4)$$

В результаті досліджень залежності співвідношення незамінних амінокислот з розгалуженим ланцюгом лейцину, ізолейцину, валіну ($R(Leu/Ile)$; $R(Leu/Val)$; $R(Ile/Val)$), максимального вмісту лейцину ($C(Leu)$) і мінімального вмісту триптофану ($C(Trp)$) в БЖС від концентрації її складових, а саме насіння соняшника (c_c), кунжуту (c_k) і льону (c_l) отримано регресійні моделі (5 – 9):

$$C_{Leu}(c_c, c_k, c_l) = 1338 \cdot c_c + 1326 \cdot c_k + 1494 \cdot c_l; \quad (5)$$

$$C_{Trp}(c_c, c_k, c_l) = 337 \cdot c_c + 291 \cdot c_k + 338 \cdot c_l; \quad (6)$$

$$R_{Leu/Ile}(c_c, c_k, c_l) = (1338 \cdot c_c + 1326 \cdot c_k + 1494 \cdot c_l) / (692 \cdot c_c + 791 \cdot c_k + 907 \cdot c_l); \quad (7)$$

$$R_{Leu/Val}(c_c, c_k, c_l) = (1338 \cdot c_c + 1326 \cdot c_k + 1494 \cdot c_l) / (1078 \cdot c_c + 880 \cdot c_k + 1070 \cdot c_l); \quad (8)$$

$$R_{Ile/Val}(c_c, c_k, c_l) = (692 \cdot c_c + 791 \cdot c_k + 907 \cdot c_l) / (1078 \cdot c_c + 880 \cdot c_k + 1070 \cdot c_l). \quad (9)$$

На основі аналізу отриманих залежностей обрано наступне співвідношення компонентів БЖС для конкретних зразків олійного насіння: льону – $60 \pm 3,00$ %; кунжуту – $25 \pm 1,25$ %; соняшника – $15 \pm 0,75$ %. В результаті аналізу регресійної моделі (1) встановлено, що період індукції окиснення ліпідів БЖС при запропонованому співвідношенні компонентів знаходиться в інтервалі 175–195 хв., що перевищує приблизно в 2,7–3,0 рази – період індукції окиснення лляного насіння як найбільш термолабільного компоненту та приблизно в 1,3–1,4 рази період індукції соняшникового насіння. Окисну стабільність БЖС гарантує нетривала температура обробки компонентів у процесі виготовлення. Але присутність у складі олійного насіння інгібіторів протеолітичних ферментів знижує засвоєння білка організмом та істотно обмежує його застосування в харчовій промисловості. У зв'язку з цим запропоновано технологічні умови для зниження активності інгібіторів протеаз та проаналізовано їх вплив на харчову цінність білків суміші, що має теоретичне і прикладне значення для підвищення рівня засвоюваності продуктів переробки насіння обраних олійних культур. На основі експериментальних досліджень створено статистичну модель у вигляді апроксимаційного поліному (10), що описує вплив вологості (w , %) і часу обробки суміші олійного насіння надвисокочастотним випромінюванням ($\nu = 2450$ МГц) (τ , с) на вміст амінного азоту (AN , % від вмісту вихідного білку в суміші) після ферментативного гідролізу білка

$$AN(w, \tau) = -52,0614 + 8,307 \cdot w + 0,0692 \cdot \tau - 0,3387 \cdot w^2 + 0,0006 \cdot w \cdot \tau - 0,0002 \cdot \tau^2 \quad (10)$$

(в інтервалі $w = 10 \dots 15$ %, $\tau = 100 \dots 350$ с.).

На основі аналізу рівняння (10) встановлено раціональні умови обробки БЖС: зволоження до вмісту вологи 11 – 13 % і термін обробки надвисокочастотним випромінюванням впродовж 210 – 260 с. Це дозволить підвищити біологічну цінність

БЖС, а саме збільшити ступінь розщеплення і засвоюваності білків олійного насіння в шлунково-кишковому тракті.

У процесі подрібнення олійного насіння та сумішей на його основі на млині ударного безперервного типу виявлено труднощі щодо тонкого помелу насіння, а також його видалення з камери подрібнювача за рахунок високої в'язкості маси. Тому прийнято рішення в процесі подрібнення суміші з підготованого олійного насіння додавати рослинну олію для зменшення в'язкості та підвищення текучості маси, що, в свою чергу, спрощуватиме процес дозування та пакування продукту. У результаті аналізу експериментальних досліджень ефективної в'язкості, ступеня розшарування отриманого продукту, а також окисної стабільності суміші рекомендовано додавати рафіновану кукурудзяну олію, ефективна концентрація якої складала 15 – 20 % до маси готового продукту. Таким чином, обґрунтовано склад БЖС підвищеної харчової цінності спеціального призначення. Вміст жиру в суміші становить $55,92 \pm 2,80$ %, вміст білку – $17,50 \pm 0,88$ %. Співвідношення лінолевої та α -ліноленової жирних кислот у суміші становить близько 1,2 : 1,0; а незамінні амінокислоти з розгалуженим ланцюгом залишаються в співвідношенні лейцин : ізолейцин : валін, яке дорівнює близько 2,0 : 1,2 : 1,4.

На основі експериментальних досліджень розраховано залежність періоду індукції окиснення ліпідів БЖС (τ_{st}) в закритій тарі (в місяцях) від температури зберігання (t) (11).

$$\tau_{st}(t) = 3,525 \cdot t^2 - 26,695 \cdot t + 55,325 \quad (\text{в інтервалі } 10 \dots 25 \text{ } ^\circ\text{C}). \quad (11)$$

Дослідження мікробіологічних показників зразків БЖС виявили їх мікробіологічну безпечність наприкінці 6-місячного терміну зберігання в закритій тарі за температури 10 $^\circ\text{C}$.

На основі виконаних досліджень і одержаних експериментальних та розрахункових результатів розроблено технологічну схему виробництва БЖС підвищеної харчової цінності, яку представлено на рис. 3.

П'ятий розділ присвячено створенню наукового підґрунтя щодо використання БЖС підвищеної харчової цінності в технології жировмісних продуктів спеціального призначення, зокрема кремкових цукерок типу «трюфель» і шоколадної пасти.

В лабораторних умовах отримано кремові маси для цукерок і шоколадну пасту за модельними рецептурами, що представлені в табл. 4. Періоди індукції окиснення при температурі 85 ± 2 $^\circ\text{C}$ досліджуваних зразків кремкових цукеркових мас і шоколадних паст без додавання і з додаванням БЖС в кількості 5, 10, 15 і 20 % представлені на рис. 4 і 5. Очевидно, що стабільність до окиснення, а, отже, і прогнозовані терміни зберігання досліджуваних кондитерських виробів залежать від вмісту в них БЖС. Період індукції кремової цукеркової маси з 5 % БЖС перевищує такий у контрольному зразку лише на 8 %, зате періоди індукції цукеркових мас, що містять 10, 15 і 20 % добавки, перевищують контрольний показник вже на 31, 44 і 49 % відповідно.

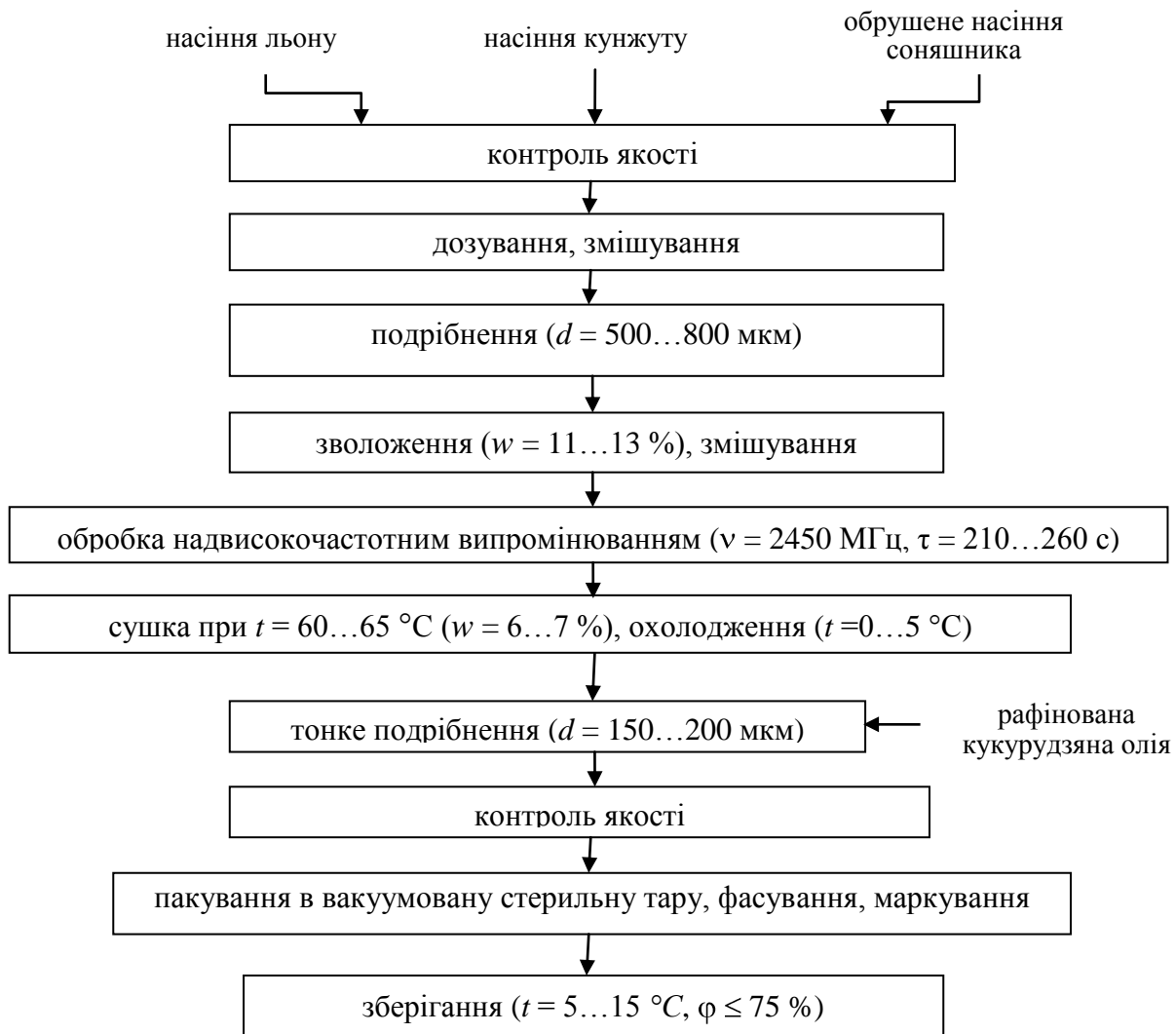


Рисунок 3 – Технологічна схема виробництва БЖС

Таблиця 4 – Рецептури жировмісних кондитерських виробів для збагачення БЖС

Модельна рецептура кремової цукеркової маси		Модельна рецептура шоколадної пасти	
Найменування сировини	Витрата сировини, кг в натурі	Найменування сировини	Витрата сировини, кг в натурі
Какао-порошок	123,00	Какао-порошок	160,00
Цукрова пудра	473,00	Цукрова пудра	220,00
Сухе знежирене молоко	79,00	Сухе знежирене молоко	140,00
Масло какао	325,00	Спред	485,00
Вихід	1000,00	Вихід	1000,00

Період індукції шоколадної пасти з 5 % БЖС перевищує такий у контрольному зразку вже на 15 %, період індукції шоколадної пасти, що містить 10 % суміші, – на 45 %, а зразки пасти з 15 і 20 % добавки перевищують контрольний показник вже на 55 %.

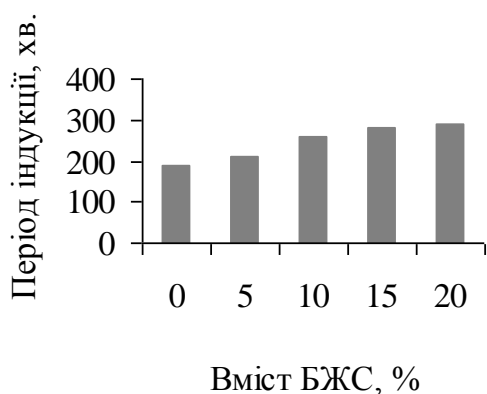


Рисунок 4 – Періоди індукції окиснення зразків кремових конфетних мас

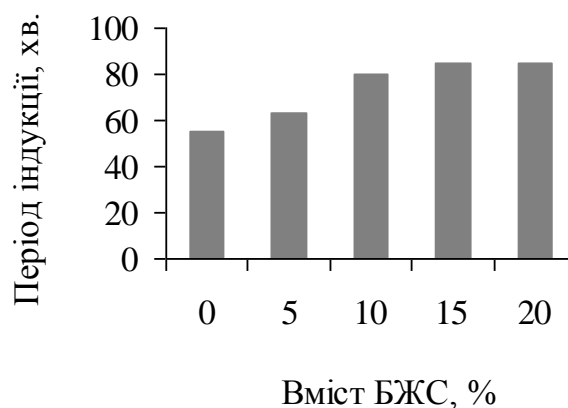


Рисунок 5 – Періоди індукції окиснення зразків шоколадних паст

Для визначення впливу БЖС на споживчі властивості кондитерських виробів проведено органолептичну оцінку дослідних зразків, на базі якої виявлено, що використання БЖС в складі кремових цукеркових мас і шоколадної пасту впливає на такі органолептичні показники як смак і аромат, які у дослідних зразків вище, ніж у контрольних. Зокрема, в дослідних зразках кондитерських виробів проявляється характерний пікантний горіховий аромат і смак; довше зберігається відчуття «наповненості» у роті («*mouth-feeling*»). Подальше збільшення вмісту суміші, понад 15 %, призводить до появи борошнистого присмаку і характерного аромату лляного насіння. Таким чином, виходячи з результатів органолептичної оцінки, обрано ефективну концентрацію БЖС в кондитерських виробках на рівні 15 %.

Досліджено фізико-хімічні показники кондитерських виробів з обґрунтованим вмістом БЖС, які представлені в табл. 5.

Таблиця 5 – Фізико-хімічні показники досліджуваних кондитерських виробів

Кондитерський виріб		Фізико-хімічні показники				
		Масова доля вологи, %	Масова доля жиру, %	Масова доля загального цукру в перерахунку на сахарозу, %	Масова доля какао, %	Масова доля харчових волокон, %
Цукеркова маса	Контрольний зразок	2,31	34,06	47,30	9,90	3,85
	Зразок з 15 % БЖС	3,40	35,15	42,54	9,90	6,67
	Норма згідно ДСТУ 4135	не більш 7 %	не менш 27 %	не нормується	не нормується	не нормується
Шоколадна паста	Контрольний зразок	11,71	36,00	21,97	17,00	5,31
	Зразок з 15 % БЖС	10,88	30,28	18,31	14,15	11,39
	Норма згідно ДСТУ 4135	не більш 25 %	28–36 %	не нормується	не менш 12 %	не нормується

Результати визначення фізико-хімічних показників якості кондитерських виробів (табл. 5) свідчать, що при додаванні в кремову конфетну масу і шоколадну пасту 15 % БЖС зміна масової частки вологи та масової частки жиру відбувається в рамках нормованих величин. Зниження вмісту загального цукру не впливає на органолептичні властивості кондитерських виробів, але знижує собівартість продукції.

Розроблені продукти порівняно з контролем мають вищий вміст незамінних амінокислот, зокрема, амінокислот з розгалуженим ланцюгом (лейцину, ізолейцину, валіну). Змінюється їх ліпідний склад – значною мірою зростає вміст ПНЖК ω -3 групи. У складі розроблених кондитерських виробів також присутня значна кількість харчових волокон – нутрієнту, який прискорює відчуття насичення, а також є фактором формування нормальної кишкової мікрофлори і попередження ожиріння.

У **Додатках** наведено акти промислових випробовувань технології БЖС і шоколадної пасти з додаванням БЖС; акти випробовування БЖС і продуктів на її основі; протокол засідання дегустаційної комісії з визначення органолептичних показників кондитерських жировмісних продуктів з БЖС; протокол випробувань мікробіологічних показників БЖС; проект технічних умов «Білково-жирові суміші з олійного насіння», довідка впровадження результатів дисертаційної роботи у навчальний процес; а також список публікацій здобувача за темою дисертації.

ВИСНОВКИ

Дисертаційну роботу присвячено вирішенню наукового завдання – розробці науково-обґрунтованої технології білково-жирової суміші підвищеної харчової цінності спеціального призначення на основі насіння олійних культур, яка містить незамінні амінокислоти з розгалуженим ланцюгом у співвідношенні лейцин : ізолейцин : валін, як 2 : 1,2 : 1,4, збагачену ω -3 поліненасиченими жирними кислотами, вітамінами, мікроелементами та стабільну до окиснювального псування за рахунок рослинних антиоксидантів. Внаслідок проведених експериментальних досліджень та їх статистичної обробки сформульовано такі висновки:

1. На підставі системного аналізу науково-технічної та патентної інформації сформульовано робочу гіпотезу щодо використання в складі білково-жирової суміші насіння олійних культур соняшника, льону та кунжуту як джерел незамінних амінокислот, есенціальних жирних кислот, вітамінів, мікроелементів, рослинних антиоксидантів, що сприяє створенню спеціалізованих продуктів.

2. Експериментально встановлено залежність впливу співвідношення компонентів білково-жирової суміші на її період індукції окиснення для розрахунків складу і корегування термінів зберігання білково-жирової суміші на підприємствах; встановлено кількісні залежності величини періоду індукції окиснення ліпідів білково-жирової суміші з насіння льону, кунжуту та соняшника від вмісту сезамолу, сезамоліну, α -ліноленової жирної кислоти та вологи. Науково обґрунтовано склад білково-жирової суміші підвищеної харчової цінності спеціального призначення: насіння льону – $51,00 \pm 2,55$ %; насіння кунжуту – $21,25 \pm 1,06$ %; насіння соняшника – $12,75 \pm 0,63$ %,

рафінована кукурудзяна олія – $15,00 \pm 0,75$ %. Визначено органолептичні, фізико-хімічні та технологічні показники якості білково-жирової суміші. Розраховано залежність періоду індукції окиснення ліпідів білково-жирової суміші в закритій тарі від температури зберігання.

3. Розроблено технологічне рішення щодо зниження активності інгібіторів протеолітичних ферментів олійної сировини білково-жирової суміші для максимально можливого збільшення її харчової цінності, яке полягає в її зволоженні та обробці надвисокочастотним випромінюванням ($\nu = 2450$ МГц). Експериментально встановлено раціональні умови обробки олійної сировини: зволоження до вмісту вологи 11 – 13 % і час обробки надвисокочастотним випромінюванням 210 – 260 с, що дозволить підвищити біологічну цінність суміші, а саме збільшити ступінь розщеплення і засвоюваності білків у шлунково-кишковому тракті.

4. Запропоновано технологічну схему виробництва білково-жирової суміші підвищеної харчової цінності на основі олійної сировини, яка не потребує додаткових капітальних витрат на модернізацію устаткування, засоби автоматизації; виробництво продукту може бути реалізовано на існуючому технологічному устаткуванні. Розроблено та узгоджено проект технічних умов ТУ. У. 10.86.1 – 02071180.001:2018 на білково-жирову суміш з олійного насіння.

5. Науково обґрунтовано рецептури жиромісних кондитерських виробів – кремової цукеркової маси для виробництва цукерок типу «трюфель» і шоколадної пасти з додаванням 15 % білково-жирової суміші підвищеної харчової цінності. Експериментально доведено, що періоди індукції цукеркової маси і шоколадної пасти запропонованого складу перевищують контрольні показники на 44 і 55 % відповідно. Органолептичною оцінкою виявлено, що використання білково-жирової суміші в складі даних кондитерських виробів дає характерний пікантний горіховий аромат і смак; довше зберігається відчуття «наповненості» у роті. Оцінено фізико-хімічні показники розроблених цукерок, вони відповідають необхідним нормам.

6. Проведено апробацію виробництва білково-жирової суміші та шоколадної пасти, збагаченої білково-жировою сумішшю, в промислових умовах на підприємстві ТОВ «Вегетус» (м. Харків). Результати дисертаційних досліджень впроваджено в навчальний процес кафедри органічного синтезу і нанотехнологій НТУ «ХП» під час викладання дисциплін «Хімічні технології харчових добавок та косметичних засобів», «Розробка комплексних харчових добавок» та «Застосування харчових добавок», в курсовому та дипломному проектуванні, а також у науково-дослідній роботі студентів за спеціалізацією 161.10 «Хімічні технології харчових добавок та косметичних засобів».

ПЕРЕЛІК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Бочкарев С.В. Розробка білково-жирової основи цукристих кондитерських виробів для харчування спортсменів / С.В. Бочкарев, В.Ю. Папченко, Т.В. Матвеева, В.А. Руднев, А.П. Белінська // Технологічний аудит та резерви виробництва. – Харків, 2016. – № 5/3 (31). – С. 58–64.

Здобувачем обґрунтовано компонентний склад білково-жирової суміші, досліджено вплив співвідношення олійного насіння на вміст амінокислот з розгалуженим ланцюгом, проаналізовано отримані дані.

2. Bochkarev S. Research of the oilseeds ratio on the oxidative stability of the protein-fat base for sportsmen // S. Bochkarev, T. Matveeva, L. Krichkovska, I. Petrova, S. Petrov, A. Belinska // Технологічний аудит та резерви виробництва. – Харків, 2017. – № 2/3 (34). – С. 8–12.

Здобувачем досліджено окисну стабільність обраного олійного насіння і його сумішей при різних співвідношеннях компонентів, здійснено розрахунок оптимального вмісту олійного насіння в білково-жировій основі з метою уповільнення окисних процесів.

3. Bochkarev S. Research of influence of technological processing parameters of protein-fat base for supply of sportsmen on activity of protease inhibitors // S. Bochkarev, L. Krichkovska, I. Petrova, S. Petrov, O. Varankina, A. Belinska // Технологічний аудит та резерви виробництва. – Харків, 2017. – № 4/3 (36). – С. 27–30.

Здобувачем вивчено закономірність впливу параметрів технологічної обробки білково-жирової основи для харчування спортсменів на її біологічну цінність, визначено залежність часу попередньої обробки білково-жирової суміші надвисокочастотним випромінюванням та її вихідної вологості на ступінь подальшого гідролізу білка, проаналізовано отримані дані.

4. Bochkarev S. Development and research candies with increased biological value with protein-fat composite // S. Bochkarev, N. Cherevichna, I. Petik, A. Belinska, O. Varankina, O. Zakhoshyi, O. Ilina, O. Shyroкова // Eureka: Life Sciences – Tallinn, 2017. – Vol. 6. – PP. 16–21.

Здобувачем розроблено склад кремкових цукерок типу «трюфель» з білково-жировою сумішшю, визначено окисну стабільність цукеркових мас з різним вмістом суміші, отримано профілограму органолептичних показників дослідних зразків цукеркових мас, проаналізовано отримані дані.

5. Бочкарев С.В. Розробка рецептури шоколадної пасти для харчування спортсменів / С.В. Бочкарев, Л.В. Кричківська, О.Г. Трошин, І.П. Петік, А.П. Белінська // Інтегровані технології та енергозбереження. – Харків, НТУ «ХПІ», 2018. – № 1. – С. 70-77.

Здобувачем розроблено рецептури шоколадної пасти для харчування спортсменів з використанням білково-жирової суміші на основі олійної сировини. Визначено органолептичні показники та харчову цінність розробленої шоколадної пасти. Оцінено прогнозовані терміни зберігання шоколадної пасти на основі білково-жирової суміші.

6. Bochkarev S. Correction of technological quality control parameters of the protein-fat mixture by the composition expanding // S. Bochkarev, O. Varankina, I. Bielykh, S. Samoilenko, O. Zviahintseva // Технологічний аудит та резерви виробництва. – Харків, 2018. – № 5/3 (43). – С. 30–33.

Здобувачем визначено такі технологічні показники продукту, як ефективна в'язкість та ступінь розшарування суміші в залежності від масової частки рослинної олії, що додавалася. Обґрунтовано раціональну кількість рослинної олії в рецептурі

білково-жирової суміші.

7. Бочкарев С.В. Розробка на основі олій та насіння олійних культур продуктів для харчування спортсменів / С.В. Бочкарев, А.П. Белінська, Т.В. Матвеєва, В.Ю. Папченко // Вісник аграрної науки. – Київ, ДВ «Аграрна наука», 2018. – № 11. – С. 192-196.

Здобувачем проведені дослідження фізико-хімічних показників та вмісту біологічно активних речовин олій та насіння олійних культур для білково-жирової суміші, проаналізовано отримані дані.

8. Пат. на корисну модель UA 111548 U Україна, МПК А 23 L 33/00, А 23 D 9/00 Олієвмісний харчовий продукт, збагачений незамінними амінокислотами і поліненасиченими жирними кислотами / С.В. Бочкарев, Л.В. Кричківська, В.Ю. Папченко, Т.В. Матвеєва, А.П. Белінська; Україна, заявник та патентовласник НТУ«ХП»; заявл. 27.05.2016; опубл. 10.11.2016. Бюл. № 21. – 4 с.

Здобувачем проведено патентний пошук, аналіз та систематизацію результатів досліджень, підготовку заявки на винахід.

9. Бочкарев С.В. Створення білково-жирових основ харчових продуктів для спортсменів / А.П. Белінська, Т.В. Матвеєва, В.Ю. Папченко, С.В. Бочкарев // Інноваційні технології: актуальні питання науки та практики. – Харків, Український науково-дослідний інститут олій та жирів Національної Академії аграрних наук України, 2017. – вип. 1. – С. 52-65.

Здобувачем експериментально досліджено можливість використання білково-жирової суміші у виробництві цукерок з метою підвищення їх біологічної цінності, зниження калорійності і подовження строків придатності, проаналізовано отримані дані.

10. Бочкарев С.В. Обґрунтування компонентного складу спеціалізованого жирового продукту підвищеної біологічної цінності / С.В. Бочкарев, Л.В. Кричківська, Т.В. Матвеєва // «Бъдещите изследвания»: матеріали за 12-а Международна научна практична конференция. – София: «БялГРАД-БГ» ООД, 2016 р. – Т. II. «Лекарство. Биологии. Химия и химически технологии». – С. 68–74.

Здобувачем науково обґрунтовано компонентний склад продукту оздоровчого призначення, визначено його біологічну цінність.

11. Бочкарев С.В. Використання спеціалізованого білково-жирового продукту в технології кондитерських виробів / С.В. Бочкарев, Л.В. Кричківська, Т.В. Матвеєва, З.П. Федякіна, А.Г. Кумов // «Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я»: матеріали XXIV Міжнародної науково-практичної конференції. – Харків: НТУ «ХП», 2016. – С. 263.

Здобувачем запропоновано удосконалення рецептури та поліпшення функціональних властивостей начинок для цукерок і борошняних кондитерських виробів, виготовлених з використанням білково-жирової суміші.

12. Бочкарев С.В. Дослідження окисної стабільності спеціалізованого білково-жирового продукту / С.В. Бочкарев, Л.В. Кричківська, І.Г. Радзієвська, Є.В. Чікалов // «Наукові здобутки молоді - вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті»: матеріали 82-ї Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів. –

Київ: НУХТ, 2016. – Ч. 1.– С. 344.

Здобувачем визначено індукційні періоди прискореного окиснення білково-жирової суміші з різним співвідношенням олійного насіння, проаналізовано отримані результати.

13. Бочкарев С.В. Дослідження органолептичних та фізико-хімічних показників білково-жирової основи для продуктів спортивного харчування / С.В. Бочкарев, Л.В. Кричківська, І.Г. Радзівська // «Оздоровчі харчові продукти та дієтичні добавки: технології, якість та безпека»: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. – Київ: НУХТ, 2016. – С. 124-126.

Здобувачем досліджено органолептичні і ряд фізико-хімічних показників білково-жирової суміші, який запропоновано використовувати в складі продуктів для спортивного харчування.

14. Бочкарев С.В. Білково-жирова основа як інгредієнт продуктів оздоровчого харчування / С.В. Бочкарев, Л.В. Кричківська, Т.В. Матвеева, В.Ю. Папченко // «Масложировая отрасль: технологии и рынок»: анотації доповідей ІХ Міжнародної науково-практичної конференції – Київ: УкрНДІОЖ, 2016. – С. 43-44.

Здобувачем визначено вміст ПНЖК та антиоксидантів в білково-жировій суміші, проаналізовано отримані результати.

15. Бочкарев С.В. Насіння олійних культур – джерело есенціальних нутрієнтів у харчуванні спортсменів / С.В. Бочкарев, Л.В. Кричківська, Є.В. Крячко// «Химия, био- и нанотехнологии, экология и экономика в пищевой и косметической промышленности»: матеріали 4-ї Міжнародної науково-практичної конференції. – Харків: НТУ «ХП», 2016. – С. 16–17.

Здобувачем запропоновано використання комплексу олійного насіння як складової продуктів для харчування спортсменів.

16. Бочкарев С.В. Аналитический контроль продуктов спортивного питания / В.Е. Кузьмич, С.В. Бочкарев // «Хімічні проблеми сьогодення»: матеріали Х української наукової конференції студентів, аспірантів і молодих учених з міжнародною участю. – Вінниця: Донецький національний університет ім. Василя Стуса, 2017, – С. 20.

Здобувачем розроблено комплекс методів аналітичного контролю продукції для спортивного харчування.

17. Бочкарев С.В. Окисна стабільність цукеркової маси на основі суміші насіння олійних культур / С.В. Бочкарев, Л.В. Кричківська, Т.В. Матвеева// «Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я»: матеріали ХХV Міжнародної науково-практичної конференції. – Харків: НТУ «ХП», 2017. – Ч. II. – С. 292.

Здобувачем визначено індукційні періоди прискореного окиснення цукеркової маси з додаванням білково-жирової суміші, проаналізовано отримані результати.

18. Бочкарев С.В. Активність інгібіторів протеаз як складова біологічної цінності білково-жирової основи для харчування спортсменів / С.В. Бочкарев, Л.В. Кричківська, В.В. Анан'єва, А.П. Белінська, І.Г. Радзівська // «Химия, био- и нанотехнологии, экология и экономика в пищевой и косметической промышленности»: матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції. – Харків: НТУ «ХП», 2017. – С. 183–184.

Здобувачем проаналізовано вплив попереднього зволоження і обробки надвисокочастотним випромінюванням білково-жирової суміші для харчування спортсменів на активність інгібіторів протеаз, проаналізовано отримані дані.

19. Бочкарев С.В. Білково-жирові суміші підвищеної харчової цінності в технології шоколадних паст / С.В. Бочкарев // «Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я»: матеріали XXVI Міжнародної науково-практичної конференції. – Харків: НТУ «ХПІ», 2018. – Ч. II. – С. 195.

Здобувачем визначено індукційні періоди прискореного окиснення цукеркової маси з додаванням білково-жирової суміші, проаналізовано отримані результати.

АНОТАЦІЇ

Бочкарев С.В. Технологія білково-жирової суміші підвищеної харчової цінності спеціального призначення. На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.18.06 – технологія жирів, ефірних масел і парфумерно-косметичних продуктів. – Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут» Міністерства освіти і науки України, Харків, 2019 р.

Дисертація присвячена науковому обґрунтуванню та розробці технології білково-жирових сумішей підвищеної харчової цінності спеціального призначення. Сформульовано робочу гіпотезу щодо використання в складі білково-жирової суміші насіння олійних культур соняшника, льону та кунжуту як джерел незамінних амінокислот, есенціальних жирних кислот, вітамінів, мікроелементів, рослинних антиоксидантів. Науково обґрунтовано склад білково-жирової суміші підвищеної харчової цінності спеціального призначення (насіння льону; насіння кунжуту; насіння соняшника; рафінована кукурудзяна олія). Визначено органолептичні, фізико-хімічні, мікробіологічні та технологічні показники якості білково-жирової суміші. Розраховано залежність періоду індукції окиснення ліпідів білково-жирової суміші в закритій тарі від температури зберігання. Розроблено технологічне рішення щодо зниження активності інгібіторів протеолітичних ферментів білково-жирової суміші для максимально можливого збільшення її харчової цінності, яке полягає в її зволоженні та обробці надвисокочастотним випромінюванням. Запропоновано технологічну схему виробництва білково-жирової суміші підвищеної харчової цінності на основі олійної сировини, розроблено та узгоджено проект технічних умов на білково-жирові суміші з олійного насіння. Науково обґрунтовано рецептури жировмісних кондитерських виробів – кремкової цукеркової маси для виробництва цукерок типу «трюфель» і шоколадної пасти з додаванням білково-жирової суміші підвищеної харчової цінності. Оцінено фізико-хімічні показники розроблених кондитерських виробів, вони відповідають нормам.

Ключові слова: білково-жирова суміш підвищеної харчової цінності, олійне насіння, поліненасичені жирні кислоти, незамінні амінокислоти, сезамол, сезамолін.

Бочкарев С.В. Технология белково-жировой смеси повышенной пищевой ценности специального назначения. На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.06 – технология жиров, эфирных масел и парфюмерно-косметических продуктов. – Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт» Министерства образования и науки Украины, Харьков, 2019 г.

Диссертация посвящена научному обоснованию и разработке технологии белково-жировых смесей повышенной пищевой ценности специального назначения. Сформулирована рабочая гипотеза об использовании в составе белково-жировой смеси семян масличных культур подсолнечника, льна и кунжута как источников незаменимых аминокислот, эссенциальных жирных кислот, витаминов, микроэлементов, растительных антиоксидантов. Экспериментально установлена зависимость влияния соотношения компонентов белково-жировой смеси на ее период индукции окисления для расчета состава и корректировки сроков хранения белково-жировой смеси на предприятиях. Установлены количественные зависимости величины периода индукции окисления липидов белково-жировых смесей из семян льна, кунжута и подсолнечника от содержания сезамола, сезамолина, α -линоленовой жирной кислоты и влаги. Научно обоснован состав белково-жировой смеси повышенной пищевой ценности специального назначения (семена льна; семена кунжута; семена подсолнечника; рафинированное кукурузное масло). Определены органолептические, физико-химические и технологические показатели качества белково-жировой смеси. Рассчитана зависимость периода индукции окисления липидов белково-жировой смеси в закрытой таре от температуры хранения. Разработано технологическое решение по снижению активности ингибиторов протеолитических ферментов масличного сырья для белково-жировой смеси с целью максимально возможного увеличения ее пищевой ценности, которое заключается в увлажнении и обработке сверхвысокочастотным излучением. Установлены рациональные условия обработки масличного сырья: увлажнение до содержания влаги 11 - 13% и время обработки сверхвысокочастотным излучением 210 – 260 с, что позволит повысить биологическую ценность смеси, а именно увеличить степень расщепления и усвояемости белков в желудочно-кишечном тракте. Предложена технологическая схема производства белково-жировой смеси повышенной пищевой ценности на основе масличного сырья, разработан и согласован проект технических условий на белково-жировые смеси из масличных семян. Научно обоснованы рецептуры жиросодержащих кондитерских изделий – кремовой конфетной массы для производства конфет типа «трюфель» и шоколадной пасты с добавлением 15 % белково-жировой смеси повышенной пищевой ценности. Доказано, что периоды индукции конфетной массы и шоколадной пасты предложенного состава превышают контрольные показатели на 44 и 55 % соответственно. Органолептической оценкой обнаружено, что использование белково-жировой смеси в составе данных кондитерских изделий дает характерный пикантный ореховый аромат и вкус; дольше сохраняется ощущение «наполненности» во рту. Оценены физико-химические показатели разработанных

кондитерских изделий, они соответствуют нормам. Проведена апробация производства в промышленных условиях белково-жировой смеси и шоколадной пасты, обогащенных белково-жировой смесью. Результаты диссертационных исследований внедрены в учебный процесс кафедры органического синтеза и нанотехнологий НТУ «ХПИ» при преподавании ряда дисциплин, в курсовом и дипломном проектировании, а также в научно-исследовательской работе студентов.

Ключевые слова: белково-жировая смесь повышенной пищевой ценности, масличные семена, полиненасыщенные жирные кислоты, незаменимые аминокислоты, сезамол, сезамоллин.

Bochkarev S. V. Technology of protein-fat mixture with increased nutritional value for special purpose. Manuscript.

The dissertation for obtaining the scientific Degree of Candidate of Technical Sciences in the specialty 05.18.06 – technology of fats, essential oils and perfumery and cosmetic products. – National Technical University «Kharkov Polytechnic Institute», Ministry of Education and Science of Ukraine, Kharkiv, 2019.

The thesis is devoted to the scientific substantiation and development of technology of protein-fat mixtures with increased nutritional value for nutrition of athletes. A working hypothesis on the use of sunflower, flax and sesame oilseeds as sources of essential amino acids, essential fatty acids, vitamins, microelements, and plant antioxidants in the composition of the protein-fat mixture has been formulated. The composition of protein-fat mixture of increased nutritional value of a special purpose (flax seeds; sesame seeds; sunflower seeds; refined corn oil) has been scientifically substantiated. Organoleptic, physico-chemical and technological quality control parameters of the protein-fat mixture were determined. The dependence of the induction period of lipid oxidation of the protein-fat mixture in a closed container on the storage temperature was calculated. A technological solution to reduce the proteolytic enzymes inhibitors activity of the protein-fat mixture for maximize its nutritional value, which consists in its wetting and processing by microwave radiation, has been developed. The technological scheme for the production of a protein-fat mixture of increased nutritional value based on oilseeds was proposed, a draft technical specification for protein-oil mixtures from oilseeds was developed and agreed upon. Recipes of fat-containing confectionery products – cream candy mass for the production of "truffle" cream candies and chocolate paste with the addition of protein-fat mixture of high nutritional value were scientifically based. Physical and chemical quality control parameters of the developed confectionery were evaluated, they corresponded to the norms.

Key words: protein-fat mixture of increased nutritional value, oilseeds, polyunsaturated fatty acids, essential aminoacids, sesamol, sesamolinn.



Відповідальний за випуск д.т.н., проф. Заковоротний О.Ю.

Підп. до друку 30.09.2019. Формат 60x90/16.
Папір офсетний. Друк – ризографія. Ум. друк. арк. – 0,9.
Гарнітура Times New Roman. Наклад 100 прим. Зам. № 19093001

Надруковано у копіривальному центрі «МОДЕЛІСТ»
(ФО-П Миронов М. В., свідоцтво про державну реєстрацію ВО4 № 22953)
61002, м. Харків, вул. Мистецтв, 3 літер Б-1
т.: (057) 717 03 54
www.modelist.in.ua
