

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

ЯЦЕНКО ОЛЬГА ВОЛОДИМИРІВНА



УДК 637.2.04: 637.2.05: 637.2.07:

637.27: 637.238

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ МАСЛЯНИХ ПАСТ,
СТАБІЛІЗОВАНИХ БІЛКОВО-ПОЛІСАХАРИДНИМИ
КОМПЛЕКСАМИ, З МІКРОНУТРІЄНТАМИ ЧОРНИЦІ**

05.18.04 — технологія м'ясних, молочних продуктів і продуктів з гідробіонтів

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Київ – 2021

Робота виконана в Проблемній науково-дослідній лабораторії Національного університету харчових технологій Міністерства освіти і науки України

Науковий керівник:

кандидат технічних наук, доцент
Ющенко Наталія Михайлівна,
Національний університет харчових технологій МОН України, доцент кафедри технології ресторанної і аюрведичної продукції

Офіційні опоненти:

доктор технічних наук, професор
Гринченко Ольга Олексіївна,
Харківський державний університет харчування та торгівлі МОН України, завідувач кафедри харчових технологій в ресторанній індустрії

доктор технічних наук, старший науковий співробітник

Боднарчук Оксана Василівна,
Інститут продовольчих ресурсів НААН України, завідувач відділу аналітичних досліджень та якості харчової продукції

Захист відбудеться «12» травня 2021 р. об 15⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.058.03 Національного університету харчових технологій у режимі онлайн.

Вхід за посиланням:

<https://zoom.us/j/98527683239?pwd=eW02TGN0UWcyTkI2U1l3UFdJbnJyUT09>

Ідентифікатор конференції: 985 2768 3239; код доступу: wrK1xi.

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

Автореферат розісланий «09» квітня 2021 р.

Вчений секретар спеціалізованої
вченої ради



М. В. Білько

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Обґрунтування вибору теми дисертації. Одним із основних завдань молокопереробної галузі промисловості є виробництво якісних та безпечних продуктів, що відповідають сучасним вимогам нутриціології. Невідповідність раціону харчування потребам організму у харчових нутрієнтах та енергії, малорухомий спосіб життя, складна екологічна ситуація спричиняють дефіцит есенціальних нутрієнтів, призводять до порушення обміну речовин, що в подальшому супроводжується збільшенням ваги, серцево-судинних та низки інших захворювань. Тому сьогодні виникає необхідність обмеження споживання продуктів із високою калорійністю, особливо на основі тваринних жирів.

Одним із шляхів вирішення проблеми є розробка технології аналогів висококалорійних продуктів харчування із співвідношенням поживних компонентів, максимально наближеним до науково обґрунтованих норм.

До таких продуктів належать масляні пасти, що позиціонуються як низькокалорійні аналоги вершкового масла. Масляні пасти – продукти із масовою часткою жиру від 40,0 до 49,9 %, що можуть являти собою емульсію як оберненого «вода у жирі», так і змішаного типу «вода у жирі» та «жир у воді».

Ключовим завданням на сьогодні є пошук якісних вітчизняних альтернативних інгредієнтів та комплексне дослідження можливості їх використання для забезпечення технологічних потреб у виробництві молочних продуктів. Вивченням питання щодо створення емульсійних продуктів з цілеспрямованим регулюванням їх функціональних властивостей присвячені роботи Т. О. Рашевської, С. С. Гуляєва-Зайцева, С. Kruif, G. Liu, E. Dickinson, Л. В. Антипової, Ф. А. Вишемірського, О. В. Топнікової, М. В. Оборіної, інших провідних вітчизняних та закордонних вчених.

Однак ряд аспектів залишається нез'ясованими та існує необхідність розробки науково-технічних принципів технології емульсійних продуктів складносировинного складу з регульованими функціональними і реологічними властивостями підвищеної харчової цінності. Актуальним напрямом наукових досліджень є розробка функціонально-технологічних комплексів на основі молочних та рослинних білків.

Актуальним напрямом наукових досліджень є удосконалення технологій емульсійних продуктів шляхом пошуку природних збагачуючих інгредієнтів, що містять комплекс біологічно активних сполук та виявляють антиокислювальні властивості, завдяки чому сприяють стабільності молочного жиру за підвищеного вмісту вологи продукту.

Перспективним є збагачення масляних паст мікронутрієнтами чорниці. Ягоди чорниці є традиційною рослинною сировиною в Україні, містять комплекс біологічно активних речовин – біофлавоноїдів, виявляють антиокислювальні властивості, сприяють нормалізації обміну речовин, мають протипухлинну дію та широко застосовуються у дієтичному харчуванні, а також виробництві фармацевтичних засобів та біологічно активних добавок.

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

Дисертаційну роботу виконано у Національному університеті харчових технологій (НУХТ) в межах держбюджетних науково-дослідних робіт «Наукові засади розроблення ресурсощадних технологій білоквмісних поліфункціональних концентратів для харчових продуктів цільового призначення» (номер держреєстрації 0117U001243); «Формування якості і безпеки молочних і молоковмісних продуктів з натуральними компонентами» (реєстраційний номер 0117U004398) та госпдоговірної тематики «Проведення науково-дослідних, технологічних, лабораторних та/або інших робіт або дослідження щодо використання казеїнату натрію у виробничому процесі різних видів харчових продуктів, що виробляються згідно діючих рецептур у харчовій промисловості України» (договір №374/16 від 14.12.16 р.).

Мета і задачі дослідження. Метою роботи є удосконалення технології масляних паст шляхом розробки функціонально-технологічних комплексів на основі молочних і рослинних білків та збагачення мікронутрієнтами ягід чорниці.

Відповідно до поставленої мети були сформульовані наступні **задачі**:

- обґрунтувати доцільність удосконалення технології масляних паст, здійснити вибір молочних та рослинних білків для стабілізації їх структури;
- розробити білково-полісахаридні комплекси для масляних паст на основі молочних білків, визначити технологічні параметри їх підготовки;
- обґрунтувати доцільність використання у технології масляних паст ізолятів рослинних білків, визначити спосіб та раціональну кількість внесення;
- довести ефективність розроблених функціонально-технологічних комплексів для стабілізації структури масляних паст, дослідити мікроструктуру та термодінамічну стійкість розроблених продуктів;
- обґрунтувати спосіб збагачення масляної пасти мікронутрієнтами чорниці, визначити технологічні параметри її підготовки та введення до складу масляних паст;
- розробити рецептурний склад, визначити технологічні параметри виробництва масляних паст, стабілізованих білково-полісахаридними комплексами, з мікронутрієнтами чорниці, здійснити оцінку харчової та енергетичної цінності нових видів масляних паст;
- обґрунтувати термін зберігання масляних паст за удосконаленою технологією та розробити методику прогнозування зміни показників їх якості за змінних умов зберігання;
- розробити нормативну документацію на масляні пасти, стабілізовані білково-полісахаридними комплексами, з мікронутрієнтами чорниці, провести апробацію удосконаленої технології у промислових умовах; довести її економічну ефективність та соціальну значимість.

Об'єкт дослідження – технологія масляних паст.

Предмет дослідження – казеїнат натрію; концентрат молочних білків (СКМБ-УФ), концентрат сироваткових білків (КСБ-УФ), отримані методом ультрафільтрації; ізоляти білків сої та гороху, гуарова камідь, κ-каррагінан;

білково-полісахаридні комплекси; порошок ягід чорниці; технологічні процеси виробництва масляної пасти; масляні пасти, стабілізовані білково-полісахаридними комплексами на основі молочних, молочних та рослинних білків, збагачені мікронутрієнтами чорниці.

Методи дослідження. Для досягнення поставленої мети використано загальноприйняті та спеціальні методи досліджень, а саме: фізико-хімічні (активна кислотність, масова частка вологи та екстрактивних речовин, вміст біологічно активних речовин, кольоровість, вологоутримуюча здатність, реологічні властивості, активність води, ентальпія, пероксидне та анізидінове число молочного жиру, кислотність масляної пасти), органолептичні, мікробіологічні (кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів; наявність бактерій групи кишкових паличок та патогенних мікроорганізмів, вміст дріжджів та плісняв), мікроскопічні (дослідження мікроструктури) та математичні (статистична обробка експериментальних результатів та моделювання).

Наукова новизна отриманих результатів. Обґрунтовано вибір компонентів та вперше розроблено білково-полісахаридні комплекси для масляних паст на основі казеїнату натрію та молочних білків – казеїнат натрію: гуарова камедь – 10:1; казеїнат натрію : камедь рожкового дерева – 40: 1; СКМБ-УФ: триполіфосфат натрію (ТПФ): КСБ-УФ: каррагінан: калій хлорид: гуарова камідь як 10: 1: 3: 0,05: 0,002: 0,3, що дозволить цілеспрямовано формувати структуру масляної пасти як низькокалорійного аналогу вершкового масла та збагатити продукт повноцінним білком.

Обґрунтовано доцільність використання у складі білково-полісахаридного комплексу для масляних паст ізоляту білка гороху в кількості до 2,5 % від маси масляної пасти, що дозволить підвищити біологічну цінність білка до 4,5 % за рахунок часткової компенсації нестачі окремих незамінних кислот.

Досліджено мікроструктуру нових видів масляних паст, стабілізованих білково-полісахаридними комплексами на основі молочних та рослинних білків, що доводить ефект взаємодії складових рецептур масляних паст з утворенням єдиної просторової сітки, яка на відміну від вершкового масла, сформована за рахунок гелів високомолекулярних сполук ліпофільно-гідрофільної природи.

Вперше обґрунтовано використання у технології масляних паст порошку ягід чорниці сублімаційного сушіння в кількості 3–5%, що дозволить збагатити продукт комплексом біологічно активних та мінеральних сполук; ступінь задоволення добової потреби при вживанні 10 г масляної пасти становить: у кальції – в середньому на 1,0%, калії – 0,6%, ферумі 0,3...0,6%, рутині – на 2,6%.

Практичне значення отриманих результатів. Розроблено білково-полісахаридні комплекси для цілеспрямованого формування структури масляних паст як низькокалорійних аналогів вершкового масла та визначено технологічні параметри їх підготовки: змішування сухих компонентів зі знежиреним молоком, оброблення за температури $(82 \pm 2)^\circ\text{C}$ протягом (5 ± 1) хв з

подальшим охолодженням до (20 ± 2) °C; у разі використання ізоляту білка гороху – його попередня гідратація на знежиреному молоці протягом 24 годин за температури (6 ± 2) °C (співвідношення 1:6).

Доведено термодинамічну стійкість масляної пасти, стабілізованої білково-полісахаридним комплексом за показником активності води та ентальпії системи: для масляної пасти з масовою часткою жиру 40 % показники активності води та ентальпії системи становили 0,981 та 61,35 Дж/г відповідно, тоді як для масла вершкового з масовою часткою жиру 72,5 % – 0,979 та 61,13 Дж/г.

Використання у складі білково-полісахаридного комплексу для масляних паст ізоляту білка гороху в кількості до 2,5 % дозволить знизити вміст СКМБ-УФ на 10%, тим самим підвищуючи економічну ефективність удосконаленої технології.

Обґрунтовано спосіб введення та визначено технологічні параметри підготовки порошку ягід чорниці сублімаційного сушіння – після гідратації на знежиреному молоці за співвідношення 1:7, температура процесу – (40 ± 5) °C, тривалість 10-15 хв; раціональний вміст порошку ягід чорниці у масляній пасті – 3...5 %.

Розроблені двофакторні математичні моделі залежності основних показників якості молочного жиру нових видів масляних паст від температури та тривалості зберігання, що дозволить прогнозувати динаміку показників та уточнювати гарантійний термін зберігання продуктів відповідно до наявного холодильного устаткування.

На нові види масляних паст розроблено нормативну документацію ТУ У 10.5-02070938-287:2019 «Масляні пасти» та технологічну інструкцію по їх виробництву. Удосконалена технологія пройшла апробацію в умовах ПП «Білоцерківська агропромислова група», ТДВ «Рожищенський сирзавод» та ТОВ «Укрмолпродукт».

Доведено, впровадження у виробництво нових видів масляних паст підвищить економічну ефективність виробництва – рентабельність зросте у середньому на 1,5%, чистий прибуток підприємства при річному обсязі виробництва 20 т готової продукції – на 17,4%. Вживання низькокалорійних аналогів вершкового масла, збагачених повноцінним білком та комплексом мікронутрієнтів чорниці дозволить покращити структуру харчування населення, що матиме оздоровчу дію та сприятиме профілактиці мікроеlementозів.

Особистий внесок здобувача. Підбір та аналіз літературних даних, планування і проведення експериментів, статистичне оброблення отриманих результатів, їх аналіз, опис та інтерпретація, підготовка матеріалів до опублікування, оформлення патентів, розроблення нормативної документації, участь у промисловій апробації розробок здійснено дисертантом особисто за методичної та наукової допомоги кандидата технічних наук, доцента Н. М. Ющенко.

Дослідження активності води та ентальпії системи – спільно з к. т. н., с.н.с. А. І. Мариніним, дослідження реологічних властивостей – разом з д.т.н.,

проф. В. М. Пасічним, дослідження мікроструктури масляних паст – спільно з к. т. н., доц. М. О. Полумбриком, дослідження динаміки показників молочного жиру масляних паст – спільно з к.т.н., доц. І. Г. Радзівською, математичне моделювання – разом з к.т.н. Н. М. Бреус Особистий внесок дисертанта підтверджується представленими документами та науковими публікаціями.

Апробація результатів дисертації. Основні результати дисертаційної роботи доповідались та обговорювались на: II-й Всеукраїнській науково-практичній конференції «Проблеми та перспективи розвитку готельно-ресторанного та туристичного бізнесу» (Київ, НУХТ, 2013); III Международной научно-практической конференции «Переработка и управление качеством сельскохозяйственной продукции» (Беларусь, БГАТУ, 2017 р.); Наукових конференціях молодих вчених, аспірантів та студентів «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті» (Київ, НУХТ, 2017, 2019, 2020 pp.); XI міжнародній науково-практичній конференції магістрантів та аспірантів (Харків, НТУ «ХП», 2017); VII-й та VIII-й Міжнародній науково-технічній конференції «Наукові проблеми харчових технологій та промислової біотехнології в контексті євроінтеграції» (Київ, НУХТ, 2018); XIV International Scientific Conference «Science in 2018» (Morrisville, USA, 2018); міжнародній науково-практичній конференції молодих науковців, аспірантів і здобувачів вищої освіти «Проблеми та перспективи розвитку сучасної науки» (Рівне, Національний університет водного господарства та природокористування, 2019); 8th International specialized scientific and practical conference resource and energy saving technologies of production and packing of food products as the main fundamentals of their competitiveness (Kyiv, NUFT, 2019).

Публікації. За результатами дисертаційної роботи опубліковано 23 наукові праці, у тому числі 7 статей, з них 5 статей у наукових фахових виданнях України та 1 – у закордонному фаховому виданні Словачької Республіки, 2 статті – у наукових виданнях, що входять до наукометричної бази Scopus, 4 – у виданнях, що входять до міжнародних наукометричних баз; 11 тез доповідей у збірниках матеріалів всеукраїнських та міжнародних, наукових, науково-практичних і науково-технічних конференцій. Одержано 3 патенти України на корисну модель та 2 – на винахід.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційну роботу викладено на 146 сторінках друкованого тексту. Робота складається зі змісту, переліку умовних позначень, вступу, 5 розділів, висновків, списку використаних джерел (178 найменувань на 21 сторінці) та 6 додатків (25 сторінок). Дисертацію ілюстровано 39 рисунками та 48 таблицями.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано вибір теми дисертації. Сформульовано мету, завдання досліджень, визначено об'єкт та предмет дослідження, наведено наукову новизну, практичне значення дисертаційної роботи, а також основні положення, які захищаються здобувачем.

У першому розділі «Сучасні напрями удосконалення технологій молочних продуктів із підвищеним вмістом жиру» обґрунтовано доцільність удосконалення технології масляних паст як низькокалорійних аналогів вершкового масла підвищеної харчової цінності. Доведено доцільність виробництва масляних паст на основі вершкового масла за рекомбінантною схемою з метою розширення можливостей підприємств, у тому числі невисокої потужності та забезпечення випуску широкого асортименту продукції. Обґрунтовано доцільність використання молочних білків в якості структуроутворювачів, стабілізаторів та емульгаторів у системах біополімерів для цілеспрямованого управління фізико-хімічними, структурно-механічними та органолептичними властивостями емульсійних молочних продуктів складно-сировинного складу. З метою підвищення економічної ефективності технології та збагачення продуктів легкозасвоюваним рослинним білком доведено доцільність використання у складі рецептур масляних паст ізолятів білків гороху та сої.

З метою ефективного використання властивостей високомолекулярних сполук (ВМС) визначено доцільність розробки білково-полісахаридних комплексів із урахуванням синергічної взаємодії компонентів та отримання систем, що забезпечуватимуть необхідні функціонально-технологічні властивості продуктів та слугуватимуть джерелом поживних та фізіологічно активних речовин. Обґрунтовано використання у технології масляних паст ягід чорниці, що дозволить збагатити продукти комплексом біологічно активних речовин – вітамінів, мінеральних, фенольних речовин тощо що виявляють фізіологічну активність та надаватимуть продукту оздоровчої дії.

У другому розділі «Об’єкти і методи досліджень» наведено загальну схему проведення досліджень, характеристики об’єкту досліджень. Визначення фізико-хімічних, мікробіологічних та органолептичних показників здійснювалось за стандартними та загальноприйнятими методами. Визначення антоціанів здійснювалось за допомогою електрофотокolorиметра КФК-2МП за довжини хвилі 530 нм, кольоровості – за довжини хвилі 560 нм. Визначення органолептичних властивостей масляних паст проводилось за 5-ти бальною шкалою бажаності кожного дескриптора. Реологічні властивості гелів білково-полісахаридних комплексів визначались на ротаційному віскозиметрі «Rheotest II» з вимірювальною системою циліндр-циліндр S/N шляхом зняття кривих кінетики деформації (течії), масляних паст – на віскозиметрі Воляровича. Дослідження активності води (A_w) здійснено на аналізаторі активності води «HygroLab 2» (Rotronic, Швейцарія) за температури 20 °C в діапазоні вимірювання 0...1 A_w (відносна вологість 0...100 %). Дослідження мікроструктури зразків проводилось із використанням скануючого електронного мікроскопа JSM-6700F (JEOL, Японія).

Точність отриманих результатів забезпечувалась трьох-п’ятикратною повторюваністю дослідів. Опрацювання результатів експериментальних досліджень та побудова графічних залежностей здійснювалось із використанням стандартного пакету Microsoft Excel.

Математичне моделювання виконано у середовищі математичного пакету MathCad 15, ET MS Excel та Statistica (розробник – компанія StatSoft).

У третьому розділі «Наукове обґрунтування рецептурного складу та технологічних параметрів виробництва масляних паст» доведено доцільність використання концентратів молочного білка, казеїнату натрію та ізолятів білків сої і гороху для стабілізації структури масляних паст.

Встановлено, найбільш високими показниками емельгуючої та олієутримуючої здатності характеризується казеїнат натрію ($13,8 \pm 0,6$ см³/г та $3,7 \pm 0,1$ см³/г відповідно), що пояснюється трансформацією білкових міцел у його виробництві – вивільненню функціональних груп, здатних до гідрофільних та гідрофобних взаємодій.

Визначено, ізоляти рослинних білків – сої та гороху доцільно додавати після попередньої гідратації на знежиреному молоці протягом 24 годин з подальшим тепловим обробленням за температури (80 ± 5) °C з витримкою 10...15 хв, при цьому ступінь набухання ізолятів становить у середньому 104 %. Встановлено, ізоляти рослинних білків мають слабку оліє- та вологоутримуючу здатність, тому у технології масляних паст їх рекомендовано використовувати у складі стабілізаційних комплексів на основі молочних білків.

Встановлено можливість використання казеїнату натрію для стабілізації структури масляної пасти у вигляді 15,0%-ного розчину на знежиреному молоці в кількості від 30 до 50 % від загальної маси, що забезпечує необхідні структурно-механічні властивості продукту. Але на підставі органолептичної оцінки зразків масляних паст, стабілізованих казеїнатом натрію (тягнуча, гумоподібна, дещо липка консистенція) доведено доцільність та визначено ефективність сумісного використання казеїнату натрію та полісахаридів – гуарової камеді та камеді плодів рожкового дерева для формування структури масляних паст. Визначено раціональний вміст вищевказаних компонентів у складі нормалізуючого комплексу на знежиреному молоці – казеїнат натрію 10 %, гуарова камедь 1 %; казеїнат натрію 10%, камедь рожкового дерева 0,25%.

На наступному етапі проведено дослідження та розроблено білково-полісахаридний комплекс на основі сухого концентрату молочного білка, отриманого методом ультрафільтрації. Раціональне співвідношення складових білково-полісахаридного комплексу визначалось за залежністю показника напруження зсуву від швидкості деформації за різних співвідношень компонентів.

Встановлено, введення к-каррагінану як активного структуроутворювача дозволяє суттєво підвищити показник напруження зсуву. Співвідношення напруження зсуву до швидкості деформації незначно знижується з підвищенням останньої, що свідчить про збільшення в'язкості системи без втрати властивостей неньютонівської рідини. При підвищенні кількості к-каррагінану до 0,1% співвідношення величини напруження зсуву від швидкості деформації зменшується, що свідчить про утворення впорядкованої структури системи. Таким чином, для використання у технології масляних паст

рекомендована кількість к-каррагінану у системі не повинна перевищувати 0,05%, оскільки утворення гелю на його основі призводить до формування надто твердої консистенції, що зумовлює розколювання моноліту.

Аналогічним чином визначено раціональну кількість концентрату сироваткових білків (КСБ-УФ) – 3% та гуарової камеді – 0,3%. Попередніми дослідженнями встановлено, що для підвищення розчинності СКМБ-УФ доцільно вводити триполіфосфат натрію у кількості 1,0% від маси білка, а для підвищення ефективності к-каррагінану – калій хлорид харчовий (KCl) до 5% від маси к-каррагінану.

Розроблений білково-полісахаридний комплекс на основі сухого концентрату молочного білка та визначено раціональний вміст компонентів у складі нормалізуючого комплексу на знежиреному молоці – СКМБ-УФ 10,0%, ТПФ 1,0%, КСБ-УФ 3,0%, к-каррагінан 0,05%, KCl 0,002 %, гуарова камідь 0,3%, що дозволить цілеспрямовано формувати структуру масляної пасти як низькокалорійного аналогу вершкового масла, ефективно використовувати стабілізуючі компоненти та збагатити продукт повноцінним білком.

Визначено технологічні параметри підготовки стабілізаційного комплексу для масляних паст на основі молочного білка: змішування сухих компонентів зі знежиреним молоком, підігрів до температури (82 ± 2) °C з витримуванням протягом (5 ± 1) хв та подальшим охолодженням до (20 ± 2) °C.

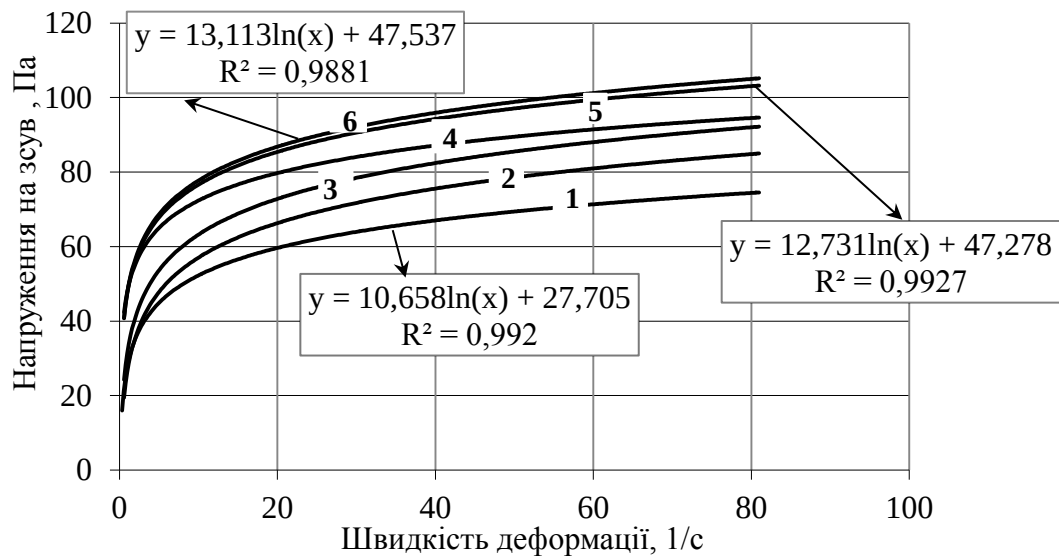
Визначено показник активності води масляної пасти з масовою часткою жиру 40 % незначно відрізнявся від показника вершкового масла з масовою часткою жиру 72,5 % (контроль) – 0,981 та 0,979 відповідно, що дозволяє прогнозувати стабільність системи упродовж зберігання. Ентальпія системи – масляної пасти знаходилась на рівні 61,35 Дж/г, тоді як вершкового масла – 61,13 Дж/г відповідно, що доводить термодинамічну стабільність масляної пасти, стабілізованої білково-полісахаридним комплексом. Показник термостійкості масляної пасти з масовою часткою жиру 40 % становив 0,87 (контроль – 0,91), розмір краплинок водної фази на зрізі - не більше 0,2 мм.

Вивчено доцільність використання у технології масляних паст ізолятів білків гороху та сої. Визначено залежність напруження на зсув від швидкості деформації модельних зразків за різного співвідношення ізолят протеїну: знежирене молоко 1:6; 1:8 та 1:10 за різних способів підготовки протеїнів.

Встановлено, показник напруження на зсув модельних зразків, приготованих за співвідношення 1: 6 незначно відрізняється від відповідного показника для зразків, приготованих за співвідношення 1: 8. Це свідчить про те, що співвідношення протеїн: знежирене молоко як 1: 6 є достатнім для гідратації білка та розгортання його просторової структури.

На підставі аналізу рис. 1 встановлено, що залежність напруження на зсув від швидкості деформації за різних умов підготовки сухого ізоляту білка гороху є подібною, але абсолютне значення показника було вищим для ізоляту, який піддавався витримуванню у гідратаційному середовищі протягом 24 годин з подальшим тепловим обробленням за температури (82 ± 2) °C протягом 10...15 хвилин. Показник напруження на зсув був незначно вищим для зразків,

підготовлених аналогічним чином, але із термічними обробленням протягом 15 хвилин.



1 – гідратований ізолят (ГІ); 2 – ГІ, теплове оброблення (ТО): $(82 \pm 2)^\circ\text{C}$, витримка 10 хв; 3 – ГІ, витримка 24 год; 4 – ГІ, витримка 24 год, ТО: $(82 \pm 2)^\circ\text{C}$, тривалість 5 хв; 5 – ГІ, витримка 24 год, ТО: $(82 \pm 2)^\circ\text{C}$, тривалість 10 хв; 6 – ГІ, витримка 24 год, ТО: $(82 \pm 2)^\circ\text{C}$, тривалість 15 хв.

Рисунок 1 – Залежність показника напруження на зсув від швидкості деформації модельних зразків гідратованого ізоляту горохового протеїну за співвідношення протеїн: знежирене молоко 1: 6

Доведено, на відміну від ізоляту білка гороху, білок сої не потребував попередньої гідратації, що пояснюється вмістом розчинних фракцій білків.

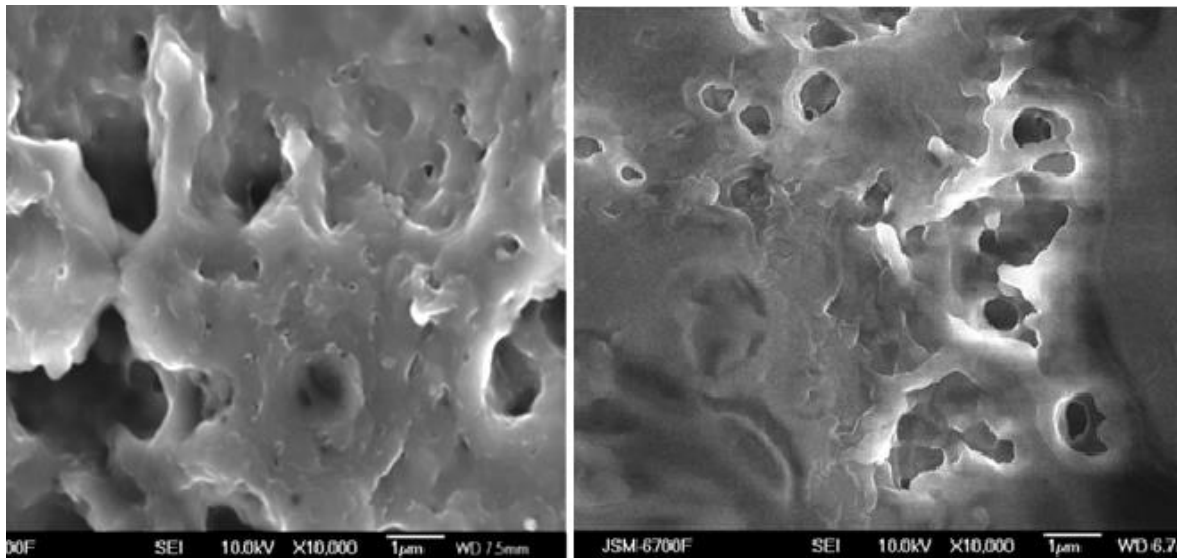
На підставі органолептичної оцінки із подальших досліджень встановлено, кількість введення ізоляту білка гороху не повинна перевищувати 2,5 % від маси масляної паст; ізолят білка сої виключено із подальших досліджень, оскільки його введення надавало масляній пасті неприємного прісно-бобового присмаку, характерного для сої.

З метою уточнення раціонального співвідношення білково-полісахаридний комплекс (БПК): знежирене молоко здійснений аналіз мікроструктури масляних паст, отриманих із використанням гідратованих БПК на основі молочних білків і молочних білків та ізоляту білка гороху за співвідношення БПК: знежирене молоко як 1:5, 1:6 та 1:8.

Встановлено, недостатній рівень гідратації системи при співвідношенні 1: 5 призводить до утворення гладкої поверхні з великою кількістю комірок, заповнених рідкою фазою та повітрям, що потрапило у зразок під час механічного оброблення. Можливо, недостатня гідратація білків призвела до порушення четвертинної структури, в той час як взаємозв'язки між білковими макромолекулами не спостерігалися. При вивченні поверхні зразка визначено, що залишки великих кульок можна ідентифікувати як краї висушених сфер, розміри яких схожі з вихідними ізолятами. Визначено присутність розривів на поверхні гелів, що швидше за все, пов'язано з неповною гідратацією зразка.

Очевидно, навіть при недостатній гідратації, попереднє витримування суміші протеїн: знежирене молоко позитивно впливає на утворення впорядкованої структури.

Подальше збільшення ступеня гідратації білкових ізолятів до 1: 6 призвела до утворення поверхні без кульок (рис. 2). Зразки висушених гелів характеризуються гладкою текстурою з великою кількістю маленьких комірок.



а)

б)

Рисунок 2 – SEM-зображення гелів БПК на основі молочних білків (а); молочних білків та ізоляту білка гороху з попередньою гідратацією 24 год за $(6\pm 2)^{\circ}\text{C}$ (б) при співвідношенні БПК: знежирене молоко 1: 6

Збільшення співвідношення білок: знежирене молоко до 1: 8 призвела до зшивання між різними залишками білкових макромолекул та утворення тривимірної структури з великою кількістю комірок, заповнених молочною плазмою, що ускладнює утримання вологи просторовою структурою білково-полісахаридного гелю, особливо це стосувалося зразка із використанням ізоляту горохового білка, поверхня якого складала численні отвори та вільні проміжки.

Встановлено, використання ізоляту білка гороху у складі комплексних стабілізаційних систем в кількості 2,5% дозволить знизити вміст СКМБ-УФ на 1,2%.

Розроблено білково-полісахаридний комплекс на основі молочних білків та ізоляту білка гороху (на 100 г нормалізуючого компоненту): концентрат молочного білка – 8,8 г; концентрат сироваткових білків – 3,0 г; ізолят білка гороху – 2,5 г; триполіфосфат натрію – 0,9 г; KCl – 0,002 г; к-каррагінан - 0,05 г; гуарова камідь – 0,3 г.

З метою збагачення масляних паст комплексом біологічно активних речовин (БАР) та надання їм оригінальних смакових якостей обґрунтовано використання сухого порошку ягід чорниці у кількості 3...5%. Визначено, у технології масляних паст наповнювач доцільно вносити до нормалізованої суміші перед механічним обробленням після попередньої гідратації на

знежиреному молоці. Досліджено вплив температури в діапазоні від 20 до 50 °С з інтервалом у 10°С на вилучення БАР з сухих подрібнених ягід чорниці.

Встановлено, що з підвищенням температури до 50 °С вміст антоціанів зростає на 7 % і суспензія сухий порошок ягід чорниці : знежирене молоко набуває насиченого кольору, що стає більш насиченим за підвищення температури гідратації та тривалості витримки та залишається стійким за активної кислотності до 3,0 од. рН. Результати дослідження щодо зміни кольоровості гідратованого порошку ягід чорниці залежно від температури та тривалості процесу, наведені на рис. 3, дозволяють рекомендувати такі режими підготовки порошку чорниці – температура 40±5 °С, тривалість 10-15 хв.

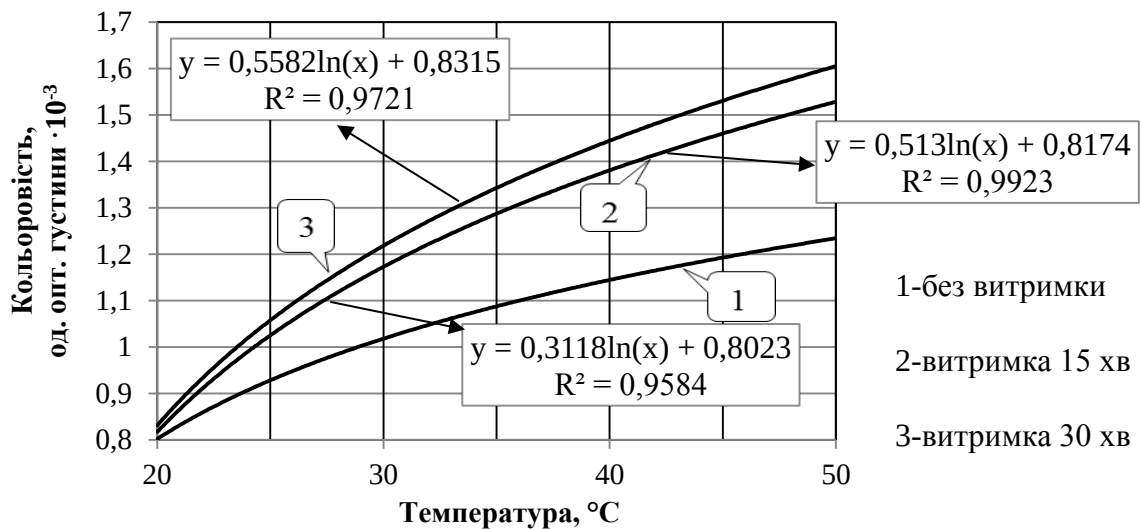


Рисунок 3 – Вплив температури та тривалості витримки на показник кольоровості суспензії сухий порошок ягід чорниці – знежирене молоко

Встановлено, що з підвищенням температури ступінь вилучення таких БАР, як фенольні сполуки (за галловою кислотою), флавонолові глікозиди (за рутином), вільні катехіни та танін зростає. За даними таблиці при підвищенні температури від (20±2) °С до (50±5) °С вміст БАР у водній фазі суспензії в середньому підвищився на 5 %.

Таблиця – Вплив температури відновлення сухого порошку ягід чорниці на вміст БАР (n=3, P≥0,95)

Температура, °С	Загальний вміст фенольних сполук, мг/100 г	Вміст, мг/100 г			Вміст СР, %
		рутину	таніну	катехіну	
20±2	3206,2±160	2107,0± 105	894,2±44	1183,0±59	5,0±0,2
30±5	3300,8±165	2111,2± 105	896,2±44	1198,2±59	5,0±0,2
40±5	3346,6±167	2143,7± 107	912,2±45	1208,2±60	7,0±0,3
50±5	3352,4±167	2156,2± 107	922,6±46	1212,6±60	7,0±0,3

Колір суспензії стає насиченим бузковим внаслідок переходу антоціанів із внутрішніх шарів частинок висушеної подрібненої чорниці у водну фазу.

Встановлено, ступінь вилучення сухих речовин також зростає при підвищенні температури гідратації у середньому на $(2,0 \pm 0,3)\%$.

У четвертому розділі «Розроблення рецептур та удосконалення технології масляних паст» обґрунтовано рецептурний склад нових видів масляних паст, стабілізованих білково-полісахаридними комплексами, з мікронутрієнтами чорниці та встановлено технологічні параметри їх виробництва.

Уточнено технологічні параметри механічного оброблення нормалізованої суміші для виробництва масляних паст із використанням вакуум-кутера: протягом 10...12 хв за частоти 1000 об/хв або 6...8 хв за частоти 1500 об/хв, не допускаючи підвищення температури суміші вище за $22 \pm 2^\circ\text{C}$.

Розроблено апаратурно-технологічну схему виробництва продуктів за удосконаленою технологією (рис. 4).

Розрахунок енергетичної цінності нових видів масляних паст показав, що їх калорійність, у порівнянні з базовою рецептурою, нижча на 2-3%. Встановлено, при вживанні 10,0 г масляної пасти ступінь забезпечення добової потреби організму людини у білках становить до 1,2 %; у жирах – до 5,9 %. Визначено ступінь задоволення потреб у мікронутрієнтах: кальції – біля 1%, ферумі – 0,3...0,5%; вітаміні B_1 – до 1,0 %, вітаміні B_2 – до 3,8 %. Введення до складу рецептур ізоляту білка гороху та сухого порошку ягід чорниці забезпечує добову потребу у рутині до 2,6 %, катехіні – до 0,5 %.

З метою обґрунтування гарантійного терміну зберігання масляних паст досліджено стабільність жирової фази за різних температурних режимів.

Встановлено, швидкість накопичення перекисів під час зберігання продуктів знаходиться у прямій залежності від температури, що обумовлено ферментативною складовою біохімічних перетворень молочного жиру. При зниженні температури активність ферментів зменшується і практично нівелюється за режиму глибокого заморожування.

Визначено, при зберіганні за температури $(4 \pm 2)^\circ\text{C}$ швидкість накопичення перекисів значно зростала, на 10-ту добу жир масляних паст характеризувався пероксидним числом вищим за $5,0 \frac{1}{2} \text{ O ммоль/кг}$, що свідчило про початок процесів псування, а на 15-ту добу зберігання пероксидне число жиру масляної пасти з молочно-рослинним білком дещо перевищувало допустимі межі. Встановлено, що жир масляної пасти вже не можна віднести до категорії свіжого при зберіганні за вказаних температур протягом 15 діб за температури мінус $(3 \pm 1)^\circ\text{C}$ та 30 діб – мінус $(24 \pm 2)^\circ\text{C}$, значення пероксидного числа перевищувало допустимі межі відповідно на 25 та 45 добу зберігання.

При зберіганні масляної пасти за температури $(4 \pm 2)^\circ\text{C}$ продукти вторинного окиснення не виявлено. Величина анізідінового числа при зберіганні продуктів за від'ємих температур не перевищувала значення 1 у.о. протягом усього терміну.

Визначено, процес гідролізу жиру в масляних пастах з білково-полісахаридними комплексами відбувається майже з однаковою інтенсивністю.

Показник кислотності не перевищував рекомендованих меж $(2,5^\circ\text{K})$ і становив у середньому при зберіганні масляної пасти протягом 10 діб за температури $(4 \pm 2)^\circ\text{C}$ – $2,3^\circ\text{K}$; протягом 20 діб за температури мінус $(3 \pm 1)^\circ\text{C}$ –

2,1°K, протягом 40 діб за температури мінус (24±2)°C – 2,4 °K.

Визначено, протягом досліджень органолептичні показники значних змін не зазнавали, мікробіологічні показники знаходились в межах нормативних.

З метою дослідження динаміки показників якості масляних паст під час зберігання отримано математичні двофакторні математичні моделі. Як приклад, наведені математичні моделі зміни інтегрального показника повної окисненості (ІППО) молочного жиру масляної пасти, стабілізованої білково-полісахаридним комплексом на основі молочного білка (1) та масляної пасти, стабілізованої білково-полісахаридним комплексом на основі молочного та рослинного білка (2) за визначених умов зберігання (температура $-x_1$, тривалість зберігання $-x_2$):

$$Y_{\text{ІППО1}} = 3.355 + 0.507 \cdot x_1 + 0.00005 \cdot x_1^2 + 0.081 \cdot x_2 - 0.0002 \cdot x_2^2 + 0.00001 \cdot x_1 x_2 \quad (1)$$

$$Y_{\text{ІППО2}} = 1.576 + 0.961 \cdot x_1 + 0.0023 \cdot x_1^2 + 0.616 \cdot x_2 + 0.29 \cdot x_2^2 + 0.026 \cdot x_1 x_2 \quad (2)$$

На рис. 5 наведено графічну 3D- модель залежності величини інтегрального показника повної окисненості молочного жиру нових видів масляних паст залежно від температури та тривалості зберігання.

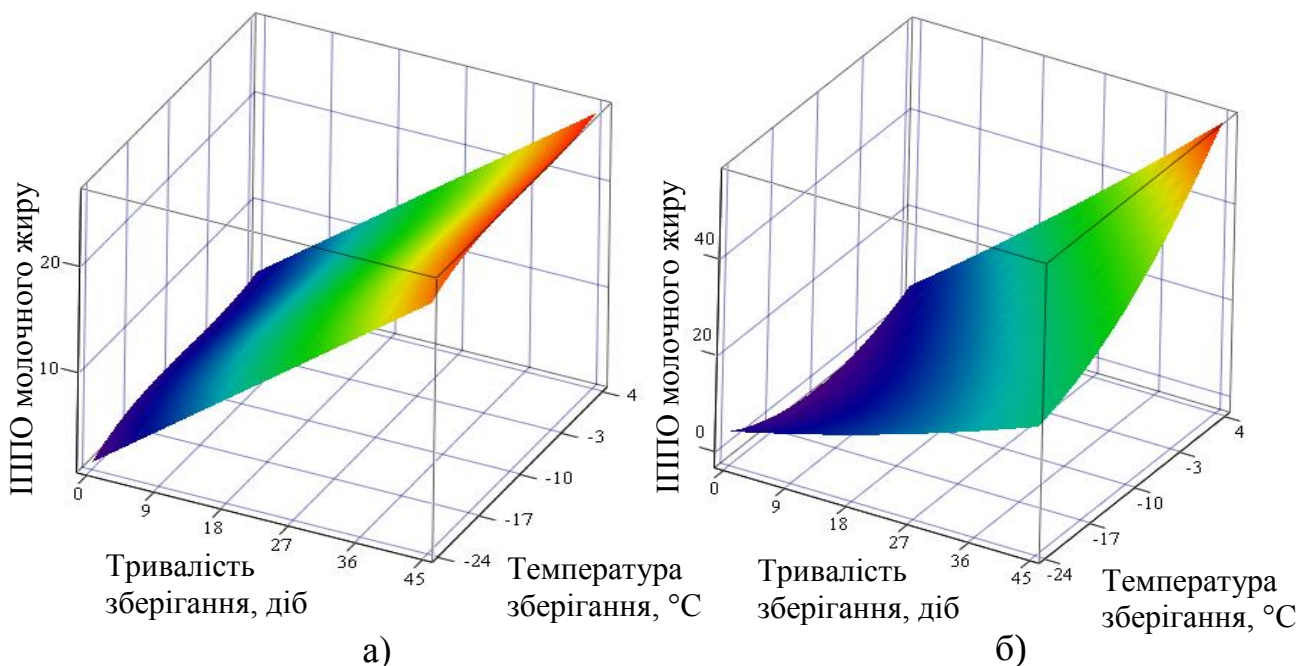


Рисунок 5 – Графічна 3D- модель залежності величини ІППО молочного жиру масляної пасти, стабілізованої БПК на основі молочного білка (а), молочного та рослинного білка (б) залежно від температури та тривалості зберігання

Оскільки масляні пасти характеризуються підвищеним вмістом води за достатньо високого вмісту жиру, актуальною є розробка математичної моделі, що дозволяє прогнозувати гарантійний термін зберігання нових видів масляних паст залежно від наявного обладнання та умов зберігання.

Із використанням середовища MathCad 15 та ET MS Excel було отримано двофакторні математичні моделі, що описують залежність показника якості

молочного жиру від температури (x_1) та тривалості зберігання (x_2). Як приклад, наведені математичні моделі для показника кислотності молочного жиру масляних паст, стабілізованих БПК на основі молочного білка (3) та масляних паст, стабілізованих БПК на основі молочного та рослинного білка (4):

$$Y_{K1} = 0.282 + 0.074 \cdot x_1 - 0.00001 \cdot x_1^2 - 0.033 \cdot x_2 - 0.002 \cdot x_2^2 + 0.0001 \cdot x_1 x_2 \quad (3)$$

$$Y_{K2} = 0.003 + 0.077 \cdot x_1 + 0.00004 \cdot x_1^2 + 0.025 \cdot x_2 + 0.001 \cdot x_2^2 + 0.002 \cdot x_1 x_2 \quad (4)$$

Для наочної демонстрації стану молочного жиру нових видів масляних паст за допомогою програми Statistica побудовано залежності та визначено області значень показників, що дозволяє визначити придатність продукту до вживання за певних температурних діапазонів. Як приклад на рис. 6 наведено 3D графічну залежність, що демонструє динаміку кислотності продукту протягом зберігання за температури мінус $(3 \pm 1)^\circ\text{C}$.

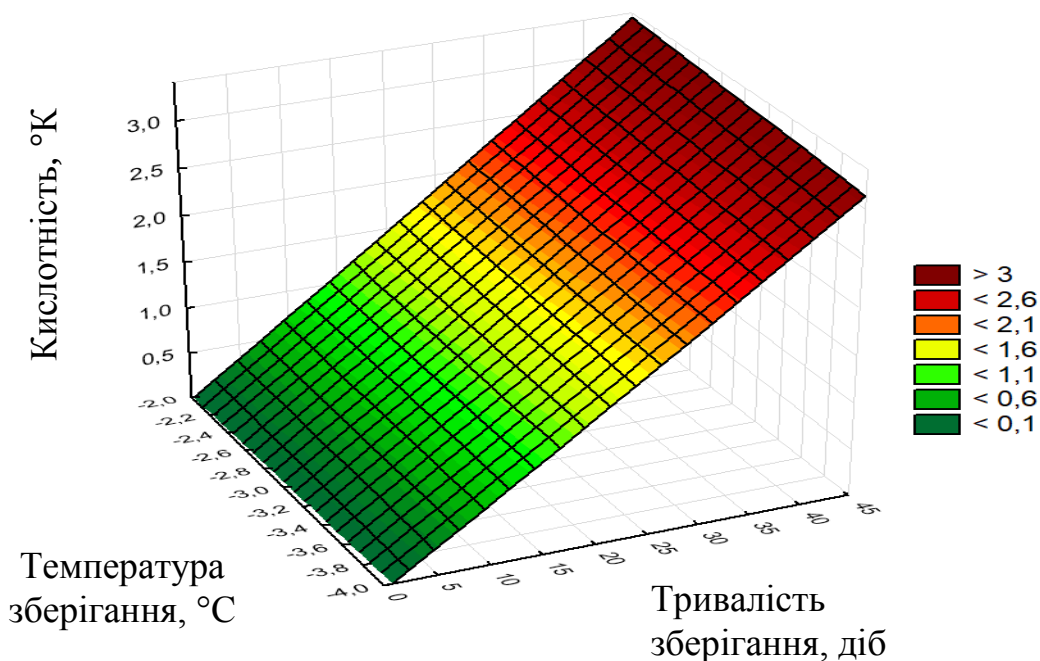


Рисунок 6 – 3D графік залежності кислотності масляної паст, стабілізованої білково-полісахаридним комплексом на основі молочного білка від терміну зберігання за температури мінус $3 \pm 1^\circ\text{C}$

У розділі п'ять «Визначення економічної ефективності та соціальної значимості наукової роботи» встановлено, запровадження у виробництво нових видів масляних паст дозволить підвищити рентабельність продукції у середньому на 1,5% та чистий прибуток підприємства при річному обсязі виробництва 20т готової продукції збільшиться на 17,4%.

Виробництво масляних паст, стабілізованих білково-полісахаридними комплексами та збагачених мікронутрієнтами чорниці позитивно відобразиться на фінансово-економічному стані підприємства, а підвищення прибутку від впровадження технології можливо при збільшенні обсягів виробництва.

Впровадження у виробництво нових видів масляних паст дозволить покращити структуру харчування населення за рахунок вживання низькожирних аналогів вершкового масла, збагачених білком та мікронутрієнтами чорниці, що сприятиме покращанню здоров'я та профілактиці мікроелементозалежних захворювань.

ВИСНОВКИ

1. На підставі аналізу наукових джерел та власних досліджень обґрунтовано доцільність використання у технології масляних паст молочних білків – сухого концентрату молочного білка, сухого концентрату сироваткових білків, отриманих методом ультрафільтрації, казеїнату натрію та ізоляту білка гороху для цілеспрямованого формування структури та підвищення харчової цінності продуктів.

2. Обґрунтовано вибір компонентів, розроблено білково-полісахаридні комплекси на основі молочних білків, визначено їх раціональний вміст у складі нормалізуючого компоненту на знежиреному молоці – казеїнат натрію – 10%, гуарова камедь – 1%; казеїнат натрію – 10%, камедь рожкового дерева – 0,25%; СКМБ-УФ – 10,0%, ТПФ – 1,0%, КСБ-УФ – 3,0%, к-каррагінан – 0,05%, KCl – 0,002 %, гуарова камідь – 0,3%, що дозволить позиціонувати масляні пасти як низькокалорійні аналоги вершкового масла та збагатити продукт повноцінним білком.

Визначено технологічні параметри підготовки стабілізаційних комплексів для масляних паст: змішування сухих компонентів зі знежиреним молоком, оброблення за температури $(82 \pm 2)^\circ\text{C}$ з подальшим охолодженням до $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$.

3. Обґрунтовано доцільність використання у складі білково-полісахаридних комплексів ізоляту білка гороху в кількості 2,5 % від маси масляної пасти, що дозволить підвищити економічну ефективність виробництва. Встановлено технологічні параметри підготовки ізоляту білка гороху: гідратація на знежиреному молоці протягом 24 годин за температури $(6 \pm 2)^\circ\text{C}$ (співвідношення 1:6) з подальшим внесенням до нормалізуючого компоненту на основі молочних білків перед тепловим обробленням.

4. Досліджено мікроструктуру масляних паст, стабілізованих білково-полісахаридними комплексами на основі молочних білків та ізоляту білка гороху, що доводить ефект взаємодії складових рецептур масляних паст з утворенням єдиної просторової сітки, що на відміну від вершкового масла, сформована за рахунок гелів ВМС ліпофільно-гідрофільної природи.

Встановлено термодинамічну стабільність масляної пасти, стабілізованої білково-полісахаридним комплексом за показником активності води та ентальпії системи. Для масляної пасти з масовою часткою жиру 40 % показники активності води та ентальпії системи становили 0,981 та 61,35 Дж/г відповідно. Для масла вершкового з масовою часткою жиру 72,5 % (контроль) – 0,979 та 61,13 Дж/г відповідно, що пояснюється утриманням вільної вологи у комірках впорядкованої структури білково-полісахаридного гелю.

5. Обґрунтовано спосіб введення та визначено технологічні параметри підготовки порошку ягід чорниці – після гідратації на знежиреному молоці за

співвідношення 1:7, температура процесу – (40 ± 5) °C, тривалість 10-15 хв. ; визначений раціональний вміст порошку чорниці у масляній пасті – 3-5 % .

Встановлено, що за визначених параметрів підготовки забезпечується максимальне вилучення БАР: загальний вміст фенольних сполук – 3346,6 мг/100 г, у тому числі рутину – 2143,7 мг/100 г, катехіну – 1208,2 мг/100 г, таніну – 912,2 мг/100 г, антоціанів – 3128,6 мг/100 г.

6. Розроблено рецептурний склад та визначено технологічні параметри виробництва масляних паст, стабілізованих білково-полісахаридними комплексами, з мікронутрієнтами чорниці.

Встановлено, нові види масляних паст характеризуються підвищеною харчовою цінністю (за рахунок збільшення вмісту білка до 8,2%) та зниженою калорійністю (до 2...3%); біологічна цінність білка масляних паст, стабілізованих БПК на основі молочних та ізоляту білка гороху вища за відповідник показник базової рецептури у середньому на 4,5%.

Ступінь задоволення добової потреби при вживанні 10 г продукту становить: у кальції – в середньому на 1,0%, калії – 0,6%, ферумі 0,3...0,6%, рутині – на 2,6%.

7. На підставі аналізу динаміки органолептичних, фізико-хімічних та мікробіологічних показників нових видів масляних паст обґрунтовано гарантійний термін зберігання: температура (4 ± 2) °C – не більше 7 діб, температура мінус (3 ± 1) °C - не більше 15 діб, температура мінус (24 ± 2) – не більше 30 діб.

Розроблені двофакторні математичні моделі залежності основних показників якості молочного жиру нових видів масляних паст від температури та тривалості зберігання, що дозволить прогнозувати динаміку показників та уточнювати гарантійний термін зберігання продуктів відповідно до наявного холодильного устаткування.

8. На нові види масляних паст розроблено нормативну документацію ТУ У 10.5-02070938-287:2019 «Масляні пасти» та технологічну інструкцію по їх виробництву, удосконалена технологія пройшла апробацію в умовах ПП «Білоцерківська агропромислова група», ТДВ «Рожищенський сирзавод» та ТОВ «Укрмолпродукт»; здійснено розрахунок економічної доцільності виробництва та визначено соціальний ефект від впровадження удосконаленої технології у виробництво.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Публікації у наукових фахових виданнях України

1. Ющенко, Н.М.; Пасічний, В.М.; Яценко, О. В. Дослідження Функціонально- Технологічних Властивостей Білково- Полісахаридних Комплексів та їх Використання у Технології Масляних Паст. *Науковий Вісник ЛНУВМБТ Імені С.З. Гжицького. Серія «Харчові Технології»*. **2017**, 19 (75), с. 45–50 (*Журнал входить до затвердженого МОН Переліку наукових фахових видань України з технічних наук*).

Особистий внесок: підготовка та проведення досліджень по визначенню реологічних властивостей білково-полісахаридних гелів, термостійкості,

дисперсності фази та органолептичних показників зразків масляних паст, стабілізованих білково-полісахаридними комплексами; підготовка матеріалів статті).

2. Kochubei-Lytvynenko, O.; Yatsenko, O.; Yushchenko, N.; Kuzmyk, U. A Stabilizing System for Butter Pastes Based on the Dry Concentrates of Milk Protein. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. **2018**, 5/11 (95), pp 30–36. (Журнал входить до затвердженого МОН Переліку наукових фахових видань України з технічних наук; міжнародна індексація Scopus, Index Copernicus, CrossRef та ін.).

Особистий внесок: підготовка дослідних зразків, визначення показника активності води білково-полісахаридного комплексу за різних співвідношень компонентів та масляної пасту з його використанням; опрацювання результатів; підготовка матеріалів статті.

3. Кочубей-Литвиненко, О. В.; Пасічний, В. М.; Ющенко, Н. М.; Яценко, О. В.; Кузьмик, У. Г. Перспективи Використання Ізоляту Горохового Протеїну у Технології Масляних Паст. *Наукові Праці НУХТ*. **2018**, 24 (6), с. 153–159 (Журнал входить до затвердженого МОН Переліку наукових фахових видань України з технічних наук; міжнародна індексація Index Copernicus, EBSCOhost, CABI Full Text, Universal Impact Factor, Google Scholar).

Особистий внесок: підготовка та проведення досліджень реологічних властивостей ізоляту білка гороху за різних технологічних параметрів підготовки; опрацювання результатів досліджень; підготовка матеріалів статті.

4. Polumbryk, M.; Shestel, O.; Yatsenko, O.; Yuschenko, N.; Kuzmyk, U. Surface Morphology of Soybean, Pea, Whey Protein Isolates, and Their Dried Gels. *Ukrainian Food Journal*. **2019**, 1, pp 70–79. (Журнал входить до затвердженого МОН Переліку наукових фахових видань України з технічних наук; міжнародна індексація Index Copernicus, FSTA, Emerging Sources Citation Index, EBSCO та ін.).

Особистий внесок: підготовка дослідних зразків, опис результатів досліджень мікроструктури масляних паст; підготовка матеріалів статті.

5. Кочубей-Литвиненко, О. В.; Яценко, О. В.; Ющенко, Н. М.; Кузьмик, У. Г.; Миколів, І. М. Обґрунтування Доцільності Використання Природних Наповнювачів у Технології Масляних Паст. *Наукові Праці НУХТ*. **2019**, 25 (5), с. 143–151.

(Журнал входить до затвердженого МОН Переліку наукових фахових видань України з технічних наук; міжнародна індексація Index Copernicus, EBSCOhost, Google Scholar).

Особистий внесок: підготовка та проведення досліджень по визначенню вмісту сухих, фенольних сполук та кислотності сухого порошку ягід чорниці; виконання обчислень; підготовка матеріалів статті.

Публікація у закордонному науковому фаховому виданні

6. Yatsenko, O.; Yushchenko, N.; Kuzmyk, U.; Pasichnyi, V.; Kochubei-Lytvynenko, O.; Frolova, N.; Korablova, O.; Mykoliv, I.; Voitsekhivskyi, V. Research of Milk Fat Oxidation Processes During Storage of Butter Pastes.

Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences. **2020**, 14, pp. 443-450. (Міжнародна індексація Scopus, Index Copernicus, DOAJ, FSTA, IFIS та ін.).

Особистий внесок: *підготовка дослідних зразків, визначення кислотного, пероксидного та анізидінового чисел; опрацювання результатів; підготовка матеріалів статті.*

Публікація у закордонному виданні, що входить до міжнародних наукометричних баз

7. Kochubei-Lytvynenko, O.; Yatsenko, O.; Yushchenko, N.; Kuzmyk, U. Investigation of Functional- Technological Properties of Soya Protein. EUREKA: Life Sciences. **2018**, pp 39–44. (Міжнародна індексація Index Copernicus, CrossRef, Google Scholar та ін.).

Особистий внесок: *підготовка та проведення досліджень реологічних властивостей розчинів ізоляту білка сої за різного гідромодуля, температури та тривалості гідратації; опрацювання результатів досліджень; формулювання висновків.*

Патенти України

8. Іванов, С. В.; Рашевська, Т. О.; Яценко, О. В. (Національний Університет Харчових Технологій). Склад Десертної Масляної Пастки з Мікронутрієнтами Чорниці. Патент України на Корисну Модель 88069, Лют 27, 2014.

Особистий внесок: *літературний та патентний пошук, складання опису та формули винаходу; підготовка та подання заявки.*

9. Іванов, С. В.; Рашевська, Т. О.; Яценко, О. В. (Національний Університет Харчових Технологій). Склад Десертної Масляної Пастки. Патент України на Винахід 107295, Квіт 10, 2014.

Особистий внесок: *літературний та патентний пошук, розробка рецептури масляної пастки; підготовка та подання заявки.*

10. Кочубей-Литвиненко, О. В.; Пасічний, В. М.; Ющенко, Н. М.; Кузьмик, У. Г.; Яценко, О. В.; Слободяник, А. В.; Миколів І. М. (Національний Університет Харчових Технологій). Стабілізаційна Система для Масляної Пастки. Патент України на Винахід 119833, Серп 12, 2019.

Особистий внесок: *літературний та патентний пошук; підготовка та проведення досліджень, систематизація результатів.*

11. Кочубей-Литвиненко, О. В.; Пасічний, В. М.; Ющенко, Н. М.; Кузьмик, У. Г.; Яценко, О. В.; Слободяник, А. В.; Миколів І. М. (Національний Університет Харчових Технологій). Стабілізаційна Композиція для Масляної Пастки. Патент України на Корисну Модель 131280, Січ 10, 2019.

Особистий внесок: *літературний та патентний пошук; оформлення заявки.*

12. Кочубей-Литвиненко, О. В.; Пасічний, В. М.; Ющенко, Н. М.; Яценко, О. В.; Кузьмик, У. Г.; Фролова, Н. Е.; Миколів, І. М. (Національний Університет Харчових Технологій). Спосіб Виробництва Масляної Пастки. Патент України на Корисну Модель 139564, Січ 10, 2020.

Особистий внесок: *літературний та патентний пошук; аналіз існуючих технологій; обґрунтування способу та технологічних параметрів виробництва масляних паст; складання опису та формули винаходу.*

Публікації у матеріалах конференцій

13. Іванов, С. В.; Рашевська, Т. О.; Яценко, О. В. Масляна Паста з Поліфункціональною Добавкою. В *Здобутки, Проблеми та Перспективи Розвитку Готельно- Ресторанного та Туристичного Бізнесу*, Матеріали II-ї Всеукраїнської Науково- Практичної Конференції, Київ, Україна, жовтень 29, 2013; НУХТ, 2013; с. 230-232.

Особистий внесок: *обґрунтування вибору ягід чорниці для включення до складу масляної пасту, підготовка тез.*

14. Yatsenko, O.; Yuschenko, N. The Using of Sodium Caseinate for Stabilizing the Structural and Mechanical Properties of Butter Pastes. In *Youth Scientific Achievements to the 21st Century Nutrition Problem Solution*, Book of Abstracts 83 International Scientific Conference of Young Scientists and Students, Kyiv, Ukraine, April 5–6, 2017; NUFT, 2017; pp 33.

Особистий внесок: *організація та проведення досліджень, формулювання висновків, підготовка тез.*

15. Яценко, О. В.; Ющенко, Н. М.; Пасічний, В. М. Вплив Дози Введення Казеїнату Натрію на Структурно- Механічні Властивості Масляних Паст. В *XI Міжнародній Науково- Практичній Конференції Магістрантів та Аспірантів*, Матеріали Конференції у 3-х ч., Ч. 2, Харків, Україна; квітень, 18–21, 2017; Сокол, Є. І., Ред.; НТУ «ХП», 2017; с 236-237.

Особистий внесок: *літературний пошук; організація та проведення досліджень, підготовка тез.*

16. Яценко, О. В.; Ющенко, Н. М.; Пасичный, В. Н. Использование Казеината Натрия в Технологии Масляных Паст. В *Переработка и Управление Качеством Сельскохозяйственной Продукции*, Сборник Статей III Международной Научно- Практической Конференции, Минск, Беларусь, 23-24 март, 2017; Груданов, В. Я., Ред.; Белорусский Государственный Аграрный Технический Университет (БГАТУ), 2017; с 257-259.

Особистий внесок: *підготовка та проведення досліджень, опрацювання результатів, формулювання висновків.*

17. Кочубей-Литвиненко, О. В.; Пасічний, В. М.; Ющенко, Н. М.; Яценко, О. В.; Кузьмик, У. Г. Перспективи Використання Ізоляту Горохового Протеїну у Технології Масляних Паст. В *Наукові Проблеми Харчових Технологій та Промислової Біотехнології в Контексті Євроінтеграції*, Програма та Тези Матеріалів VII-ї Міжнародної Науково- Технічної Конференції, Київ, Україна, 6-7 листопад, 2018; НУХТ: Київ, 2018; с 148-150.

Особистий внесок: *аналіз літературних джерел; обґрунтування доцільності використання у технології масляних паст ізоляту білку гороху; підготовка тез.*

18. Яценко, О. В.; Пасічний, В. М.; Миколів, І. М.; Ющенко, Н. М. Ефективність Використання Окремих Полісахаридів у Складі Стабілізаційних Комплексів для Масляних Паст. In *Science in 2018, Proceedings of XIV*

International Scientific Conference, Morrisville, USA, 2018; Lulu Press.: Morrisville, 2018; pp 13-16.

Особистий внесок: *обґрунтування доцільності включення окремих полісахаридів до білково-полісахаридного комплексу для стабілізації структури масляних паст; підготовка тез.*

19. Кочубей-Литвиненко, О.; Ющенко, Н.; Яценко, О.; Кузьмик, У.; Миколів, І. Дослідження Показника Активності Води Масляних Паст, Стабілізованих Білково- Полісахаридним Комплексом. В *Наукові Здобутки Молоді – Вирішенню Проблем Харчування Людства у XXI Столітті*, Матеріали 85 Міжнародної Наукової Конференції Молодих Учених, Аспірантів і Студентів, Ч. 1., Київ, Україна, 11-12 квітень, 2019; НУХТ: Київ, 2019; с. 402.

Особистий внесок: *підготовка та проведення досліджень; аналіз результатів та формулювання висновків.*

20. Кочубей-Литвиненко, О. В.; Ющенко, Н. М.; Яценко, О. В.; Кузьмик, У. Г. Функціонально- Технологічні Властивості Масляних Паст. В *Проблеми та Перспективи Розвитку Сучасної Науки*, Збірник Тез Міжнародної Науково- Практичної Конференції Молодих Науковців, Аспірантів і Здобувачів Вищої Освіти, Рівне, Україна, 10 травня 2019; Національний Університет Водного Господарства та Природокористування, 2019; с. 22-23.

Особистий внесок: *організація та проведення досліджень показників масляних паст; опрацювання результатів; підготовка тез.*

21. Кочубей-Литвиненко, О. В.; Яценко, О. В.; Ющенко, Н. М.; Кузьмик, У. Г.; Миколів, І. М. Обґрунтування Доцільності Використання Природних Наповнювачів у Технології Масляних Паст. В *Наукові Проблеми Харчових Технологій та Промислової Біотехнології в Контексті Євроінтеграції*, Програма та Тези Матеріалів VIII Міжнародної Науково-Технічної Конференції, Київ, Україна, 5-6 листопад, 2019; НУХТ: Київ, 2019; с. 338-340.

Особистий внесок: *аналітичний огляд літературних джерел; дослідження харчової цінності продуктів переробки чорниці; підготовка тез.*

22. Yatsenko, O.; Yushchenko, N.; Kuzmyk, U. Stabilization of the Structure Butter Pastes. In *Resource and Energy Saving Technologies of Production and Packing of Food Products as the Main Fundamentals of Their Competitiveness*, Proceedings of the 8th International Specialized Scientific and Practical Conference, Kyiv, Ukraine, 12 September, 2019, NUFT: Kyiv, 2019; pp 36.

Особистий внесок: *підготовка та проведення досліджень, формулювання висновків.*

23. Яценко, О.; Ющенко, Н.; Кузьмик, У.; Миколів, І. Дослідження Зміни Якості Масляних Паст за Показником Кислотності. В *Наукові Здобутки Молоді – Вирішенню Проблем Харчування Людства у XXI Столітті*, Матеріали 86 Міжнародної Наукової Конференції Молодих Учених, Аспірантів і Студентів, Ч. 1, Київ, Україна, 2–3 квітень 2020; НУХТ: Київ, 2019; с. 307.

Особистий внесок: *організація та проведення досліджень, формулювання висновків.*

АНОТАЦІЯ

Яценко О.В. Удосконалення технології масляних паст, стабілізованих білково-полісахаридними комплексами, з мікронутрієнтами чорниці – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.18.04 «Технологія м'ясних, молочних продуктів і продуктів з гідробіонтів». – Національний університет харчових технологій МОН України, Київ, 2021.

Дисертаційна робота присвячена удосконаленню технології масляних паст шляхом розробки білково-полісахаридних комплексів на основі молочних та рослинних білків та збагачення продуктів мікронутрієнтами чорниці.

Обґрунтовано вибір компонентів та розроблено білково-полісахаридний комплекс на основі казеїнату натрію та молочних білків, визначено їх раціональний вміст у складі нормалізуючого компоненту на знежиреному молоці : казеїнат натрію – 10%, гуарова камедь – 1%; казеїнат натрію – 10%, камедь рожкового дерева – 0,25%; СКМБ-УФ – 10,0%, ТПФ – 1,0%, КСБ-УФ – 3,0%, к-каррагінан – 0,05%, KCl – 0,002 %, гуарова камідь – 0,3%.

Для збільшення економічної ефективності виробництва масляних паст обґрунтовано доцільність використання ізоляту білка гороху в кількості 2,5% від маси продукту.

Обґрунтовано спосіб введення та визначено технологічні параметри підготовки порошку ягід чорниці – після гідратації на знежиреному молоці за співвідношення 1:7, температура процесу – $(40 \pm 5)^\circ\text{C}$, тривалість 10-15 хв. та визначений раціональний вміст порошку чорниці у масляній пасті – 3...5 % .

Розроблено рецептурний та визначено технологічні параметри виробництва масляних паст за рекомбінантною схемою, що дозволить розширити можливості підприємств у випуску асортименту масляних паст, забезпечить отримання продукту однорідного складу та стабільної якості.

Обґрунтовано гарантійний термін зберігання нових видів масляних паст: за температури $(4 \pm 2)^\circ\text{C}$ – не більше 7 діб, мінус $(3 \pm 1)^\circ\text{C}$ - не більше 15 діб, мінус (24 ± 2) – не більше 30 діб.

Ключові слова: масляна паста, білково-полісахаридний комплекс, мікронутрієнти чорниці.

АННОТАЦИЯ

Яценко О. В. Усовершенствование технологии масляных паст, стабилизированных белково-полисахаридными комплексами, с микронутриентами черники – Квалификационный научный труд на правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.04 «Технология мясных, молочных продуктов и продуктов из гидробионтов». – Национальный университет пищевых технологий МОН Украины, Киев, 2021.

Диссертация посвящена усовершенствованию технологии масляных паст путем разработки белково-полисахаридных комплексов на основе молочных и

растительных белков, а также обогащения продуктов микронутриентами черники.

Обоснован выбор компонентов и разработаны белково-полисахаридные комплексы на основе молочных белков, установлено их рациональное содержание в составе нормализующего компонента на обезжиренном молоке: казеинат натрия - 10%, гуаровая камедь - 1%; казеинат натрия - 10%, камедь рожкового дерева - 0,25%; СКМБ-УФ - 10,0%, ТПФ - 1,0%, КСБ-УФ - 3,0%, κ-каррагинан - 0,05%, KCl - 0,002%, гуаровая камедь - 0,3%.

Для увеличения экономической эффективности производства масляных паст обоснована целесообразность использования изолята белка гороха в количестве 2,5% от массы продукта.

Обоснован способ введения и определены технологические параметры подготовки порошка ягод черники - после гидратации на обезжиренном молоке в соотношении 1: 7, температура процесса - $(40 \pm 5)^\circ\text{C}$, продолжительность 10...15 мин; определено рациональное содержание порошка черники в масляной пасте - 3...5%.

Разработан рецептурный состав и определены технологические параметры производства масляных паст по рекомбинантной схеме, что позволит расширить возможности предприятий в выпуске ассортимента масляных паст, обеспечит получение продукта однородного состава и стабильного качества.

Обоснован гарантийный срок хранения новых видов масляных паст: при температуре $(4 \pm 2)^\circ\text{C}$ - не более 7 дней, минус $(3 \pm 1)^\circ\text{C}$ - не более 15 дней, минус $(24 \pm 2)^\circ\text{C}$ - не более 30 дней.

Ключевые слова: масляная паста, белково-полисахаридный комплекс, микронутриенты черники.

ABSTRACT

Yatsenko O. V. Improving the technology of butter pastes stabilized with protein-polysaccharide complexes with micronutrients of bilberry. – Qualification scientific work with manuscript copyright.

The dissertation for the degree of a candidate of technical sciences on the specialty 05.18.04 «Technology of meat, dairy and hydrobiont products». – National University of Food Technologies, Ministry of Education and Science of Ukraine, Kyiv, 2021.

The thesis is devoted to the improvement of butter paste technology by developing protein-polysaccharide complexes based on dairy and vegetable proteins, which provide the formation of the product structure as a low-calorie analogue of butter, increase the nutritional value of the product by enriching it with high protein digestibility. The introduction of new types of butter pastes of bilberry micronutrients enriches the product with a complex of biologically active compounds.

In order to increase the efficiency of stabilization complexes and the formation of consumer properties of butter pastes, the choice of components is substantiated and a protein-polysaccharide complex based on milk proteins is developed, their rational content in the composition of the normalizing component in skim milk: sodium

caseinate – 10,0%, guar gum – 1,0%; sodium caseinate – 10,0%, carob gum – 0,25%; milk protein concentrate (UF) – 10,0%, sodium tripolyphosphate – 1,0%, whey protein concentrate (UF) – 3,0%, κ -carrageenan – 0,05%, potassium chloride – 0,002%, guar gum – 0,3%, which will purposefully form the structure of butter paste as a low-calorie analogue butter and enrich the product with complete protein.

To increase the economic efficiency of butter paste production, the expediency of using pea protein isolate in the amount of 2,5% by weight of the product is substantiated. Technological parameters of preparation of vegetable protein isolates are determined: hydration on skim milk for 24 hours at temperature $(6 \pm 2)^\circ\text{C}$ (ratio 1: 6) followed by heat treatment at a temperature of $(82 \pm 2)^\circ\text{C}$, and keeping for 10... 15 minutes and cooling to $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$.

The greatest increase in enthalpy occurs when introduced into the system, which is due to the formation of a strong framework of kappa-casein - carrageenan. The enthalpy of the butter paste is slightly higher than that of butter, due to the additional moisture binding of the butter to the components of the stabilization system.

Thus, the butter paste produced using the developed protein-polysaccharide complex is a fairly thermodynamically stable system that will ensure the stability of product quality during storage.

The microstructure of butter pastes stabilized by protein-polysaccharide complexes based on milk and vegetable proteins has been studied, which proves the effect of interaction of compound formulations with the formation of a single spatial grid, which, unlike butter, is formed by gels of macromolecular lipophilic-hydrophilic hydrophilic compounds.

The use of freeze-dried bilberry powder in the technology of butter pastes was substantiated. The selection criteria were: availability on the Ukrainian market, seasonality compensation and minimal losses of biologically active components of berry raw materials during its processing, high consumer rating of butter paste with bilberry micronutrients.

The method of introduction was substantiated and the technological parameters of bilberry berry powder preparation were determined - after hydration on skim milk at a ratio of 1: 7, process temperature – $(40 \pm 5)^\circ\text{C}$, duration 10-15 min; determined rational content of bilberry powder in butter paste – 3...5%.

The recipe composition of butter pastes stabilized by protein-polysaccharide complexes based on milk proteins, milk proteins and pea protein isolate enriched with bilberry micronutrients has been developed.

The technological scheme is developed and technological parameters of production of butter pastes by mechanical processing of a fat basis with the prepared ingredients are defined that will allow to expand possibilities of the enterprises in release of assortment of butter pastes, will provide reception of a product of homogeneous structure and stable quality.

It is determined that the use of protein-polysaccharide complexes in the technology of butter pastes can reduce the caloric content of products by 2... 3% and increase the nutritional value by increasing the protein content up to 8.2%.

The thermodynamic stability of the butter paste stabilized by the protein-polysaccharide complex in terms of water activity and system enthalpy was proved: for butter paste with a mass fraction of fat 40% the water activity and enthalpy of the system were 0.981 and 61.35 J / g, respectively, while for butter with a mass fraction of fat 72.5% - 0.979 and 61.13 J / g, respectively.

It is established that the introduction of dry powder of blueberries and pea protein isolate allows to enrich the product with a complex of biologically active and mineral compounds; the degree of satisfaction of the daily requirement when using 10 g of the product is: in calcium - on average by 1.0%, potassium - 0.6%, iron 0.3... 0.6%, rutin - by 2.6%.

Based on the analysis of the dynamics of organoleptic, microbiological parameters, acidity and assessment of the integrated index of total fat oxidation of new types of butter pastes during storage, the warranty period is justified under certain storage conditions: at $(4 \pm 2) ^\circ \text{C}$ – no more than 7 days, at minus temperature $(3 \pm 1) ^\circ \text{C}$ – no more than 15 days, at a temperature minus $(26 \pm 2) ^\circ \text{C}$ – no more than 30 days.

The production of butter pastes stabilized with protein-polysaccharide complexes and enriched with bilberry micronutrients will have a positive effect on the financial and economic condition of the enterprise, and an increase in profits from the introduction of technology is possible with increased production.

The social effect of the introduction of new types of butter pastes in the production is to improve the diet of the population through the use of low-fat analogues of butter, enriched with bilberry protein and micronutrients, which will improve health and prevent micronutrient diseases.

Key words: butter paste, protein-polysaccharide complex, bilberry micronutrients.