

Кафедра технології м'яса, м'ясних та олійно-жирових виробів

« » _____ 2024 p.

Львів – 2024

ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЇ МЕДИЦИНИ ТА БІОТЕХНОЛОГІЙ ІМЕНІ С.З. ГЖИЦЬКОГО

(повне найменування закладу вищої навчальної)

Інститут, факультет, відділення **факультет харчових технологій та біотехнологій**

Кафедра (циклова комісія) **кафедра технології м'яса, м'ясних та олійно-жирових виробів**

Освітній ступінь **магістр**

Спеціальність **181 «Харчові технології»**

Освітньо-професійна програма **«Технології зберігання, консервування та переробки м'яса»**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____

/підпис/ **Уляна ДРАЧУК**

(підпис) (ім'я та прізвище)

«____» _____ 2024 р.

З А В Д А Н Н Я

на кваліфікаційну роботу здобувача вищої освіти

Ярмолюк Романа Вячеславовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи): «Удосконалення технології посічених напівфабрикатів із додаванням борошна топінамбура»

керівник проекту (роботи) Басараб Ірина Михайлівна, к.с.-г.н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від «02» 04 2024 року

№ 228-4

2. Термін подання студентом проекту (роботи) 05.12.2024 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи)

Характеристика сировини та особливості технологічного процесу виробництва посічених напівфабрикатів, стандарти та інші нормативні документи на основні рецептурні компоненти посічених напівфабрикатів, характеристика функціональних інгредієнтів, технологічна схема виробництва посічених напівфабрикатів з борошном топінамбура і технохімічного аналізу готової продукції

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ, огляд літератури, матеріали та методи досліджень, результати експериментальних досліджень, економічна ефективність, висновки, перелік використаної літератури, додатки.

5. Перелік графічного матеріалу рисунки, таблиці, принципові технологічні схеми, технологічні лінії виробництва посічених напівфабрикатів.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Консультант ПІБ, посада	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1. Вступ	доц. Басараб І.М.	/підпис/	/підпис/
2. Огляд літератури	доц. Басараб І.М.	/підпис/	/підпис/
3. Матеріали і методи досліджень	доц. Басараб І.М.	/підпис/	/підпис/
4. Експериментальна частина	доц. Басараб І.М.	/підпис/	/підпис/
5. Економічна ефективність	доц. Березівський Я.П.	/підпис/	/підпис/
6. Висновки та список використаних джерел	доц. Басараб І.М.	/підпис/	/підпис/

7. Дата видачі завдання 06.02.24 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання	примітка
1.	Огляд літератури		30%
	I атестація:	11.09.2024	30%
2.	Матеріали і методи досліджень		20%
3.	Експериментальна частина		35%
	II атестація:	01.11.2024	55%
4.	Розрахунок економічної ефективності виробництва		10%
5.	Висновки та список використаних джерел		5%
	III атестація:	05.12.2024	15%
	Допущення до захисту:	09.12.2024	100%

Здобувач(ка)

/підпис/
(підпис)

Ярмолюк Р.В.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

/підпис/
(підпис)

Басараб І.М.
(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.....	8
1.1 Харчова цінність та властивості бульб топінамбуру.....	8
1.2 Пріоритетні напрямки переробки та використання топінамбуру у виробництві продуктів харчування.....	12
1.3 Перспективні напрями використання високотехнологічного обладнання для переробки бульб топінамбуру.....	17
1.4 Технології інтенсивного охолодження та заморожування у виробництві продуктів харчування.....	22
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ Й МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	25
1.1. Організація проведення та загальна схема досліджень.....	25
1.2. Об'єкти дослідження.....	26
1.3. Методи дослідження.....	26
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	33
3.1. Дослідження показників якості і безпеки бульб топінамбура.....	33
3.2. Дослідження впливу конвективно-вакум-імпульсного способу сушіння бульб на харчову цінність борошна з топінамбура.....	36
3.3. Визначення термінів придатності борошна з топінамбура.....	41
3.4. Вплив борошна з бульб топінамбура на функціонально-технологічні показники фаршів.....	43
3.5. Формування органолептичних показників якості м'ясорослинних напівфабрикатів.....	49
3.6. Оцінка якості готових виробів. Обґрунтування технологічних режимів пароконвекційного способу приготування м'ясних виробів.....	51
3.7. Обґрунтування рецептурного складу та оцінка харчової цінності нових видів м'ясних виробів	55
3.8. Застосування технології інтенсивного охолодження для пролонгування термінів придатності м'ясних напівфабрикатів з борошном топінамбура.....	56
РОЗДІЛ 4. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ.....	63
ВИСНОВОК.....	67
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	69

ВСТУП

Актуальність роботи. Здоров'я сучасної людини в значній мірі визначається характером, рівнем і структурою харчування. Дефіцит часу, якісна і кількісна зміна раціону харчування для більшості людей стає причиною порушення ритмічного надходження в організм харчових речовин, приводить до енергетичного дисбалансу. Споживання зайвої кількості калорій, переважання рафінованих продуктів, консервантів, приводить до порушення процесів обміну речовин, істотному зниженню мікронутрієнтів в організмі, найважливішими з яких є: дефіцит вітаміну С, групи В, фолієвої кислоти, β -каротину; харчових волокон, кальцію, калія, йоду, селену, заліза, цинку [3, 160]. Незбалансоване харчування приводить до розвитку багатьох захворювань.

Топінамбур (*Helianthus tuberosus* L.), завдяки винятковому біохімічному складу бульб – високому вмісту інуліну, білка, харчових волокон, широкого спектру вітамінів і мінеральних речовин, є цінною сировиною для харчової промисловості у всьому світі.

Основними причинами, що перешкоджають широкому використанню свіжих бульб топінамбура в харчовому виробництві, є погіршення якості і великі втрати сировини в процесі зберігання, що досягають 30-50 %, тому на продовольчому ринку топінамбур представлений в переробленому вигляді.

Найбільш важливим напрямом переробки топінамбура є виробництво чистого інуліну, пектину, інуліно-пектинового концентрату, біологічно активних добавок на їх основі, концентратів харчових волокон. Сучасний розвиток виробництв з вирощування і переробки топінамбура приймає активну форму. В даний час діє декілька фермерських господарств, які займаються вирощуванням, переробкою, реалізацією свіжих бульб, сушеного топінамбура, порошку. Проте, для широкого кола споживачів топінамбур залишається маловідомою, нетрадиційною харчовою культурою.

Переважно топінамбур вирощують і використовують тільки як кормову культуру. Для споживачів він знайомий у вигляді біологічно активних добавок,

що реалізуються переважно через аптечну мережу або інтернет-магазини. Топінамбур не використовується в громадському харчуванні.

Питання розвитку середніх, малих підприємств харчової промисловості і громадського харчування, максимальна наближеність центрів переробки, зокрема топінамбура, до споживача є актуальним.

Активне впровадження високотехнологічного устаткування дозволить переробляти топінамбур в необхідних об'ємах, надійно зберігати початкові властивості сировини, використовувати його у виробництві продуктів підвищеної харчової цінності, що відповідають принципам здорового харчування.

В процесі виконання кваліфікаційної роботи хімічний склад топінамбура вивчений детально, доведені його медико-біологічні властивості.

Пріоритетний внесок у вивчення питань біохімії топінамбура, способів його переробки, а так само пропаганди цієї цінної культури внесли такі учені, як Хомич Г. Р., Ткач Н.І., Наконечна Ю.Г., Нестеренко О.В., Пріор Н.М. Павлюк Р. Ю., Погарська В. В., Балабай К. С., Павлюк В. А. та ін.

Розширенню асортименту продуктів лікувального, лікувально-профілактичного, функціонального харчування на основі топінамбура або з його використанням присвячені роботи Тележенко Л. М., Біленька І. Р., Буланша Н. А., Балабай К.С., Слащева А. В., Касіянчук В. Д. та ін.

Разом з тим, технічне переоснащення підприємств харчової промисловості і громадського харчування, застосування сучасних технологій вносить корективи і вимагає систематизованих відомостей про харчову цінність, товарно-технологічних властивостей як нового виду продуктів з топінамбура, так і продукції з їх використанням.

У зв'язку з викладеним, питання отримання нового виду продуктів переробки бульб топінамбура на основі високотехнологічного устаткування, цілеспрямованого їх використання для підвищення харчової цінності продуктів харчування, є актуальним і має соціально економічне значення.

Метою кваліфікаційної роботи є науково-практичне обґрунтування отримання продуктів підвищеної харчової цінності з використанням бульб топіамбура (*Helianthus tuberosus L.*) та удосконалення технології посічених напівфабрикатів на їх основі.

Для реалізації поставленої мети виділені наступні **завдання**:

1. Визначити харчову цінність бульб топіамбура (*Helianthus tuberosus L.*), виділити домінантні нутрієнти, обґрунтувати напрями його використання;
2. Визначити вплив конвективно-вакуум-імпульсного способу сушіння бульб топіамбура на технологічні властивості та харчову цінність борошна;
3. Виявити закономірності формування якості м'ясних фаршів і готових виробів з використанням борошна з топіамбура.
4. Удосконалити технологію і рецептури виробів підвищеної харчової цінності. Обґрунтувати можливість пролонгації термінів придатності м'ясних напівфабрикатів з використанням технології інтенсивного охолодження;
5. Розробити пропозиції для виробництва на нові види продукції, провести лабораторну апробацію рецептур і технологій, визначити економічну ефективність посічених напівфабрикатів.

Наукова новизна:

- визначений хімічний склад і харчова цінність борошна, отриманого з бульб топіамбура конвективно-вакуум-імпульсним способом (КВІС) сушіння. Встановлена залежність між ступенем гідратації борошна, температурою і тривалістю процесу;
- встановлені основні закономірності формування структурно-механічних, функціонально-технологічних показників м'ясних фаршів і готових виробів з гідратованим борошном з топіамбура.
- обґрунтована можливість збільшення термінів придатності м'ясних напівфабрикатів до 48 годин при використанні технології інтенсивного охолодження, що в 2 рази перевищує терміни, встановлені СанПін 2.3.2.1324-03.

Теоретичне значення роботи. Отримані дані високотехнологічних способів переробки можуть бути використані як інструментарій для інших видів сировини, зокрема нетрадиційної.

Матеріали роботи можуть служити теоретичною передумовою для створення функціональних продуктів з топінамбуром, розширення асортименту інших товарних груп.

Практичне значення роботи. Розроблений асортимент продуктів підвищеної харчової цінності: м'ясних виробів, зокрема з пролонгованим терміном придатності.

Розроблені рецептури і технології пройшли лабораторну апробацію в умовах кафедри технології м'яса, м'ясних та олійно-жирових виробів Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.

Структура і об'єм роботи. Кваліфікаційна робота складається з вступу, 4 розділів, висновку, списку використаної літератури і додатків. Робота викладена на 74 сторінках, містить 24 таблиці й 24 рисунки, 52 найменування використаних джерел, зокрема 12 іноземних.

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Харчова цінність та властивості бульб топінамбура

Топінамбур (*Helianthus tuberosus* L.), завдяки винятковому біохімічному складу, є цінною сировиною для харчової промисловості у всьому світі.

Хімічний склад зеленої маси і бульб топінамбура детально вивчений вітчизняними і зарубіжними ученими, внаслідок чого накопичений багатий науковий матеріал (Хомич Г. Р., Ткач Н.І., Наконечна Ю.Г., Нестеренко О.В., Пріор Н.М. Павлюк Р. Ю., Погарська В. В., Балабай К. С., Павлюк В. А., Milner J. A., Pavlyuk. R., Klímek P. і ін.)

В даний час важливим напрямом переробки бульб топінамбура є отримання широкого набору лікувальних препаратів, біологічно-активних добавок. Питання про ширше його використання в створенні різних видів продуктів є актуальним.

Унікальну цінність бульб топінамбура (далі - топінамбура) як кормової, овочевої, технічної і лікувальної культури в першу чергу визначає його хімічний склад, що характеризується високим вмістом біологічно активних речовин. Хімічний склад топінамбура, як і інших рослин, змінюється залежно від біологічних особливостей сорту і ґрунтово-кліматичних умов, що включають агротехніку, погодні умови даного року зростання, а також географічний чинник.

Бульби топінамбура містять в своєму складі унікальний вуглеводний комплекс на основі фруктози і її полімерів, вищим гомологом яких є інулін. Інулін - найбільш цінний і кількісно переважаючий вуглеводний компонент. Він міститься переважно в бульбах спільно з сахарами (від 13 до 20 % на сиру масу). Великі коливання у вмісті інуліна в бульбах, що приводяться в літературі, пояснюються тим, що під інуліном одними авторами розуміється тільки інулін, а іншими – всі фруктозани, що входять до складу топінамбура. Інулін накопичується в бульбах топінамбура у міру їх дозрівання. Під дією інулази й інших ферментів, органічних кислот, солей, що містяться в бульбах, від зимівлі

їх в ґрунті і впливи негативних температур або «холодного» зберігання при температурі 2 - 4°C, а також у зв'язку з проростанням бульб відбувається природний процес зцукрення інуліну до фруктози (78 %) і глюкози (13 %).

Найвищий вміст цукрів в бульбах властивий таким сортам як «Інтерес» (18,6 %), «Київський Білий» (18,1 %) [1,12, 14, 23]. У бульбах топінамбура кількість фруктози складає 13-20 %.

Полісахариди, що входять до складу клітинних оболонок тканин бульб (харчові волокна), знаходяться в кількісному співвідношенні на другому місці після інуліну. Сума пектинових речовин, целюлози і геміцелюлози коливається залежно від сорту і умов року вирощування від 1,56 до 2,88 % на сиру вагу (5,7 - 11,7 % на суху вагу). З цих високополімерних вуглеводів велику частину складають пектинові речовини [6, 8, 12]. У деяких сортів вміст пектинових речовин може досягти 9-11 %. Значну частину пектинових речовин складає нерозчинний пектин, його вміст в соку – від 1 до 5 %. Ступінь етерифікації пектину топінамбура рівний 55,0-58,0 %.

Важливим компонентом хімічного складу є білкові речовини бульб топінамбура. За кількісним складом в бульбах топінамбура білкового азоту припадає на частку 57-59 %, на долю небілкового (амідного) азоту – 41- 43 %. Вміст білка складає, в середньому за сортами 2,3 % на сиру масу. Білки бульб топінамбура включають всі незамінні амінокислоти [47].

У своєму складі топінамбур містить різні види органічних кислот. Загальна кислотність, з розрахунку на яблучну кислоту, складає близько 4-8 % на суху речовину. Основна частка доводиться на лимонну кислоту і яблучну кислоту [47].

Бульби топінамбура багаті мінеральними речовинами. У кількісному складі виділяється калій, залізо, фосфор. Вітамінний склад бульб топінамбура характеризується високим вмістом вітамінів групи В, аскорбінової кислоти (таблиця 1.1) [5, 8, 11, 47].

Таблиця 1.1

Вітамінний склад різних сортів бульб топінамбура [47].

Сорт	Вміст вітамінів, міліграм % до маси СР: мкг/100г СР						
	С	В2	В1	В3	В5	В6	В7
25-55	108,1	4,0	1,00	8,8	0,86	0,20	20,0
36	106,6	6,9	0,74	4,8	0,82	0,22	15,2
10	105,2	5,4	1,20	6,8	0,80	0,12	10,0
320	98,1	7,9	0,80	4,8	0,88	0,14	16,4
Знахідка	104,2	7,3	-	6,8	0,90	0,13	24,0
Інтерес	104,5	7,3	-	2,4	0,20	0,16	15,2

У бульбах рослини міститься ряд ферментів. З екстракту бульб були виділені ферменти, як: інвертаза, гідролаза А і гідролаза В. Інвертаза присутня в дуже малих кількостях, вона гідролізує сахарозу, але атакує також і рафінозу, вивільняючи мелібіозу і фруктозу. Первинна дія гідролаз А і В полягає у вивільненні фруктозного залишку з б-(2-1), зв'язаному ланцюгу оліго- і поліфруктозанів з утворенням нижчих гомологів цього ряду. Обидві гідролази А і В схожі в основному за своєю дією. Вони практично неактивні у відношенні до сахарози, віддають перевагу субстратам-фруктозанам з вищим ступенем полімеризації [11].

Медико-біологічні *властивості топінамбура* і продуктів з нього доведені численними дослідженнями. Перелік хвороб, з якими топінамбур успішно справляється, великий: цукровий діабет, ішемічна хвороба серця, лейкоз, анемія, туберкульоз, простуда, цистит, хвороби шлунково-кишкового тракту, відкладення солей, болі в хребті, занепад сил, безсоння, стрес, опіки, шкірні хвороби і ін.

На підставі численних досліджень встановлено, що вживання топінамбура в сирому вигляді або продуктів його переробки викликає значне зниження рівня глюкози в крові і рівня холестерину. Інулін, потрапляючи в шлунково-кишковий тракт, розщеплюється соляною кислотою і ферментами на окремі молекули фруктози і короткі фруктозні ланцюжки, які проникають в кровоносне русло.

Частина інуліну, що залишилася нерозщепленою, і харчові волокна здатні сорбувати значну кількість харчової глюкози і перешкоджати її всмоктуванню в кров, що сприяє зниженню рівня цукру в крові після їжі. У крові короткі фруктозні фрагменти інуліну і органічні кислоти (яблучна, лимонна, янтарна і ін.) також виконують антиоксидантні і антитоксичні функції. Унікальна здатність фруктози полягає в тому, що вона може проникати в клітини всіх органів без участі інсуліну і повністю замінювати глюкозу в обмінних процесах. Стабільне зниження рівня глюкози в крові приводить до підвищення вироблення власного інсуліну спеціальними клітинами підшлункової залози. Цьому сприяє високий вміст в топінамбурі цинку, кремнію, калія, необхідне для синтезу інсуліну [22, 24, 47].

Інулін викликає інтенсивне зростання в організмі біфідобактерій, перешкоджає розвитку патогенної мікрофлори, сприяє відновленню порушеної діяльності шлунково-кишкового тракту. За рахунок дії клітковини, що міститься в топінамбурі, спостерігається антитоксичний ефект інуліну. Короткі фруктозні ланцюжки, що всмокталися в кишечник, і в крові продовжують виконувати очищуючу функцію, знешкоджуючи і полегшуючи виведення з організму шкідливих продуктів обміну речовини [5, 12, 16, 42]. Фруктоза топінамбура є відмінним засобом профілактики діабету, оскільки споживання її замість сахарози знижує вірогідність захворювання цією важкою недугою. Фруктоза технологічно подібна до сахарози, її можна використовувати замість останньої. Продукція, вироблена із застосуванням фруктози, зберігає всі смакові якості, при цьому має меншу калорійність, чим з використанням сахарози. Фруктоза – один з небагатьох підсолоджувачів, який володіє консервуючою властивістю [23, 46].

Пектинові речовини і харчові волокна топінамбура надають лікувальну дію при лікуванні хвороб шлунково-кишкового тракту, що також визначає його використання в лікувально-профілактичному харчуванні. Топінамбур корисний для попередження і лікування гастритів, виразкової хвороби шлунку і

кишечника, благотворно впливає на перистальтику кишечника, відновлює мікрофлору, добре очищає його. Окрім нормалізації вуглеводного обміну, сирий топінамбур здатний знижувати рівень холестерину в крові на 30 - 46 % [22, 44].

Тележенко Л. М., Біленька І. Р., Буланша Н. А. і ін., було показано, що направленим ферментолізом можна досягти збагачення топінамбура, що переробляється, меланінами, , що характеризуються, антиоксидантними і радіопротекторними властивостями [11]. Подібним ефектом володіють і природні біополімери, такі як інουλін, пектин і харчові волокна, що містяться в топінамбурі в значній кількості. Їх вміст в топінамбурі вищий, ніж у всіх відомих коренеплодах і порівнянно лише з кропом (3,5 г/100 г сухої ваги).

Наукові дослідження доводять, що сирі бульби топінамбура можна використовувати як ефективний ентеросорбент, що пов'язують з наявністю харчових волокон і пектинами, здатних виводити метали з організму. За рахунок високого вмісту калію і кремнію, продукти на основі топінамбура проявляють антиаритмічну дію. Із-за високого вмісту заліза бульби рекомендують вживати при анемії [2, 6, 12, 45].

Завдяки високому вмісту біологічно активних компонентів, їх медико-біологічним властивостям, бульби топінамбура використовуються, перш за все, як сировина для отримання біологічно активних добавок до їжі (БАД). Використання БАД на основі топінамбура в лікувальному і профілактичному харчуванні дозволяє вести профілактичну і реабілітаційну роботу ослабленої категорії дітей і дорослих, підвищити ефективність лікування різних захворювань, пов'язаних з порушеннями обміну речовин і імунною недостатністю і стресовим пригніченням нервової системи [23, 41].

1.2 Пріоритетні напрями переробки топінамбура і використання у виробництві продуктів харчування

Сучасний розвиток виробництв з вирощування і переробки топінамбура приймає активну форму. В даний час діє декілька фермерських господарств, що вирощують, переробляють і реалізують свіжі бульби, сушений топінамбур,

порошок (борошно), фруктозо-інуліновий сироп; харчові концентрати з його використанням (каші, соки, напої, макарони, цукати, джеми, варення). Наприклад, селянсько-фермерське господарство «Мальва» (Івановський район Одеської області, Україна).

Найбільш важливим напрямом переробки топінамбура є виробництво інуліну, пектину, інуліно-пектинового концентрату і ін. Інулін у вигляді борошна, приготованого з топінамбура, є одним з складових частин комбінованих пробіотиків, широко використовуваних в США і Європі як засіб для профілактики і лікування багатьох захворювань.

Зарубіжні фірми: Chamtor (США), Sudzucker (Чехія), Orafiti (США) випускають інулін у вигляді сиропів, пудри, кремів для використання як функціональна добавка в молочній, хлібобулочній і кондитерській промисловості, а також у виробництві дієтичних виробів.

Біологічно активні добавки до їжі отримують з топінамбура так само у вигляді фармацевтичних форм – порошку, пігулок, сиропу, концентрату. В даний час є значна кількість наукових розробок, запатентованих технологій з отримання різних видів біологічно активних добавок з топінамбура як профілактичної, так і направленої дії: порошок, концентрат з бульб топінамбура [2, 12, 14], біологічно-активні харчові добавки [5, 19, 37], фітоконцентрати, фруктозні сиропи [11, 23, 46] і ін.

На розширення асортименту лікувально-профілактичних продуктів направлені винаходи: «Харчова добавка з топінамбура для виробництва харчових продуктів і напоїв з лікувально-профілактичними властивостями» [23]; «Харчова добавка з макро- і мікроелементів, що володіє біологічною активністю» [14]; «Біологічно-активна добавка до їжі» [12, 43].

Підприємствами харчової промисловості було налагоджено використання концентрату топінамбура, як базового продукту, для створення широкого асортименту лікувально-профілактичної продукції харчового призначення (хлібобулочні і кондитерські вироби, напої і так далі). Так, новий сорт хліба під назвою батон «Сонечко», в рецептуру якого включений концентрат топінамбура,

корисний для поліпшення роботи кишечника, відновлення природної мікрофлори організму людини.

Регулярне вживання хліба «Сонечко» є профілактикою захворювань і лікувальним харчуванням при цукровому діабеті, дисбактеріозі, атеросклерозі і інших екологічно обумовлених захворювань, пов'язаних з імуннодефіцитними станами.

Хліб «Сонечко» включений в повсякденний раціон харчування хворих [7]. У хлібопекарської промисловості для збагачення хлібобулочних і борошняних кондитерських виробів використовували порошок з бульб топінамбура, виробленого за ТУ 9164001-17912573-2001 фермерським господарством "Топінамбур". Позитивним ефектом застосування порошку топінамбура є уповільнення черствіння хліба на 5-6 годин [8, 25].

Введення концентрату топінамбура в рецептури макаронних виробів дозволяє використовувати пшеничну муку 1 сорту і підвищити біологічну цінність борошняної продукції. Використання макаронних виробів з топінамбуром рекомендоване як реабілітаційний продукт в дієті ослаблених хворих після перенесених травм, інфекційних захворювань, імуннодефіцитних станів, при отруєннях органічними розчинниками, важкими металами, радіонуклідами [8, 25]

Концентрат топінамбура застосовується в кашах моментального приготування «Здоров'як». Дані каші готуються з цілісного зерна пшениці, гречки, рису і сумішей на їх основі. Рецептурні композиції каш складені з урахуванням максимального вмісту вітамінів А, В, С, мікроелементів і більше 30 % харчових волокон. Лікувально-профілактична дія каш направлена на нормалізацію кишкової флори і стимулювання моторики, поліпшення функції щитовидної залози, стабілізацію ваги, виведення зайвого холестерину, шлаків, токсинів, очищення і оздоровлення печінки, зниження цукру в крові [22].

Авторами І. Біленька, Н. Лазаренко розглянута можливість використання порошку топінамбура з метою вдосконалення технології варених ковбас функціонального призначення. У рецептурний склад варених ковбас з

традиційної сировини і м'яса механічної обвалки птиці вводили 5 % порошку концентрату топінамбура, що сприяло поліпшенню співвідношення жир/білок; підвищенню вмісту нітрозопігментів на 1,74 ... 5,33 % по відношенню до контрольних зразків, зниженню вмісту залишкового нітриту в дослідних зразках на 23,5-25 %. Використання концентратів топінамбура в новому виді ковбасних виробів привело до підвищення загального вмісту незамінних амінокислот, а так само мінеральних речовин – калію, кальцію, магнію, марганцю, міді і цинку [16].

На основі порошку розроблений і запатентований спосіб приготування топиамбурового напою [8], асортимент кавових, злакових і фруктових напоїв на його основі [19].

Актуальним завданням є розширення асортименту дієтичних кондитерських виробів за рахунок використання сировини з топінамбура з урахуванням підвищеного попиту дітей на даний вид продукції.

В результаті науково-технологічних досліджень розроблені і запуснені у виробництво технології отримання нового виду кондитерських виробів з марками «Топінаріс» і «Топівіт», з лікувально-профілактичними властивостями за запатентованою технологією, використання концентрату топінамбура і топінамбура сушеного [23, 46]. «Топінаріс» може випускатися у вигляді ірисових композицій (аналог гематогену), праліне, карамелі, вафель і ін. Дріжджова форма «Топівіту» зі сприйняття дітьми дозволяє наблизити продукцію до вітамінної. Дані види кондитерської продукції особливо корисні при проведенні профілактичних заходів в осінньо-зимовий і весняний сезони в дошкільних і шкільних установах для підвищення резистентності організму дітей до інфекційних і екологічно обумовлених захворюванням [20].

Застосування порошку з бульб топінамбура підвищує якість і харчову цінність виробів з пісочного тіста. Розроблені сорти печива з суміші борошна вівсяного і пшеничного вищого сорту на цукрі з 7 % топінамбура, з 5 % на сорбіті або фруктозі. Вироби на фруктозі і сорбіті можуть бути рекомендовані для харчування людей, страждаючих цукровим діабетом і надмірною вагою [16].

Запатентований спосіб приготування цукрового печива з мукою з бульб топіамбура в кількості 6 % до маси хлібопекарського борошна. Винахід направлений на отримання цукрового печива за спрощеною технологією, підвищення біологічної і харчової цінності виробів, а також поліпшення структурно-механічних властивостей цукрового тесту [7]; спосіб виробництва діабетичних вафель з покращуваною консистенцією з порошком топіамбура СВ-сушки, як дієтичні борошняні кондитерські вироби для живлення хворих цукровим діабетом [16].

Запатентована технологія желейного мармеладу з широким спектром вітамінної активності і незвичайним приємним поєднанням органолептичних властивостей з використанням водного розчину топіамбура [14].

Використання різних видів продуктів на основі топіамбура має соціальну ефективність, яка полягає в цілеспрямованій профілактиці дитячих, шкільних установ і населення екологічно несприятливих регіонів, зниженні захворюваності населення [11].

Не дивлячись на унікальний хімічний склад топіамбура, його медико-біологічні властивості, величезні потенційні можливості вирощування і переробки, економічну і соціальну ефективність, ця культура для широкого кола споживачів залишається маловідомою, «нетрадиційною». Основними причинами, що перешкоджають широкому використанню свіжих бульб топіамбура в харчовому виробництві, є, погіршення якості і великі втрати сировини в процесі зберігання, що досягають до 30-50 %, трудність в обробці, недостатня пропаганда цієї рослини як харчової культури. Асортимент харчових продуктів з використанням топіамбура, доступних для споживачів, обмежений. У науковій літературі немає відомостей про застосування топіамбура в системі громадського харчування, що дозволило б максимально наблизити продукцію до споживача.

Виходячи з вищевикладеного, питання розширення асортименту продуктів з використанням топіамбура є актуальним.

1.3 Перспективні напрями використання високотехнологічного устаткування для переробки бульб топінамбура

Найважливішим завданням сільськогосподарських виробників є не тільки виробництво і переробка сільськогосподарської сировини, але і забезпечення збереження його якості в процесі зберігання. Слабка легкість бульб топінамбура в процесі зберігання, обумовлена тонким пробковим шаром і високим вмістом цукрів, унаслідок чого вони швидко в'януть, піддаються дії патогенних мікроорганізмів, робить актуальним питання використання ефективних методів тривалого зберігання топінамбура і способів його переробки, направлених на збереження біологічно активних речовин.

В даний час спостерігається активне переоснащення підприємств харчової промисловості. У число пріоритетних завдань входить розробка і впровадження в сільське господарство, харчову промисловість інноваційних технологій, направлених на максимальне збереження біологічно активних речовин початкової сировини і продукції з їх використанням.

Впровадження високотехнологічного устаткування, розвиток нових технологій переробки сировини і виробництва харчових продуктів, сприяє енерго - і ресурсозберігання, максимальному збереженню біологічно активних компонентів готових продуктів.

Конвективно-вакуум-імпульсний спосіб сушіння рослинних продуктів

У промисловій переробці рослинної сировини широко застосовується такий спосіб консервації, як сушіння. В процесі сушіння відбуваються значні фізико-хімічні зміни, в результаті яких вивільняється вода, що визначає характер перетворень, що протікають усередині продукту.

Рослинна сировина, як об'єкт сушіння, характеризується великою кількістю води і малим вмістом сухих речовин. Основна частина води знаходиться у вільному стані і лише близько 5 % міцнозв'язана і утримується клітинними колоїдами. Цим пояснюється легкість висушування плодоовочевої сировини до вологості 12-14 % і утрудняє видалення залишкової вологи.

Консервація харчових продуктів методом сушіння заснована на принципі анабіозу. Живлення мікроорганізмів відбувається осмотичним шляхом - всмоктуванням поживних речовин, тому для їх розвитку в продукті повинна міститися певна кількість води. Розвиток бактерій можливий при вмісті вологи 25-30 % і більше, цвілевих грибів – 10-15 % і більше.

Порівняно з іншими методами консервації сушіння має багато переваг: технологія сушіння і устаткування для її здійснення відносно прості, маса і об'єм сировини під час сушіння зменшуються у декілька разів, тим самим помітно знижуються витрати на транспортування і зберігання продукту. Сухі продукти можна зберігати при кімнатній температурі.

До недоліків методу сушіння відносять зміну забарвлення, смакових властивостей, структури.

Існують різні способи отримання сухого продукту.

В даний час найпоширенішим способом, широко вживаним в переробній промисловості, є конвективний, різновидом якого є теплове сушіння. Перевагою цього способу є можливість регулювання температури висушуваного матеріалу, простий пристрій устаткування. Недоліком є те, що градієнт температури направлений убік, протилежну градієнту вологовмісту, що гальмує видалення вологи з матеріалу. Сушіння продукту в такий спосіб неминуче супроводжується втратами тепла на нагрів конструкції і навколишнього середовища. Висока температура і висока тривалість сушіння погіршують якість продукту: змінюється колір, смак, природний аромат продукту; сприяють розвитку окислювальних процесів і приводять до втрат вітамінів і біологічно активних речовин у висушеному продукті [1, 20].

Досконалішими і ефективнішими способами обезводнення, направленими на забезпечення максимального збереження харчових і смакових переваг продукту, високу ефективність процесу, є інфрачервоне, мікрохвильове, сублімаційне, сушіння із змішаним теплопідводом, аероповітряною сумішшю атмосферного тиску і ін. Найбільш якісний за біохімічними параметрами порошок з бульб топінамбура отримували за кріогенної і сублімаційної

технологій, проте ціна готового продукту у декілька разів перевищувала ціну продукту, отриманого тепловим способом. Тому актуальним є пошук методу термообробки сировини, сприяючої зниженню втрат біологічно активних речовин до мінімального рівня, отриманню кінцевого продукту з високими харчовими і смаковими властивостями, доступного за ціною.

Новим і перспективним способом є сушіння конвективно-вакуум-імпульсною (КВІ) дією. При імпульсному вакуумуванні заздалегідь нагрітого матеріалу зовнішній і внутрішній тепло -і масообмін інтенсифікуються за рахунок могутнього градієнта тиску; інтенсифікується процес вологовидалення в 5-10 разів з міграцією частини вологи на поверхню матеріалу і в сушильну камеру у вигляді рідини, минувши фазовий перехід в пару. Скорочується тривалість процесу і виключається перегрів продуктів не тільки в першому періоді сушіння, але і після видалення вільної вологи. Крім вологи, відбувається активне видалення кисню з порожнеч і капілярів, руйнування частини міжклітинних мембран, що веде до придушення окислювально-відновних реакцій (гине частина бактерій), у результаті комплексної дії КВІ режимів виникає консервуючий ефект [43].

Вакуумно-імпульсний спосіб сушіння дозволяє у великих об'ємах сушити овочі, фрукти, гриби і інші харчові продукти за короткий час (протягом 1-2 год.) з високими якісними показниками.

При даному способі сушіння гранично допустима температура нагріву фруктів, ягід складає не вище 56-60°C, деяких квітів і трав – не вище 38-40°C, для овочів – 60-70°C. Підведення тепла до матеріалу проводиться конвекцією. Завдяки імпульсній дії вакууму на рослинний матеріал і дотриманню при сушінні оптимальних температурних режимів видалення вологи, дифузії частини вологи на поверхню висушеного матеріалу і в об'єм камери реалізується у вигляді рідини (соку), минувши фазовий перехід в пару усередині речовини. В результаті цього досягається значна економія електроенергії (у 2-3 рази в порівнянні з іншими способами сушіння).

Тривалість вакуумно-імпульсної сушки різноманітних рослинних матеріалів складає 40-90 хв. з максимальним збереженням у висушених продуктах якісних характеристик початкової сировини – біологічно активних компонентів (вітамінів, органічних кислот, мікроелементів і ін.). Термін зберігання консервованих вакуумно-імпульсною дією сухих продуктів (у воді кімнатної температури за 20-35 хв., при 50°C – за 10-20 хв.), що швидко відновлюються, складає 1,5 року в картонній і більше 3 років у вакуумній упаковці. Вміст аскорбінової кислоти при конвективно-вакуум-імпульсному сушінні знижується всього в 4-8, а відомо, що при розморожуванні ягід – більш ніж в 10 разів [14].

Технології KBIC забезпечують високі санітарно-гігієнічні умови для працюючих, екологічну чистоту повітряного і водного басейнів. На їх основі створені нові інтенсивні, маломодульні, пожежобезпечні, екологічні технології 3-го тисячоліття.

Застосування конвективно-вакуум-імпульсного способу сушіння бульб топінамбура припускає отримання продукту вищої якості, ніж при традиційних способах сушіння, і представляє інтерес для переробної промисловості.

Доцільність використання пароконвекційного устаткування для переробки бульб топінамбура

З впровадженням і широким використанням в харчовій промисловості і підприємствах громадського харчування пароконвекційних апаратів, ефективність виробництва всіх видів продукції значно зростає.

Пароконвекційні апарати відносяться до категорії сучасного високотехнологічного устаткування, є універсальним тепловим агрегатом, що суміщає в своїй конструкції відразу два види устаткування – пароварильний апарат і конвекційна сушильна шафа, що дозволяє проводити всі види теплової обробки. Контроль ведення технологічного процесу (температури в товщі продукту) здійснюється за допомогою температурного щупа (термоголки), електронної панелі управління. Мультизонний термощуп здатний визначати

температуру в декількох точках і незалежно від правильності його установки видавати коректні показники.

Правильний підбір режиму теплової обробки дозволяє отримувати продукцію з високими органолептичними показниками, інтенсифікувати процес її приготування на 10-15 % (залежно від виду продукту). У продукції, приготованої в пароконвектоматах, відмічено збільшення виходу, в середньому, на 15-20 %; в порівнянні із зразками, обробленими традиційними способами [3, 8]. Обґрунтовані ресурсосберегаючі режими обробки, підвищена харчова цінність готових виробів з м'яса, птаха, овочів в порівнянні з традиційною технологією [13, 46].

Важливою функцією пароконвекційних апаратів є наявність різних режимів, зокрема режим низькотемпературної пари (30-99°C) бланшування, відтавання, вакуумної обробки, консервації і пастеризації, тому пароконвекційні апарати можна використовувати для переробки різних видів сировини (зокрема топінамбура) безпосередньо на малих переробних підприємствах і підприємствах громадського харчування.

Можливість комбінування різних видів теплових процесів, скорочення тривалості їх дії, дає нові можливості для виробництва паст і пюре із застосуванням пароконвекційних апаратів.

Разом з відміченими вище позитивними моментами, технологічний процес виробництва продукції в пароконвекційних апаратах відрізняється від традиційного – міняється температурно-вологісний режим, тривалість теплової обробки, послідовність операцій; вносяться корективи в рецептурний склад навіть традиційних страв. Необхідність накопичувати і формувати «банк» даних технологічних параметрів обробки різних видів сировини і готової продукції є актуальним питанням.

Новизна питань визначила напрям наукових досліджень.

1.4 Технології інтенсивного охолодження і заморожування у виробництві продуктів харчування

Сучасний розвиток харчової промисловості характеризується впровадженням інтенсивних технологій (охолодження і заморожування), зокрема на малих підприємствах харчової промисловості і громадського харчування. Це дозволить оперативно реагувати на потреби ринку в забезпеченні населення продукції в широкому асортименті.

Застосування технології інтенсивного охолодження для оптимізації технологічних процесів

Основними проблемами в організації харчування на малих і середніх підприємствах є порівняно великі витрати при закупівлі невеликих партій продуктів, тимчасові витрати на приготування, великі витрати на електроенергію, персонал, оренду площ, малий термін зберігання приготованих страв, дотримання технологій. Вирішенню цих проблем сприяє застосування технології інтенсивного охолодження «Cook&Chill» (КЕЧ), в єдиному технологічному процесі якого задіяні процес приготування продукції, інтенсивне охолодження, зберігання, регенерація.

Основа системи полягає в комбінованому використанні високотехнологічного устаткування: пароконвекційної (конвекційною) печі і камери (шафи) інтенсивного охолодження. Технологія дозволяє готувати у великих об'ємах із збереженням початкової свіжості, нутрієнтний склад сировини і готових продуктів харчування.

Технологія КЕЧ представлена декількома послідовними етапами: підготовкою і санітарною обробкою продуктів, приготуванням за допомогою теплової обробки декількома способами, інтенсивним охолодженням і, нарешті, регенерацією після транспортування на точці збуту або розподілу. Особливістю технології є інтенсивне охолодження продукту з температури плюс 65°C до температури плюс 3-10°C протягом 90 хвилин. Продукт, оброблений таким чином, може зберігатися в холодильній камері при температурі плюс 2 - 4°C до 6 днів. Для вживання готовий виріб доводиться до температури плюс

65°C і вище. Застосування вакуумної упаковки продукту перед тепловою обробкою дозволяє підвищити смакові якості, знизити теплові втрати [5].

Ефективність КЕЧ технології підтверджується практичним досвідом у всьому світі, де вона ефективно використовується згідно вимогами санітарно - гігієнічної безпеки НАССР (ХАССП) [6, 12].

Дослідження в даному питанні показують, що перевагами даної технології є: збільшення термінів зберігання кулінарної продукції з риби, птиці, м'яса, круп, збереження первинних смакових властивостей, вітамінів і структури продукту. КЕЧ-технологія забезпечує високий захист від подальшого зростання мікроорганізмів (аеробних бактерій, цвілі і дріжджів) після процесів теплової обробки при температурі пастеризації і нижче [6, 13].

Різні аспекти впровадження даної технології дозволяють забезпечити не тільки високі показники якості готового продукту, збільшити його термін зберігання без використання консервантів, але і забезпечити можливості ефективного управління матеріальною собівартістю продукту, знижуючи виробничі витрати [22].

Впровадження КЕЧ технології є новим, активно розвиваючим напрямом. Застосування даної технології перспективне на підприємствах централізованого виробництва для системи швидкого обслуговування (зокрема стрит-, фаст-фуду), соціального харчування (шкільних, лікувальних установ), організації різних видів кейтерінгу, забезпечення магазинів готової їжі, відділів готової продукції супермаркетів.

Не дивлячись на важливість питання, дослідження в даному напрямі нечисленні, відсутній даних, що включають технологічні параметри виробництва різних видів продукції, зокрема з топінамбуром, технічну документацію. Застосування технології інтенсивного охолодження сприяє максимальному наближенню продукту підвищеної харчової цінності до споживача, гарантує його якість і безпеку. Виходячи з вищевикладеного, визначений напрям дослідження.

Аналіз і систематизація даних науково-технічної літератури і патентної інформації показали значемість топінамбура (*Helianthus tuberosus* L.) як харчової культури за кордоном і в нас, завдяки його унікальному хімічному складу. Не дивлячись на це, топінамбур недостатньо широко використовується в повсякденному харчуванні населення.

Основними причинами, що перешкоджають широкому використанню свіжих бульб топінамбура в харчовому виробництві, є слаба стійкість в процесі зберігання, трудність в обробці, недостатня пропаганда цієї рослини як харчової культури.

Розвиток малих підприємств, використання нових технологій переробки бульб топінамбура, з метою максимального збереження біологічно активних речовин є актуальним питанням.

В даний час запропоновано комплекси устаткування для сушіння вакуум-імпульсним способом. Це:

- комплекси для сушіння рослинних і тваринних матеріалів великої потужності: KBIC-PM-500, KBIC-PM-1000;
- мобільні установки сушіння, екстрагування і концентрації рослинних і тваринних матеріалів: ВІКУС-2Р, ВІКУСЕК-2Р.

Мобільність установок дозволяє використовувати їх у фермерських господарствах, підприємствах малої потужності.

Пароконвекційні апарати широко впроваджуються на підприємствах харчової промисловості і громадського харчування, що приводить до підвищення ефективності виробництва, отримання кінцевого продукту, що доступного широкому колу споживачів, володіє вищими харчовими і смаковими властивостями, в порівнянні з традиційним способом.

Введення нового виду продуктів з бульб топінамбура в рецептурний склад різних видів виробів в сукупності із застосуванням високотехнологічного устаткування дозволить створювати продукти підвищеної харчової цінності, що відповідають принципам здорового харчування.

РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ Й МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Організація проведення і загальна схема досліджень

Дослідження виконувалися в лабораторії кафедри технології м'яса, м'ясних та олійно-жирових виробів Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Ґжицького.

Структурна схема досліджень представлена на рисунку 2.1.



Рисунок 2.1. Структурна схема досліджень

Для проведення експериментальних досліджень застосовувалося високотехнологічне устаткування: пароконвекційний апарат «RATIONAL SCC101E-RA-3NAC400150», шафа інтенсивного охолодження і шокового заморожування «DESMON GBF-40G», установка конвективно-вакуум-імпульсного сушіння «Вікус-2Р». У якості експрес методу визначення безпеки готових виробів застосовували прилад визначення активності води – гігрометр «Rotonic Hygro Palm HP23-AW-Set».

2.2. Об'єкти дослідження

Як об'єкти дослідження на різних етапах роботи були використані:

1. Бульби топінамбура сорту «Інтерес».
2. Борошно з бульб топінамбура, висушених конвективно-вакуум-імпульсним і конвективним (традиційним) способом.
3. М'ясні посічені напівфабрикати і готові вироби приготовані за традиційною рецептурою і з борошном з топінамбура.

Для виробництва нового виду напівфабрикатів з топінамбура і продуктів підвищеної харчової цінності в роботі були використані продукти, відповідні вимогам безпеки продовольчої сировини і харчових продуктів, згідно ДСТУ 4437:2005, СанПін 2.3.2. 1078-01.

2.3. Методи дослідження

У роботі використовувалися загальноприйняті і спеціальні методи досліджень – органолептичні, фізико-хімічні, інструментальні, біохімічні, мікробіологічні, статистичні.

Для вибору оптимального рецептурного складу і технології нового виду продуктів використовували стандартний кваліметричний метод визначення комплексного показника якості, що є сумою стандартизованих коефіцієнтів:

$$K = \sum k_n, \quad n = 5 \div 7, \quad (1)$$

де K – комплексний показник якості;

k – стандартизовані коефіцієнти;

n – значення якісних і кількісних ознак, конкретно для кожної групи продукції.

Для ознак, що роблять позитивний вплив на комплексний показник якості, застосовували формулу:

$$k_n = n_i / \max n_i \quad (2)$$

Для ознак, що роблять негативний вплив на комплексний показник якості:

$$k_n = \max n_i / n_i \quad (3)$$

де i – результати експериментальних даних і аналізу.

Визначення оптимальної рецептури або технології проводилося за максимальним значенням комплексного показника.

У окремих розділах для визначення складу інгредієнта нового виду продуктів використаний множинний регресійний аналіз експериментальних даних.

Оцінку харчової цінності розроблених видів продукції проводили за усереднених нормами (для чоловіків і жінок) і відповідно методичним рекомендаціям [13, 41] (Таблиця 2.1).

Таблиця 2.1

Усереднені норми фізіологічної потреби осіб працездатного віку в енергії і основних харчових речовинах

Показники (на добу)	Усереднені норми
Енергія, ккал	2400
Білки, г	70,5
Жири, г	80,0
Вуглеводи, г	350

Визначення термінів придатності нових видів продукції визначали відповідно до методичних рекомендацій, з урахуванням коефіцієнта резерву [38-39].

Статистична обробка результатів, регресійний і кореляційний аналіз отриманих результатів проводилися з використанням прикладних програм «Statistica 6.0», «Office Pro» (Word Excel). Застосовувалися непараметричні критерії. При порівнянні середніх значень для двох вибірок і множинному порівнянні середніх, різниця вважалася достовірною при 95 % рівні значимості ($p < 0,05$).

Методи дослідження якості сирих бульб і продуктів переробки топінамбура. Для визначення хімічного складу сирих бульб топінамбура і борошна використовували методи досліджень відповідно до нормативної документації на дані види робіт (Таблиця 2.2).

Мікробіологічні дослідження дослідних зразків проводили на наявність мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів; бактерій групи кишкової течки (колиформи); *S.aureus*; сальмонел; дріжджів і цвілі стандартними методами відповідно до вимог ДСТУ ISO 6887-2:2005, Санпін 2.3.2.1078-01 «Гігієнічні вимоги безпеки і харчової цінності харчових продуктів (із змінами)».

Таблиця 2.2

Методи дослідження якості сирих бульб топінамбура
і напівфабрикатів з нього

Показники	Нормативна документація
Підготовка проб	ДСТУ 8379:2015
М. частка сухих речовин	ДСТУ 8046:2015
Визначення інуліну	ДСТУ 8379:2015
Визначення білка	ДСТУ 8046:2015
Визначення цукрів	ДСТУ 8379:2015
Визначення пектину	ДСТУ 8379:2015
Визначення клітковини	ДСТУ 8379:2015
Відбір проб для мікробіологічних досліджень	ДСТУ ISO 6887-2:2005

Б. групи цвілеві гриби і дріжджі	ДСТУ 8447:2015
КМАФАнМ, КУО	ДСТУ 8446:2015
БГКП (коліформи)	ДСТУ 8446:2015
Патогенні мікроорганізми, в т.ч. сальмонели	ДСТУ EN 12824:2004
S.aureus	ДСТУ ISO 6888-1:2003
Proteus	ДСТУ 7444:2013
Зберігання, транспортування, упаковка, зовнішній вигляд	ДСТУ 8046:2015, ДСТУ 4823.1:2007, ДСТУ 4823.2:2007

Для виробництва борошна підготовлені бульби топінамбура нарізували кубиками 10*10*10 мм, укладали на сітчасті піддони шаром 30-40мм і піддавали сушінню конвективно-вакуум-імпульсним способом (КВІС) на установці ВІКУС-2Р (значення вакууму 0,1-40,0 кПа, залишкова вологість 7-10 %, температурні режими - 70, 60 і 50°C). За контроль приймали традиційний спосіб сушіння – конвективний (КС) при температурі 70°C (що рекомендується за даною технологією). Висушений топінамбур подрібнювали в борошно на вихровому млині. Величина помелу складала до 0,3 мм.

Для визначення параметрів гідратування борошна топінамбура визначали ступінь і швидкість набухання борошна топінамбура за стандартною методикою [24]. Для визначення ступеня набухання брали борошно і воду в співвідношенні 1:1, 1:2, 1:3, 1:4, 1:5, 1:6. Один грам сухого наважки борошна топінамбура поміщали в центрифужну пробірку, підливали дистильовану воду (співвідношення 1:1-1:6), задавали температурний параметр і витримували на водяній лазні 60 хвилин. Температурні параметри варіювали: (20±°C), (45±°C), (65±°C), (85±°C), (95±°C). Потім пробірки центрифугували 5 хв. при 1000 об/хв. Центрифугат зливали, в залишку визначали вміст вологи.

Ступінь набухання визначали за формулою:

$$A = (m - m^{\circ}) 100 / m^{\circ}, \quad (4)$$

де A – ступінь набухання, %;

m – маса борошна топінамбура після набухання, г;

m° – маса сухого борошна топінамбура, г.

Масу борошна після набухання визначали за формулою:

$$m = m^{\circ} (100 - B) / (100 - B_1) \quad (5)$$

де m – маса борошна після набухання, г;

B – масова частка води борошна топінамбура, %;

B_1 – масова частка води гідратованого борошна топінамбура, %.

Швидкість поглинання води визначали при оптимальному гідромодулі й вибраній температурі через 3, 5, 10, 15, 30, 60 хв.

Методи дослідження якості м'ясних посічених напівфабрикатів і готових виробів.

Методи дослідження показників якості представлені в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3

Методи досліджень посічених м'ясних напівфабрикатів і готових виробів

Показники	Нормативна документація
Відбір проб для м'ясних виробів	ДСТУ 4437:2005
Органолептичні показники м'ясних продуктів	ДСТУ 4823.1:2007, ДСТУ 4823.2:2007
Режим і терміни зберігання м'ясних продуктів	ДСТУ 4437:2005
Сухі речовини, вода	ДСТУ 8379:2015
Визначення жиру	ДСТУ 8379:2015
Визначення пектинових речовин	ДСТУ 8379:2015
Визначення цукрів	ДСТУ 8379:2015
Визначення інулїна	ДСТУ 8379:2015.
Активна кислотність	ДСТУ ISO 2917–2001
Визначення білка	ДСТУ 8379:2015
Відбір проб для мікробіологічних досліджень	ДСТУ ISO 6887-2:2005
КМАФАнМ, КУО	ДСТУ 8446:2015
БГКП (коліформи)	ДСТУ 8446:2015
Патогенні мікроорганізми	ДСТУ EN 12824:2004
<i>S.aureus</i>	ДСТУ ISO 6888-1:2003
<i>Proteus</i>	ДСТУ 7444:2013

Борошно топінамбура до складу м'ясного фаршу вводили в гідратованому вигляді в кількості 5- 25 % від маси фаршу.

Теплову обробку м'ясних посічених напівфабрикатів проводили щадним способом: традиційним – варіння на парі і з використанням пароконвекційного апарату «RATIONAL» при різних температурних режимах. Готовність виробів визначалася за допомогою мультищупа (температура всередині виробу 95°C).

Органолептичні показники якості м'ясних посічених напівфабрикатів і готових виробів визначали за 5 – бальній шкалі згідно ДСТУ 4823.1:2007 [29], ДСТУ 4823.2:2007 [30].

У напівфабрикатах і готових виробах так само досліджували функціонально - технологічні, фізико-хімічні і органолептичні показники.

Вологоутримуючу і вологозв'язуючу здатності фаршів і готових виробів визначали за методом Г. Грау і Р. Хамма [38].

Жирозв'язуючу здатність фаршу (ЖЗЗ) визначали шляхом центрифугування наважки зразка (8 г) з рослинною олією (257) впродовж 1 години (швидкість 2500 об/хв.). ЖЗЗ визначали за формулою:

$$\text{ЖЗЗ} = (C - B) / (B - a) \quad (6)$$

де: a – маса порожньої пробірки, г;

B – маса пробірки з пробою;

C – маса пробірки із зв'язаним маслом, р.

Дослідження реологій фаршів проводилися на ротаційному віскозиметрі «Структурометр СТ-1» при градієнті швидкості від 1 до 435 с⁻¹.

Визначали ефективну в'язкість і адгезію згідно методики визначення даних показників. Для вивчення взаємозв'язку функціонально-технологічних, реологічних показників і кількісним вмістом наповнювача м'ясного фаршу проводили кореляційний аналіз.

Критерієм вибору оптимальної рецептури м'ясних посічених виробів з гідратованим борошном служив розрахунок комплексних показателів якості (формула 1) за стандартизованими коефіцієнтами найбільш значних ознак, таких

як: зовнішній вигляд ($n1$), запах ($n2$), смак ($n3$), соковитість ($n4$), ВУЗ готових виробів ($n5$), втрати маси ($n6$), вміст сухих речовин ($n7$).

Як блокуючі критерії визначені органолептичні показники (зразки м'ясних виробів, що отримали оцінку нижче 4,0 балів до подальших досліджень не приймалися).

Фактичний рівень якості розраховували за формулою:

$$\beta_{\text{факт}} = (\sum \alpha_i * X_i) / (\sum \alpha_i * E_i) * 100 \dots\dots\dots (7)$$

Для обчислення мінімального рівня якості застосовується аналогічна формула:

$$\beta_{\text{min}} = (\sum \alpha_i * M_i) / (\sum \alpha_i * E_i) * 100 \dots\dots\dots (8)$$

де X_i – результати експериментальних даних і аналізів;

α_i - вага ознаки в рівні якості;

E_i – еталон в рівні якості (100 %);

M_i - мінімум в рівні якості;

Межі рівня якості, в межах яких продукція придатна (приймається) до реалізації обчислюються за формулою:

$$\beta_{\text{min}} < \beta < 100 \dots\dots\dots (9)$$

Для обґрунтування пролонгації термінів придатності приготовані м'ясні посічені напівфабрикати піддавали інтенсивному охолодженню до температури всередині виробів плюс 3°C, після чого зберігали в холодильній шафі при температурі плюс 4±2°C (м'ясні) впродовж 72 годин [39].

Дослідження якості напівфабрикатів проводили в контрольних точках – через 24, 48, 72 години. У даних точках визначали, органолептичні показники, втрати маси, збереження сухих речовин, вологосв'язуючої здатності, активність води.

Як експрес-метод визначення мікробіологічної безпеки використовували прилад для визначення активності води – гігрометр «R tonic Hygro Palm HP23-AW-Set». Для підтвердження отриманих даних в напівфабрикатах визначали вміст КМАФАнМ.

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Дослідження показників якості і безпеки бульб топінамбура

В Україні найбільш сприятливі умови вирощування топінамбуру спостерігаються на півдні. Найбільшого поширення набули сорти топінамбура «Інтерес», «Скороспілка», «Знахідка» та інші.

З метою визначення харчової цінності нового виду продуктів переробки, заздалегідь досліджували харчову цінність сирих бульб топінамбура. За контрольний зразок був вибраний топінамбур сорту «Інтерес». Топінамбур сорту «Інтерес» здібний до активного біосинтезу інуліну і його накопичення в порівняно високих концентраціях. Сорт «Інтерес» має високі технологічні властивості, тип гнізда компактний, що полегшує його механічну обробку. Врожайність досягає 350-750 ц/га бульб. Бульби – короткогрушевидної форми з білою твердою соковитою тканиною і приємним солодкуватим смаком.

Досліджували органолептичні показники, хімічний склад і показники безпеки сирих бульб. Для досліджень використовували бульби топінамбуру осіннього збору, відповідно вимогам ДСТУ 8046:2015 «Топінамбур (земляна груша) свіжий». Органолептичні показники якості сирих бульб топінамбура представлений в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1.

Органолептичні показники сирих бульб топінамбуру

№ з.п.	Найменування показника	Характеристика
1.	Зовнішній вигляд	Бульби цілі, сухі, незабруднені, дорові, непророслі, нев'ялі
2.	Форма, колір	Однорідні за формою та забарвленням. Форма коротко-грушеподібна, поверхня нерівна, з наростами, з білою твердою тканиною
3.	Запах	Приємний, властивий даному ботанічному сорту, без стороннього запаху
4.	Смак	Приємний, в міру солодкий, соковитий, властивий цьому ботанічному сорту
5.	Зрілість	Споживчої зрілості
6.	Розмір бульб, мм	$53 \pm 1,0$

Хімічний склад сирих бульб топінамбура різного року урожаю представлений в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2.

Хімічний склад сирих бульб топінамбура (100г)

Найменування показника	Середньостатистичні дані
Масова частка води, г	$76,57 \pm 0,30$
Зола, г	$2,13 \pm 0,04$
Білок, г	$2,45 \pm 0,05$
Жир, г	$0,24 \pm 0,03$
Загальна кількість вуглеводів, г	$18,98 \pm 0,43$
в т.ч. інулін, г	$12,47 \pm 0,29$
пектинові речовини, г	$2,95 \pm 0,07$
клітковина, г	$0,59 \pm 0,04$

В середньому, бульби топінамбура містять 78,0 % води, 20,0 % вуглеводів, з яких інулін припадає на частку 65,0 %. У бульбах міститься висока кількість харчових волокон – 5,0 %, білка – 2,3 %, що зумовлює їх високу харчову цінність.

Для оцінки харчової цінності визначали ступінь забезпеченості організму людини біологічно активними інгредієнтами за рахунок вживання сирих бульб топінамбура, виходячи з норм споживання овочів (добова норма, в середньому, складає 50 г (група – інші овочі)) таблиця 3.3.

Таблиця 3.3

Ступень забезпеченості організму біологічно активними речовинами за рахунок сирого топінамбуру (50 г)

Показник	Добова потреба, міліграм, г/доба, жінка / чоловік	Вміст	Ступінь Забезпеченості, %
Білок, г	70,5	1,3	1,8
Жир, г	80,0	0,1	0,2
Пектин, г	2,0	1,5	75,0
Клітковина, г	20,0	0,3	1,5
Інулін, г	10,0	6,2	62,0

Згідно літератури [40] фізіологічно-функціональним харчовим інгредієнтом називається речовина рослинного або тваринного й ін. походження, що володіє здатністю надавати сприятливий ефект на фізіологічні функції організму людини, і становить від 10 до 50 % добовій фізіологічній потребі. Виходячи їх даних таблиці, фізіологічно-функціональними харчовими інгредієнтами сирих бульб топіамбура є: пектинові речовини, інулін. З літературних даних відомо, що бульби топіамбуру містять вітамін С, тіамін, рибофлавін, марганець, мідь. Вміст заліза максимально наближений до 10 %.

Збереження бульб топіамбура в сирому виді не перевищує 4-5 місяців, тому актуальним питанням є переробка бульб топіамбура з максимальним збереженням біологічно-активних інгредієнтів.

В даний час відбувається технічне переоснащення підприємств харчової промисловості, зокрема малих форм, громадського харчування. Активно впроваджується високотехнологічне устаткування, що дозволяє вирішувати найважливішу задачу максимального збереження фізіологічно функціональних харчових інгредієнтів як в продуктах переробки сировини, так і в харчових продуктах з їх використанням. Це зокрема – пюре, пасти, борошно.

3.2. Дослідження впливу конвективно-вакуум-імпульсного способу сушіння бульб на харчову цінність борошна з топіамбура

Одним з видів консервування сировини є різні способи сушіння. Головна мета висушування полягає в максимальному збереженні хіміко-технологічних показників його якості.

Досліджували можливість застосування вакуумно-імпульсного способу сушіння бульб для отримання борошна з топіамбура.

Спосіб і параметри сушіння бульб топіамбура впливають на збереження біологічно активних інгредієнтів. Сушіння топіамбура проводили різними способами – конвективним (КС) (традиційним) і конвективно-вакуум-імпульсним (КВІС). Температура традиційного способу сушки (конвективного) для овочів

складає 70° С. Дана температура була вибрана за початкову температуру конвективно-вакуум-імпульсного сушіння. Далі температуру конвективно-вакуум-імпульсного сушіння знижували з 70° С до 60 і 50° С. Хімічний склад борошна, отриманого з топінамбура різними способами сушіння, приведений в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4

Вміст основних харчових речовин в борошні топінамбура
при різних способах сушіння

Показники, г/100г	Борошно з топінамбура	
	КВІС	КС
Сухі речовини	92,66±0,01	92,56±0,02
Загальний білок	8,88±0,06	7,81±0,07
Жири	0,48±0,01	0,36±0,04
Загальний вміст вуглеводів, в т.ч.	69,50±0,26	70,08±0,17
- інουλін	9,64±0,06	7,25±0,02
- пектинові речовини	9,54±0,10	8,22±0,042
- клітковина	2,36±0,05	2,3±0,21
Зола	6,14±0,028	6,03±0,06

Результати аналізу отриманих даних показали, що при сушінні топінамбуру конвективно-вакуум-імпульсним способом, при температурі 70°С, вміст загального білка був вищий на 12,0 %, інуліну – на 14,8 %, пектину – на 13,9 %, ніж при традиційному. Загальний вміст вуглеводів, а так само клітковина при використаних способах сушіння було однаковим. Мінеральний склад був незначно підвищений.

Отримані дані зміни кількісного складу борошна можна пояснити наступним:

- в результаті сушки КВІС різко скорочується тривалість технологічного процесу. Тривалість КС сушіння дослідної партії склала 4,5 години, тривалість КВІС сушіння – 1,8, що в 2,5 рази нижче.

- процес видалення вологи інтенсифікується, скорочується і виключається перегрів продуктів не тільки в першому періоді сушіння, але і після видалення

вільної вологи, що приводить до збереження інгредієнтів висушуваної сировини [46].

На наступному етапі температуру конвективно-вакуум-імпульсного сушіння знижували з 70° С до 60 і 50° С і визначали хімічний склад борошна. Вміст основних харчових речовин в борошні з топінамбура, отриманій різними способами його сушіння, представлений в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5

Вміст основних харчових речовин в борошні топінамбура КВІС сушіння при різних температурних режимах

Показники, г/100г	Режими конвективно-вакуум-імпульсного сушіння топінамбура		
	70 °С	60 °С	50 °С
Сухі речовини	92,6±0,014	92,5±0,031	92,56±0,034
Загальний білок	8,88±0,06	9,05±0,045	9,45±0,06
Жири	0,48±0,01	0,62±0,07	0,70±0,01
Заг. вміст вуглеводів	69,50±0,26	68,62±0,17	67,35±0,27
в т.ч. інουλін	9,64±0,06	10,13±0,17	11,10±0,14
пектин	9,54±0,10	10,62±0,13	12,18±0,06
клітковина	2,36±0,05	2,41±0,10	2,44±0,01
Зола	6,14±0,028	6,13±0,033	6,10±0,066

З пониженням температури сушіння КВІС з 70 до 50 °С вміст білка підвищився на 6,0 %, пектину – на 27,6 %, інуліну – на 15,15 % в порівнянні з температурою сушіння 70 °С. Вміст клітковини і золи майже не змінився.

Таким чином, застосування конвективно-вакуум-імпульсного способу сушіння бульб топінамбура, зниження температури до 50° С дозволяє більш повно зберегти в борошні вміст біологічно активних речовин в порівнянні з конвективним (традиційним) способом.

Вплив способу сушки на технологічні властивості борошна

Борошно з топінамбура не розчинне у воді, але дуже гігроскопічне. Тому визначаємо гідратаційні властивості борошна: ступінь набухання при різних гідромодулях, оптимальну температуру набухання, тривалість гідратації.

Борошно і воду брали в співвідношенні 1:1 - 1:7, температурний режим варіювали в межах від 20 до 95°C (Рисунок 3.1).

Максимальне значення ступеня набухання борошна з бульб топінамбура при KBIC сушіння склало 155 %, при гідромодулі 1:5 (температурі 20 °C), в той же час максимальне значення ступеня набухання борошна при сушінні КС – 85 % спостерігалось при гідромодулі 1:4.

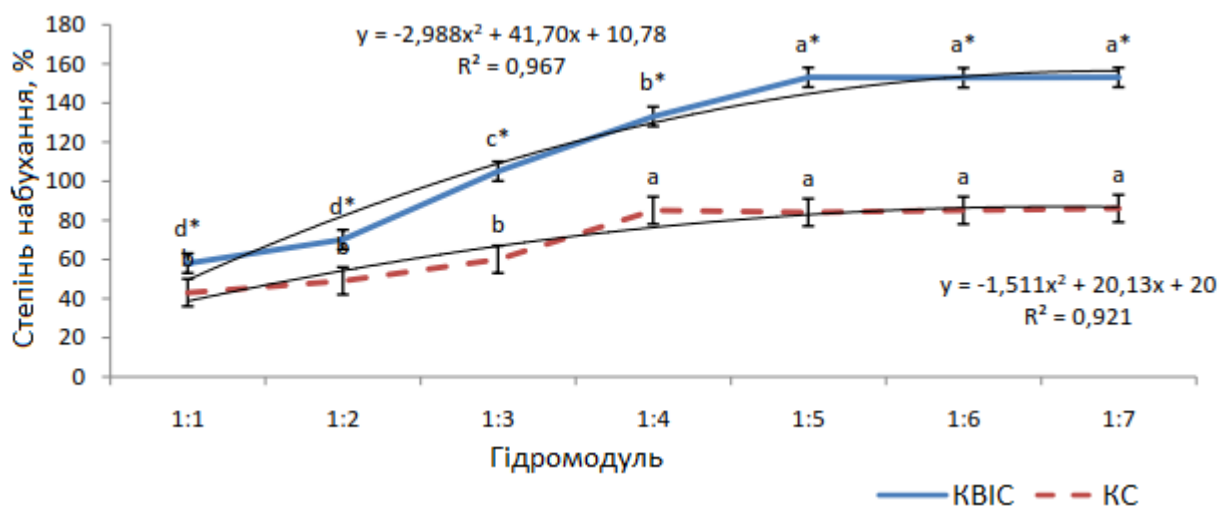


Рис. 3.1. Ступінь набухання борошна сушінням KBIC і КС при різних значеннях гідромодуля

Зміна ступеня набухання борошна в залежності від температури нагрівання представлена на рисунку 3.2.

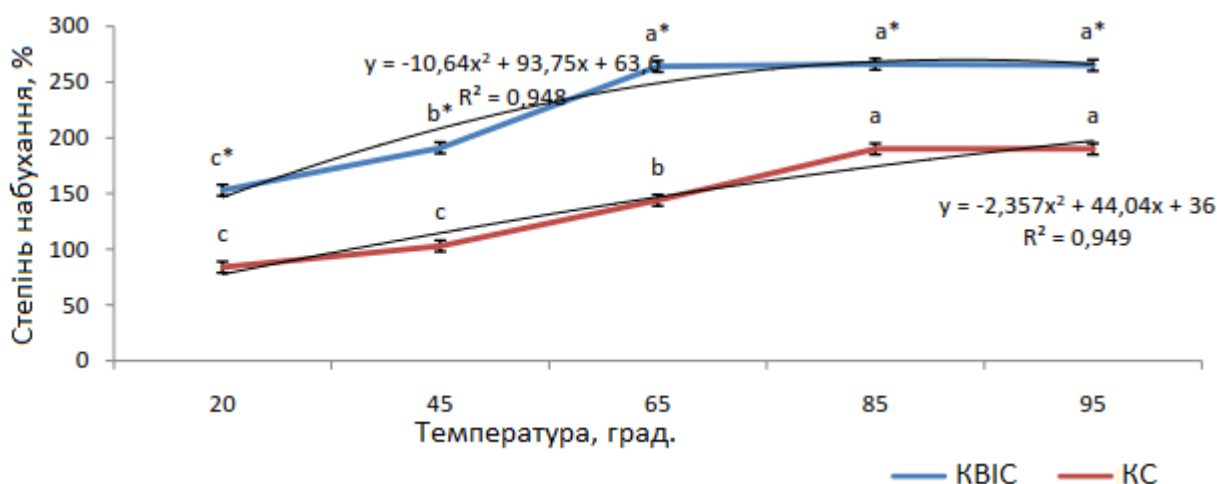


Рис. 3.2. Ступінь набухання борошна сушінням KBIC і КС при різних температурах

Максимальне значення ступеня набухання, борошна при сушінні KBIC спостерігалось при температурі 65°C, в той же час максимальне значення ступеня набухання борошна при сушінні КС спостерігалось при температурі 85°C.

Тривалість гідратації для зразків сушіння KBIC і КС визначали через 10- 60 хвилин з інтервалом 10 хвилин (Рисунок 3.3).

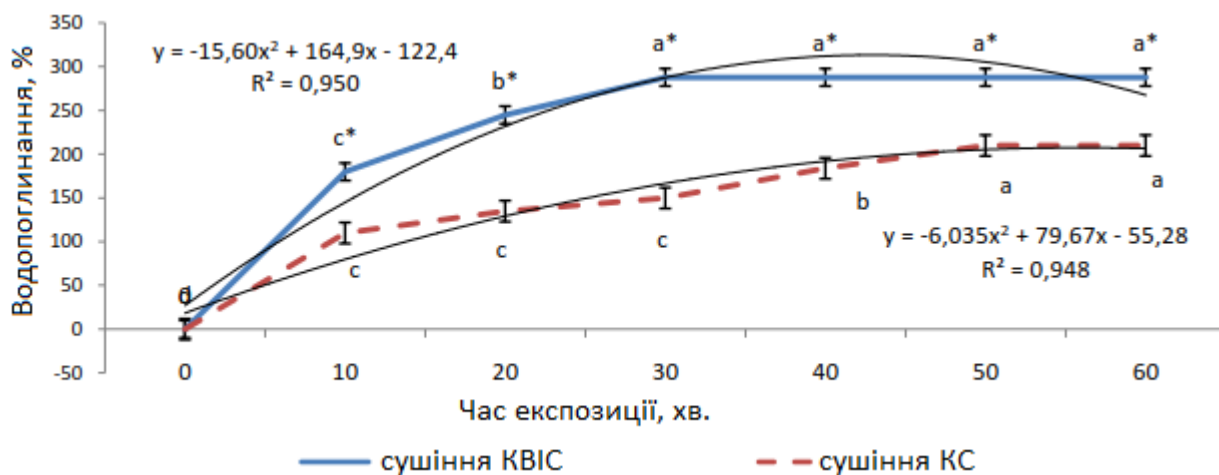


Рис. 3.3. Швидкість водопоглинання борошна KBIC і КС сушіння бульб

Тривалість водопоглинання борошна із зразків KBIC сушіння склало 30 хвилин, із зразків КС сушіння – 50 хвилин.

Таким чином, при гідратуванні борошна, отриманого із зразків KBIC сушіння ступінь набухання зразків вище за ступінь набухання зразків КС сушіння на 34,1 %, тривалість водопоглинання скорочується на 20 хвилин.

Отримані дані пояснюються тим, що в результаті вакуум-імпульсної дії за рахунок проникнення пари в міжклітинні простори, яка при зміні тиску і виході сировини в приймач, конденсуючись, «вспінює» продукт – структура клітин стає пористішою [13].

Оптимальні технологічні параметри гідратації борошна, отриманого з бульб топіамбура конвективно-ваккум-імпульсним способом сушіння: гідромодуль 1: 5, температура – 65 °C, тривалість – 30 хв., при цьому ступінь набухання складає 265,0 %, масова частка води – 76,1% .

Органолептичні показники борошна представлені в таблиці 3.21.

Таблиця 3.6

Органолептична оцінка борошна з топінамбура за 5-бальною шкалою

Показники	Вид борошна		
	Борошно КВІС 50°C	Борошно КВІС 70°C	Борошно КС 70°C
Колір	Світло-бежевий, з незначними вкрапленнями	Бежевий, з незначними темними вкрапленнями	Сірий, з незначними темними вкрапленнями
Запах	Приємний, з легким горіховим ароматом	З більш вираженим горіховим ароматом	З вираженим горіховим ароматом
Смак	Злегка солодкий	Солодкий	Солодкий
Консистенція	Тонко-дисперсна	Тонко-дисперсна	Тонко-дисперсна
Загальний бал	4,95+0,11	4,85+0,13	4,7+0,11

Борошно, отримане з бульб топінамбура сушіння КВІС при 50°C є розсипчастою масою світло-бежевого кольору, з легким ароматом топінамбура, злегка солодким смаком. Величина помелу – 0,3 мм, масова частка вологи – 7-10 %, рН = 7,1 ± 0,01, коефіцієнт гідратації – 5,0. При намоканні борошно темніє до сірого кольору і стає м'яким.

Менш солодкий смак і світліший колір борошна в порівнянні з борошном, висушеним при вищих температурах, висока харчова цінність дозволяє розширити рамки його використання, як добавку в різні види харчових продуктів. У таблиці 3.7 представлений ступінь забезпеченості організму людини за рахунок харчових інгредієнтів 10 г борошна топінамбура, використовуваного в подальших дослідженнях.

Таблиця 3.7

Оцінка харчової цінності борошна, отриманого конвективно-вакуум-імпульсним способом сушіння топінамбура (10г)

Показник	Борошно топінамбура КВІС, 50°C	Добова потреба	Ступінь забезпечення жін./чол., %
Білок, г	0,95	70	1,4
Інулін, г	1,1	10	9, 8
Пектин, г	1,2	2	46,3
Клітковина, г	0,3	20	1,5

Таким чином, 10 г борошна з топінамбура, отриманого конвективно-вакуум-імпульсним способом сушіння бульб (50°C), забезпечує добову потребу людини: у інуліні на 9,8 %, пектині – на 46,3 %. Вміст інуліну, клітковини, пектинових речовин зумовлює можливість його використання як для збагачення харчових продуктів, так і покращення функціонально-технологічних показників за рахунок гідроколоїдних властивостей даних інгредієнтів.

3.3. Визначення термінів придатності борошна з топінамбура

Для обґрунтування термінів придатності борошно з топінамбура зберігали в крафт-паперових мішках при температурі плюс $18 \pm 2^\circ\text{C}$, вологості не більше 70 % протягом 14 місяців. Проведені дослідження мікробіологічних показників борошна в період зберігання (через 3, 6, 14 місяців) показали, що борошно відповідають вимогам безпеки (СанПін 2.3.2.128003) (Таблиця 3.8).

Таблиця 3.8

Мікробіологічні показники борошна з топінамбура в процесі зберігання (100г)

Мікробіологічні показники	Допустимі значення	Терміни зберігання, міс.		
		3	6	14
КМАФАнМ	Не більше 5×10^5 КУО/г	$4,3 \times 10^2$	$3,3 \times 10^2$	$2,7 \times 10^3$
БГКП	Не доп. у 0,01г	Не вияв.	Не вияв.	Не вияв.
Патогенні сальмонели	Не доп. у 25г	Не вияв.	Не вияв.	Не вияв.
Цвіль	Не більше 5×10^2 КУО/г	Менше $0,5 \times 10^1$	Менше $0,5 \times 10^1$	Менше $0,5 \times 10^2$
V.cereus	Не більше 1×10^3 КУО/г	Менше $1,5 \times 10^2$	Менше $1,5 \times 10^2$	Менше $1,5 \times 10^2$

Органолептичні показники борошна в проміжних контрольних точках і після закінчення 14 місяців не змінилися.

Досліджували зміну найбільш важливих біологічно активних інгредієнтів борошна топінамбура в процесі зберігання. Результати представлені в таблиці 3.9.

Таблиця 3.9

Вміст біологічно активних інгредієнтів у борошні
в процесі зберігання

Показник	Вміст	
	Борошно свіжовиготовлене	Борошно після 14місяців зберігання
Сухі речовини, г	92,56±0,034	90,83±0,056
Білок, г	9,450±0,064	9,21±0,034
Загальний вміст вуглеводів, г	72,35±0,272	77,67±0,177
в т.ч. інулін, г	11,10±0,140	5,56±0,230
пектин, г	12,18±0,060	12,11±0,110
клітковина, г	2,51±0,011	2,50±0,009

В результаті зберігання найбільшим змінам піддався інулін (на 49,9 %). Мабуть, під дією інулази і інших ферментів, органічних кислот, солей, що містяться в топінамбурі, відбувається природний процес зцукрення інуліну до фруктози і глюкози. При цьому, спостерігалось підвищення вмісту загального цукру на 17,4 %. Вміст білка, пектинових речовин, клітковини залишився незмінним.

З урахуванням коефіцієнта запасу (1,2) встановлений рекомендований термін придатності борошна – 12 місяців (температура плюс 18±2°C, вологість не більше 70 %) [13].

Таким чином, проведені дослідження показали, що топінамбур є цінним джерелом і безпечною сировиною для виробництва продуктів підвищеної харчової цінності. Сирі бульби містять в своєму складі широкий спектр фізіологічно-функціональних харчових компонентів – інулін, харчові волокна, які представлені пектиновими речовинами і клітковиною; вітаміни С, В₁, В₂; макро- і мікроелементи: калій, фосфор, залізо, магній. Вміст інуліну і харчових волокон перевищує 100 % добовій потреби організму людини в даних речовинах.

Обґрунтований спосіб отримання борошна з топінамбура з використанням конвективно-вакуум-імпульсного способу сушіння (КВІС) бульб (СВ 7-10 %). Показано, що застосування конвективно-вакуум-імпульсного способу сушіння бульб сприяє вищому збереженню всіх біологічно активних інгредієнтів в

порівнянні з традиційним (конвективним). Зниження температури сушіння КВІС з 70 до 50°C підвищує збереження білка на 6,0 %, пектину – на 27,6 %, клітковина – на 6,45 %, інуліна – на 15,15 % в порівнянні з традиційною (70°C). Тривалість сушіння скорочується в 1,8 разу, що визначає вищі органолептичні показники борошна. Встановлені умови і терміни зберігання борошна (12 місяців при температурі $18\pm 2^\circ\text{C}$; вологості не більше 70 %).

Борошно рекомендовано для використання в рецептурах хлібобулочних, борошняних кулінарних і кондитерських, м'ясних і рибних посічених виробів.

3.4. Вплив борошна з бульб топінамбура на функціонально-технологічні показники фаршів

М'ясні посічені вироби складають основу асортименту продукції підприємств громадського харчування, що пов'язане з їх великою популярністю у споживачів і високою технологічністю виробництва.

Висока харчова цінність м'ясної сировини і бульб топінамбура дозволяють створювати високоякісні комбіновані продукти підвищеної харчової цінності. Не дивлячись на це, асортимент продукції даної групи з використанням топінамбура, украй обмежений.

Виходячи з вищевикладеного, досліджували можливість підвищення харчової цінності м'ясних посічених виробів за рахунок введення в їх рецептурний склад гідратованого борошна з топінамбура.

М'ясний фарш – складна гетерогенна система, функціонально-технологічні властивості якої залежать від співвідношення тканин, вмісту в них специфічних білків, жирів, води і введених компонентів. Всілякі види добавок роблять різний вплив на водоутримуючу, вологозв'язуючу властивості систем фаршів, від чого, залежить якість готових виробів. Дослідження впливу добавок на фізико-хімічні, структурно-механічні властивості фаршів і готових виробів має велике значення в отриманні якісної продукції.

Борошно з топінамбура вводили в рецептуру м'ясних посічених виробів в гідратованому вигляді в кількості 5 - 25 % замість фаршу. Контрольними зразками служили: фарш з яловичини другої категорії, а так само битки парові, де як традиційний наповнювач застосовується хліб.

Фізична структура і властивості м'ясного фаршу близька до класичних емульсій, стійкість яких залежить від кількісного і якісного білкового складу і добавок. Дослідження показали, що введення гідратованого борошна з топінамбура в м'ясний фарш має свої особливості.

Серед технологічних характеристик фаршів важлива роль відводиться вологозв'язуючій здатності фаршу (ВЗЗ). Досліджували вплив гідратованого борошна з топінамбуру на зміну ВЗЗ фаршу (Рисунки 3.4)

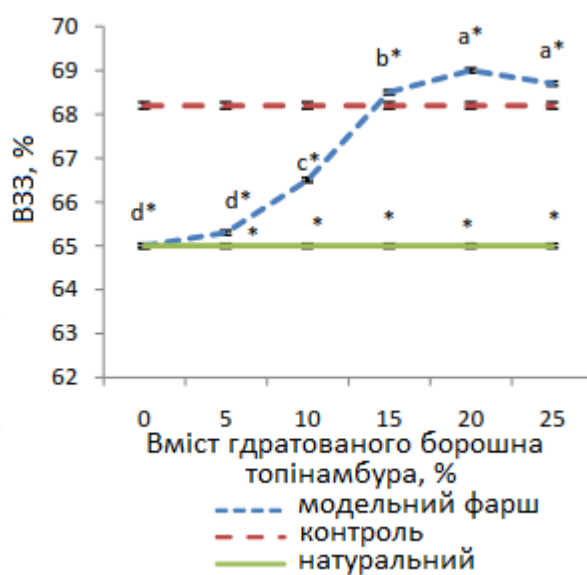


Рис. 3.4. Зміна ВЗЗ м'ясного фаршу при введенні борошна топінамбура

Примітка: ($M \pm m$, $n=6$) різними буквами позначені внутрішньогрупові відмінності
* - відмінність від контролю, множинне порівняння середніх, $p < 0,05$

Введення гідратованого борошна з топінамбура в рецептуру м'ясного фаршу підвищує вологозв'язуючу здатність: ВЗЗ фаршу із вмістом 15% гідратованого борошна відповідає значенню зразка з хлібним наповнювачем, при введенні 20-25 % – підвищується на 6,2 %.

Основною характеристикою структурно-механічного стану дисперсних систем є ефективна в'язкість, яка є підсумковою характеристикою, що

характеризує рівноважний стан між процесами відновлення і руйнування структури в сталому потоці.

Дослідження показали, що введення в м'ясний фарш борошна з топінамбура приводить до зниження ефективної в'язкості. Аналізуючи кривий перебіг досліджуваних фаршів (Рисунок 3.5) було виявлено: максимально високі значення ефективної в'язкості спостерігається у натурального фаршу; мінімальні значення – у фаршу з додаванням хліба. При підвищенні дозування гідратованого борошна в м'ясному фарші (5-25 %) значення ефективної в'язкості знижується і знаходяться в інтервалі: $\eta_{\text{чист.}} < \eta_{5-25\%} < \eta_{\text{хліб}}$

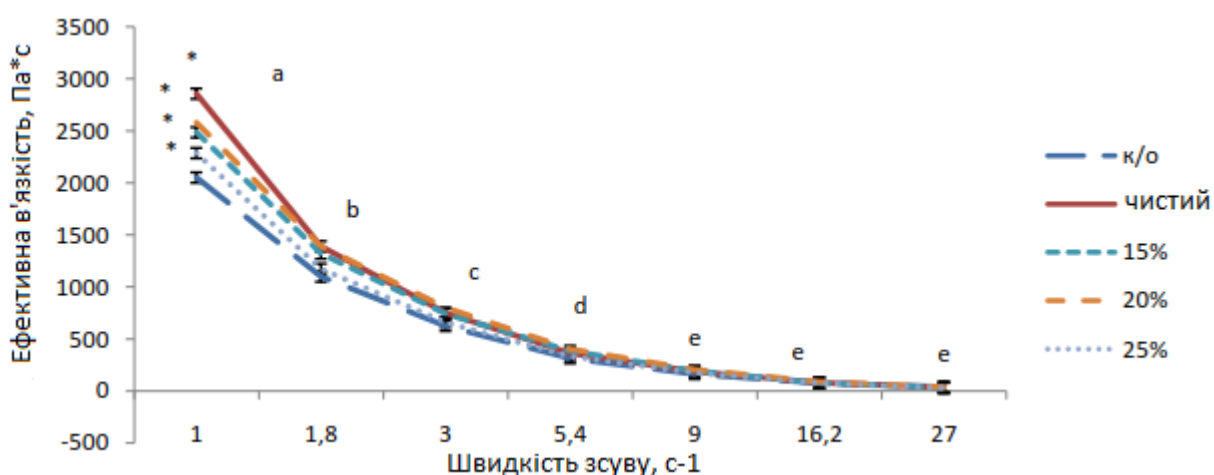


Рис. 3.5. Залежність ефективної в'язкості м'ясних фаршів від швидкості зсуву

Примітка: ($M \pm m$, $n=6$) різними буквами позначені внутрішньогрупові відмінності

* - відмінність від контролю, множинне порівняння середніх, $p < 0,05$

Значення ефективної в'язкості зразків з 20 - 25 % борошна максимально наближено до значення контрольного зразка з додаванням хліба. Динаміка зміни ефективній в'язкості всіх зразків ідентична: із збільшенням швидкості зсуву відбувається зменшення її значення, причому найінтенсивніше в діапазоні малих швидкостей ($1-27 \text{ с}^{-1}$). Отримані результати показують, що в'язкість модельного фаршу непропорційно зменшується з підвищенням швидкості зсуву.

На рисунку 3.6 представлена зміна ефективної в'язкості в зоні пружних деформацій залежно від вмісту борошна.

Зниження значень ефективної в'язкості, яке спостерігається із збільшенням дозування гідратованого борошна в м'ясному фарші, можна пояснити підвищенням вологоутримання в системі, що збільшує відстань між частинками фаршу. Натуральний фарш має найменшу вологість і є більш зв'язаною субстанцією, з хлібом – найбільшу. Так само зниження значень напруги зсуву і ефективної в'язкості пов'язане із зміною просторової структури фаршу (дисперсної фази) за рахунок введення добавок – при введенні гідратованого борошна в структуру вводяться гідратовані пектинові речовини, клітковина, білки. При цьому утворюється колоїдна система, сформована за рахунок взаємозв'язку набряклих речовин і гідрофільною оболонкою мікрочастинок фаршу. Утворена таким чином просторова структурна сітка володіє еластичністю, здатністю згинатися і згортатися, чинити менший опір зовнішній дії.

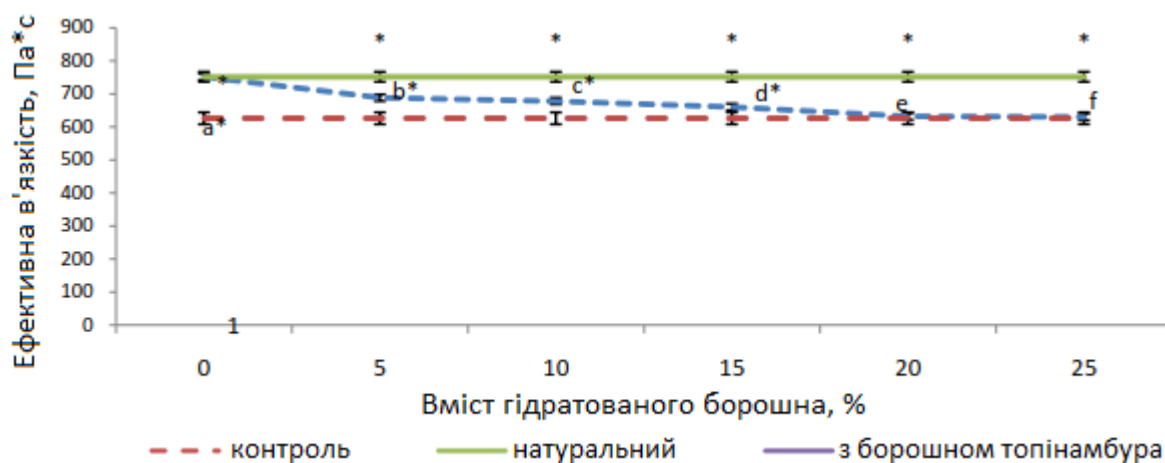


Рис. 3.6. Зміна ефективної в'язкості м'ясного фаршу в залежності від вмісту борошна топінамбура

Примітка: ($M \pm m$, $n=6$) різними буквами позначені внутрішньогрупові відмінності

* - відмінність від контролю, множинне порівняння середніх, $p < 0,05$

Важливою поверхневою характеристикою фаршів є адгезія (клейкість), яка характеризує зусилля при взаємодії матеріалів між поверхнями контакту (адгезію) при нормальному відриві або зсуві. При дослідженні натуральний м'ясний фарш показав найбільшу адгезійну здатність за типом адгезійного відриву. Із збільшенням вмісту борошна у фарші від 5 до 25 % сила адгезії зменшується відповідно в 1,03 - 1,45 разу (Рисунок 3.7).

Тип адгезійного відриву визначений як змішаний. Ці дані підтверджуються і органолептичними властивостями: фарш стає одноріднішим, пластичнішим, менш липкішим, що пов'язане із збільшенням вологи у фарші, кращому набухання колоїдних компонентів, збільшенням внутрімолекулярних зв'язків між частинками фаршу і полісахаридами борошна. Проте, при введенні 25 % гідратованого борошна клейкість маси і значення адгезії зростає (з появою вільної вологи в системі).

Регресійний аналіз експериментальних даних показав нелінійну залежність між всіма технологічними показниками і дозуванням гідратованого борошна (Рисунки 3.7 - 3.11).

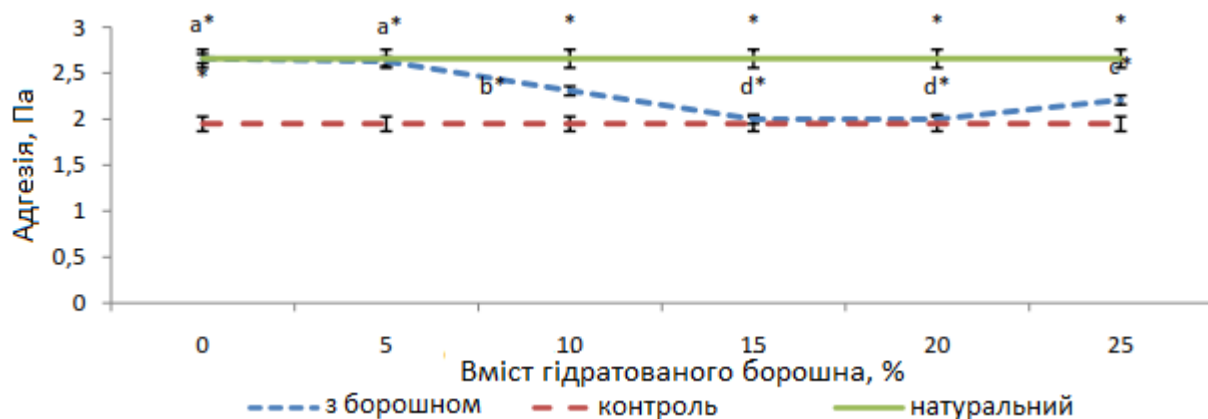


Рисунок 3.7. Вплив вмісту гідратованого борошна з топінамбура на зміну клейкості (адгезії) м'ясного фаршу

Примітка: ($M \pm t$, $p=6$) різними буквами позначені внутрішньогрупові відмінності
 * - відмінність від контролю, множинне порівняння середніх, $p < 0,05$

Динаміка підвищення ефективної в'язкості (10-20 %) свідчить про формування більш міцно зв'язаної структури за рахунок введення в систему гідратованих пектинових речовин, клітковини, білків. Проте, при введенні 25 % гідратованого борошна спостерігається зайвий вміст вологи, що приводить до ослаблення зв'язків між частинками системи, відповідно пониженню її міцності і ефективної в'язкості.

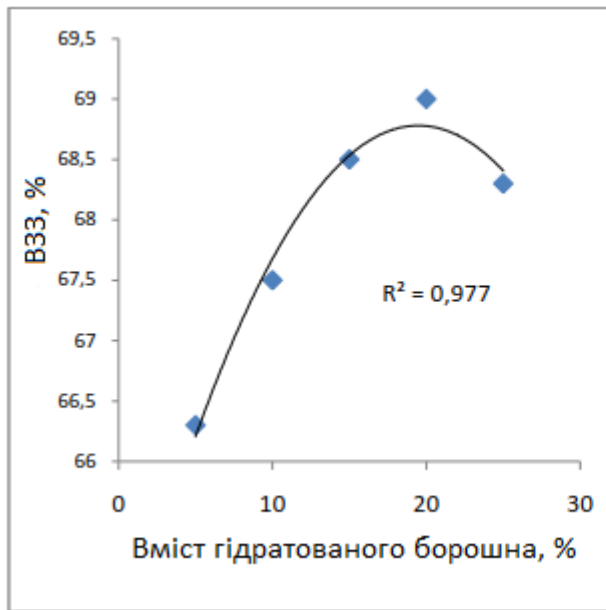


Рис. 3.8. Залежність V33 м'ясних фаршів від вмісту гідратованого борошна

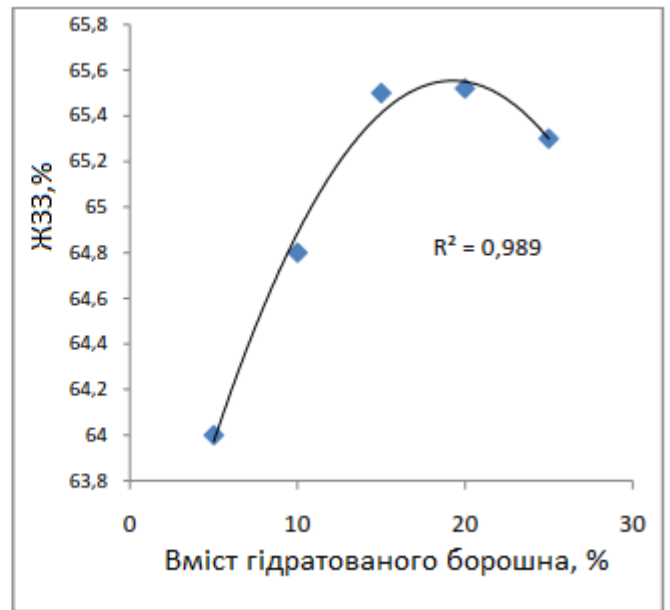


Рис. 3.9. Залежність ЖЗЗ м'ясних фаршів від вмісту гідратованого борошна

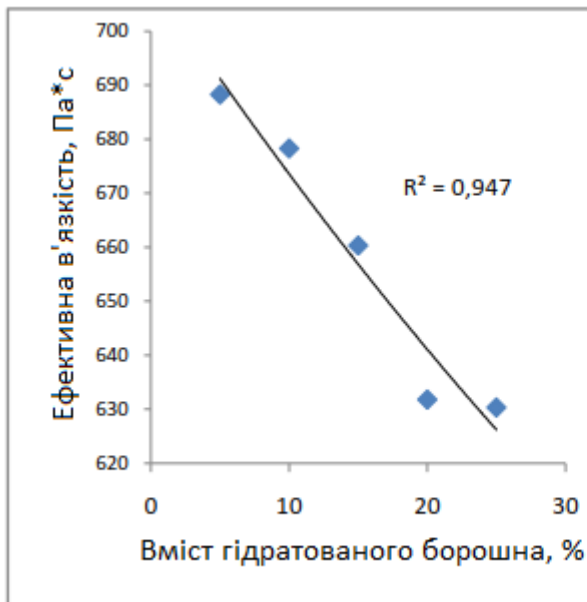


Рис. 3.10. Залежність ефективній в'язкості м'ясних фаршів від вмісту гідратованого борошна

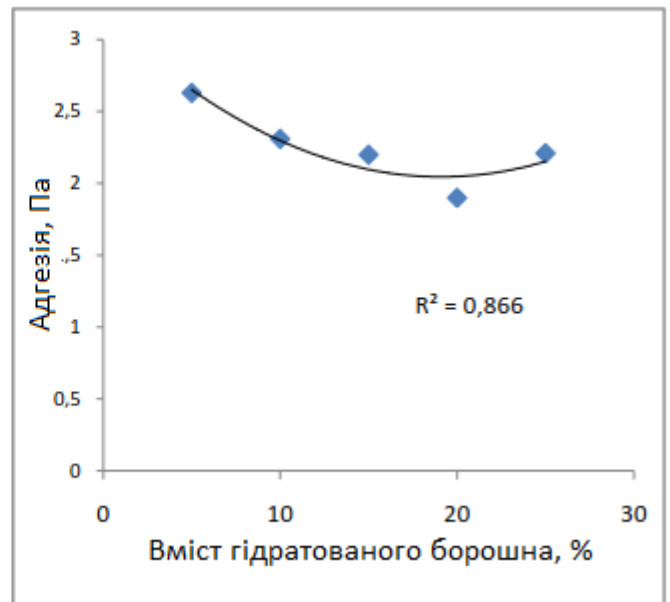


Рис. 3.11. Залежність адгезійної здатності м'ясних фаршів від вмісту гідратованого борошна

3.5. Формування органолептичних показників якості м'ясорослинних напівфабрикатів

Органолептичні показники якості м'ясних напівфабрикатів з різним вмістом борошна з топінамбура визначали за 5-бальною шкалою [29-30]. Результати представлені в таблиці 3.10 і на рисунках 3.12-3.13.

Таблиці 3.10

Органолептичні показники якості м'ясних напівфабрикатів

Показник	Контрольний зразок (з хлібом)	Вміст борошна з топінамбура, %				
		5	10	15	20	25
Зовнішній вигляд	5,0±0,02	4,5±0,01	4,6±0,02	5,0±0,01	4,8±0,03	4,4±0,01
Колір	5,0±0,02	4,5±0,02	4,6±0,01	5,0±0,01	4,8±0,03	4,4±0,02
Запах	5,0±0,02	4,5±0,02	4,6±0,02	5,0±0,01	4,8±0,02	4,4±0,03
Консистенція	5,0±0,02	3,5±0,02	3,8±0,02	5,0±0,01	4,8±0,01	4,4±0,02
Загальна оцінка	5,0±0,02	4,25±0,02	4,4±0,02	5,0±0,01	4,8±0,03	4,4±0,02

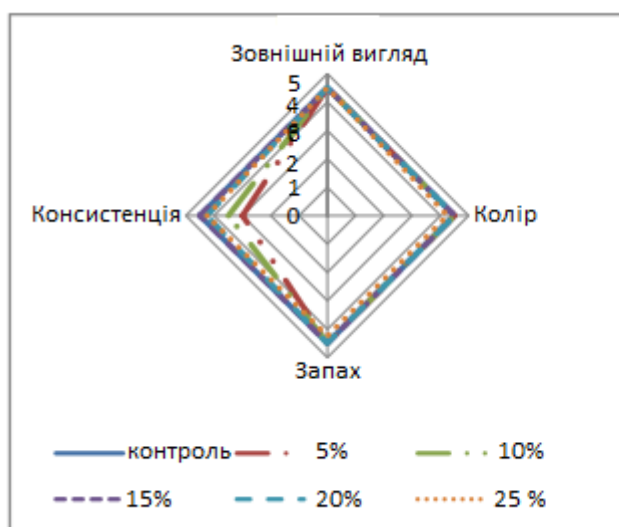


Рис. 3.12. Оцінка органолептичних показників м'ясних посічених напівфабрикатів

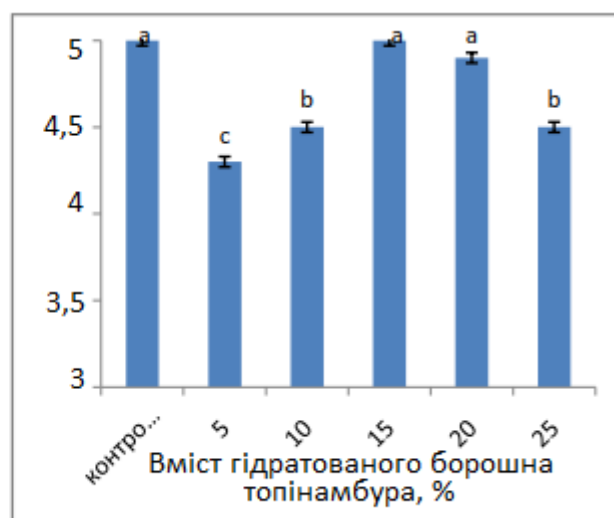


Рис. 3.13. Загальна бальна оцінка якості м'ясних посічених напівфабрикатів

Примітка: ($M \pm m$, $n=7$), різними буквами позначені внутрішньогрупові відмінності

* - відмінності від контролю, множинне порівняння середніх, $p < 0,05$

Органолептична оцінка м'ясних посічених напівфабрикатів:

- максимально високі оцінки отримали зразки з дозуванням 15 і 20 % борошна ($5,0 \pm 0,02$ і $4,8 \pm 0,03$), оскільки мали приємний аромат свіжого фаршу, сіро-коричневу поверхню, сірий колір на розрізі, пластичну, однорідну консистенцію. Вироби добре формувалися і зберігали форму.

- напівфабрикати з дозуванням 5 % борошна за консистенцією не відрізнялися від напівфабрикатів з натурального фаршу: мали щільну консистенцію, погано формувалися. Решта всіх показників була високими – колір і запах свіжого м'ясного фаршу. Загальна оцінка напівфабрикатів склала $4,25 \pm 0,01$ балу.

- зразки з дозуванням 10 % борошна, були пластичніші, краще формувалися. Загальна оцінка напівфабрикатів склала $4,4 \pm 0,01$ бала.

- зразки із вмістом борошна 25 % були оцінені в $4,4 \pm 0,03$ бала, оскільки крім специфічного запаху, мали темніший колір і більш рихлу консистенцію.

Основним контрольованим фізико-хімічним показником м'ясних напівфабрикатів є масова частка води (Таблиця 3.11).

Таблиця 3.11

Вміст масової частки води в досліджуваних напівфабрикатах

Найменування	Масова частка води, %
М'ясні посічені напівфабрикати	
Контрольний зразок (з хлібом)	$66,9 \pm 0,02$
Зразок № 1 (5 % гідратованого борошна)	$62,8 \pm 0,04$
Зразок № 2 (10 % гідратованого борошна)	$64,5 \pm 0,07$
Зразок № 3 (15 % гідратованого борошна)	$66,6 \pm 0,05$
Зразок № 4 (20 % гідратованого борошна)	$67,9 \pm 0,03$
Зразок № 5 (25 % гідратованого борошна)	$71,3 \pm 0,06$

За вмістом масової частки вологи до контролю максимально наближені зразки м'ясних напівфабрикатів з 15 і 20 % борошна з топінамбура.

3.6. Оцінка якості готових виробів. Обґрунтування технологічних режимів пароконвекційного способу приготування м'ясних виробів

Органолептичні показники і оцінка якості готових м'ясних виробів представлена в таблиці 3.12 і на рисунках 3.14-3.15.

Таблиця 3.12

Органолептичні показники готових м'ясних виробів
«Биточки м'ясні парові»

Показник	Контрольний зразок (з хлібом)	Вміст борошна з топінамбура, %				
		5	10	15	20	25
Зовнішній вигляд	4,5±0,02	4,2±0,01	5,0±0,02	5,0±0,01	5,0±0,02	4,0 ±0,01
Колір	5,0±0,02	5,0±0,02	4,5±0,02	5,0±0,02	5,0±0,02	4,5±0,02
Запах	4,5±0,02	4,2±0,02	4,5±0,02	5,0±0,02	5,0±0,02	4,0±0,02
Смак	4,0±0,02	4,2±0,02	4,4±0,03	5,0±0,01	5,0±0,02	4,0±0,01
Консистенція	4,0±0,02	3,0±0,02	3,6±0,03	5,0±0,01	5,0±0,02	4,5±0,01
Соковитість	5,0±0,02	3,0±0,02	3,6±0,02	5,0±0,02	5,0±0,02	4,5±0,02
Загальна оцінка	4,5±0,02	3,8±0,01	4,3±0,01	5,0±0,01	5,0±0,02	4,2±0,02

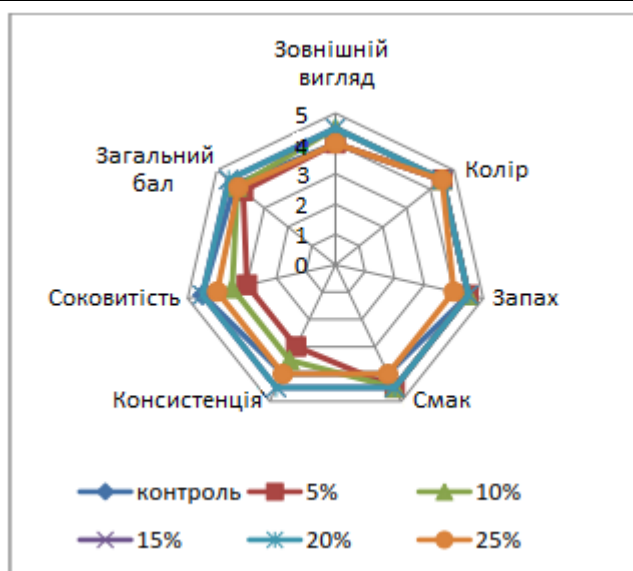


Рис. 3.14. Оцінка органолептичних показників комбінованих м'ясних виробів

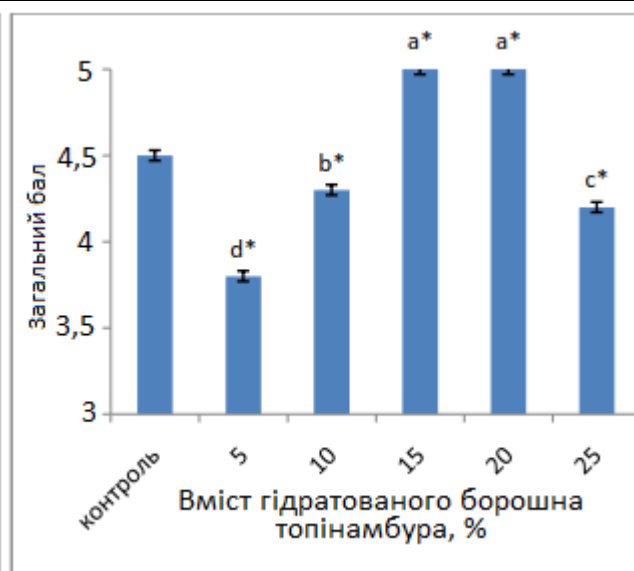


Рис. 3.15. Загальна бальна оцінка якості комбінованих м'ясних виробів

Максимально високий загальний бал отримали м'ясні вироби з 15 і 20 % вмістом борошна ($5,0 \pm 0,01$): мали красивий зовнішній вигляд і колір, правильну форму, приємний смак і аромат пропареного посіченого м'яса, дуже соковиту консистенцію.

Значення вологоутримуючої здатності (ВУЗ) готових виробів представлені на рисунках 3.16.

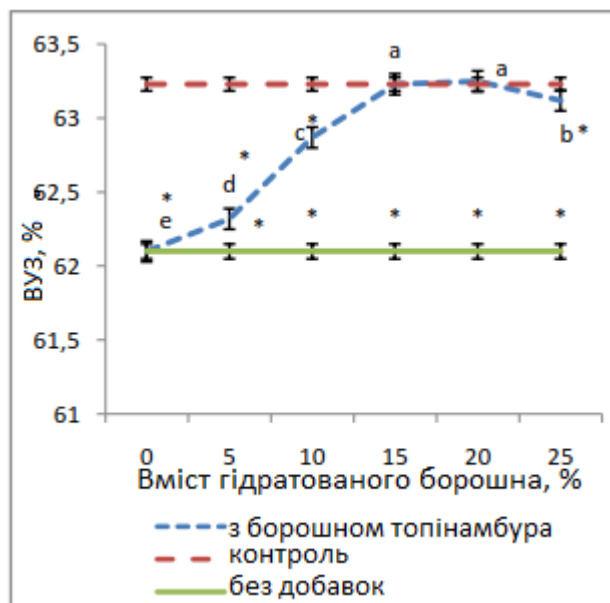


Рис. 3.16. Зміна ВУЗ готових м'ясних виробів з борошном топінамбура

Примітка: ($M \pm m$, $n=7$), різними буквами позначені внутрішньогрупові відмінності

* - відмінності від контролю, множинне порівняння середніх, $p < 0,05$

Дослідження показали, що максимально високі значення ВУЗ спостерігалися у м'ясних виробів із вмістом 15-20 % гідратованого борошна і відповідали значенню ВУЗ контрольного зразка (з хлібом).

Підвищення ВУЗ готових виробів пов'язане з наявністю розчинного пектину, що утворюється з протопектину топінамбура в результаті теплової обробки. Розчинний пектин добре утримує вологу. Наявність клітковини, стійкої до теплової обробки і здатної утримувати вологу, так само впливає на ВУЗ готових виробів. Проте, подальше збільшення вмісту борошна приводить до підвищення вільної води, яка активно виділяється при тепловій обробці, що

знижує технологічні характеристики готових виробів. Це наочно виражено в зміні втрат маси виробів при тепловій обробці (Рисунок 3.17).

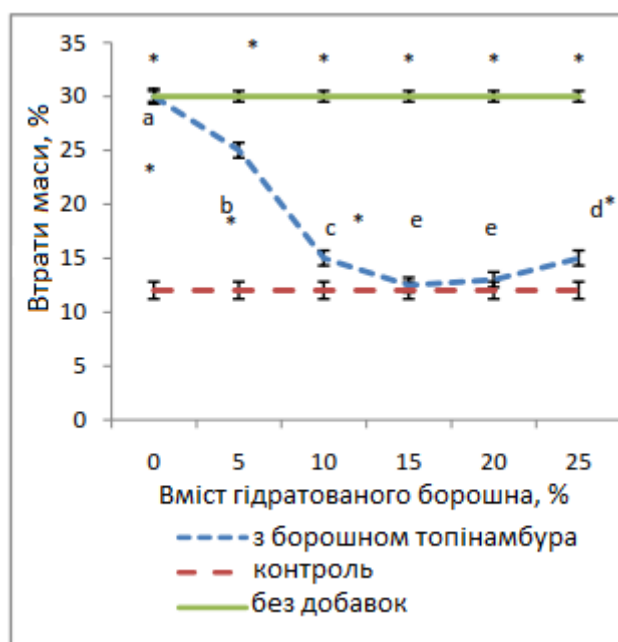


Рис. 3.17. Втрати маси готових м'ясних посічених виробів

Примітка: ($M \pm m$, $n=6$) (різними буквами позначені внутрішньогрупові відмінності
* - відмінність від контролю, множинне порівняння середніх, $p < 0,05$)

Мінімальні втрати маси спостерігалися при введенні 15-20 % борошна, що на 17-17,5 % нижче, ніж втрати виробів з натурального фаршу. Збільшення дозування гідратованого борошна до 25 % приводить до зростання втрат маси до 15 %. Найнижчі втрати маси були у контрольного зразка (з хлібом) – 12 %. Це можна пояснити достатньо великою кількістю наповнювача (хліба) – 23 %, крохмаль якого при тепловій обробці клейстеризується і міцніше зв'язує воду.

М'ясні посічені напівфабрикати піддавали тепловій обробці в пароконвекційному апараті, підбирали оптимальний температурний режим.

Досліджені режими: (№ 1) – конвекція 110 °C, подача пари 100 %, вибраний як щадний і (№ 2) – конвекція 150 °C, подача пари 100 %, що рекомендується виробником устаткування. Основним критерієм готовності кулінарних посічених виробів були температура в центрі виробу (95 °C з

наповнювачем). У модельних зразках, приготованих за різними режимами, визначали вихід виробу, вміст сухих речовин, вологоутримуючої здатності.

Згідно з отриманими даними, показники м'ясних посічених виробів, приготованих в режимі № 1, були вище, ніж приготованих в № 2 (Рисунки 3.18).

При температурі 110°C втрати маси м'ясних посічених виробів зменшуються на 12,0 %, вологоутримуюча здатність і збереження сухих речовин підвищується на 5,0 і 4,5 % відповідно в порівнянні з температурою 150 °C.

При порівнянні тривалості теплової обробки напівфабрикатів традиційним способом (пароварочний апарат, наплитна посудина) і в пароконвекційному апараті, встановлено: тривалість теплової обробки м'ясних напівфабрикатів при використанні пароконвекційного апарату знижується на 35,4 %.

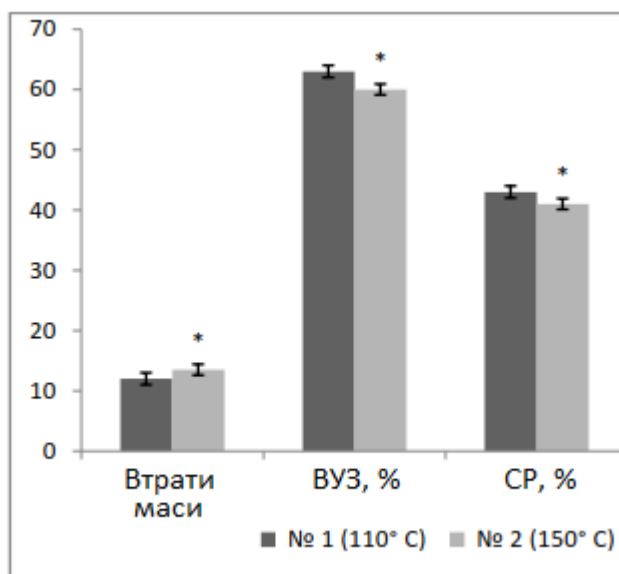


Рис. 3.18. Вплив різних режимів пароконвекційної обробки на основні показники м'ясних посічених виробів з борошном топінамбура

Примітка: ($M \pm m$, $n=6$), * - відмінності від контролю, множинне порівняння середніх, $p < 0,05$

Таким чином, застосування пароконвекційного апарату сприяє більшому збереженню вологоутримуючої здатності, маси, сухих речовин в готовому виробі, що припускає підвищення їх харчової цінності. Оптимальними технологічними параметрами приготування парових м'ясних посічених виробів

в пароконвекційному апараті можна вважати: температура $t=110\text{ }^{\circ}\text{C}$, подача пари $\phi = 100\%$ до температури усередині виробу $95\text{ }^{\circ}\text{C}$ із утриманням 2-3 хвилини.

3.7. Обґрунтування рецептурного складу та оцінка харчової цінності нових видів м'ясних виробів

Аналогічно попереднім дослідженням, для обґрунтування вибору оптимальної рецептури м'ясних посічених виробів з борошном з топінамбура використовували комплексний показник, що відображає вплив найбільш значимих показників на якість готових виробів.

Органолептичні показники виступали як блокуючі критерії (зразки м'ясних виробів, що отримали оцінку нижче 4,0 бали – не розглядались). Значення комплексних показників приведені на рисунку 3.19.

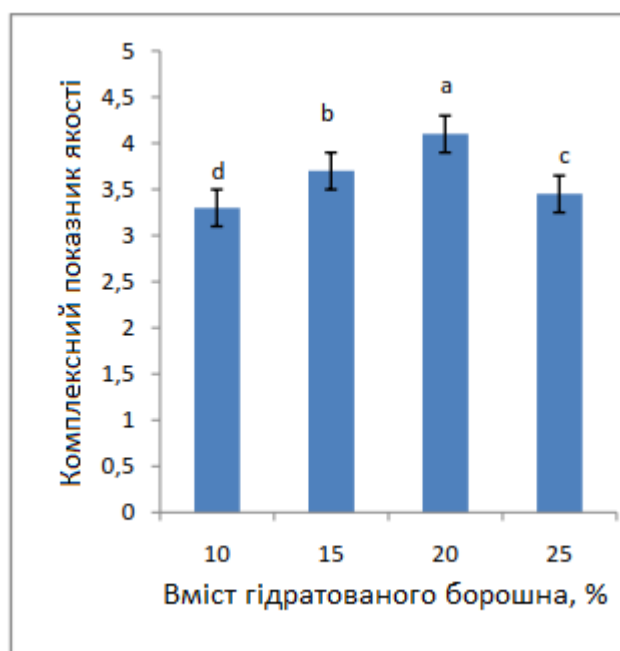


Рис. 3.19. Комплексні показники якості м'ясних посічених виробів з борошном топінамбура

Примітка: ($M \pm m$, $n=6$) різними буквами позначені внутрішньогрупові відмінності, множинне порівняння середніх, $p < 0,05$;

Максимально високі показники якості мали м'ясні посічені вироби із заміною 20 % м'ясного фаршу на гідратоване борошно з топінамбура.

Оцінка харчової цінності виробів

Визначена і дана оцінка харчової цінності нового виду виробів. Фізико-хімічні показники, харчова і енергетична цінність розроблених і контрольних виробів представлені в таблиці 3.13.

Таблиця 3.13

Основні показники харчової і енергетичної цінності м'ясних посічених виробів
($M \pm m$, г / 75 г готового виробу)

Показники	Биточки парові (контроль)	Биточки парові з топінамбуром
Масова частка води, %	46,7	45,2
Білки, %	10,8	14,9
Жири, %	8,1	6,0
Засвоєні вуглеводи, в т.ч. крохмаль	6,8	0,6
Клітковина, г	0,6	2,6
Пектин, г	-	1,3
Інулін, г	-	1,3
Зола, г	2,1	2,2
Енергетична цінність, ккал	143,7	124,2

Аналіз харчової цінності показав: у биточках парових з топінамбуром спостерігається підвищений вміст білка (на 37,7 %), харчових волокон (клітковини, пектину) – в 6,5 разів, понижений вміст жиру (на 25,9 %) в порівнянні з контрольним виробом. Новий виріб містить інулін (1,3 г), повністю відсутній в контрольному зразку. Енергетична цінність нового виду виробу понижена на 13,6 % за рахунок зниження жиру і засвоєних вуглеводів.

Отримані дані дозволяють рахувати новий вид м'ясних посічених виробів з підвищеною харчовою цінністю.

3.8. Застосування технології інтенсивного охолодження для пролонгування термінів придатності м'ясних напівфабрикатів з борошном топінамбура

Виробництво напівфабрикатів централізованим способом припускає збільшення тривалості періоду виробничого ланцюжка: виробництво – транспортування (доставка) – теплова обробка – споживач.

Це, у свою чергу, визначає підвищені вимоги до якості і санітарно-гігієнічної безпеки продукції.

Технології інтенсивного охолодження дозволяють швидко охолоджувати кулінарну продукцію, знижуючи негативну дію високих температур, сприятливих для зростання мікроорганізмів, тим самим збільшуючи терміни придатності напівфабрикатів і готових виробів.

Термін придатності м'ясних посічених напівфабрикатів складає 24 години (СанПін 2.3.2.1324-03). Розглянута можливість пролонгації терміну придатності м'ясних посічених напівфабрикатів з борошном топінамбура до 48 годин. Виготовлені напівфабрикати піддавали інтенсивному охолодженню в апараті інтенсивного охолодження до температури всередині виробів плюс 3°C.

Відповідність з ДСТУ 4437:2005 дослідження якості напівфабрикатів проводилися в нульовій точці, а також через 24, 48 і 72 години.

У даних точках визначали вологозв'язуючу здатність, збереження сухих речовин, маси, оцінювали органолептичні показники.

На рисунках 3.20-3.22 представлені результати зі зміни вологозв'язуючої здатності (ВЗЗ), маси, масової частки сухих речовин (СР) м'ясних напівфабрикатів в період зберігання.

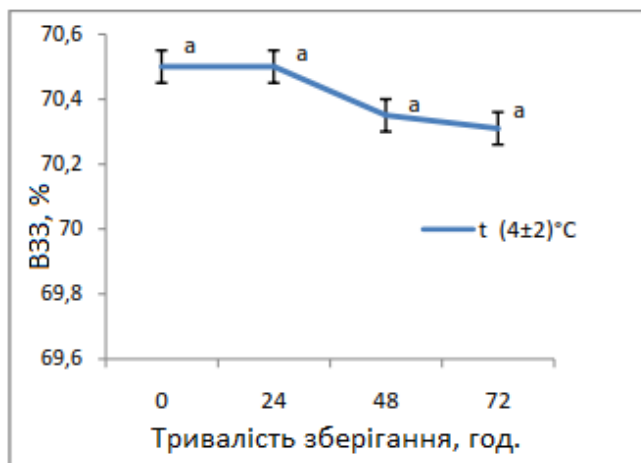


Рис. 3.20. Зміна ВЗЗ м'ясних посічених напівфабрикатів в процесі зберігання

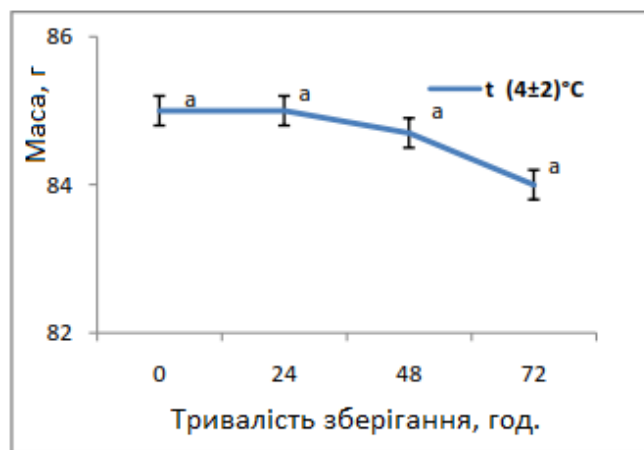


Рис. 3.21. Зміна маси м'ясних посічених напівфабрикатів в процесі зберігання

Результати: в період 72 годин зберігання значення ВЗЗ всіх видів напівфабрикатів не змінилися, що в свою чергу, сприяло збереженню масової частки сухих речовин і маси.

Здатність м'ясної сировини утримувати вологу визначається гідрофільними властивостями білків, а так само пектиновими речовинами і клітковиною борошна топінамбура. Вологозв'язуюча здатність залежить від температури середовища – інтенсивне охолодження різко гальмує тепловий рух речовин (дифузію), одночасно збільшується в'язкість системи. Знижена температура зберігання сприяє тривалості даного процесу.

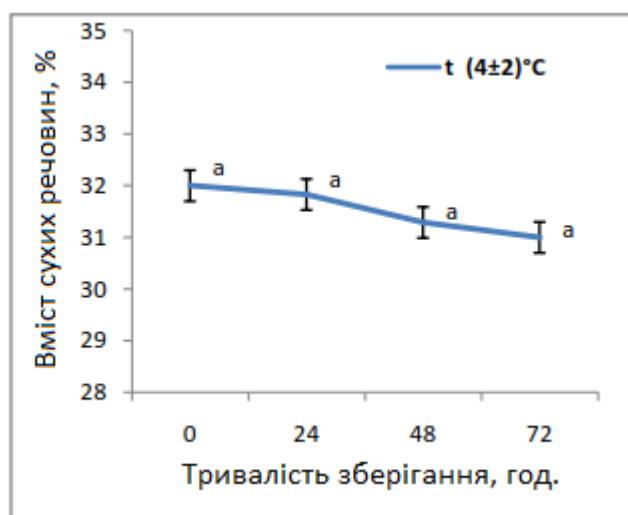


Рис. 3.22. Зміна масової частки сухих речовин м'ясних посічених напівфабрикатів в процесі зберігання

Індикатором процесів псування продукції в період зберігання є зміна показника активній кислотності напівфабрикатів (рН).

Зміна активної кислотності в напівфабрикатах представлена на рисунку 3.23.

Протягом 24 годин зберігання значення рН напівфабрикатів не змінилося. Після 72 годин у всіх видів напівфабрикатів спостерігалось підвищення рН, проте, максимальні значення склали $5,72 \pm 0,05$ (у м'ясних) і були нижче за інтервал, сприятливий для розвитку патогенної флори (6,8 - 7,4).

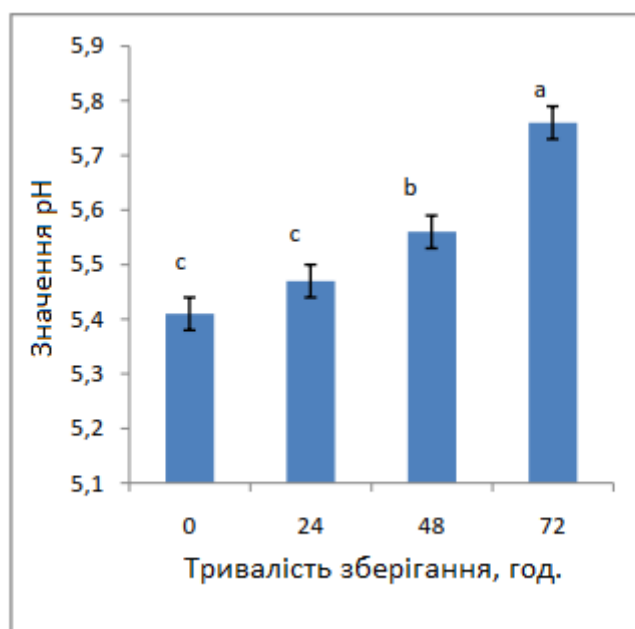


Рис. 3.23. Зміна показника активній кислотності напівфабрикатів м'ясних напівфабрикатів в процесі зберігання

Примітка: ($M \pm m$, $n=6$) різними буквами позначені внутрішньогрупові відмінності, множинне порівняння середніх, $p < 0,05$

Для оцінки якості напівфабрикатів тривалого зберігання в контрольних точках проводили органолептичний аналіз напівфабрикатів (Таблиця 3.14)

Таблиця 3.14

Органолептичні показники м'ясні посічені напівфабрикатів

Показники	Тривалість зберігання, год.			
	(свіжоприготовані)	24	48	72
Зовнішній вигляд	округла правильна форма з рівними краями	округла правильна форма з рівними краями	округла правильна форма з рівними краями	округла правильна форма з рівними краями
Колір	червоно-сірий властивий м'ясному фаршу	червоно-сірий властивий м'ясному фаршу	менш інтенсивний сірий	злегка потемнівший сірий
Запах	свіжого м'ясного фаршу	свіжого м'ясного фаршу	менш виражений, без стороннього запаху	менш виражений без стороннього запаху
Консистенція	однорідна пластична	однорідна пластична	однорідна пластична, не липка	однорідна пластична, не липка
Загальна оцінка, бал	$5,0 \pm 0,01$	$5,0 \pm 0,01$	$4,9 \pm 0,02$	$4,8 \pm 0,02$

Після 72 годин зберігання напівфабрикати мали високу оцінку органолептичних показників ($4,8 \pm 0,02$ балів).

Не дивлячись на отримані позитивні фізико-хімічні і органолептичні показники, основним і найбільш об'єктивним показником якості посічених напівфабрикатів тривалого зберігання є їх мікробіологічна безпека.

Як експрес-маркер мікробіологічної безпеки продукції в процесі зберігання використовували показник активності води (A_w) (Таблиця 3.15).

Таблиця 3.15

Значення активності води м'ясних посічених
напівфабрикатів процесі зберігання

Температура зберігання, град.	Значення активності води			
	Свіжоприготовані	24	48	72
4+2 °C	0,905+0,001	0,908+0,0007	0,915+0,0008	0,932+0,001

Переважає більшість бактерій не розвиваються при активності води нижче 0,95, виключення складає *Staphylococcus aureus* і *Micrococcus*, що мають мінімальну $A_w=0,86$; цвілі і дріжджів – 0,88-0,6.

Дані досліджень показали: після 72 годин зберігання значення A_w не перевищувала допустимий поріг (0,95) і склала для м'ясних напівфабрикатів – ($0,932 \pm 0,001$).

Отримані позитивні результати були підтверджені мікробіологічними дослідженнями (Таблиця 3.16): після 72 годин зберігання мікробіологічні показники напівфабрикатів відповідали нормативним документам (ДСТУ 4437:2005), що свідчить про санітарно-гігієнічну доброякісність продукції.

Таблиця 3.16

Мікробіологічні показники м'ясних напівфабрикатів після 72 годин зберігання

Показники	Норма	Вміст
		М'ясні посічені напівфабрикати
КМАФАнМ, КУО/г	не більше $2,0 \times 10^6$	$< 1,5 \times 10^5$
БГКП (колі-форми)	у 0,001 г не доп.	не виявлено
Сальмонели	у 25 г не доп.	не виявлено
Стафілокок (<i>S.aureus</i>)	у 0,01 г не доп.	не виявлено

Таким чином, результати досліджень дозволяють говорити про мікробіологічну безпеку напівфабрикатів протягом 72 годин зберігання.

З урахуванням коефіцієнта резерву (1,5) термін придатності м'ясних посічених напівфабрикатів, вироблених за технологією інтенсивного охолодження, складе 48 годин в умовах низькотемпературного зберігання, що в 2 рази перевищує рекомендовані.

Отже, високий вміст інуліна, харчових волокон, вітамінів і мікроелементів в борошні топінамбура дозволило значно підвищити якість м'ясних посічених виробів.

Виявлені закономірності зміни структурно-механічних властивостей м'ясних фаршів залежно від масової частки гідратованої борошна топінамбура. Показано, що введення гідратованого борошна в кількості 10 - 20 % збільшує адсорбцію води, формує функціонально-технологічні властивості фаршів. Обґрунтований рецептурний склад м'ясних посічених виробів, визначені оптимальні параметри пароконвекційної обробки.

Використання борошна топінамбура дозволило отримати продукти з підвищеною харчовою цінністю в порівнянні з традиційними: вміст білків підвищений на 37,7 % (для м'ясних); харчових волокон – в 6,6 рази (для м'ясних). Вироби містять інулін, відсутній в традиційних. Позитивним моментом є відсутність крохмалю у складі виробів.

Невід'ємною частиною харчування сучасної людини стають такі форми організації харчування, як «фаст-фуд», «стрит-фуд», які є розгалуженою мережею невеликих підприємств харчування з вузьким асортиментом запропонованої продукції, що дозволяє максимально швидко обслужити споживачів. Розвиток таких форм організації харчування, припускає використання продукції, виготовленої централізованим способом. Це, у свою чергу, визначає підвищені вимоги до її безпеки.

В результаті проведених досліджень обгрунтована можливість продовження термінів придатності напівфабрикатів з 24 до 48 годин без зміни якісних характеристик і санітарно-гігієнічної доброякісності продукції, використовуючи технологію інтенсивного охолодження.

Обгрунтовано використання показника активності води для експрес контролю мікробіологічної безпеки продукції, що дозволить якісно і оперативно проводити контроль санітарно-гігієнічної доброякісності продукції на кожному технологічному етапі її виробництва.

Використання нового виду м'ясних виробів сприятиме розширенню асортименту продуктів здорового харчування на підприємствах швидкого обслуговування.

РОЗДІЛ 4. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

Проведені економічні розрахунки з впровадження нових видів продукції з топінамбуром визначені шляхом співставлення приведених витрат на традиційне і нове виробництво.

Розрахунок собівартості нового вигляду продуктів з бульб топінамбура

Зведені розрахунки вартості сировинного набору і собівартості нового виду продуктів з бульб топінамбура за ринковими цінами представлені в таблицях 4.1-4.5.

Таблиця 4.1

Розрахунок вартості сировинного набору для приготування 10 кг борошна з топінамбура

Наменування сировини	Витрата сировини, кг		Вартість 1 кг сировини грн.	Вартість сировинного набору на 1000 кг, грн.
	на 1 кг	на 1000 кг		
Топінамбур	5,5	5500,0	9,0	49500,0
Разом				49500,0

Таблиця 4.2

Розрахунок собівартості борошна з топінамбура

Показники	Од. вим.	Борошно
Об'єм виробництва	кг	1000,00
Вартість сировини	грн.	49500,0
Витрати часу	година	124,0
Витрати електроенергії	кВт	5065,0
Вартість електроенергії	грн.	12814,0
Витрати води	л	2128,0
Вартість водопостачання і водовідведення	грн.	31920,0
Амортизаційні відрахування	грн.	949,0
Фонд заробітної плати	грн.	9300,00
Єдиний соціальний податок	грн.	2622,6
Собівартість	грн.	50671,0
Собівартість 1 кг	грн.	50,1

Таким чином, в результаті розрахунків собівартість борошна з топінамбура – 150,1 гривень за 1 кг.

Розрахунок економічної ефективності використання високотехнологічного устаткування у виробництві нового виду виробів з топінамбуром

Показник економічної ефективності застосування високотехнологічного устаткування для виробництва нового виду продуктів визначався шляхом співвідношення приведених витрат: суми поточних витрат, що враховуються в собівартості продукції і одноразових капітальних вкладень, співставність яких з поточними витратами досягається шляхом множення їх на нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень.

Розрахунок економічної ефективності застосування пароконвекційного устаткування для виробництва м'ясних виробів

Розрахунок економічної ефективності проводили шляхом порівняння витрат на виробництво продукції з використанням традиційного устаткування і високотехнологічного (Таблиця 4.3).

Таблиця 4.3

Обладнання, що приймається для розрахунків

Найменування устаткування	Марка	Нова технологія	Традиційна технологія
М'ясорубка	ME-100	+	+
Фаршемішалка	FIMMAR 95C2P	+	+
Пароконвекційний апарат	«TECNOEKA KF 966 AL/UD-GA»	+	
Пароварка електрична	Ф2П1Е		+

Розрахунки вартості сировинного набору для нового вигляду м'ясних і рибних виробів представлені в таблиці 4.4.

Таблиця 4.4

Розрахунку вартості сировинних наборів для виробництва м'ясних
виробів з борошном топінамбура

Найменування сировини	Витрата сировини, кг		Вартість 1 кг сировини грн.	Вартість сировинного набору на 1000 шт., грн.
	на 1 шт.	1000 шт.		
М'ясні посічені вироби				
Яловичина 2 категорії	0,085	85,0	150,0	12750,0
Борошно з топінамбура	0,0036	3,6	50,1	180,4
Разом:	0,0886	88,6	-	12930,4

Зведені розрахунки економічної ефективності виробництва м'ясних виробів представлені в таблицях 4.5.

Таблиця 4.5

Розрахунок економічного ефективного виробництва
нового виду м'ясних виробів

Показник	Од. вим.	Пароконвекційна технологія	Традиційна технологія
Об'єм виробництва	шт.	1000	1000
Вартість сировинного набору	грн.	12930,4	12930,4
Вартість електроенергії	грн.	89,0	180,0
Вартість водопостачання і водовідведення	грн.	237,0	350
Амортизаційні відрахування	грн.	61,3	46,3
Фонд заробітної плати	грн.	1160,7	1950,0
Відрахування на соціальне страхування	грн.	304,1	510,9
Собівартість	грн.	23642,5	24827,6
Вартість устаткування	грн.	202600,0	173350,0
Площа, зайнята устаткуванням	м ²	1,3	2,0
Вартість площі, займаної устаткуванням	грн.	45500,0	70000,0
Нормативний коефіцієнт ефективності	грн.	0,2	0,2
Приведені витрати	грн.	73262,5	73497,6
Економічна ефективність	грн.	+235,1	

Розрахунки показали: собівартість м'ясного виробу з борошном топінамбура склала 23,6 гривні при використанні пароконвекційного устаткування, що нижче на 4,8 % собівартості виробу при використанні традиційного устаткування. Приведені витрати за новою технологією були нижчі, ніж за традиційною, що дало економічний ефект – 235,1 гривень на 1000 одиниць.

Таким чином, розрахунки показали економічну доцільність виробництва нових видів продукції з топінамбуром.

В результаті розрахунків собівартість борошна з топінамбура – 50,1 крб. за 1 кг.

При організації виробництва м'ясних виробів з борошном топінамбура за новою технологією (із застосуванням пароконвекційного апарату) отримана економічна ефективність: 235,1 грн. для м'ясних виробів на 1000 одиниць. За даними розрахунку річна економія витрат на виробництво заморожених напівфабрикатів заморожених – 719,4 тис. грн., що свідчить про наявність економічного ефекту застосування даної технології для виробника.

ВИСНОВОК

Кваліфікаційна робота направлена на вирішення таких питань, як: вдосконалення технологій переробки рослинної сировини з метою максимального збереження біологічно активних речовин, науково-практичне обґрунтування отримання якісно нових харчових продуктів харчування підвищеної харчової цінності, доступних для широкого кола споживачів.

Запропоновані способи переробки бульб топінамбура на основі високотехнологічного устаткування дозволили визначити напрями їх використання у виробництві продуктів підвищеної харчової цінності, а саме:

1. Бульби топінамбура (*Helianthus tuberosus* L.) є цінною сировиною для виробництва харчових продуктів. Сирі бульби (100 г) містять в своєму складі широкий спектр біологічно активних речовин, серед яких виділяються інулін (12,33±0,78 г), пектинові речовини (3,1±0,07 г), клітковина (0,61± 0,08 г); вітаміни, макро- і мікроелементи. Зміст даних речовин складає від 10 до 50 % добовій потребі людини, що дає підставу вважати їх фізіологічно-функціональними інгредієнтами.

2. Визначений хімічний склад борошна, отриманого з бульб топінамбура конвективно-вакуум-імпульсного способу (КВІС) сушіння. Показано, що застосування КВІС сушіння бульб при температурі 70°C сприяє вищому збереженню в них всіх біологічно активних речовин в порівнянні з традиційним (конвективним) способом. Зниження температури сушіння КВІС до 50°C приводить до підвищення збереження білка на 6,0 %, пектину – на 27,6 %, клітковини – на 6,45 %, інуліну – на 15,15 % в порівнянні з традиційною температурою (70°C). Тривалість сушіння скорочується в 1,8 рази, що визначає вищі органолептичні показники борошна.

3. Встановлені терміни зберігання борошна – 12 місяців при температурі плюс 18±2°C; вологості не більше 70 %. Високий вміст інуліну, клітковини, пектинових речовин, визначив можливість її використання як для збагачення харчових продуктів, так і поліпшення функціонально-технологічних показників за рахунок гідроколоїдних властивостей даних інгредієнтів.

4. Науково обгрунтовані структуроутворюючі властивості гідратованого борошна з топінамбура у формуванні м'ясних фаршів (10-20 % від маси фаршу) і готових виробів з них, що виражається в підвищенні вологозв'язуючої здатності, пониженні адгезійних властивостей фаршів, підвищенні вологоутримуючої здатності готових виробів. Встановлено, що максимально високі показники спостерігаються при співвідношенні фаршу і гідратованого борошна з топінамбура: 80:20 – для м'ясних виробів. Застосування пароконвекційного способу знижує тривалість теплової обробки на 35,4 % для м'ясних напівфабрикатів в порівнянні з традиційним.

5. Використання борошна з топінамбура дозволило отримати м'ясні продукти з підвищеним вмістом: білка: на 37,7 %, харчових волокон – в 6,5 рази в порівнянні з контрольними. Вироби м'ясні містять інουλін 1,3 г, котрий відсутній в традиційних.

6. Експериментально підтверджена можливість пролонгації термінів придатності охолоджених м'ясних напівфабрикатів з борошном топінамбура. Показано, що застосування технології інтенсивного охолодження дозволяє продовжити термін придатності з 24 до 48 годин без зміни якісних характеристик і санітарно-гігієнічної доброякісності продукції при дотриманні умов зберігання. Обгрунтовано використання показника активності води для експрес - контролю мікробіологічної безпеки продукції.

7. Проведений розрахунок собівартості борошна з бульб топінамбура. В результаті економічних розрахунків можна говорити про наявність економічної доцільності організації виробництва нових видів продукції.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Сімахіна Г. О., Науменко Н. В. Здобутки і перспективи впровадження інновацій у харчовій промисловості України. Міжнародний науковий журнал «Грааль науки». 2021. № 5. С. 109–115.
2. Сімахіна Г. О., Стеценко Н. О., Науменко Н. В. Біологічно активні речовини в харчових технологіях : підручник. Київ : НУХТ, 2016. 455 с.
3. Сімахіна Г. О., Українець А. І. Інноваційні технології та продукти оздоровчого харчування. К.: НУХТ, 2010. 295 с.
4. Сирохман І., Завгородня В. Товарознавство харчових продуктів функціонального призначення Київ: «Центр учбової літератури», 2017. 544 с.
5. Павлюк Р. Ю. та ін. Вивчення впливу низькотемпературної обробки та кріодеструкції на збереження БАР та трансформацію інуліну при розробці оздоровчих добавок із топінамбуру : Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. праць. – Х. : ХДУХТ, 2014. Вип. 2 (20). С. 135–140.
6. Павлюк Р. Ю., Погарська В. В., Балабай К. С., Павлюк В. А. Вплив заморожування та механолізу на деструкцію інуліну та збереження БАР при переробці топінамбуру // Scientific Letters of Academic Society of Michal Baludansky. 2017. № 5 (4). С. 89–93.
7. Хомич Г. Р., Ткач Н.І., Наконечна Ю.Г., Нестеренко О.В., Пріор Н.М. [Використання топінамбура в технології борошняних виробів](#). *Науковий вісник ЛНУВМБ ім. С.З. Гжицького. Серія «Харчові науки»*. 2021. 23, № 95. С.13–19.
8. Гніцевич В. А., Васильєва О. О. Обґрунтування параметрів виробництва збивних десертів на основі напівфабрикату з топінамбура та кизилу. *Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі*. 2015. № 1 (73). С. 11-17.
9. Басараб І. М., Драчук У. Р., Галух Б. І., Коваль Г. М., Сімонова І. І., Герез Н. О. Використання нетрадиційної сировини у технології варених ковбасних виробів функціонального призначення. *Науковий вісник ЛНУВМБ ім. С.З. Гжицького. Серія «Харчові науки»*. 2021. 23, № 95. С.65–71.

10. Басараб І. М., Драчук У. Р., Ромашко І. С., Галух Б. І., Сімонова І. І., Молдаванова Л. К. Використання м'якуша гарбуза у технології паштетних виробів та їх функціональні характеристики. *Науковий вісник ЛНУВМБ ім. С.З. Гжицького. Серія «Харчові науки»*. 2019. 21, № 92. С. 23–27.

11. Тележенко Л. М., Біленька І. Р., Буланша Н. А. Ферментація топінамбура для отримання продуктів харчування спрямованої дії. Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі. 2012. Вип. 2(16). С. 296-301.

12. Балабай К.С. Технологія заморожених та порошкоподібних дрібнодисперсних добавок і оздоровчих продуктів із інуліновмісної сировини з використанням кріодеструкції та механоактивації : Дис. ... канд. техн. наук : 05.18.13 / Балабай К. С. ; Харк. держ. ун-т харчування та торгівлі. Х., 2018. 266 с.

13. Слащева А. В. Технологія м'ясних і рибних січених напівфабрикатів з топінамбуром: Автореф. дис. ... канд. техн. наук / Слащева А. В. ; Харк. держ. ун-т харчування та торгівлі. Х., 2006. 18с.

14. Горбатюк Л. О. Розробка технології високовуглеводного порошку біологічно активної дії із стружки топінамбура : Автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.18.05 / Горбатюк Л. О.; Національному університеті харчових технологій. – К., 2003. – 22 с.

15. Романюк М. М., Сашко К. В., Горний О. В., Романюк К. Г. (2020) «Технології обробітку топінамбура», *Науковий журнал «Інженерія природокористування»*, (1(15), с. 44-52. doi: 10.37700/enm.2020.1(15).44-52.

16. Bilenka, I., Lazarenko, N., ZolovskaO., & Dzyuba, N. (2019). КОМПЛЕКСНА КОМПЛЕКСНА ПЕРЕРОБКА ТОПІНАМБУРА У ФУНКЦІОНАЛЬНІ ХАРЧОВІ ПРОДУКТИ. *Food Science and Technology*, 2019. 13(4). <https://doi.org/10.15673/fst.v13i4.1559>

17. Фролова, Н. Е., Науменко, К. А., Петруша, О. О., & Федоренко, О. В. (2015). Оцінка якості екстрактів з нетрадиційної рослинної сировини. /Східно-Європейський журнал передових технологій, 4(10 (76)), 49–54.

18. Власенко В. В., Главатчук В. А. Вдосконалення технології комбінованих м'ясних продуктів з використанням рослинних білків : збірник наукових праць ВНАУ: Безпека продуктів харчування та технологія переробки №3 (42). Вінниця, 2010. С. 85–88.

19. Бурдо А. К. Технологія виробництва екстрактів з рослинної сировини / А. К. Бурдо, Л.М.Тележенко. Наукові праці / ОНАХТ. Одеса, 2011. Вип.40, Т.2. С.177-180.

20. Черевко О. І., Пересічний М. І. та ін. Інноваційні технології харчової продукції функціонального призначення : монографія. Харків : Харк. держ. ун–т харчув. і торгівлі, 2017. 940 с.

21. Новгородська Н. В., Берник І. М., Соломон А. М. Оцінка якості фаршевих систем з використанням рослинної сировини. Продовольчі ресурси. 2021. Т. 9. № 17. С. 119–128.

22. Касіянчук В. Д. Ефективність переробки топінамбура на продукцію лікувально-профілактичного призначення : Науково інформаційний вісник «Економіка». 2015. № 11. С. 353–356.

23. Касіянчук В. Д. Сухий продукт топінамбура ефективний напівфабрикат для виробництва продукції лікувально-профілактичного призначення // Галицький лікарський вісник Івано-Франківського національного медичного університету. 2013. № 3. С. 103–104.

24. ДСТУ 8046:2015 Топінамбур (земляна груша) свіжий. Технічні умови. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2018 . 21 с.

25. ТІ 9293 - 009 - 02067876- 14 «Борошно з топінамбура»

26. ДСТУ 4437:2005 Напівфабрикати м'ясні та м'ясорослинні січені. Технічні умови. Київ : Держспоживстандарт України, 2007. 35 с.

27. Гуменюк Г. Д., Слива Ю. В. Стандарти на харчові продукти та їх гармонізація з міжнародними і європейськими вимогами : наукові праці Національного університету харчових технологій. 2015. Т. 21, № 2. С. 15–21.

28. ДСТУ 8379:2015 «М'ясо і м'ясні продукти. Прискорений метод визначення складу сировини» К. : Технічний комітет «Молоко, м'ясо та продукти їх переробки», 2017. 16 с.

29. ДСТУ 4823.1:2007 Продукти м'ясні. Органолептичне оцінювання показників якості. Частина 1. Терміни та визначення понять Держспоживстандарт, 2008. Чинний від 2009-01-01. 12 с.

30. ДСТУ 4823.2:2007 Продукти м'ясні. Органолептичне оцінювання показників якості. Частина 2. Загальні вимоги. Держспоживстандарт, 2008. Чинний від 2009-01-01. 15 с.

31. ДСТУ ISO 2917–2001 М'ясо та м'ясні продукти. Визначення рН (Контрольний метод) (ISO 2917:1974, IDT). [Чинний від 2003-01-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2002. 6 с. (Інформація та документація).

32. ДСТУ ISO 6887-2:2005 Мікробіологія харчових продуктів та кормів для тварин. Готування досліджуваних проб, вихідної суспензії та десятикратних розведень для мікробіологічного досліджування. Частина 2. Специфічні правила готування м'яса та м'ясних виробів (ISO 6887-2:2003, IDT) 2005. 20 с. (Національний стандарт України).

33. Довідник мікробіологічних методів дослідження харчових продуктів і кормів для тварин згідно з міжнародними стандартами. Біла Церква, 2006. 264 с.

34. ДСТУ 8446:2015 Продукти харчові. Методи визначення кількості мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів . К. : Держспоживстандарт України, 2017. 16 с.

35. ДСТУ 8447:2015 Продукти харчові. Метод визначення дріжджів і плісневих грибів. К. : Держспоживстандарт України, 2017. 15 с.

36. ДСТУ EN 12824:2004 Мікробіологія харчових продуктів і кормів для тварин. Горизонтальний метод виявлення *Salmonella* (EN 12824:1997, IDT). 2005. 24 с. (Національний стандарт України).

37. Євлаш В.В., Гурікова І.М. Харчові добавки : навчальний посібник. ХДУХТ. Харків, 2013. 73 с.

38. Басараб І.М., Галух Б.І., Мартинюк І.О. Методи контролю харчових виробництв: навчальний посібник. Львів: ЛНУВМ та БТ, 2013. 105 с.
39. Якубчак О.М. Практикум з ветеринарно-санітарної експертизи з основами технології та стандартизації харчових продуктів / О.М. Якубчак, Л.В. Олійник, С.Д. Мельничук та ін. Київ: «Біофарм», 2012. 256с.
40. Galland L., Functional Foods: Health Effects and Clinical Applications // Reference Module in Biomedical Sciences, from Encyclopedia of Human Nutrition (Third Edition). 2014. P. 366–371.
41. Tur J. A., Bibiloni M. M. Functional Foods // Reference Module in Food Science, from Encyclopedia of Food and Health. 2015. P. 157–161
42. Vissavajhala, P. Impact of Nutrition on Healthy Aging // Nutrition and Functional Foods for Healthy Aging. 2017. Ch. 1. P. 3–10.
43. Ermosh, L., Berezovikova, I. (2012), “Justification of the method for the production of flour from Jerusalem artichoke of high nutritional value” [“Obosnovanie sposoba proizvodstva muki iz topinambura vyisokoy pischevoy tsennosti”], Siberian Bulletin of Agricultural Sciences, No. 2, pp. 96-101.
44. Milner, J. A. Functional foods and health : a US perspective / J. A. Milner // British J. Nutrition. 2002. Vol.88. Suppl 2. P. 151-158.
45. Kuhlmann, K.L. Simulation of prospective phytosterol intake in Germany by novel functional foods / K. L. Kuhlmann et al. // British Journal of Nutrition. - 2005. 93 (3). P.377-385.
46. Pavlyuk. R. et al. Cryogenic technology of fine-dispersed powdered additives from topinambour/ Progressive engineering and technology of food production enterprises, catering business and trade. Kharkiv: KhDUKhT, 2015. P. 17–28.
47. Klímek P. et al. Using sunflower (*Helianthus annuus* L.), topinambour (*Helianthus tuberosus* L.) and cup-plant (*Silphium perfoliatum* L.) stalks as alternative raw materials for particleboards // Industrial Crops and Products. 2016. Vol. 92. P. 157–164.

48. Rubel I. A. et al. Inulin rich carbohydrates extraction from Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) tubers and application of different drying methods // Food Research International. 2018. Vol. 103. P. 226–233.

49. Massaro A., Colombini M. P., Ribechini E. Fructose and inulin: Behaviour under analytical pyrolysis // Journal of Analytical and Applied Pyrolysis. 2016. Vol. 121. P. 205–212.

50. Nguyen T. H., Haltrich D. Microbial production of prebiotic oligosaccharides. Microbial Production of Food Ingredients, Enzymes and Nutraceuticals // Woodhead Publishing Limited, Cambridge. 2013. P. 494–532.

51. Filatov V.V. Influence of infrared processing of biochemical composition of a Jerusalem artichoke and other plant raw material / V.V. Filatov, G.P. Karpilenko and other // Processing of the international conference «Technological innovation and enhancement of marginal products». Italy, Foggia.- 2005.

52. Дойчева, К.С. Методичні аспекти визначення ефективності діяльності підприємств харчової промисловості / К.С. Дойчева // Аграр. вісн. Причорномор'я: зб. наук. пр. / ОДАУ. Одеса, 2011. Вип.60. Екон. науки. С.60–62.