



НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет харчових технологій та управління якістю продукції АПК

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри технології  
м'ясних, рибних та морепродуктів

Наталія ГОЛЕМБОВСЬКА

2023 р.

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ  
РОБОТИ СТУДЕНТУ

Тиграняну Владиславу Разміковичу

Спеціальність 181 «Харчові технології»

Освітня програма «Технології зберігання та переробки водних біоресурсів»

Програма підготовки освітньо-професійна

Тема магістерської роботи «Удосконалення рибних січених напівфабрикатів  
з топінамбуром»

Затверджена наказом ректора НУБіП України від «13» березня 2023 р. № 370 «С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру 01. 11. 2023 року

Вихідні дані до магістерської роботи: рибні січені напівфабрикати; сировина  
рибний фарш, топінамбур; лабораторні прилади та обладнання; хімічні реактиви;  
економічно-статистична інформація щодо розрахунків економічної  
ефективності.

Перелік питань, що підлягають дослідженню: огляд літератури; матеріали та  
методи досліджень; результати власних досліджень та їх аналіз; економічна  
ефективність; висновки, список використаної літератури.

Дата видачі завдання «15» березня 2023 р.

Керівник магістерської роботи

Оксана ПИЛИПЧУК

Завдання прийняв до виконання

Владислав ТИГРАНЯН

## РЕФЕРАТ

Магістерська робота виконана згідно завдання: «Удосконалення рибних січених напівфабрикатів з топінамбуром»

Метою магістерської роботи є розроблення рибних січених напівфабрикатів з додаванням борошна топінамбура

Для досягнення поставленої мети, вирішували наступні завдання:

- вивчити хімічний склад сортів топінамбуру, визначити їхню харчову та біологічно активну цінність;

- розробити рецептури нового функціонально харчового продукту із заданим хімічним складом, які дозволять максимально зберегти біологічно активні речовини, збалансувати інгредієнтний склад та забезпечити високі органолептичні показники;

- встановити функціональну спрямованість створених харчових продуктів шляхом проведення досліджень щодо вмісту біологічно активних речовин та визначення харчової цінності;

- визначити економічну ефективність виробництва створених функціональних харчових продуктів;

- зробити відповідні висновки і пропозиції.

Об'єкт дослідження – технологія рибних січених напівфабрикатів з додаванням борошна топінамбуру.

Предмет дослідження – розробка рибних січених напівфабрикатів з топінамбуром. Дипломна робота складається із вступу, огляду літератури, матеріалу та методики досліджень, результатів власних досліджень, аналізу і узагальнення, економічної доцільності, висновків та списку літератури.

Магістерська робота виконана на 73 сторінках, містить 18 таблиць та 12 рисунків. Список літератури складає 90 джерел.

Ключові слова: рибна сировина, здорове харчування, термічна обробка, технологія виготовлення, рослинна сировина, борошно топінамбура.

	ЗМІСТ
СПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	6
ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.....	8
1.1 Основні напрямки розвитку виробництва рибо-рослинних харчових продуктів.....	8
1.2 Характеристика рибної сировини як компонента рибо-рослинних продуктів харчування.....	13
1.3 Топінамбур: харчова цінність та його застосування в продуктах харчування.....	15
1.3.1. Використання топінамбура в рецептурі молочних продуктів.....	28
1.3.2 Використання топінамбура в м'ясних продуктах.....	31
1.3.3. Використання топінамбура в напоях.....	34
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1.....	34
РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТИ, МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	35
2.1. Організація проведення експериментальних досліджень.....	35
2.2. Матеріали та об'єкти дослідження.....	37
2.3. Методи проведення досліджень.....	38
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	45
3.1 Розроблення технології рибних виробів з використанням топінамбура.....	45
3.1.1 Вплив борошна з топінамбура на функціонально-технологічні та реологічні показники фаршів.....	45
3.1.2 Формування органолептичних показників якості рибних напівфабрикатів.....	46
3.3.3 Оцінка якості готових виробів. Обґрунтування технологічних режимів пароконвекційну способу приготування рибних виробів.....	48

3.3.4 Обґрунтування рецептурного складу та оцінка конкурентоспроможності нових видів виробів.....	51
3.3.5 Застосування технології інтенсивного охолодження для пролонгування термінів придатності рибних напівфабрикатів з борошном із топінамбуру.....	53
РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ТОПІНАМБУРУ У ВИРОБНИЦТВІ РИБНИХ НАПІВФАБРИКАТІВ.....	59
ВИСНОВКИ.....	62
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	63

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

НУБІП України

AW – активність води;

КМАФАнМ - кількість мезофільних аеробних та факультативно-

анаеробних мікроорганізмів, загальне мікробне число;

КВІС - конвективно-ваккум-імпульсний спосіб;

НУБІП України

КС – конвективний спосіб;

СР - напруга зсуву;

СВ – масова частка сухих речовин;

СанПіН - санітарні правила та норми;

НУБІП України

pH – водневий показник

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## ВСТУП

Збагачення кулінарних виробів на основі рибної сировини мікро- та макроелементами, амінокислотами, харчовими волокнами та вітамінами можливе шляхом додавання до них рослинних компонентів. Таким чином, розробка нових рецептур напівфабрикатів та готової продукції з путасу дозволить розширити асортимент, представлений на ринку, підприємствам харчової промисловості підвищити окупність виробництва, збільшити частку продукції, доступну широким верствам населення.

Правильне та повноцінне харчування є необхідною умовою підтримки здоров'я, працездатності та довголіття людини. Нераціональне харчування викликає в людини небажані зміни, до яких відносять порушення нервової системи, імунної, кровотворної, травної систем, захворювання щитовидної залози.

Розробка нових харчових продуктів повинна бути заснована на комбінуванні різних видів сировини в такому співвідношенні, яке забезпечило б створення готової продукції з високими органолептичними показниками якості. При проектуванні нових видів харчових продуктів слід приділяти увагу збалансованості компонентів за хімічним складом та їх сумісності. Збагачення продуктів есенціальними речовинами можливе при спільному використанні сировини тваринного та рослинного походження.

# НУБІП України

## 1.1 Основні напрямки розвитку виробництва рибо-рослинних харчових продуктів

Рибні продукти є цінними продуктами харчування: м'ясо риби не поступається м'ясу теплокровних тварин, а за багатьма показниками навіть перевершує його. Риба є життєво важливою їжею завдяки її харчовій цінності та корисному впливу на здоров'я людей. Риба та рибні продукти містять білки, багаті незамінними амінокислотами: лізином, метіоніном, цистеїном, треоніном та триптофаном, а також мікро- та макроелементи: кальцій, фосфор, фтор та йод. Крім того, риба містить жири, які є цінними джерелами енергії та жиророзчинними вітамінами. У складі риби також містяться поліненасичені жирні кислоти, особливо омега-3. Ці кислоти виявляють ряд якостей, пов'язаних з поліпшенням функцій організму людини та зниженням сприйнятливості до серцево-судинних захворювань та раку.

Пугасу відноситься до худих видів риб з невисоким вмістом холестерину у своїй їстівній частині в діапазоні 40 мг/100 г. Як правило, вона містить низький рівень такого токсичного важкого металу, як кадмій, є добрим джерелом міді та цинку.

Рибна сировина може піддаватися різним способам переробки, одним із таких напрямків кулінарного використання водних біоресурсів є виробництво рибного фаршу. Найбільш раціональний вихід їстівної частини спостерігається при приготуванні рибних виробів шляхом подрібнення риби [44]. Аналіз змін сировинної бази показав зростання вилову видів риб, що мало використовуються, в загальному видобутку обсязі [42, 67].

Поєднання повноцінного рибного білка з рослинною сировиною збільшує вміст мінеральних речовин, харчових волокон та вітамінів у готовій кулінарній продукції, дозволяє використовувати ці продукти як багатофункціональні.



Розробка, ефективне просування та впровадження таких технологій забезпечить зниження собівартості продукції на тлі зростання ефективності виробництва та всебічного задоволення купівельного попиту населення [52, 56].

Якісне, збалансоване харчування – суттєвий фактор, що впливає на здоров'я людини. Воно сприяє дієвій профілактиці цілого ряду захворювань, підвищенню імунітету щодо несприятливого впливу довкілля [39, 78]. Для збільшення працездатності людини і підтримки її здоров'я важливим фактором є регулярне надходження в організм хімічних сполук, необхідних для його функціонування [57].

Спільне використання тваринної та рослинної сировини дозволяє створювати такі раціони харчування, які враховують коливання нутрієнтів, що призводить до збільшення опірності організму до різних захворювань.

Розглядаючи питання, за яким принципом та у яких відсоткових співвідношеннях до основного інгредієнта можна вводити рослинний компонент у рецептурах таких продуктів, необхідно брати до уваги зміну біологічної цінності готової продукції.

Вчені розробляють нові харчові продукти на основі сировини тваринного походження, що містять велику кількість вітамінів, поліненасичених жирних кислот, харчових волокон, біологічно активних добавок та інших нутрієнтів. Кількість мінеральних речовин у фаршевих композиціях отриманих напівфабрикатів та виробів значно вища, ніж у рибних фаршах.

Риба та м'ясо наземних тварин є основними джерелами тваринного білка, що містить усі незамінні амінокислоти у значних кількостях та збалансованих співвідношеннях. Проте білок риби легше перетравлюється і швидше засвоюється.

Додавання рослинної сировини у фарш у різних відсоткових співвідношеннях сприяє розширенню асортименту представленої на ринку

продукції, змінює харчову цінність кулінарних виробів та забезпечує споживачів якісними та повноцінними продуктами харчування.

Розробка технології та активне просування на ринку комбінованої продукції з рослинної та тваринної сировини дозволить їх зробити більш доступними широким верствам споживачів за рахунок зниження собівартості.

При цьому продукція забезпечить населення мінеральними сполуками, харчовими волокнами та іншими нутрієнтами, що сприятиме поліпшенню здоров'я населення [32].

Нині змінилися уявлення людей про їжу. Населення почало прагнути до збільшення тривалості життя, що неможливо без піклування про своє здоров'я.

Збільшення темпу життя в останнє десятиліття призвело до зростання попиту людей на напівфабрикати та готову продукцію. Магазини пропонують величезний асортимент рибної продукції: крабові палички, варено-морожені креветки, котлети, фрикадельки та інші. Така продукція проста у використанні, що не вимагає великої кількості часу на обробку та приготування, практично не утворюється відходів [64].

Таким чином, розвиток технологій, що дозволяють розширити асортименти російської продукції шляхом створення нових рибних виробів, є важливим і актуальним.

Виробництво продукції на основі рибного фаршу дозволяє додавати в масу різну сировину, що містить мінеральні речовини, вітаміни і кулінарних виробів, що підвищують біологічну цінність. Основною проблемою при їх виготовленні є сумісність продуктів як за смаковими якостями, так і для нормального функціонування травлення.

Вивченню реологічних характеристик фаршевих систем останнім часом приділяється велика увага.

У роботі Лісового С. В. розглянуто проблему підвищення харчової цінності рибних продуктів рослинними компонентами. Досліджено закономірності зміни структурно-механічних властивостей фаршевих систем

з рослинної та ставкової рибно́ї сировини з додаванням продуктів переробки зерна вівса (борошно, крупа, пластівці).

В результаті розроблено рецептури фаршів підвищеної харчової цінності, з вмістом від 51,0 до 55,8 % рослинної та від 43,2 до 48,0 % рибної сировини. Встановлено, що харчова цінність цих продуктів перевищує аналогічні показники традиційних продуктів за середнім вмістом білка на 51%, вуглеводів - на 32%, жирів - на 61% [87].

У науковій літературі наведено відомості про технологію харчової продукції з недовикористовуваної рибної сировини та кисломолочних сировинних продуктів при використанні соєвої окари (біомодифікованої) як джерела харчових волокон та для покращення формуваності напівфабрикату. Введення біомодифікованої сої у фарш макрурису сприяє збільшенню його вологоутримуючої здатності зі зниженням в'язкості та адгезії зі збільшенням виходу готової продукції на 14% порівняно з контрольним зразком.

Також варто наголосити, що дослідження вказали на факт збільшення кількості незамінних амінокислот від 3 до 4% та підвищення енергетичної цінності готової продукції від 4 до 11%, чому посприяла встановлена кількість біомодифікованого рослинного наповнювача (30% від маси основного продукту). Використання біомодифікованої соєвої окари дозволяє збільшити біологічну та харчову цінність готових кулінарних виробів, а також покращити їх структурно-механічні показники.

Хаустова Е. В. досліджувала властивості та харчову цінність прісноводних риб, обґрунтувала оптимальну кількість білкових добавок тваринного походження, що вносяться в рибну масу з метою отримання нових напівфабрикатів з покращеними властивостями. Хаустової Е. В. встановлено позитивний вплив внесення білкової добавки в сухому вигляді, виражене збільшенням вологозв'язувальної здатності (ВЗЗ) фаршевих систем, а максимальні втрати, виявлені при тепловій обробці, відзначені лише у зразках без додавання білкової добавки та з додаванням більше 15% білково-жирової емульсії.

Було виявлено збільшення ступеня penetрації термооброблених фаршів, викликане обернено пропорційною системною залежністю збільшення вмісту жиру з одночасним зниженням вологості. Внаслідок цього, готові напівфабрикати набувають приємного смаку, покращені зовнішній вигляд і колір, а також соковитішу консистенцію. Результати дослідження харчової цінності добавки показали, що вона має збалансований амінокислотний склад і має високі технологічні властивості. Таким чином, основним результатом проведеного дослідження є створення нової оптимізованої рецептури рибних напівфабрикатів із м'яса плітки зі збалансованим амінокислотним складом.

У роботі Зюзіної О. Н. наведено рецептури та технології заморожених риборослинних напівфабрикатів, що характеризуються високими показниками харчової цінності.

Результати аналізу хімічного складу рецептури РРНФ показали, що сумарна збалансованість амінокислотного складу нової розробленої продукції наближена до рекомендацій НДІ харчування РАМН. Додавання  $\text{CO}_2$ -екстракту і  $\text{CO}_2$ -шроту плодів обліпихи призводить до збільшення харчової та біологічної цінності рибо-рослинних виробів за рахунок вмісту в них великої кількості фосфоліпідів, флавоноїдів, ПНЖК, МНЖК, харчових волокон, вітамінів, мінеральних речовин. У роботі виявлено, що додавання  $\text{CO}_2$ -шроту плодів обліпихи збільшує вологостримувачу здатність РРП і позитивно впливає на їх реологічні властивості. Основним результатом дослідження є розробка нових рецептур РРП функціонального призначення, збалансованих за амінокислотним складом [68].

Встановлено, що заміна хліба пшеничного на моркву призводить до поліпшення збалансованості амінокислот у білках комбінованих фаршів. Виявлено, що використання відвареної моркви призводить до підвищення ВУС. Визначено, що заміна 20% сирової риби на відварену моркву призводить до підвищення показників граничної напруги зсуву на 14% та адгезійної здатності на 11%, що позначилося на підвищенні пластичності рибоморквового фаршу та збільшенні його липкості.

Встановлено, що втрати при жарінні основним способом котлет рибоморквяних з порошком ламінарії на 2,2 % менше, ніж традиційних котлет із кльбм. Розрахунки показали, що показник біологічної цінності "Котлет рибоморквяних з ламінарією" на 5,3% вище, ніж для контрольного зразка.

Проведений експеримент встановив, що вживання «Котлет рибоморквях з ламінарією» ліквідувало дефіцит йоду у 25% обстежених студентів, що дозволяє віднести розроблений продукт до групи функціональних продуктів харчування [73].

Таким чином, внесення різних добавок до рибного фаршу дозволяє збільшити використання водних біоресурсів, розширити асортимент страв та збагатити їх вітамінами, мінеральними речовинами, мікро- та макроелементами.

## 1.2 Характеристика рибної сировини як компонента риборослинних продуктів харчування

Рибні напівфабрикати та кулінарні вироби почали виробляти у розвинених країнах кілька десятиліть тому. Ці вироби виготовляються з другої половини 20-го століття. Розвиток технології продуктів харчування та вдосконалення пакувальних матеріалів дали сильний поштовх для розвитку даного напрямку в рибопереробній галузі [93, 69].

З риби готують такі напівфабрикати:

Рибні напівфабрикати

Рибне філе

Порційна риба

Формовані рибні продукти

Риба спец обробки

Рибний фарш

Основну частку раціону корінних жителів Крайньої Півночі завжди становили рибні продукти [53]. Зміна традиційного харчування може призвести до серйозних захворювань. Першою умовою формування

правильного раціону для мешканців північних районів є обов'язкова наявність у їжі повноцінних білків тваринного та рослинного походження з необхідною кількістю та співвідношенням незамінних амінокислот [66].

Рибна сировина виступає важливим компонентом різноманітних рибно-рослинних продуктів харчування, таких як суші, сашімі, салати з морепродуктів, суши і багато інших страв. Її характеристика включає в себе ряд важливих аспектів:

Види рибної сировини: Рибна сировина може бути різних видів, таких як лосось, тунець, креветки, мідії, оселедець та багато інших. Вибір виду риби впливає на смак і текстуру страви.

Якість. Якість рибної сировини має велике значення. Важливо, щоб риба була свіжою, без запаху, масти, а також не мала ознак псування, таких як пігментаційні зміни, слиз на поверхні і т.д.

Обробка: Рибну сировину можна приготувати різними способами, такими як смаження, варіння, запікання, соління, копчення та інші. Обробка впливає на смак і текстуру риби.

Білки та жири: Риба є важливим джерелом білків та здорових жирів, таких як Омега-3 жирні кислоти. Ці компоненти роблять рибу корисною для здоров'я серця та загального здоров'я.

Текстура: Риба може мати різну текстуру, від ніжної до жорсткої. Текстура важлива для задоволення від їжі і може змінюватися залежно від виду риби та методу приготування.

Смак: Риба має характерний смак, який може бути свіжим, солоним, гострим або ніжним. Смак також залежить від виду риби і її якості.

Поширення алергій: Деякі люди можуть бути алергічними на рибу, тому важливо бути обережним при включенні риби до дієти та вказувати на наявність рибної сировини в продуктах.

Рибна сировина є важливою складовою багатьох страв і може бути корисною для здорової харчової дієти завдяки своїм білкам, жирам і

мікроелементам, але важливо обирати її якість та обробку з огляду на особисті вподобання та дієтичні потреби.

### 1.3 Топінамбур: харчова цінність та його застосування в продуктах харчування

У світовому сільському господарстві площа вирощування топінамбура (топінамбуру) становить 2,5 млн. га, у США – 700 тис. га, у Франції – 500 тис. га, в Австрії – 130 тис. га, із середньою врожайністю 50-60 тонн бульби на гектар. Основними напрямками переробки топінамбура є виробництво інуліну, фруктозних сиропів, підсолоджувачів, спирту, кормових дріжджів, концентратів топінамбура у вигляді таблеток, капсул і порошку для хворих на цукровий діабет, а також інших продуктів високої харчової цінності для використання в харчуванні, промисловість, медицина та сільське господарство (Shazoo et al., 2013).

Остання наукова література приділяє велику увагу топінамбуру та його перспективам використання в харчовій, фармацевтичній, консервній та кормовій промисловості (Yang et al., 2015). Цінність цієї рослини визначається її врожайністю, хімічним складом, невибагливістю при вирощуванні.

Топінамбур росте в різних кліматичних зонах: від тропіків до північних районів землеробства (Виноградіва та ін., 2010). Це важливе джерело харчування, особливо в Середземноморському регіоні. Крім того, він також має значний внесок у сільськогосподарську економіку Середземноморського регіону, де виробляється понад 60% світового врожаю топінамбура. Італія є провідним виробником топінамбура з 474 000 т/рік. Іспанія є другим за величиною виробником з 215 000 т, а Франція є третім за величиною виробником з 55 000 т річного виробництва (Lattanzio et al., 2009; FAO, 2007).

Найбільша продуктивність топінамбура (або земляної груші) завдяки його цінному біологічному потенціалу та хімічному складу може бути широко використана в харчуванні та оздоровленні людини, у фармацевтиці, у

виробництві кормів, у виробництві різноманітних продуктів промислової переробки (інулін, спирт тощо).

Топінамбур (*Helianthus tuberosus* L.) використовується для різних цілей, таких як корм для тварин, їжа людей та як сировина для виробництва біоенергії та біопродуктів (Li et al., 2013). Крім того, культуру можна вирощувати в різних умовах середовища (Ребора, 2008). Він містить високі концентрації фруктоолігосахаридів та інуліну (16–20% свіжої ваги) (Van Loo et al., 1999). Склад, полідисперсність і довжина ланцюга залежать від багатьох факторів, таких як процес екстракції, типи видів рослин, час і умови збирання

врожаю, а також метод постекстракції (Ronkart et al., 2007, Ruff et al., 2014).

Крім цього, технічні та біологічні характеристики інуліну також залежать від усіх вищезазначених факторів (Robertfroid, 2005). Інулін є сумішшю полі-

олігосахаридів, і це полімер d-фруктози, який з'єднаний один з одним через  $\beta$  (2  $\rightarrow$  1) зв'язки (Causey et al., 2000). Одиниці фрауктанів інуліну називають

пробіотиками, оскільки вони сприяють розвитку деяких бажаних бактерій у товстій кишці, які сприяють покращенню здоров'я людини (Bach та ін., 2013, Causey та ін., 2000).

Топінамбур є важливим джерелом фруктанів: полісахаридів інуліну та олігофруктози, які в організмі людини виконують функцію пребіотиків, сприяють росту корисної, а також пригніченню патогенної та небажаної мікрофлори кишечника, покращують його моторику (Lachman et al., 2008;

Ярошевич, 2010; Зеленков та ін., 2012). Завдяки багатому складу біологічно активних речовин топінамбур є дуже перспективною сировиною в кормовиробництві, дієтичному харчуванні та харчовій промисловості, використовується як вихідна сировина для створення вискоелективних біологічно активних добавок і лікувально-профілактичних препаратів.

### Характеристика рослин

Топінамбур (*Helianthus tuberosus*) — багаторічна рослина висотою 100–300 см. Він містить опушене листя овальної форми, крихітні квіти жовтого кольору і несе маленькі бульби через підземну систему кореневища. Він має



волокнисті волохаті корені, які можуть вирости до 1,27 м, які корисні для отримання поживних речовин, а також для перенесення впливу навколишнього середовища. Топінамбур — це покритонасінна рослина, яка

належить до сімейства складноцвітих, відомого як сімейство соняшникових або ромашкових (Monti та ін., 2005; Tassoni та ін., 2010; Kays & Nottingham

2007). Рослина топінамбура містить жорсткі стебла, які дерев'яніють у міру дозрівання. Листя рослини починають чергуватися зверху, і листя у верхній частині вузькі та менші, тоді як листя внизу широкі та більші за розміром до

30 см. Ширина листя зазвичай 5-7,5 см. Квітки утворюються з трубчастих

дискподібних крихітних квіток, які вкриті суцвіттями. Ці крихітні квіти утворюються як групами, так і поодинокі в нижній частині половного стебла та крилових гілок. Бульби топінамбура нерівномірні, починаючи від

вузлуватих до круглих грон (Yang et al., 2015). Колір бульб варіюється по-

різному, і колір бульб зазвичай коливається від блідо-коричневого до білого,

фіолетового та червоного (Duke, 1983; Griffiths & Huxley, 1992). Культура може легко рости в широкому діапазоні рН (4,5-8,2), а також при різних температурних рівнях. Крім того, рослина не потребує пильної уваги, а також

широкого використання пестицидів, гербіцидів та інсектицидів (Li et al., 2009).

До приходу європейців топінамбур вперше почали вирощувати корінні американці. У давні часи його називали сонячним коренем. Після цього рослині дали різні загальноприйняті та латинські назви топінамбуру. Існує

близько сотні загальних назв, які використовуються для топінамбура по всьому світу (Kays & Nottingham 2007). Загально вживані назви топінамбура

англійською включають wood land flower, sunchoke, earth apple і topinambur

Найпоширеніша назва «топінамбур» викликає плутанину, оскільки рослина належить до роду садового соняшнику і є різновидом соняшнику. Але ніякого відношення між Єрусалимом немає, як і це не вид артишоку.

#### **Хімічний склад топінамбура**

Приблизний склад є ключовим показником, який використовується для вимірювання поживного потенціалу харчових продуктів. Унікальна цінність

бульб топінамбуру визначається їх хімічним складом, а саме наявністю широкого спектру функціональних компонентів: інуліну, пектину, вітамінів групи В, макро- і мікроелементів, що характеризуються високими

технологічними властивостями (Анікієнко, 2008). колір бульб варіюється від блідо-коричневого, червоного та фіолетового залежно від кліматичних умов (Gupta & Chaturvedi, 2020). Бульби топінамбура містять близько 25% сухої речовини, основну масу якої складають вуглеводи. В основному це фруктоза, тобто полімери фруктози. Вміст інуліну в бульбах сягає 80% сухої речовини

(Shazzo et al., 2013).

Орієнтовний склад топінамбура наведено в табл.1. З таблиці видно, що за складом топінамбур порівнянний з картоплею, маниоком і ямсом. Крім того, вміст клітковини в топінамбура вище, а вміст жиру нижче, ніж в інших

бульбах, що робить його хорошою альтернативою цим продуктам. Вміст вуглеводів у топінамбурі трохи нижчий, ніж у картоплі, маниоці та бататі, але він відповідає стандарту FAO. Бульби топінамбура містять унікальний вуглеводний комплекс на основі фруктози та її полімерів, вищим гомологом якого є інулін. Інулін є найціннішим і кількісно переважаючим вуглеводним компонентом (Szewczyk et al., 2019). Високий вміст інуліну в бульбах дозволяє

використовувати топінамбур як вихідну сировину для діабетичного харчування: борошна, соків, сиропів, кондитерських і хлібобулочних виробів. Інулін і харчові волокна можуть сорбувати значну кількість харчової глюкози

і перешкоджати її всмоктуванню в кров, що сприяє зниженню рівня цукру в крові. Вживання топінамбура викликає значне зниження рівня холестерину.

Інулін викликає інтенсивний ріст біфідобактерій в організмі, перешкоджає розвитку патогенної мікрофлори, сприяє реабілітації порушеної діяльності шлунково-кишкового тракту (Zelenkov, 2001; Kaszás et al., 2020).

Полісахариди, що входять до складу клітинних оболонок тканин бульб (харчові волокна), за кількісним співвідношенням займають друге місце після інуліну. Пектини та харчові волокна мають терапевтичний ефект при лікуванні захворювань шлунково-кишкового тракту, що зумовлює використання

продуктів з топінамбура в лікувально-профілактичному харчуванні (Zhang et al., 2015; Akram et al., 2020; Kakimov et al., 2021).

Таблиця 1.1

Хімічний склад топінамбура (% г/100 г)

	Топінамбур	Картопля	Маніока	Батат
Волога	75,4	71,7	70,19	69,5
Сирий протеїн	2,4	3,15	0,85	3,1
Сирий жир	0,09	0,28	0,25	0,3
Зола	0,7	1,22	2,99	1,2
Вуглеводи	21,3	23,21	0,09	1,1
Інулін	72,18	-	25,63	25,9

#### Мінеральний склад топінамбура

Мінеральний вміст топінамбура показано на рис. 1 і рис. 2 відповідно. З маюнка видно, що калій міститься у найвищих концентраціях, за ним слідує фосфор, магній, кальцій і сірка. Середні значення макроелементів у топінамбура можна порівняти з попередніми значеннями, знайденими Florkiewicz et al. (2007). Однією з важливих властивостей топінамбура є його збалансований макро- і мікроелементний склад - містить велику кількість фосфору (3892 мг/кг сухої речовини) і калію (23356 мг/кг сухої речовини).

Топінамбур містить: залізо – 39,22 мг; Цинк – 13,56 мг; кальцію -1864 мг, що є незамінним для хворих на цукровий діабет (Токарев, 2018; Кольцов, Акімов, 2015).

Вміст міді в бульбах топінамбура 7,18 мг/100г, магнію 1897 мг/100г, сірки 616 мг/100г, міді 7,18 мг/100г, калію 23356 мг/100г, заліза 39,22 мг/100г, вміст цинку 13,56 мг/100 г (Кочнев, Калінічева, 2002; Гарманкая та ін., 2012).

Відомо, що висупені бульби топінамбуру містять підвищений вміст кремнію (до 8% на зольний залишок), калію до 2000 мг%, заліза та інших макро- і мікроелементів (Миколаевич, 2000).

Зольність топінамбура також відповідає іншим крохмалистим бульбам і коренеплодам. Магній допомагає знизити артеріальний тиск, може забезпечити міцність кісток і покращити роботу серця. Фосфор корисний для розвитку кісток і зубів завдяки поєднанню з кальцієм, а також сприяє швидкому вивільненню енергії в організмі людини.

Зі складу тигрових горіхів видно, що вони містять відносно меншу кількість натрію і кальцію. Нещодавнє дослідження показало, що дієта, багата магнієм і кальцієм і меншою концентрацією натрію, може бути корисною для зниження артеріального тиску (Wardkaw, 2002). Калій і натрій також корисні для підтримки водного балансу, кислотного балансу та збереження осмосу.

Калій також корисний для вуглеводного та білкового обміну. Це також корисно для захисту стінок внутрішніх артерій. Крім того, це корисно для контролю серцевого нападу та кровотеч (Oladele та ін., 2009). Цинк також відіграє важливу роль у багатьох метаболічних реакціях, таких як метаболізм алкоголю.

Це також корисно для підвищення імунної системи, репродукції та сексуального розвитку. Тигрові горіхи також містять залізо, яке також сприяє метаболізму заліза. Топінамбур активно накопичує кремній із ґрунту. У бульбах вміст цього елемента становить до 0,8% на суху речовину. Серед мінеральних речовин переважають калій, залізо, фосфор.

Високий вміст цинку, кремнію, калію в топінамбура сприяє синтезу власного інсуліну спеціальними клітинами підшлункової залози. Через високий вміст заліза бульби рекомендують вживати при анемії (Беляєва, Панаріна, 2016).

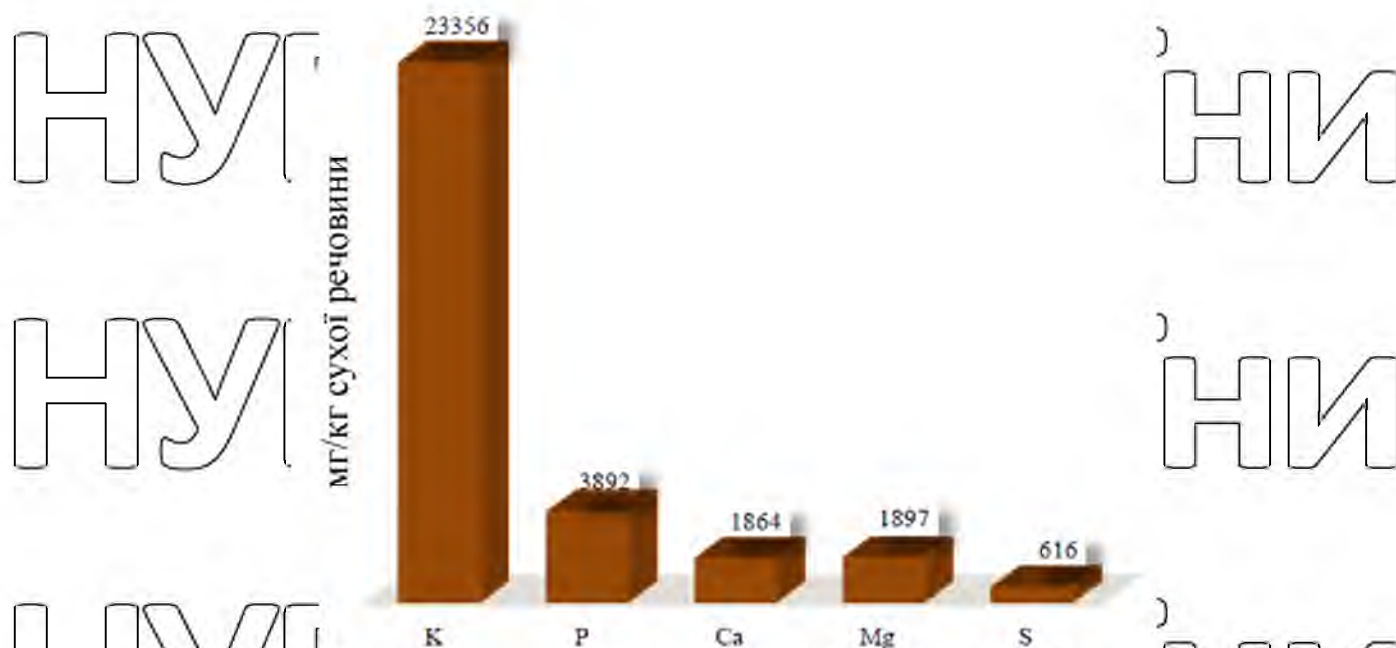


Рисунок 1.1 - Концентрація макроелементів в топінамбурі

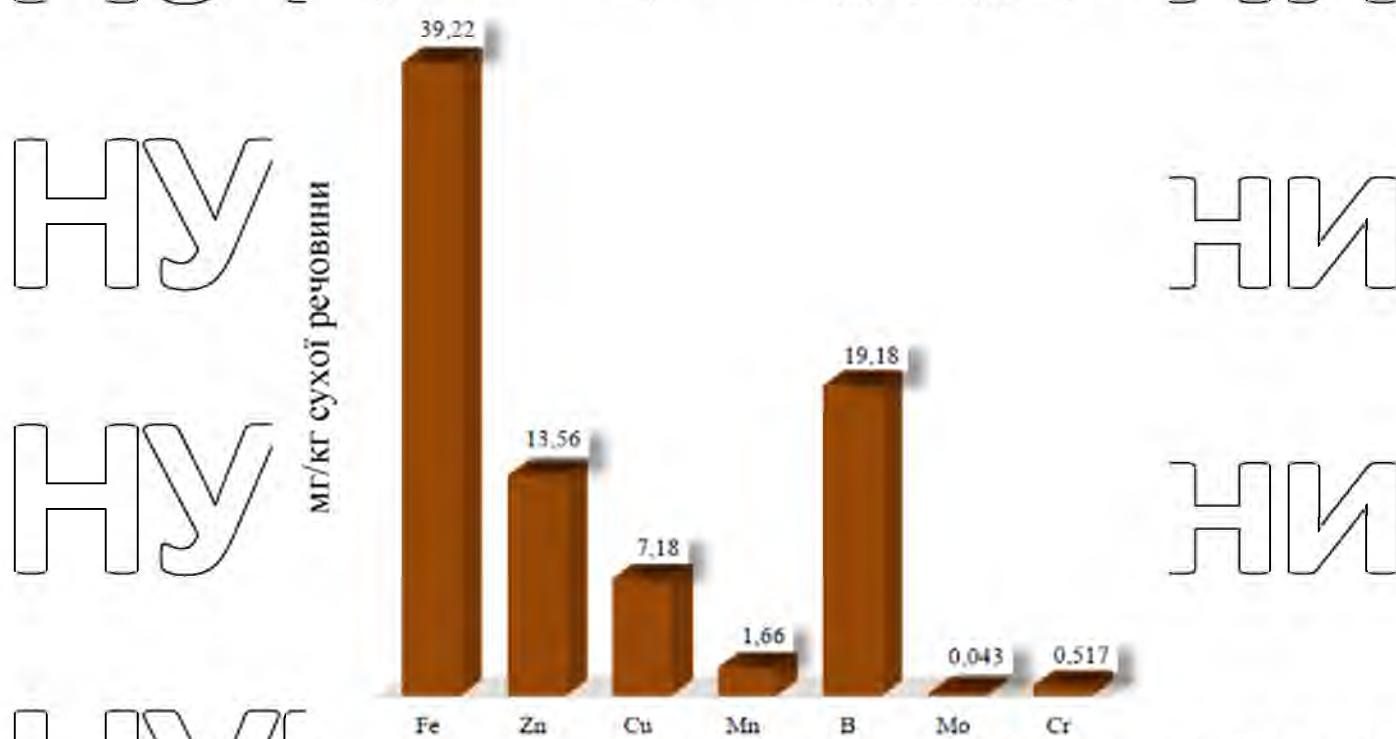


Рисунок 1.2 - Концентрація мікроелементів у топінамбурі

Використання в рецепті топінамбура має ряд переваг, однією з яких є значний вміст у ньому інуліну – цукрозамінника. Інулін — полісахарид, гідроліз якого призводить до вироблення фруктози — нешкідливого для діабетиків цукру. Бульби топінамбура також містять білки, пектин, амінокислоти, органічні та жирні кислоти. Пектинові речовини в топінамбурі

містять до 11% маси сухої речовини, а за вмістом вітамінів «В1», «В2», «С» топінамбур більш ніж утричі перевершує картоплю, морквута буряк. Істотною відмінністю топінамбура від інших овочів є високий вміст білка в його бульбах (до 3,2% на суху речовину), представленого вісьмома амінокислотами, серед яких незамінні: аргінін, валін, гістидин, ізолейцин, лейцин, лізин, метіонін, треонін, триптофан, фенілаланін (Зеленков, Шайн, 2000; Павлова, 2014).

Вітамінний склад бульб топінамбуру характеризується високим вмістом вітамінів групи В, каротинів і аскорбінової кислоти. Так, за довідковими даними (Kaldly et al., 1980) топінамбур, крім вітаміну РР (0,27 мг/100 г), містить вітаміни В2 (7,3 мг/100 г), вітамін С (120,5 мг/100 г). Велика частина цих вітамінів зберігається під час лікування. У таблицях 2 і 3 наведено вітаміни та амінокислотний профіль топінамбура.

Таблиця 1.2

Вітамінний склад топінамбура (Садиков, 2009).

Вітамін	Вміст
Вітамін Е (токоферол), мг/кг	3,0
Вітамін В1 (тіамін), мг/кг	0,15
Вітамін В2 (рибофлавін), мг/кг	0,2
Вітамін В3 (пантотенова кислота), мг/кг	0,8
Вітамін В4 (холін), мг/кг	280,0
Вітамін В3 (нікотинова кислота), мг/кг	2,4

Таблиця 1.3

Амінокислотний склад топінамбура, г/100 г білка (Матвеева, Корячкина, 2012).

Амінокислота	Вміст	Довідкове значення
Валін	3,91	18
Ізолейцин	4,52	18
Лейцин	6,63	18
Лізин	5,94	18
Метіонін+цистин	2,23	18
Треонін	3,43	18
Фенілаланін+тирозин	6,15	18

У сучасній концепції здорового харчування особлива роль належить продуктам функціонального призначення, що нейтралізують несприятливий вплив навколишнього середовища та незбалансоване харчування. Топінамбур є дуже перспективною сировиною для пребіотичного та дієтичного живлення. Інулін, як резервний полісахарид, становить до 75% вуглеводного комплексу топінамбура. Вважається ефективним засобом при лікуванні цукрового діабету, атеросклерозу, ожиріння та різноманітних інтоксикацій (Жучкова, Скрипникова, 2017).

Топінамбур є джерелом природних речовин, що володіють вуглеводним обміном і вираженими властивостями пребіотиків, таких як полісахариди інулінової природи. Фруктозовмісний полісахарид інулін має низький глікемічний індекс, який широко використовується для лікувального харчування.

**Фармакологічна дія топінамбура**

Топінамбур має багатоцільові лікувальні властивості. Використовується у виробництві високоефективних препаратів для корекції обміну речовин при цукровому діабеті, атеросклерозі, ожирінні, захворюваннях нирок, печінки, серцево-судинної системи, шлунково-кишкового тракту. Для організму

людини топінамбур є «постачальником» фруктози, а також є чудовим засобом для профілактики цукрового діабету, оскільки вживання фруктози замість сахарози знижує ймовірність цього важкого захворювання. Топінамбур

рекомендований до застосування при серцево-судинних захворюваннях, таких як анемія, гіпертонія, аритмії, порушення кровообігу. Сприяє зміцненню нервової системи після сильних стресів, а також має сечогінні та проносні властивості. Топінамбур необхідно їсти людям, які страждають від печії, і сприяє лікуванню гастриту з підвищеною кислотністю. Його також можна

використовувати для профілактичного лікування виразки шлунка та дванадцятипалої кишки (Leonid et al., 1999; Radovanovic et al., 2015)

Користь топінамбура в зниженні рівня холестерину, підтримці здорової кишкової мікрофлори, пригніченні кишкової інфекції, боротьбі з ожирінням, підтримці рівня цукру в крові у хворих на цукровий діабет і поліпшенні ліпідного складу крові була чітко доведена (Hidaka et al., 2001).

Крім того, інулін і фруктоолігосахаридні добавки можуть підвищити імунну систему та допомогти в запобіганні широкому спектру захворювань, таких як виразковий коліт, запальні захворювання кишечника та рак товстої кишки (Hidaka та ін., 2001; Pool-Zobel та ін., 2002).

Топінамбур містить вищі концентрації іонів  $K^+$  і низьке співвідношення  $Na^+/K^+$  порівняно з іншими овочами, що корисно для профілактики серцево-судинних захворювань і гіпертонії (Pandino et al., 2011). Інулін є основним

компонентом топінамбура, який сприяє засвоєнню кальцію, що покращує метаболізм ліпідів. Він також має протиракові властивості (LopezMolina та ін., 2005; Sonnante та ін., 2007; Lattanzio та ін., 2009). З давніх часів відома гепатостимулююча та сечогінна дія топінамбура. Нещодавно було також помічено, що він містить біоактивні компоненти, такі як фенольні сполуки.

Було виявлено, що ці фенольні сполуки мають такі фармакологічні властивості, як інгібування холестерину, проти ВІЛ, антиоксидантні, антиатеросклеротичні, антиканцерогенні, антибактеріальні, гепатозахисні та сечовидільні (Ceccarelli та ін., 2010; Fantini та ін., 2012; Osama та ін., 2014).



Харчове призначення топінамбура тісно пов'язане з його лікувальним застосуванням у народній медицині. Благотворно впливає на організм людини при стресах, занепаді сил, інтоксикаціях, ішемічній хворобі серця, анемії (недокрів'ї), туберкульозі, захворюваннях шлунково-кишкового тракту з підвищеною кислотністю, запорах, шкірних захворюваннях, піелонефриті, остеохондрозі та опікових травмах. Він широко використовується як ефективний косметичний засіб (Ma et al., 2014; Eranchina et al., 2020).

#### Водорозчинні вітаміни

Вміст водорозчинних вітамінів у топінамбурі представлено в таблиці 2 (Catana et al., 2018). Вміст водорозчинних вітамінів у топінамбурі порівняний з (Ізембаєва та ін., 2013). Ці вітаміни важливі для правильного росту людини, а також вони ефективні в боротьбі з різними хронічними захворюваннями.

Попереднє дослідження Гарварду показало, що одне додавання фруктів і овочів у їжу допомагає контролювати серцево-судинні захворювання (Hussein et al., 1999). Тіамін корисний для метаболізму вуглеводів, декарбоксилювання  $\alpha$ -кетокислот, а також для перенесення активних альдегідів. Потреба в тіаміні залежить від споживання вуглеводів. Зі збільшенням споживання вуглеводів їх потреба також зростає (NRC, 1989). Ніацин також є важливим ферментом,

який необхідний сотням ферментів як кофактор. Ферменти, які беруть участь в енергетичному обміні, використовують цей вітамін. Пантотен (B5) необхідний для синтезу коферментів, метаболізму білків, жирних кислот, вуглеводів і білків. Його потреба становить 1,7-7 мг/добу для людини. Його

дефіцит може викликати нервові розлади, порушення імунної системи, а також уповільнення росту. Піридоксин (B6) також є важливим вітаміном, який необхідний для метаболізму амінокислот, а також допомагає контролювати дефіцит еритроцитів (анемія). Вітамін С також відомий як аскорбінова

кислота. Це важливий вітамін, який корисний для захисту клітин, для правильного здоров'я шкіри, кісток і кровоносних судин і загоєння ран (NRC, 1989). З наведеного вище обговорення зрозуміло, що всі водорозчинні ферменти важливі для здоров'я людини, а з таблиці 2 видно, що топінамбур

містить значну кількість цих вітамінів і може бути корисним як джерело водорозчинних вітамінів (табл. 1.4).

Таблиця 1.4

Вміст водорозчинних вітамінів у топінамбурі (мг/100 г)

Тианін	Ніацин	Пантотенік, B5	Піридоксин, B6	Вітамін С
0.198±0.04	1.121±0.161	0.227±0.011	0.0738±0.0069	2.542±0.123

### Амінокислоти

Середні концентрації амінокислот в топінамбура наведені в табл.3. З таблиці видно, що топінамбур містить майже всі незамінні, а також незамінні амінокислоти, а аргінін, який є незамінною амінокислотою, міститься в

найвищій концентрації в топінамбурі. Ця амінокислота необхідна для виробництва білка в організмі, а риба, птиця, червоне м'ясо та молочні продукти є хорошим джерелом цієї незамінної амінокислоти. Це допомагає при виділенні гормонів, болях у грудях, виведенні аміаку з організму, високому кров'яному тиску, загоєнні ран, а також при захворюваннях кишечника у недоношених дітей. Крім того, топінамбур містить підвищену

концентрацію сірчанних амінокислот. Раніше було помічено, що він містить у чотири рази більшу концентрацію сірчанних амінокислот порівняно з шикорієм і картоплею (Cieslik et al., 2011). Тому його можна використовувати з насінням

бобових, які містять низькі концентрації цих амінокислот. Крім того, його також можна використовувати як дешевше джерело білка в азійських країнах, де соєві боби в основному використовуються як джерело білка. Так само метіонін також є незамінною амінокислотою і важливий для росту нових кровоносних судин. Ця амінокислота корисна тим людям, які страждають отруєнням міддю. Ці амінокислоти обмежені в зелених овочах і картоплі, тому

топінамбур можна включати в їжу з картоплею і зеленими овочами, щоб заповнити дефіцит цієї амінокислоти. Окрім цих двох амінокислот, він також містить усіх незамінних амінокислот у два рази більше, ніж у картоплі та

цикорії. Цикорій є промисловим джерелом фруктанів, так само картопля також найчастіше використовується в усьому світі як овоч. Топінамбур можна включати в страви не тільки для збільшення різноманітності, але й для доповнення всіх незамінних амінокислот у продуктах.

#### Вміст фенолів

Tchoné та ін., 2006 визначили концентрацію фенольних сполук у дев'яти різних сортах топінамбура. Середні концентрації двадцяти двох фенольних сполук з їх температурами плавлення наведені в табл. Визначено, що з цих 22 фенольних 15 спостерігаються вперше. П'ятнадцять нещодавно виявлених фенольних сполук включають елагову кислоту, галову кислоту, саліцилову кислоту, синапінову кислоту, протокатехуєву кислоту, смрингову кислоту, умбеліферон, ескулін, 4-гідроксикумарин, 2-гідрокси-3-5-динітробензойну кислоту, 3-гідроксикоричну кислоту, катехін, скополетин, кумарова-3-вуглецева кислота та епікатехін. Саліцилова кислота виявлена у найвищій концентрації і вважається основною фенольною сполукою. Було також помічено, що концентрація фенольних сполук залежить від періоду росту топінамбура, і фенольні концентрації збільшуються разом із ростом топінамбура. Крім того, концентрації фенольних сполук досягали максимальної точки з розвитком рослини, а потім знижувалися. Було також помічено, що концентрація фенольних сполук в топінамбурі залежить від багатьох факторів, включаючи натуральність, рН бульби, хімічну структуру, вміст вологи, питому електропровідність і ступінь активації метаболізму.

Окрім 2-гідрокси-3-5-динітробензойної кислоти та кумарин-3-карбонової кислоти, усі фенольні сполуки, виявлені в топінамбурі, мають антиоксидантний і біоактивний потенціал. Мейер і співавтори (Meyer et al., 1998 a, b) визначили антиоксидантну активність хлорогенової кислоти, катехіну, ферулової, кавової, р-кумарової та елагової. Фоті та його співавторки (Foti et al., 1996) визначили антиоксидантний потенціал 4-гідроксикумарину, скополетину та умбеліферону. Дубильні речовини, такі як катехін і галова кислота, також мають антиоксидантний потенціал (Chuang-Ye

та ін. 1995, TAKUO та ін. 1983, RIGO та ін. 2000). Крім того, було також помічено, що кавова кислота, галова, протокатехуїнова та ферулова мають активність поглинання радикалів. Раніше було помічено, що хлорогенова кислота та кавова кислота мають сильнішу здатність поглинати радикали, ніж бутилгідрокситолуол та  $\alpha$ -токоферол (Chen and Ho, 1997). Саліцилова кислота міститься у найвищих концентраціях, і було встановлено, що цей фенол має антимікробний потенціал проти багатьох мікробів, таких як *Bacillus subtilis* IAM 1521, *E. coli* K12AM і *Staphylococcus aureus* IAM101 (Nguyen et al., 1982).

Синапінова кислота також виявила сильну антимікробну дію, особливо проти *E. Coli*, завдяки своїм гідроксильним і метоксилним групам (Tosaki et al. 1998).

#### Леткі сполуки

Концентрації летких сполук в бульбах топінамбура раніше перевіряли різні вчені. MacLeod та ін. (1982) використовували трихлорфторметан для екстракції летючих сполук з бульб топінамбура, і результати вказують на 52 леткі сполуки. Більшість виявлених сполук були висекокиплячими вуглеводнями, і вони були неідентифіковані. Bach et al., 2012 виявили 41 сполуку в бульбах топінамбура, з яких 31 сполуку було ідентифіковано базою даних NIST, а також даними мас-спектру та порівнянням лінійних індексів утримання. Концентрації виявлених сполук були дуже низькими, і було кількісно визначено лише 16 сполук, які показані в табл.4. Загальна концентрація летких сполук становила 25,5 нг/г свіжої ваги. З таблиці також видно, що летюча сполука  $\beta$ -бісаболену, яка належить до сесквітерпенової хімічної групи, була виявлена у найвищій концентрації (53,97 нг/г свіжої ваги).  $\alpha$ -Пінен є другою за поширеністю летючою сполукою з концентрацією 38,9 нг/г свіжої ваги. Гексаналь, який є альдегідом, посідає третє місце за концентрацією з 1,13 нг/г свіжої маси.

#### **1.3.1. Використання топінамбура в рецептурі молочних продуктів.**

Бульби топінамбура широко використовуються для приготування молочних продуктів. Таким чином, авторами розроблено спосіб виробництва знежиреного йогурту з додаванням порошку топінамбура. Введення порошку

топінамбура дозволяє збагатити йогурт цінними поживними речовинами.

Порошок топінамбура являє собою сипучу масу світло-бежевого кольору з солодким смаком і містить за даними аналізу вологи 6%; полісахариди інулінової природи не менше 70%; білки 7%; жири 0,3-0,5%; пектинові речовини 8-10%; клітковина 6-7%; вітаміни В1, В2, С; мінеральні речовини: залізо до 12 мг %, кремній до 8 мг %, калій до 200 мг %, фосфор до 500 мг %, кальцій до 40 мг %, магній до 30 мг %, цинк до 15 мг %, марганець до 45 мг % (Федорович та ін., 2013).

Полянський та ін. Розробили спосіб виробництва молочного лікувально-профілактичного продукту з додаванням топінамбура. Бульби топінамбура подрібнюють до розміру частинок 1-2 мм і додають у кількості 14-16% до маси білкової фракції або у вигляді сухого концентрату в кількості 5-6% до маси білкової фракції. Розширення лікувально-профілактичних властивостей продукту при застосуванні топінамбура як вуглеводної добавки зумовлено вмістом до 20% інуліну – полісахариду, що містить D-фруктофуранові залишки фруктози. Підвищення харчової та біологічної цінності продукту забезпечується вмістом у топінамбурі білка до 2% - ідентифіковано 17 споріднених амінокислот, серед яких переважають глутамін та аспарагін (Полянський та ін., 1999).

Волкова та ін. (2001) описано спосіб виробництва сирної маси, яка складається з сиру 9% жирності, вершків, цукрозамінника, топінамбура, який перед введенням у суміш подрібнюють до розміру частинок 5-7 мм, фруктів та ягідний ароматизатор, стабілізатор. Винахід дозволяє отримати продукт високої біологічної цінності, що володіє дієтичними та лікувально-профілактичними властивостями за рахунок збалансованого вуглеводного, вітамінно-мінерального комплексів. Кхуенпет та ін. (2020) розробили рецептуру йогурту з додаванням екстракту та соку топінамбура. Виходячи з результатів, йогурт містив інуліну 129,78 мг/г і відновлюючого цукру 146,44 мг/г.

У рецептурі молочного десерту використовується сушений порошок топінамбуру (від 3,0 до 5,0%). Винахід спрямований на отримання продукту підвищеної харчової та біологічної цінності, посилення його профілактичних властивостей, забезпечення підвищеного антиоксидантного захисту організму, покращення показників периферичної крові – зниження рівня холестерину та тригліцеридів (Андріївна та ін., 2017)

Крім порошку топінамбура, для приготування молочного напою використовують сік топінамбура (25-35% від маси продукту). Для приготування напою використовується молочна сироватка, сік топінамбура, стабілізатор, цукрозамінник, фруктовий ароматизатор і дріжджі. Винахід дозволяє виготовити напій з профілактичними властивостями за рахунок вуглеводних і вітамінних комплексів, знизити собівартість напою, поліпшити його органолептичні показники, підвищити біологічну і харчову цінність напою, а також розширити асортимент продуктів в цілому і продуктів дієтичного спрямування зокрема. Використання соку топінамбуру як наповнювача замість екстракту цикорію дозволяє значно підвищити біологічну та харчову цінність готового продукту за рахунок збалансованого вітамінного, вуглеводного та мінерального компонентів (Волкова та ін., 1999).

Блінова та ін. використовували порошок бульб топінамбура у виробництві кисломолочного напою з метою покращення його споживчих властивостей. Було запропоновано використовувати порошок бульб топінамбура в кількості 2 і 3 % при виробництві кисломолочного напою.

Кисломолочний напій мав приємний запах, гарний гармонійний смак, при зберіганні змін органолептичних показників не спостерігалося, фізико-хімічні показники відповідали вимогам стандарту. Використання топінамбура в хлібобулочних виробках

Радованович та ін. (2014) розробили хліб із вмістом 75% пшеничного борошна та 25% порошку топінамбура. Збагачений хліб містив 41,64 % води, 58,36 % сухої речовини, 0,27% ліпідів, 8,25 % білків, 47,64 % вуглеводів, 6,15 % харчових волокон. Хліб, збагачений порошком артишоку Л., показав

оптимальну поживну та калорійну цінність (226 Ккал/100 г хліба), низький глікемічний індекс і низькі значення глікемічного навантаження.

Ермош та ін. (2020) автори встановили, що введення 10-15% порошку топінамбура до рецептурного складу пшеничного та житньо-пшеничного хліба активізує процес бродіння тіста, створює оптимальну кислотність, що формує більш розвинену пористість, об'єм готової продукції, продуктів, уповільнює процес черствіння і підвищує харчові та профілактичні властивості хліба.

Додавання порошку топінамбура (JAP) збільшує вміст клітковини в кондитерських виробках, що робить їх більш здоровими. Додавання порошку топінамбура значно ( $p < 0,05$ ) вплинуло на кількість некрохмальних полісахаридів у кондитерських виробках (Gedrovica et al., 2011).

Мезенова і Казакова (2010) розробили рецепт пісочного печива для діабетичного харчування з додаванням стевії і топінамбура. Пономарьова та ін. (2009) рекомендують при виготовленні житнього та пшеничного хліба додавати макуху топінамбура в кількості 15%. Це дає змогу підвищити якісні показники готової продукції та збільшити масову частку харчових волокон у ній на 20-25% при скороченні тривалості закваски та приготування тіста.

Озгорен та ін. (2019) використовували порошок топінамбуру замість борошна при приготуванні печива. Додавання до рецептури порошку топінамбуру від 10 до 30 % значно підвищує вміст золи (від 1,09 % до 2,06 %), харчових волокон (від 1,86 % до 9,25 %) та мінеральних речовин (магнію, кальцію, калію, фосфору) [48]. Daina Kārklīda та ін. вивчали харчову цінність печива з додаванням різної кількості порошку топінамбура. Автори визначили, що додавання до 50% порошку замість пшеничного борошна підвищує вміст харчових волокон до 3,98 г/100 г (при початковому вмісті 2,41 г/100 г) і збагачує інулін (до 13,18 г/100 г) (Kārklīda, та ін., 2012). показники були в межах норми (Блінова та ін., 2017).

**1.3.2. Використання топінамбура в м'ясних продуктах.** Ісаєва та ін. (2009) запропоновано спосіб приготування м'ясного наплету, що містить

м'ясо яловичини, масло вершкове, молоко 2,5% жирності, з додаванням топінамбура меленого в кількості 10-12 мас.%. Додавання топінамбура дозволяє надати пащету радіозахисні властивості, оскільки пектин, що міститься в топінамбура, здатний виводити з організму солі важких металів, радіонукліди, холестерин.

Озер (2019) досліджував вплив порошку топінамбуру на зміни якісних характеристик ферментованої ковбаси. Автор зазначає, що додавання 25% порошку топінамбура у виробництво ферментованих ковбас із низьким вмістом жиру призводить до позитивних поживних ефектів, таких як зниження жиру та енергетичної цінності яловичини, багате харчовими волокнами та покращує термін зберігання ковбаси.

Ying та ін. (2015). описують застосування цільного порошку топінамбура та м'ясного продукту, що містить цільний порошок топінамбура, і відноситься до галузі харчових процесів. Цілий порошок топінамбура можна отримати простим методом, його можна використовувати для регуляції кишкової флори та генерації пробіотиків, корисних для організму людини, і може дозволити людям відчувати насичення під час їжі, таким чином уникаючи надмірного споживання; цільний порошок топінамбура замінює

крохмаль, який додається до м'ясного продукту, завдяки чому покращується здоров'я людей і покращується смак м'ясного продукту.

Винахід відноситься до харчової промисловості, а саме до виробництва м'ясних продуктів шкільного, дитячого, дієтичного та лікувально-профілактичного харчування. До рублених м'ясних продуктів відносять м'ясний фарш, панірувальні сухарі, пасту з топінамбура. Пасту отримують комбінованою термічною обробкою бульб топінамбура в режимі конвекції 100-180°C, вологість від сухої до 100%. Компоненти вибираються в певному кількісному співвідношенні. Це забезпечує високу харчову цінність готових

виробів, які добре зберігають форму, мають високу водоутримувальну здатність і добрі органолептичні властивості, а також спрощення технології виготовлення виробів і здешевлення їх вартості. Застосування пасту з



топінамбура в кількості від 10% до 20% призводить до підвищення водозв'язувальної здатності. Паста, будучи підмішана до фаршу на етапі його приготування в рідкій фазі, як би підвищує іонну силу розчину, підвищує розчинність білкових речовин (Устинова та ін., 2002).

Авторами розроблено композицію для виробництва дитячих м'ясних консервів, яка містить м'ясо, крохмаль, сіль, воду та додатково містить порошок топінамбуру, соєвий ізолят, олію джю, каролін, вітамін Е. Як м'ясо сировину використовують м'ясо птиці, свинину жирну, яловича печінка.

Технічний результат полягає у наданні продукту лікувальних властивостей, а саме властивостей, необхідних у харчуванні дітей, хворих на захворювання, пов'язані з радіоактивним забрудненням навколишнього середовища (Миколаївна та ін., 2012).

Продукт із шинки, описаний у (Калиниченко, Шинкарьова, 2017), містить м'ясо кролика, пюре топінамбуру, комплексну харчову добавку, борошно для попередньо гідратоване, суміш нітритно-молочну, перець мелений, воду/лід. Харчова цінність підвищується при збільшенні виходу шинкових виробів із м'яса кролика та при збереженні типових органолептичних показників готового продукту та покращенні структурних властивостей.

Фегатова та ін. (2017) описали спосіб виробництва варено-запеченої шинки зі свинини. Спосіб передбачає засолювання обуху спринцюванням фізіологічним розчином, що містить сіль, стабілізатор кольору, його масажування, дозрівання, натирання сумішшю часнику, чорного і червоного перців і термічну обробку. Розсіл містить додатково гідратоване борошно екструдованої пророщеної сочевиці, збагачене йодом і селеном і топінамбур. Підвищується біологічна та харчова цінність шинки, підвищується вихід готової продукції при збереженні її органолептичних показників. Сутністю

винаходу у виробництві варено-печеної шинки є використання рослинної сировини - гідратованого борошна з екструдованої пророщеної сочевиці та борошна топінамбура. У процесі пророщування сочевиця збагачується йодом

і селеном, а введення гідратованого борошна екструдованої пророщеної сочевиці та борошна топінамбура здійснюється у вигляді попередньої суспензії на стадії посолу впорскуванням голки шприца в м'ясна сировина.

**1.3.3. Використання топінамбура в напоях.** Автори розробили напої з пюре топінамбуру (15-20%) у різних варіантах, включаючи пюре з моркви, гарбуза, яблука, а також відновлені соки – персиковий, маракуйя та ананас. При розробці асортименту напоїв автори керувалися двома цілями: створити лінійку низькокалорійних овочевих напоїв з використанням пюре топінамбура (для цільового споживача); створити смачний, гармонійний продукт, в якому специфічний смак топінамбура «маскується» більш яскравими нотками фруктових добавок, таких як ананас, маракуйя тощо (Алабіна та ін., 2018).

Wenbing та ін. (2013) розробили рецептуру та спосіб приготування напою, основним компонентом якого є ферментаційний розчин топінамбура та сої. Спосіб отримання, розкритий винаходом, є унікальним; отриманий напій має приємні смакові якості, гарний зовнішній вигляд і насичену поживність; і після тривалого вживання напою можна підвищити імунітет.

Товвіріякул та ін. (2012) приготували сік топінамбура для літніх людей, особливо для тих, хто потребує харчових волокон. Було помічено, що сік мав помірний рівень прийнятності з оцінкою 5,8 із 7. Такі властивості, як колір, солодкість і кислинка, також були визнані хорошими, а густота соку виявилася трохи вищою. Було помічено, що сік є чудовим джерелом харчових волокон, і щоденне споживання 200 мл може задовольнити 35% потреб людини в харчових волокнах.

#### ВИСНОВОК ДО РОЗДІЛУ 1

На підставі аналізу хімічного складу, харчової та біологічної цінності топінамбура зроблено висновок, що цей вид рослини необхідний для створення та виробництва корисних і високоефективних лікувально-профілактичних продуктів харчування. Використання таких коренеплодів, як топінамбур, у рецептурах різноманітних харчових продуктів є хорошим способом розширення альтернативної сфери їх використання.

## РОЗДІЛ 2. ОРГАНІЗАЦІЯ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ

### 2.1 Організація проведення експериментальних досліджень

Під час виконання магістерської роботи усі експериментальні дослідження проводилися в умовах науково-дослідних лабораторій кафедри технологій м'ясних, рибних та морепродуктів Національного університету біоресурсів і природокористування України, Інституті продовольчих ресурсів НААН України. Схеми проведення досліджень наведені на рисунку

2.1

На першому етапі роботи було вивчено наукову літературу стосовно розвитку виробництва рибо-рослинних харчових продуктів, охарактеризовано рибну сировину як компонента рибо-рослинних продуктів харчування, охарактеризовано застосування рослинної сировини як функціонально-технологічних інгредієнтів у виробництві харчових продуктів.

Проаналізувавши дані було визначено об'єкт та предмет досліджень, а також було обрано методи проведення досліджень.

Експериментальна частина включає в себе дослідження ефективності використання топінамбура та технології нових харчових продуктів.

Наступним етапом було проведення експертизи якості і безпеки лабораторних зразків розроблених продуктів. Під час зберігання моніторилися зміни мікробіологічних, органолептичних, фізико-хімічних та ін. показників розроблених продуктів. Також була визначена харчова і біологічна цінність.

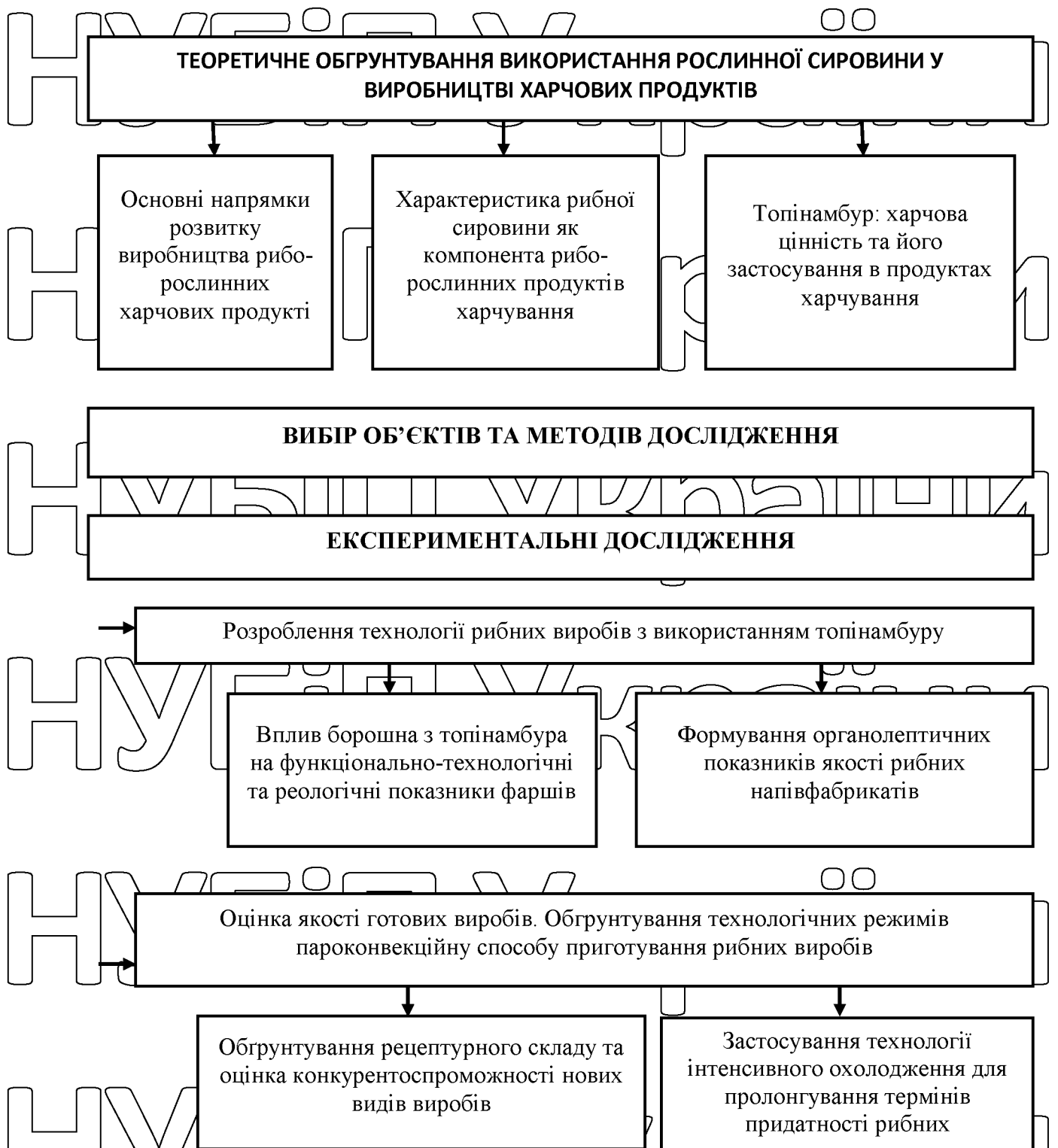


Рисунок 2.1 - Схеми проведення досліджень

## 2.2 Матеріали та об'єкти дослідження

Метою магістерської роботи є розроблення рибних січених напівфабрикатів з додаванням борошна топінамбура

Для досягнення поставленої мети, вирішували наступні завдання:

- вивчити хімічний склад сортів топінамбуру, визначити їхню харчову та біологічно активну цінність;

- розробити рецептури нового функціонально харчового продукту із заданим хімічним складом, які дозволять максимально зберегти біологічно

активні речовини, збалансувати інгредієнтний склад та забезпечити високі органолептичні показники;

- встановити функціональну спрямованість створених харчових продуктів шляхом проведення досліджень щодо вмісту біологічно активних

речовин та визначення харчової цінності;

- визначити економічну ефективність виробництва створених функціональних харчових продуктів;

- зробити відповідні висновки і пропозиції.

Об'єкт дослідження – технологія рибних січених напівфабрикатів з додаванням борошна топінамбуру.

Предмет дослідження – розробка рибних січених напівфабрикатів з топінамбуром.

В якості предмету дослідження на різних етапах роботи були використані:

- борошно з бульб топінамбуру, висушених конвективним способом (традиційним);

- приготовані рибні січені напівфабрикати за традиційною рецептурою;

- з борошном із топінамбуру;

Для виробництва нових видів напівфабрикатів з топінамбуру та продуктів підвищеної харчової цінності у роботі були використані продукти,

що відповідають вимогам безпеки продовольчої сировини та харчових продуктів, згідно з ТР ТС 021/2011, СанГІН 2.3.2.1078-01.

### 2.3 Методи дослідження

Оцінку якості вихідної сировини та готової продукції проводили за органолептичними та фізико-хімічними показниками.

Методи дослідження якості сирих бульб та продуктів переробки топінамбуру.

Для визначення хімічного складу сирих бульб топінамбуру та борошна використовували методи досліджень відповідно до нормативної документації на дані види робіт:

Підготовка проб

Масова частка сухих речовин

Визначення інулінк

Визначення білка

Визначення цукру

Визначення пектину

Визначення клітковини

Визначення вітамінів B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub>, C, PP, β-каротин

Мікроелементи - метод атомної абсорбції

Відбір проб для мікробіологічного дослідження

Б/К/П (коліформи)

Патогенні мікроорганізми, в т.ч. сальмонелли -

*S.aureus*

*Proteus*

Для виробництва борошна підготовлені бульби топінамбура нарізали кубиками 10\*10\*10 мм, уклали на сітчасті піддони шаром 30-40мм і піддавали сушінню конвективно-вакуум-імпульсним способом (КВІС) на установці ВІКУС-2Р (значення вакууму 0,0-0, залишкова вологість 7-10%, температурні режими - 70, 60 та 50° С). За контроль приймали традиційний спосіб сушіння - конвективний (КС) при температурі 70 °С (рекомендованою за цією технологією). Висушений топінамбур подрібнювали на борошно на вихровому млині. Величина помелу становила до 0,3 мм.

Для визначення параметрів гідратування борошна топінамбуру визначали ступінь та швидкість набухання борошна топінамбуру. Для визначення ступеня набухання брали борошно та воду у співвідношенні 1:1, 1:2, 1:3, 1:4, 1:5, 1:6. Один грам сухого навішування борошна топінамбуру поміщали в центрифужну пробірку, приливали дистильовану воду (співвідношення 1:1-1:6), задавали температурний параметр і витримували на водяній бані 60 хвилин. Температурні параметри варювали:  $(20 \pm 10^\circ \text{C})$ ,  $(45 \pm 10^\circ \text{C})$ ,  $(65 \pm 10^\circ \text{C})$ ,  $(85 \pm 10^\circ \text{C})$ ,  $(95 \pm 10^\circ \text{C})$ . Потім пробірки центрифугували 5 хв при 1000 об/хв. Центрифугат зливали, у залишку визначали вміст вологи.

Ступінь набухання визначали за формулою:

$$A = (m - m_0) \cdot 100 / m_0$$

де А - ступінь набухання, %

m – маса борошна топінамбуру після набухання, г;

$m_0$  - маса сухого борошна топінамбуру, г

Масу борошна після набухання визначали за формулою:

$$m = m_0 \cdot (100 - B) / (100 - B_1)$$

де m - маса борошна після набухання, г;

B - масова частка вологи борошна топінамбуру, %,

$B_1$  - масова частка вологи гідратованого борошна топінамбуру, %

Швидкість поглинання вологи визначали при оптимальному гідромодулі та обраній температурі через 3, 5, 10, 15, 30, 60 хв.

Методи дослідження якості молочних продуктів з рослинними наповнювачами.

Експериментальні дослідження проводилися з три-п'ятиразовою повторюваністю із використанням стандартних і загальноприйнятих методів дослідження фізико-хімічних, мікробіологічних та ін. показників:

відбір проб і підготовку їх до аналізу – ДСТУ ISO 707-2002 та ДСТУ 4834:2007;

органолептична оцінка – за п'ятибальною шкалою [61];  
вміст вологи

# НУВБІП України

масова частка жиру  
масова частка білка  
титрована кислотність

активна кислотність – рН-метром Checker згідно інструкції з експлуатації

прибору;

# НУВБІП України

температура та маса молока і молокопродуктів – за ДСТУ 6066:2008;  
умовну в'язкість – на віскозиметрі  
наявність бактерій групи кишкової палички

кількість дріжджів та плісняви

# НУВБІП України

молочнокислі мікроорганізми

біфідобактерії – за допомогою методики (МБК 10.10.2.2.119-2005),  
заснованої на здатності біфідобактерій рости на поживному середовищі

Блаурокка, розлитому високими стовпчиками у пробірках, інкубація за  
температури  $37 \pm 1^\circ\text{C}$  протягом  $72 \pm 1$  годин, візуальний контроль посівів через

# НУВБІП України

24 і 48 годин; наявність біфідобактерій визначали під мікроскопом у мазках,  
пофарбованих по Грамму;

вуглеводний склад – методом рідинної хроматографії згідно з ДСТУ ISO

11868:2004 таким чином, що до 4 г проби додавали 1 мл 10%

# НУВБІП України

сульфосаліцилової кислоти, центрифугували 20 хв. ( $1000\text{c}^{-1}$ ) отриманий  
супермагнант досліджували на рідинному хроматографі LC-5 фірми Shimadzu  
Coпр (Японія);

амінокислотний склад – на амінокислотному аналізаторі Biotronik LC-

# НУВБІП України

2000 (Німеччина) із застосуванням стандартної суміші АК АAS18-10X1ML  
(Sigma-Aldrich), відповідно до методики, описаної у міжнародному виданні в

галузі біохімії та молекулярної біології [62], прободготовка для визначення  
вільних амінокислот проводиться як для вуглеводного складу;

загальний вміст амінокислот включав гідроліз білків із розрахунку 1 мг

# НУВБІП України

білка проби на 1 мл 6N соляної кислоти, нагрівання у скляній ампулі у без  
кисневому середовищі за  $110^\circ\text{C}$  упродовж 24 годин, видалення залишку  
соляної кислоти методом випаровування, додавання до залишку проби 0,2M



фосфатного буферу рН 2,2 і дослідження згідно з інструкціями використання амінокислотного аналізатора «Biotrofik LC 2000» [63].

Вміст каротиноїдів – методом (Котенко О.М. та ін., 2001), що передбачає гексанову екстракцію каротиноїдів обніжжя з подальшим спектрофотометричним визначенням його оптичної густини у порівнянні з розчином стандартного зразка калію дихромату:

Вміст мінеральних речовин визначали на атомно-абсорбційному спектрофотометрі ААС-30 (Німеччина) [64].

Ніацин визначали методом, в основі якого лежить реакція взаємодії піридинового кільця нікотинової кислоти з бромистим роданом, а після цього з ароматичними амінами. Реакція відбувається з утворенням забарвленого похідного. Інтенсивність забарвлення утвореної сполуки прямо пропорційна кількості ніацину, вимірюється люмінесцентним спектрометром Perkin Elmer LS-50B, США [65].

Рибофлавін визначали за допомогою рибофлавінзв'язуючого апобілка з курячих яєць колориметричним методом на спектрофлуориметрі СФ-26 [66].

Вітамін В<sub>1</sub> визначали флуориметрично. Метод ґрунтується на окисленні тіаміну червоною кров'яною сіллю у лужному середовищі до тіохрому, який екстрагують органічним розчинником. Інтенсивність флуоресценції вимірювали на спектрометрі Perkin Elmer LS-50B.

Оцінка основних показників промислової цінності культур проводилася експериментально. При цьому досліджувалися органолептичні властивості молочних згустків. Відбирали мікроорганізми, які дають згустки з вираженим приємним смаком і ароматом. Зокрема, для йогурту придатні культури, які утворюють міцні, у міру в'язкі згустки, що добре утримують сироватку. Враховувалася гранична кислотність штамів, швидкість зброджування лактози. Технологічно цінними вважали штами, які в молоці з комплексом АП швидко утворюють згустки з помірною кислотністю [67, 68].

Структурно-механічні характеристики йогурту; ефективна в'язкість, напруга зсуву вимірювалися на ротатійному віскозиметрі «Ротест-2»

відповідно до інструкції на прилад, за стандартними методиками [69].

Використовували циліндричну вимірювальну систему S1 із співвідношенням діаметрів циліндрів 0,94. Швидкість деформації змінювалася в межах від 0 до

$140\text{c}^{-1}$ . Відлік проводили через 10 хв. після включення відповідної швидкості

при температурі  $8\text{--}10^\circ\text{C}$ .

*Ефективна в'язкість* – це уявна підсумкова змінна характеристика, яка описує рівноважний стан руйнування і відновлення структури, що залежить від градієнта швидкості та напруги зсуву. Для порівняльної оцінки

консистенції кисломолочних гелів цю величину розраховували за

апроксимацією кривих текучості рівнянням Освальда де Вала (2.1):

$$\eta_{\text{еф}} = \frac{\theta}{\dot{\gamma}}$$

де  $\eta_{\text{еф}}$  – ефективна в'язкість, Па·с;  $\theta$  – напруга зсуву, Па;  $\dot{\gamma}$  – швидкість

зсуву,  $\text{c}^{-1}$ .

*Умовна в'язкість* визначається часом мимовільного безперервного витікання певного об'єму рідини з ліжки через отвір визначеного діаметру.

*Синеретичні властивості* визначаються ступенем синерезису – об'ємом фільтрату сироватки, що виділився протягом певного часу фільтрування проби

кисломолочного згустку при певній температурі. Цей показник визначали методом фільтрації 100 мл проби йогурту через паперовий фільтр протягом 3 год., за температури  $10 \pm 2^\circ\text{C}$ .

Методи дослідження якості рибних рубленних напівфабрикатів та готових виробів. Вимоги щодо безпеки сировини, що використовується для

виробництва м'ясних та рибних виробів, відповідали TP56 TC 021/2011.

Відбір проб для м'ясних виробів

Добір проб для рибних виробів

Органолептичні показники м'ясних продуктів

Режим та термін зберігання м'ясних, рибних продуктів

Сухі речовини, волога – прилад «ЕЛЕКС-7»

Визначення воли

Визначення жиру  
Визначення пектинових речовин  
Визначення цукру  
Визначення інуліну

Активна кислотність - рН метр "Piccolo"  
Визначення вітамінів В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>  
Визначення аскорбінової кислоти  
Визначення білка

Мікроелементи - метод атомної абсорбції  
Відбір проб для мікробіологічних досліджень  
КМАФАМ, КОЕ  
ВГКП (коліформи)

Патогенні мікроорганізми  
S.aureus  
Proteus  
Борошно голінамбуру до складу м'ясного чи рибного фаршів вводили у гідратованому вигляді кількості 5- 25 % від маси фаршу.

Теплову обробку м'ясних та рибних рубаних напівфабрикатів проводили шадним способом традиційним – варіння на парі та з використанням пароконвекційного апарату «RATIONAL» при різних температурних режимах. Готовність виробів визначалася з допомогою мультищупа (температура всередині виробу 95 °С).

Органолептичні показники якості м'ясних рубаних напівфабрикатів та готових виробів визначали за 9-бальною шкалою  
Органолептичні показники рибних рубаних напівфабрикатів та готових виробів визначали за 5-бальною шкалою.

У напівфабрикатах і готових виробів також досліджували функціонально-технологічні, фізико-хімічні, реологічні, органолептичні показники

Вологоутримуючу і вологозв'язувальну здатність фаршів та готових виробів визначали за методом Г. Грау та Р. Хамма

Жирозв'язуючу здатність фаршів (ЖУС) шляхом центрифугування навішування зразка (8г) з олією (257) протягом 1 години (швидкість 2500об/хв). ЖСС визначали за такою формулою:

$$\text{ЖУС} = (C-B) / (B-a)$$

де: а - Маса порожньої пробірки, г;

В – маса пробірки із пробую;

С – маса пробірки зі зв'язаною олією, р.

Реологічні дослідження фаршів проводилися на ротацийному віскозиметрі "Структурометр СТ-1" при градієнті швидкості від 1 до 435 с-1.

Визначали напругу зсуву, ефективну в'язкість, адгезію згідно з методикою визначення даних показників. Для вивчення взаємозв'язку функціонально-технологічних, реологічних показників та кількісним вмістом наповнювача м'ясного та рибного фаршів проводили кореляційний аналіз.

Дослідження якості напівфабрикатів проводили у контрольних точках через 24, 48, 72 години. У цих точках визначали органолептичні показники, втрати маси, збереження сухих речовин, вологозв'язуючу здатність, активність

води.

Як експрес-метод визначення мікробіологічної безпеки використовували прилад визначення активності води - гігрометр «Rotonic

Hugro Palm HP23-AW-Set». Для підтвердження отриманих даних у напівфабрикатах визначали вміст КМАФАнМ.

Показники безпеки: санітарно-хімічні (ртуть, мідь, кадмій, свинець), радіологічні (цезій-137, стронцій-90), пестициди досліджувалися стандартними методами відповідно до вимог ТР ТС 021/2011 «Про безпеку харчової продукції»,

# НУБІП України

## 3.1 Розроблення технології рибних виробів з використанням

### топінамбура

Рибні рублені вироби складають основу асортименту продукції підприємств громадського харчування, що пов'язано з їх великою популярністю у споживачів і високою технологічністю виробництва.

Висока харчова цінність рибної сировини і бульб топінambuра дозволяють створювати високоякісні комбіновані продукти підвищеної харчової цінності. Незважаючи на це, асортимент продукції даної групи з використанням топінambuра, вкрай обмежений.

Виходячи з вищевикладеного, досліджували можливість підвищення харчової цінності рибних рублених виробів за рахунок введення в їх рецептурний склад гідратованого борошна з топінambuра.

Рибний фарш – складна гетерогенна система, функціонально-технологічні властивості якої залежать від співвідношення тканин, вмісту в них специфічних білків, жирів, води і введених компонентів.

Різноманітні види добавок роблять різний вплив на вологоутримуючу та в'язуючу характеристики фаршевої системи, від чого, в кінцевому рахунку, залежить якість готових виробів. Дослідження впливу добавок на фізико-хімічні, структурно-механічні характеристики фаршів і готових виробів має велике значення в отриманні якісної продукції.

Борошно з топінambuра вводили в рецептуру рибних рублених виробів в гідратованому вигляді в кількості 5 – 25% замість фаршу. Контрольними зразками служили: рибний фарш та хліб.

**3.1.1 Вплив борошна з топінambuра на функціонально-технологічні та реологічні показники фаршів.** Фізична структура і властивість рибного фаршу близькі до класичних емульсій, стійкість яких залежить від кількісного

і якісного білкового складу і добавок. Дослідження показали, що введення гідратованого борошна з топінамбура в рибний фарш має свої особливості.

Серед технологічних характеристик фаршу важлива роль відводиться вологозв'язуючій здатності фаршів (ВЗЗ). Досліджували вплив гідратованого борошна з топінамбура на зміну ВЗЗ фаршу (Рис.3.1)

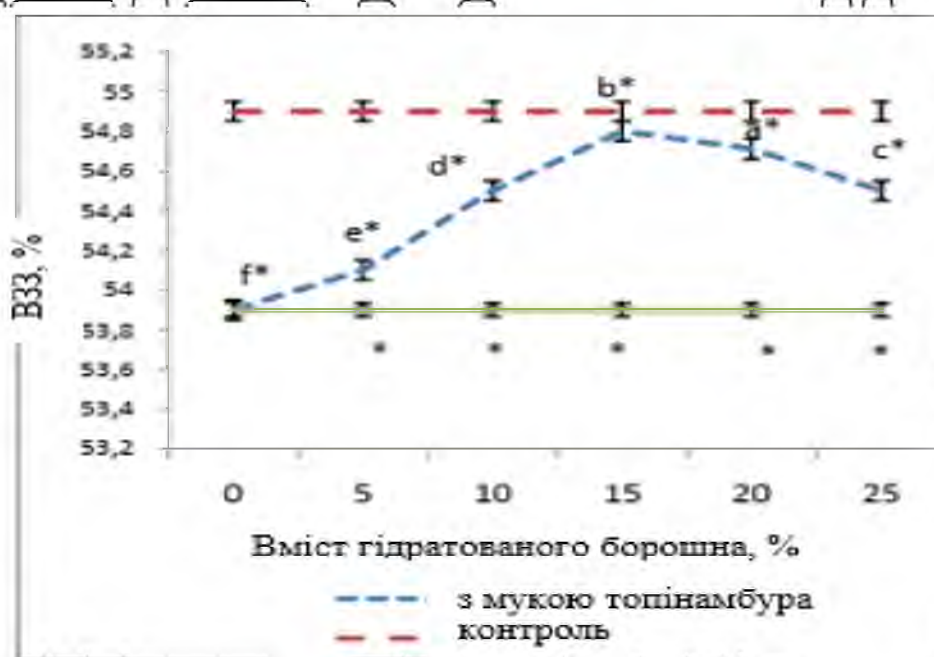


Рисунок 3.1- Зміна ВЗЗ досліджуваного фаршу при введенні борошна з топінамбуру

Введення гідратованого борошна з топінамбура в рецептуру рибного фаршу підвищує вологозв'язуючу здатність ВЗЗ фаршу з вмістом 15% Гідратоване борошно 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.

### 3.1.2 Формування органолептичних показників якості рибних пнівфабрикатів. Органолептичні показники якості рибних пнівфабрикатів

з різним вмістом борошна з топинамбура визначали за 5-бальною шкалою. Результати представлені на рисунку 3.2.

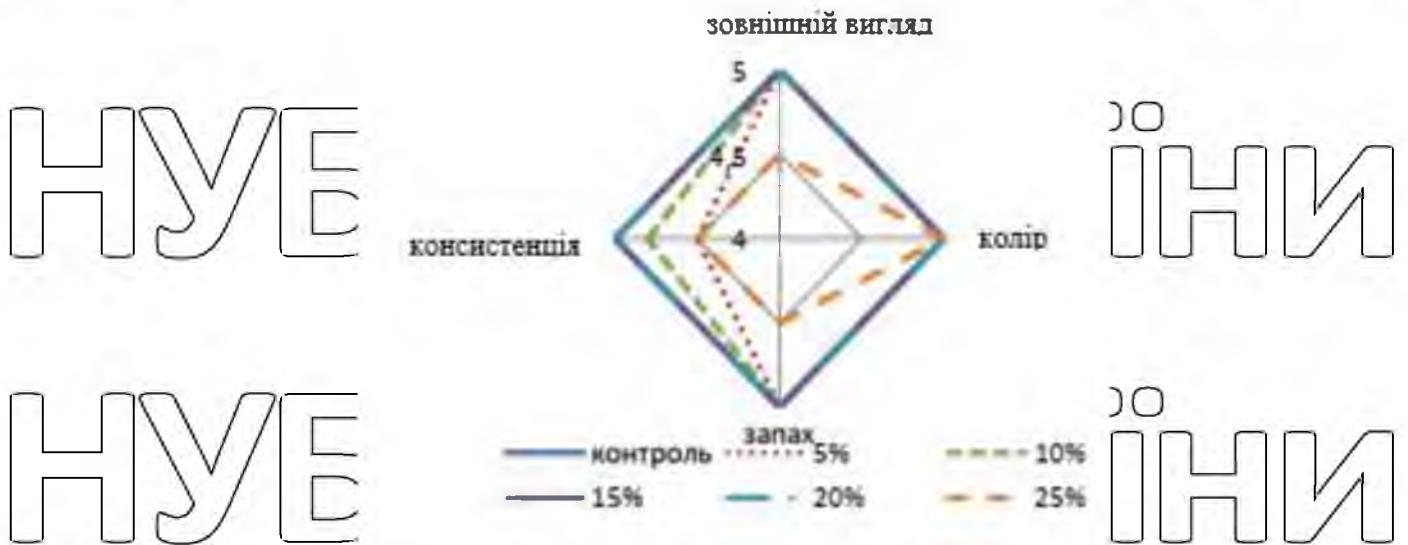


Рисунок 3.2 - Оцінка органолептичних показників рибних

напівфабрикатів

Органолептична оцінка рибних рублених напівфабрикатів

- максимальні високі оцінки отримали зразки з дозуванням 15% ( $5,0 \pm 0,1$ ) і 20% борошна, ( $5,0 \pm 0,2$ ), так як мали приємний аромат свіжого рибного фаршу, пластичну, однорідну консистенцію. Вироби добре формувалися і зберігали форму.

- зразки з дозуванням 10% були більш пластичні. Загальна оцінка напівфабрикатів склала  $4,8 \pm 0,2$  бала.

- рубані напівфабрикати з дозуванням 5% борошна по консистенції не відрізнялися від напівфабрикатів з натурального фаршу: мали м'яку липку консистенцію, погано формувалися. Колір - рожевий, запах свіжого натурального рибного фаршу з топинамбура. Загальна оцінка напівфабрикатів склала  $4,6 \pm 0,1$  бала.

- зразки з вмістом борошна 25% були оцінені в  $4,62 \pm 0,3$  бала, так як мали більш виражений запах топинамбура і більш рідку консистенцію.

Основним контрольованим фізико-хімічним показником рибних напівфабрикатів є масова частка вологи. За вмістом масової частки вологи до контрольно-максимально наближені зразки з 15 % борошна з топінамбура (Табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Масова частка вологи в досліджуваних напівфабрикатах, %

Назва	Масова частка вологи, %
Контрольний зразок (з хлібом)	73,4 ± 0,02
Зразок № 1 (5 % гідратованого борошна)	71,8 ± 0,02
Зразок № 2 (10 % гідратованого борошна)	72,3 ± 0,04
Зразок № 3 (15 % гідратованого борошна)	73,9 ± 0,03
Зразок № 4 (20 % гідратованого борошна)	75,35 ± 0,01
Зразок № 5 (25 % гідратованого борошна)	77,17 ± 0,05

### 3.1.3 Оцінка якості готових виробів. Обґрунтування технологічних режимів пароконвекційного способу приготування рибних виробів.

Органолептичні показники і оцінка якості готових рибних виробів представлена на рисунку 3.3.

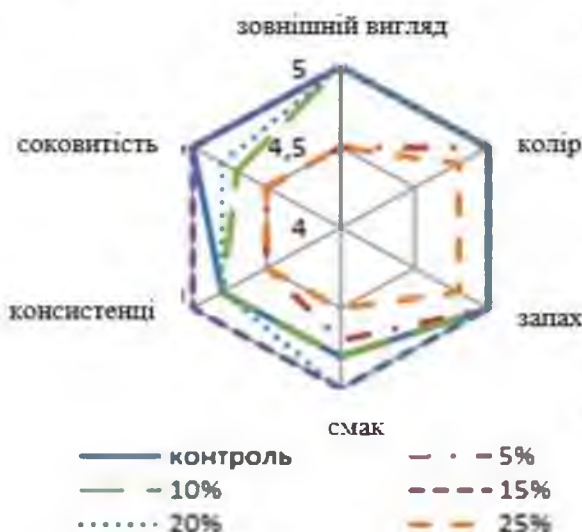


Рисунок 3.3 - Оцінка органолептичних показників комбінованих готових рибних виробів



Максимально високий загальний бал отримали рибні вироби з вмістом 15% борошна з топінамбура ( $5,0 \pm 0,07$ ). Дані зразки мали правильну форму, світло-сірий колір, приємний смак і виражений аромат припущеної риби, дуже соковиту консистенцію.

Значення вологостримуючої здатності (ВУЗ) готових виробів представлені на рисунку 3.4.

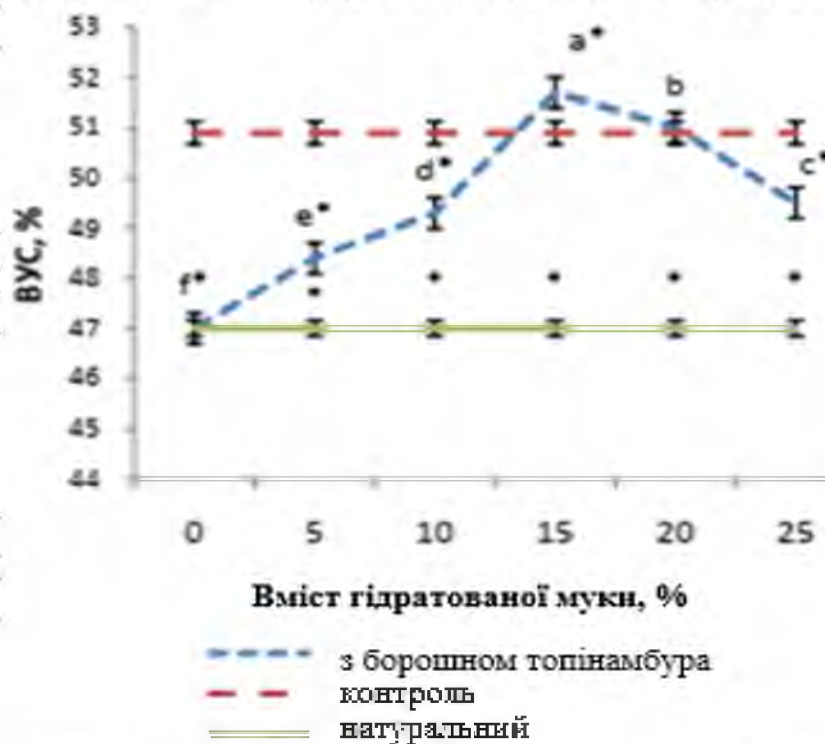


Рисунок 3.4 - Зміна ВУЗ готових рибних виробів з борошном топінамбура

Дослідження показали, що максимально високі значення ВУЗ спостерігалися у м'ясних виробів з вмістом гідратованої 15-20% борошна і відповідали значенням ВУЗ контрольного зразка (з хлібом). У рибних виробів - при введенні 15% гідратованої борошна. Подальше підвищення дозування борошна призводить до зниження ВУЗ у всіх зразках.

Підвищення ВУЗ готових виробів пов'язано з наявністю розчинного пектину, що утворюється з протопектина топінамбура в результаті теплової обробки. Розчинний пектин добре утримує вологу. Наявність клітковини, стійкої до теплової обробки і здатною утримувати вологу, так само впливає на ВУЗ готових виробів. Однак, подальше збільшення вмісту борошна

призводить до підвищення вільної вологи, яка активно виділяється при тепловій обробці, що знижує технологічні характеристики готових виробів. Це наочно виражено в зміні втрат маси виробів при тепловій обробці (рисунок 3.5).



Рисунок 3.5 - Втрати маси готових рибних рублених виробів

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% призводить до зростання втрат маси до 15%. Найнижчі втрати маси були у контрольного зразка (з хлібом) - 12%.

Не можна пояснити досить великою кількістю наповнювача (хліба) - 23%, крохмаль якого при тепловій обробці клейстеризується і більш міцно пов'язує воду.

У рибних виробах максимально високе збереження маси спостерігалася у зразків з 15% - ним вмістом гідратованого борошна.

Рибні рублені напівфабрикати піддавали тепловій обробці в пароконвекційному апараті, підбирали оптимальний температурний режим.

Досліджено режими: (№ 1) - конвекція 110 °С, подана пара 100%, обраний як шадний і (№ 2) - конвекція 150 °С, подана пара 100% - рекомендований виробником обладнання. Основним критерієм готовності кулінарних рублених виробів були температура в центрі виробу (95 °С з наповнювачем). У модельних зразках, приготованих по різних режимах, визначали вихід виробу, вміст сухих речовин, вологоутримуючу здатність.

Згідно з отриманими даними, показники як м'ясних, так і рибних рублених виробів, приготованих в режимі № 1, були вище, ніж приготованих в № 2.

При температурі 110 °С втрати маси м'ясних рублених виробів зменшуються на 12,0%, вологоутримуюча здатність і збереження сухих речовин підвищується на 5,0 і 4,5% відповідно в порівнянні з температурою 150 °С. У рибних виробів втрати маси зменшуються на 16,8%, вологоутримуюча здатність і збереження сухих речовин підвищуються на 5,3 і 3,8%.

При порівнянні тривалості теплової обробки напівфабрикатів традиційним способом (пароварочних апарат, наплитний посуд) і в пароконвекційному апараті, встановлено: тривалість теплової обробки напівфабрикатів при використанні пароконвекційного апарату знижується на 36,3%.

Таким чином, застосування пароконвекційного апарату сприяє більшій збереженості вологоутримуючої здатності, маси, сухих речовин в готовому виробі, що передбачає підвищення їх харчової цінності. Оптимальними технологічними параметрами приготування парових м'ясних і рибних рубаних виробів в пароконвекційному апараті можна вважати: температура  $t = 100$  °С, подача пара  $\phi = 100\%$  до температури всередині виробу 95 °С з утриманням 2-3 хвилин.

**3.1.4 Обґрунтування рецептурного складу та оцінка конкурентоспроможності нових видів виробів.** Аналогічно попереднім дослідженням, для обґрунтування вибору оптимальної рецептури м'ясних та

рибних рублених виробів з борошном із топінамбуру використовували комплексний показник, що відображає вплив найбільш значущих показників на якість готових виробів.

Основними показниками були визначені зовнішній вигляд (n1), запах (n2), смак (n3), соковитість (n3), ВУС готових виробів (n4), збереження маси (n5), вміст сухих речовин (n5). Органолептичні показники виступали як блокуючі критерії (зразки м'ясних виробів, які отримали оцінку нижче 8,0 балів, рибних – нижче 4,5 не розмотувалися).

Максимально високі показники якості мали м'ясні рубані вироби із заміною 20 % м'ясного фаршу на гідратоване борошно з топінамбуру, та рибні вироби - із заміною 15 % фаршу. Це дозволило розробити остаточні рецептури м'ясних і рибних виробів з борошном з топінамбуру.

### 3.3.5 Оцінка харчової цінності виробів.

Визначено та дано оцінку харчової цінності нових видів виробів. Фізико-хімічні показники, харчова та енергетична цінність розроблених та контрольних виробів представлені в таблицях 3.2.

Таблиця 3.2

Основні показники харчової та енергетичної цінності рибних рублених

Показники г (мг)	виробів (M±m, г/100 г готового виробу)	
	Биточки рибні парові (контроль)	Биточки рибні парові з топінамбуром
Масова частка вологи	71,13	69,0
Білки	15,7	18,8
Жири	3,02	3,6
Засвоювані вуглеводи, в т.ч. крохмаль	7,95	0,12
Клітковина, г	1,1	2,9
Пектин, г	-	1,0
Інулін, г	-	2,6

Кальцій, мг	10,8	16,6
Залізо, мг	0,4	0,9
Золот, г	1,1	1,9
Енергетична цінність, кКал	110,6	119,5

У рибних биточках із топінамбуром вміст білка підвищено на 19,7%, харчових волокон – у 3,6 рази порівняно з контрольним виробом. Підвищено вміст кальцію, заліза. Биточки рибні з топінамбура містять інулін, який відсутній в традиційному виробі. Позитивним моментом є відсутність у складі крохмалю.

Отримані дані дозволяють вважати нові види рибних рублених виробів підвищеної харчової цінності.

**3.1.5 Застосування технології інтенсивного охолодження для продонгування термінів придатності рибних напівфабрикатів з борошном із топінамбуру.** Виробництво напівфабрикатів централізованим способом передбачає збільшення тривалості періоду виробничого ланцюжка: виробництво – транспортування (доставка) – теплова обробка – споживач. Це, у свою чергу, визначає підвищені вимоги до якості та санітарно-гігієнічної безпеки продукції.

Технології інтенсивного охолодження дозволяють швидко охолоджувати кулінарну продукцію, знижуючи негативний вплив високих температур, сприятливих зростання мікроорганізмів, тим самим збільшуючи термини придатності напівфабрикатів і готових виробів.

Термін придатності рибних рублених напівфабрикатів становить 24 години. Розглянуто можливість пролонгування терміну придатності рибних рублених напівфабрикатів із борошном із топінамбуру до 48 годин. Виготовлені напівфабрикати піддавали інтенсивному охолодженню в апараті інтенсивного охолодження до температури всередині виробів +3°С.

У відповідність до МУК 4.2.1847-04 дослідження якості напівфабрикатів проводилися в нульовій точці, а також через 24, 48 та 72 години.

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

На рисунках 3.6-3.8 представлені результати щодо зміни вологозв'язуючої здатності (ВЗЗ), маси, масової частки сухих речовин (СР) рибних напівфабрикатів у період зберігання.

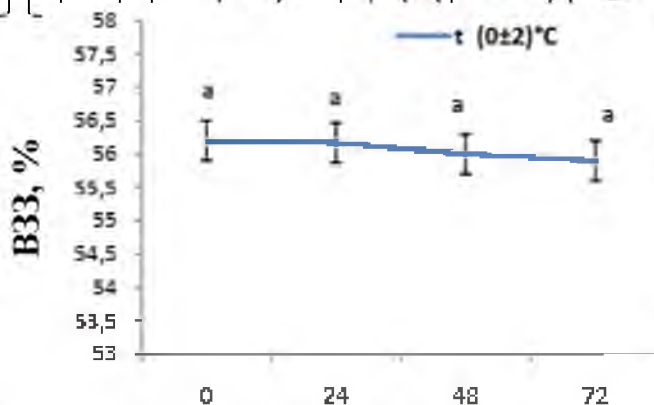


Рисунок 3.6 - Зміна ВЗЗ рибних рублених напівфабрикатів у процесі зберігання

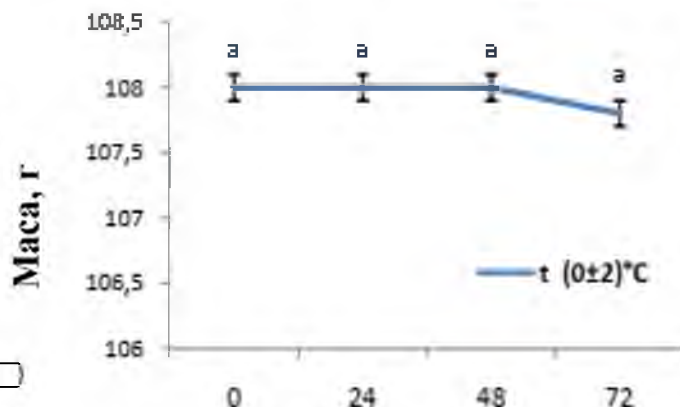


Рисунок 3.7 - Зміна маси рибних рублених напівфабрикатів у процесі зберігання

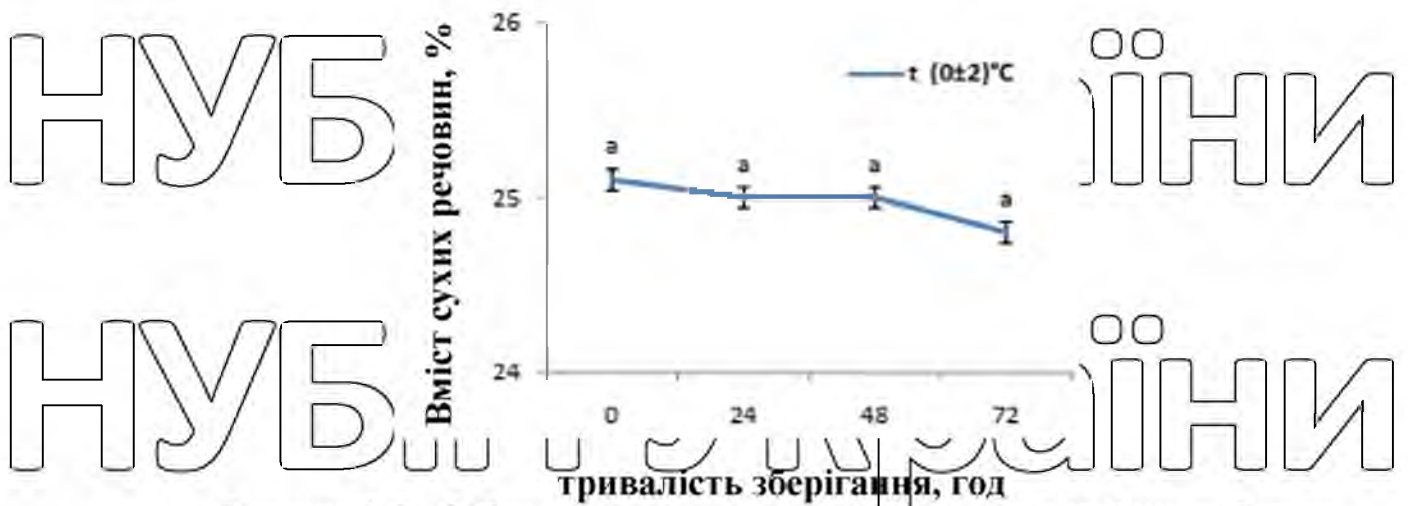


Рисунок 3.8 - Зміна масової частки сухих речовин в рибних рублених напівфабрикатах у процесі зберігання

Індикатором процесів псування продукції під час зберігання є зміна показника активної кислотності напівфабрикатів (рН).

Зміна активної кислотності у напівфабрикатах представлена на рисунку

3.9

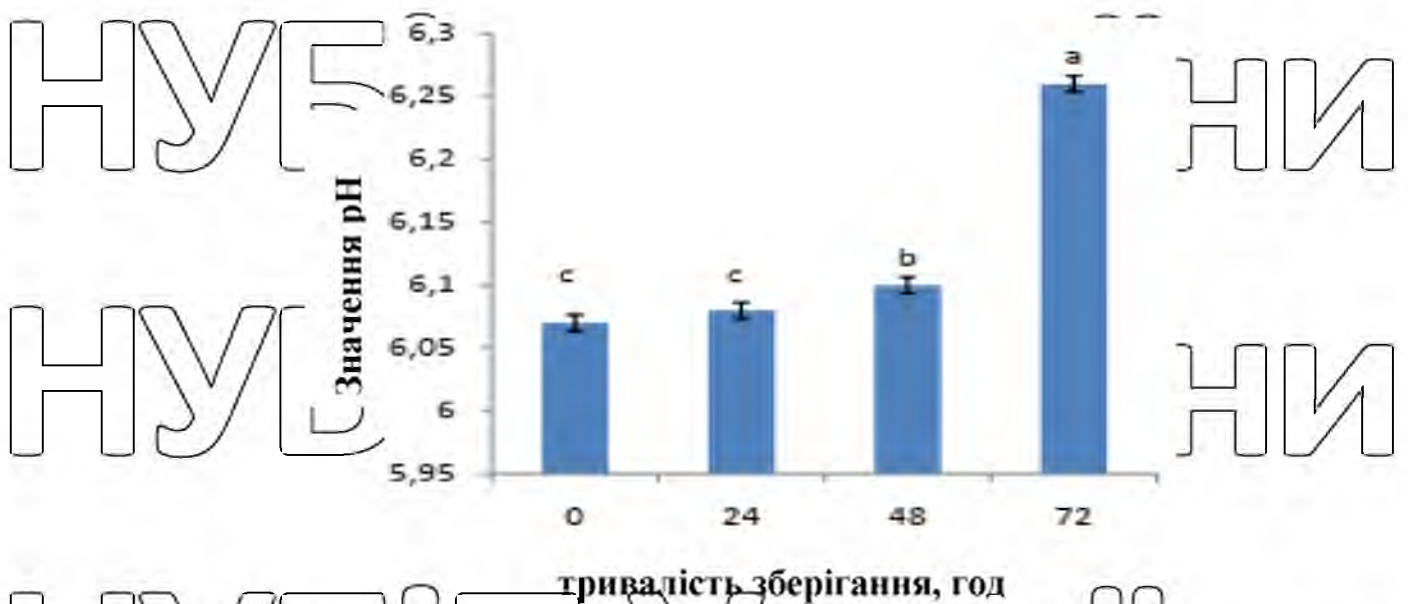


Рисунок 3.9 - Зміна показника активної кислотності рибних напівфабрикатів у процесі зберігання

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

Здатність м'ясної та рибної сировини утримувати вологу визначається гідрофільними властивостями білків, а також пектиновими речовинами та клітковиною борошна топінамбуру. Вологозв'язуюча здатність залежить від температури середовища - інтенсивне охолодження різко гальмує тепловий рух речовин (дифузію) речовин, одночасно збільшується в'язкість системи.

Знижена температура зберігання сприяє тривалості даного процесу.

Протягом 24 годин зберігання рН напівфабрикатів значення не змінилося. Після 72 годин у всіх видів напівфабрикатів спостерігалось підвищення рН, однак, максимальні значення склали 5,72 0,05 (у м'ясних) і 6,26 0,064 (у рибних) і були нижчими за інтервал, сприятливий для розвитку патогенної флори (6,8 - 7,4) [74, 75].

Незважаючи на отримані позитивні фізико-хімічні показники, основним та найбільш об'єктивним показником якості рублених напівфабрикатів тривалого зберігання є їхня мікробіологічна безпека.

Як експрес-маркер мікробіологічної безпеки продукції в процесі зберігання використовували показник активності води ( $A_w$ ) (Таблиця 3.10).

Таблиця 3.10

Значення активності води рибних рублених напівфабрикатів в процесі

Зберігання Температура зберігання, °С	Свіжо- приготовлені	Значення активності води		
		24	48	72
0±2°С	0,914 ±0,0010	0,917± 0,0006	0,925± 0,0006	0,936± 0,0003

Переважає більшість бактерій не розвивається при активності води нижче 0,95, виняток становить *Staphylococcus aureus* і *Micrococcus*, що мають мінімальну  $A_w$  = 0,86; плісняв та дріжджів – 0,88-0,6



Дані досліджень показали: після 72 годин зберігання значення Aw не перевищувало допустимий поріг (0,95) і склало для рибних напівфабрикатів  $(0,936 \pm 0,0003)$ .

Отримані позитивні результати підтверджено мікробіологічними дослідженнями (Таблиця 3.11): після 72 годин зберігання мікробіологічні показники напівфабрикатів відповідали нормативним документам (ТР ТС 021/2011), що свідчить про санітарно-гігієнічну доброякісність продукції.

Таблиця 3.11

Мікробіологічні показники напівфабрикатів після 72 годин зберігання

Показники	Норма	Вміст
	не більше	рибні рублені напівфабрикати
КМАФАнМ, КОЕ/г	$2,0 \times 10$	$< 3,4 \times 10$
БГКП (коліформи)	в 0,001 г не доп.	не виявлено
Сальмонели	в 25 г не доп.	не виявлено
Стафілокок ( <i>S.aureus</i> )	в 0,01 г не доп.	не виявлено

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

На підставі рекомендацій (МУК 4.2.1847-04), з урахуванням коефіцієнта резерву (1,5) термін придатності рибних рублених напівфабрикатів, вироблених за технологією інтенсивного охолодження, становитиме 48 годин за умов низькотемпературного зберігання, що у 2 рази перевищує рекомендовані.

Отже, високий вміст інуліну, харчових волокон, вітамінів та мікроелементів у борошні топінамбуру дозволило значно підвищити якість рибних рублених виробів.

Виявлено закономірності зміни реологічних та структурно-механічних властивостей м'ясних та рибних фаршів залежно від масової частки гідратованого борошна топінамбуру. Показано, що введення гідратованого борошна у кількості 10 – 20 % збільшує адсорбцію вологи, формує функціонально-технологічні властивості фаршів. Обґрунтовано рецептурний склад м'ясних та рибних рубаних виробів, визначено оптимальні параметри пароконвекційної обробки.

Конкурентоспроможність розробленої продукції підтверджена розрахунком рівня якості, що комплексно відображає вплив основних ознак, що перевищує аналогічний для контрольного зразка. Використання борошна топінамбуру дозволило одержати продукти з підвищеною харчовою цінністю порівняно з традиційними: вміст білків підвищено на 37,7% (для м'ясних) та 19,7% (для рибних); харчових волокон – у 6,6 рази (для м'ясних) та у 3,6 (для рибних). Вироби містять інулін, який відсутній у традиційних. Позитивним моментом є відсутність крохмалю у складі виробів.

## РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ТОПІНАМБУРУ У ВИРОБНИЦТВІ РИБНИХ НАПІВФАБРИКАТІВ

Економічна оцінка нових видів рибних напівфабрикатів є необхідною вимогою для ухвалення рішення про доцільність та масштаби їх виробництва.

Рівень рентабельності виробництва продукції розрахований як відсоткове співвідношення прибутку, отриманого від реалізації 1000 умовних одиниць продукції, та повних витрат, необхідних для виробництва та реалізації

продуктів харчування функціонального, дієтичного та профілактичного

призначення. В основу розрахунку повних витрат виробництва продукції лягли фактичні дані про необхідні витрати на закупівлю сировини та допоміжних матеріалів, виробництва та реалізації продукції. При цьому

витрати на закупівлю сировини, допоміжних матеріалів, а також ціну виробленої продукції було взято до уваги згідно з ринковим рівнем цін у 2014 році.

Важливо підкреслити, що за рахунок того, що продукти харчування функціонального, дієтичного та профілактичного призначення містять велику

кількість біологічно активних речовин, ціни на них вищі на 25 %, ніж на

продукти, приготовані за традиційною рецептурою. Але при такому

співвідношенні цін попит на цю продукцію перебуває на досить високому рівні, оскільки ці продукти харчування мають профілактичний характер і

рекомендуються для вживання при захворюваннях на діабет, серцево-судинної системи та шлунково-кишкового тракту.

Розрахунок економічної ефективності проводили шляхом порівняння витрат на виробництво продукції з використанням традиційного обладнання та високотехнологічного (таблиця 4.1).

Таблиця 4.1

Назва обладнання	Обладнання для розрахунків		Традиційна технологія
	Марка	Нова технологія	
Мясорубка	ME 100	+	+
Фаршезмішувач	FIMMAR 95C2P	+	+
Пароконвекційний апарат	«TECNOEKA KF 966-D AL/UD-GA»	+	
Пароварка електрична	Ф2П1Е		+

Розрахунки вартості сировинного набору нових видів м'ясних і рибних виробів представлені у таблиці 4.2.

Таблиця 4.2

Розрахунок вартості сировинних наборів для виробництва рибних виробів з борошном топінамбура

Назва сировини	Витрати сировини		Вартість 1 кг сировини, грн	Вартість набору сировини для 1000 шт
	На 1 шт	1000 шт		
Горбуша патрана з головою	0,113	113,3	130,0	14729,0
Борошно топінамбура	0,0037	3,7	150,1	555,4
Всього	0,117	117,0		15284,4

Зведені розрахунки економічної ефективності виробництва рибних виробів представлені в таблицях 4.3.

Таблиця 4.3

Розрахунок економічного ефекту виробництва нових видів рибних виробів

Показник	Одиниця виміру	Пароконвекційна технологія	Традиційна технологія
Об'єм виробництва	шт	1000	1000
Вартість набору сировини	грн	15284,4	15284,4
Вартість електроенергії	грн	71,1	180,5
Вартість водопостачання і водовідведення	грн	450,0	650,0
Амортизаційні вирахування	грн	47,0	33,6
Фонд заробітної платні	грн	3600,0	4100,0
Вирахування на соціальне страхування	грн	943,2	1074,20
Собівартість	грн	20395,7	21418,1
Вартість обладнання	грн	202500,0	173350,0
Площа, яку займає обладнання	м <sup>2</sup>	1,8	2,5
Вартість площі, яку займає обладнання	грн	63000,0	87500,0
Нормативний коефіцієнт ефективності	грн	0,2	0,2
Наведені витрати	грн	73502,3	73588,1
Економічна ефективність	грн	+86,1	-

Собівартість одиниці рибного рубленого виробу з борошном топінамбуру при використанні пароконвекційного способу виробництва склала 204 грн., при використанні традиційного обладнання - 214 грн.

Економічний ефект становив 86,1 грн на 1000 одиниць виробів.

## ВИСНОВКИ

На основі проведених теоретичних і експериментальних досліджень з метою отримання нового продукту зроблені наступні висновки:

1. Високий вміст інуліну, харчових волокон, вітамінів та мікроелементів у борошні топінамбуру дозволило значно підвищити якість рибних рублених виробів.

Виявлено закономірності зміни реологічних та структурномеханічних властивостей рибних фаршів залежно від масової частки гідратованого борошна топінамбуру. Показано, що введення гідратованого борошна у кількості 10 – 30 % збільшує адсорбцію вологи, формує функціонально-технологічні властивості фаршів. Обґрунтовано рецептурний склад рибних рублених виробів, визначено оптимальні параметри пароконвекційної обробки.

Використання борошна топінамбуру дозволило одержати продукти з підвищеною харчовою цінністю порівняно з традиційними: вміст білків підвищено 19,7%; харчових волокон – у 3,6 рази. Вироби містять інулін, який відсутній у традиційних. Позитивним моментом є відсутність крохмалю у складі виробів.

Таким чином, розроблені нові технології виробництва харчових продуктів, які сприятимуть підвищенню ефективності вітчизняної промисловості, розвитку сільськогосподарського виробництва та можуть стати предметом інноваційних проектів для просування на ринки країн СІД та Європи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Alam, M. K., Rana, Z. H., & Islam, S. N. (2016). Comparison of the proximate composition, total carotenoids and total polyphenol content of nine orange-fleshed sweet potato varieties grown in Bangladesh. *Foods*, 5(3), 64. <https://doi.org/10.3390/foods5030064>
2. Akram, M., Riaz, M., Noreen, S., Shariati, M.A., Shaheen, G., Akhter, N., Parveen, F., Akhtar, N., Zafar, S., Owais Ghauri, A., Riaz, Z., Khan, F.S., Kausar, S., & Zainab, R. (2020). Therapeutic potential of medicinal plants for the management of scabies. *Dermatologic Therapy*, 33(1), e13186. <https://doi.org/10.1111/dth.13186>
3. Atabina, N.M., Posokina, N.E., Nanniyants, T.V., & Davydova, A. Yu. (2018). Jerusalem artichoke-based drinks. *Drinks Industry Current Issues*, 2, 15-18. <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/047916380/publication/CN102986893A?q=Jerusalem%20artichoke%2C%20milk>
4. Andreevna, D.G., Alexandrovich, A.V., & Alexandrovna, A.E. (2017). Milk dessert with increased nutritional and biological value [https://yandex.ru/patents/doc/RU2658607C1\\_20180621](https://yandex.ru/patents/doc/RU2658607C1_20180621)
5. Anikienko T.I. (2008). Chemical and trace element composition of tubers and green mass of Jerusalem artichoke. *Bulletin of KrasGAU*, 2.
6. Bach, V., Kidmose, U., Bjørn, G. K., & Edelenbos, M. (2012). Effects of harvest time and variety on sensory quality and chemical composition of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus*) tubers. *Food Chemistry*, 133(1), 82-89. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.12.075>
7. Bach, V., Jensen, S., Kidmose, U., Sørensen, J. N., & Edelenbos, M. (2013). The effect of culinary preparation on carbohydrate composition, texture and sensory quality of Jerusalem artichoke tubers (*Helianthus tuberosus* L.). *LWT-Food Science and Technology*, 54(1), 165-170. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2013.05.003>

8. Belyaeva, I.A., & Panarina, O.A. (2016). Jerusalem artichoke in preventive nutrition for diabetics // Innovative technologies in science and education: collection of articles. Art. winners Int. scientific-practical conf. 89-92.

9. Bhandari, M. R., Kasai, T., & Kawabata, J. (2003). Nutritional evaluation of wild yam (*Dioscorea* spp.) tubers of Nepal. *Food chemistry*, 82(4), 619-623. [https://doi.org/10.1016/s0308-8146\(03\)00019-0](https://doi.org/10.1016/s0308-8146(03)00019-0)

10. Blinova, O. A., Trots, A. P., Romanova, T. N., & Makushin, A. N. (2017). The use of powder from Jerusalem artichoke tubers in the production of a fermented milk drink. *Advances in Modern Science*, 2 (4), 176-179.

11. Causey, J. L., Feirtag, J. M., Gallaher, D. D., Tunland, B. C., & Slavin, J. L. (2000). Effects of dietary inulin on serum lipids, blood glucose and the gastrointestinal environment in hypercholesterolemic men. *Nutrition Research*, 20(2), 191-201. [https://doi.org/10.1016/s0271-5317\(99\)00152-9](https://doi.org/10.1016/s0271-5317(99)00152-9)

12. Griffiths, M., & Huxley, A. (Eds.). (1992). *The new Royal Horticultural Society dictionary of gardening*. Macmillan.

13. Catană, L., Catană, M., Iorga, E., Lazăr, A. G., Lazăr, M. A., Teodorescu, R. I., ... & Iancu, A. (2018, July). Valorification of Jerusalem Artichoke Tubers (*Helianthus Tuberosus*) for Achieving of Functional Ingredient with High

Nutritional Value. In "Agriculture for Life, Life for Agriculture" Conference Proceedings, 1(1), 276-283.

14. Ceccarelli, N., Curadi, M., Picciarelli, P., Martelloni, L., Sbrana, C., & Giovanneti, M. (2010). Globe artichoke as functional food. *Mediterranean Journal of Nutrition and Metabolism*, 3, 197-201. <https://doi.org/10.1007/s12349-010-0021-z>

15. Chen, J. H., & Ho, C. T. (1997). Antioxidant activities of caffeic acid and its related hydroxycinnamic compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45, 2374-2378. <https://doi.org/10.1021/jf970055t>

16. Chuang-Ye, W., Chien-Ping, W., Shian-Suo, H., & Feng-Lin, H. (1995). The inhibitory effect of tannins on lipid peroxidation of rat heart



mitochondria. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 47, 138-142.

<https://doi.org/10.1111/j.2042-7158.1995.tb05766.x>.

18. Cieslik, E., Gębusia, A., Florkiewicz, A., & Mickowska, B. (2011). The content of protein and of amino acids in Jerusalem artichoke tubers (*Helianthus tuberosus* L.) of red variety Rote Zonenkugel. *ACTA Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 10(4), 433-441.

19. Duke, J. A. (1983). *Handbook of energy crops. Handbook of Energy Crops*.

20. Ermosh, L. G., Safronova, T. N., & Prisuhina, N.V. (2020). Features of biotechnological processes of bread production enriched with inulin-containing raw materials. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 421 (2), 421.

Epanchina, M. V., Knacheryan, A. V., & Melkonyan, N. K. (2020). Jerusalem artichoke-healing root crop. in international scientific readings named after academician ad Sakharov, 33-36.

21. F.A.O. (2007). *Statistical Database*. [Online] Available: <http://faostat.fao.org>

22. Fantini, N., Colombo, G., Giori, A., Riva, A., Morazzoni, P., Bombardelli, E., & Carai, M. A. M. (2011). Evidence of glycemia-lowering effect by a *Cynara scolymus* L. extract in normal and obese rats. *Phytotherapy Research*, 25, 463–466. <https://doi.org/10.1002/ptr.3285>

Fedorovich, G.I., Mikhailovich, O.I., Evgenievna, B.S., Sergeevna, P.M., Vasilievna, T.N., & Aleksandrovna, V.E. (2013). using only microorganisms of the species lactobacteriaceae; yogurt <http://www.freepatent.ru/patents/2490917>

23. Fegatovna, G.L., Aleksandrovna, G.T., Vazhaevna, M.T., Anatolyevna, S.E., Fedorovich, G.I., Nikolaevna, K.V., & Anatolyevna, K.A., Ivanovna, S.M. (2017). Method for Producing Booked Pork Loin. [https://yandex.ru/patents/doc/RU2644016C1\\_20180207](https://yandex.ru/patents/doc/RU2644016C1_20180207).

24. Foti, M., Piattelli, M., Barata, M. T., & Ruberto, G. (1996). Flavonoids, coumarins, and cinnamic acids as antioxidants in a micellar system. Structure-activity relationship. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44, 497-501.

<https://doi.org/10.1021/jf950378u> Gedrovica, I., Karklina, D., Fras, A., Jablonka, O., & Boros, D. (2011). The non-starch polysaccharides quantity changes in pastry products where Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) added. *Procedia Food Science*, 1, 1638-1644.

25. Gupta, D., & Chaturvedi, N. (2020). Prebiotic Potential of underutilized Jerusalem artichoke in Human Health: A Comprehensive Review. *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology*, 5(1), 97-103.

26. Hidaka, H., Adachi, T., & Hirayama, M. (2001). Development and Beneficial Effects of Fructo-Oligosaccharides (Neosugar®). *Advanced Dietary Fibre Technology*, 471-479.

27. Hussein, S., Hussein, B.L., & Bruggeman, J. (1999). Selenium analysis of selected Egyptian foods and estimated daily intakes among a population group. *Food Chemistry*, 65, 527-532. [https://doi.org/10.1016/s0308-8146\(98\)00080-6](https://doi.org/10.1016/s0308-8146(98)00080-6)

28. Isaeva, K.S., Sarlybaeva, L.M., Mukhamedzhanova, A.S., Kazhibaeva, G.T. (2009). Composition for the preparation of meat and vegetable pate. [Patent RK 28791].

29. Izembaeva A.K., Muldabekova B.Zh., Iataev A.I., & Zhienbaeva S.T. (2013). The use of compositemixtures in the production of biscuits. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 19, 28-31.

30. Kakimov, A., Muratbayev, A., Zharykbasova, K., Amanzholov, S., Mirasheva, G., Kassymov, S., Utegenova, A., Jumazhanova, M., & Shariati, M. A. (2021). Heavy metals analysis, GCMS-QP quantification of flavonoids, amino acids and saponins, analysis of tannins and organoleptic properties of powder and tincture of *Echinacea purpurea* (L.) and *Rhaponticum carthamoides*. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 15, 330-339. <https://doi.org/10.5219/1476>

31. Kaldy, M.S., Johnston, A., & Wilson, D.B. (1980). Nutritive value of Indian bread-root, squaw-root, and Jerusalem artichoke. *Econ Bot*, 34, 352-357.

32. Kalinichenko, O.A., & Shinkareva, S.V. (2017). Ham-product of rabbit meat. 2017. [https://yandex.ru/patents/doc/RU2178978C2\\_20020210](https://yandex.ru/patents/doc/RU2178978C2_20020210)

33. Kalinichenko, O.A., & Shinkareva, S.V. (2017). Ham product of rabbit meat. <https://patents.google.com/patent/RU2643254C1/ru>

34. Kārklīna, D., Gedroviča, I., Reča, M., & Kronberga, M. (2012). Production of biscuits with higher nutritional value. In Proceedings of the Latvian Academy of Sciences. Section B. Natural, Exact, and Applied Sciences, 66 (3), 113-116.

35. Kaszás, L., Alshaal, T., El-Ramady, H., Kovács, Z., Koroknai, J., Elhawati, N., Nagy, É., Cziáky, Z., Fári, M., & Domokos-Szabolcsy, É. (2020). Identification of bioactive phytochemicals in leaf protein concentrate of jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.). *Plants*, 9(7), 1-17. <https://doi.org/10.3390/plants9070889>

36. Kays, S. J., & Nottingham, S. F. (2007). *Biology and chemistry of Jerusalem artichoke: Helianthus tuberosus L.* CRC press.

37. Kochnev, N.V., & Kalinicheva, M.V. (2002). Jerusalem artichoke. Bioenergetic culture of the 21st century / N.V. Kochnev. Moscow: Publishing house. ARES, 78 p (in Russian).

38. Koltsov, V.A., & Akimov, M.Y. (2015). Jerusalem artichoke tubers are a valuable source of macro and microelements in the nutrition of the population // *Eurasian Union of Scientists*. 7(16), 16-18

39. Khuenpet, K., Truong, N.D.P., & Polpued, R. (2020). Inulin extraction from Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) tuber powder and its application to yoghurt snack. *International Journal of Agricultural Technology*, 16 (2), 271-282.

40. Lachman, J. Kays, S.J., & Nottingham, S.F. (2008). Biology and Chemistry of Jerusalem Artichoke *Helianthus tuberosus* L. *Biologia Plantarum*, 3(52), 492-492. <https://doi.org/10.1007/s10535-008-0095-3>

41. Lattanzio, V., Kroon, P. A., Linsalata, V., & Cardinali, A., (2009). Globe artichoke: a functional food and source of nutraceutical ingredients. *Journal of Functional Food*, 1, 131-144. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2009.01.002>

42. Lee, Y. R. (2016). Analysis of nutritional components and antioxidant activity of roasting Woolong (*Burdoek, Arctium lappa* L.) and Jerusalem artichoke

(*Helianthus tuberosus* L.). *The Korean Journal of Food and Nutrition*, 29(6), 870-877. <https://doi.org/10.9799/ksfan.2016.29.6.870>

43. Leonid, D. B., Gulyi, I. S., Remeslo, N. V., Yefimov, A. S., Melnik, I. M., Vysotskiy, V. G. (1999). Prophylactic and curative foodstuffs from topinambur, Proc. SPIE 3543, Precision Agriculture and Biological Quality. <https://doi.org/10.1117/12.336904>

44. Li, S. Z., & Chan-Halbrendt, C. (2009). Ethanol production in (the) People's Republic of China: potential and technologies. *Applied Energy*, 86, 162-169. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2009.04.047>

45. Li, L., Li, L., Wang, Y., Du, Y., & Qin, S. (2013). Biorefinery products from the inulin-containing crop Jerusalem artichoke. *Biotechnology letters*, 35(4), 471-477. <https://doi.org/10.1007/s10529-012-1104-3>

46. Lopez-Molina, D., Navarro-Martinez, M. D., Melgarejo, F. R., Hiner, N. P., Chazarra, S., & Rodriguez-Lopez, J. N. (2005). Molecular properties and prebiotic effect of inulin obtained from artichoke (*Cynara scolymus* L.). *Phytochemistry*, 66, 1476-1484. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2005.04.003>

Ma, X. Y., Zhang, L. H., Shao, H. B., Xu, G., Zhang, F., Ni, F. T., & Brestic, M. (2011). Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus*), a medicinal salt-resistant plant has high adaptability and multiple-use values. *Journal of Medicinal Plants Research*, 5(8), 1272-1279.

47. Matveeva, T. V., & Koryachkina, S. Y. (2012). Physiologically functional food ingredients for bakery and confectionery products: monograph. Oryol: FGBOU VPO "State University – UNPK, 947 p.

48. Meyer, A. A., Heinonen, M., & Frankel, E. N. (1998 a). Antioxidant interactions of catechin, cyanidin, caffeic acid, quercetin, and ellagic acid on human LDL oxidation. *Food Chemistry*, 61 (1/2), 71-75. [https://doi.org/10.1016/s0308-8146\(97\)00100-3](https://doi.org/10.1016/s0308-8146(97)00100-3)

49. Meyer, A. S., Donovan, J. L., Pearson, D. A., Waterhouse, A. L., & Frankel, E. N. (1998, b). Fruit hydroycinnamic acids inhibit human lowdensity

lipoprotein oxidation in vitro. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46, 1783-1787. <https://doi.org/10.1021/jf9708960>

50. Mezenova, O. Y., & Kazakova, O. N. (2010). Modeling the recipe for diabetic shortbread cookies with the addition of stevia and Jerusalem artichoke.

*Bulletin of the International Academy of Refrigeration*, 4, 21-24.

51. Mohan, G., Raju, J., Shiny, R., Abhilash, P. V., & Soumya, S. (2019). Biochemical, mineral and proximate composition of Indian cassava varieties. *IJCS*, 7(4), 1059-1065.

52. Monti, A., Amaducci, M. T., & Venturi, G. (2005). Growth response, leaf gas exchange and fructans accumulation of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) as affected by different water regimes. *European Journal of Agronomy*, 23(2), 136-145. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2004.11.001>

53. Munim, A., Rod, M. R., Tavakoli, H., & Hosseinian, F. (2017). An analysis of the composition, health benefits, and future market potential of the jerusalem artichoke in canada. *Journal of Food Research*, 6(5), 69-69. <https://doi.org/10.5539/jfr.v6n5p69>

54. Nakhmedov, F. G., & khozakademie, R. (1994). The technology of cultivation, processing and consumption of chicory. *Food Industry*, 2.

55. National Research Council. (1989). *Diet and Health Implications for Reducing Chronic Disease Risk*.

56. Nguyen, V. C., Kurata, T., Kato, H., & Fujimaki, M., 1982. Antimicrobial activity of kumazasa (*Sasaalbo-marginita*). *Agricultural and Biological Chemistry*, 46 (4), 971-978. <https://doi.org/10.1271/bbb1961.46.971>

57. Nikolaevich, Z.V. (2000). food supplement from Jerusalem artichoke with macro- and microelements, which has biological activity. <http://www.freepatent.ru/patents/2152736>

58. Nikolaevna, S.T., Georgievna, E.L., & Pavlovna, B.I. (2012). Meat Minced Products. [https://yandex.ru/patents/doc/RU2502345C1\\_20131227](https://yandex.ru/patents/doc/RU2502345C1_20131227)

59. Gladele, A. K., & Aina, J. O. (2007). Chemical composition and functional properties of flour produced from two varieties of tigernut (*Cyperus*

60. Osama, A., Engy, R., & Gehad, E. (2014). Immunomodulatory effect of artichoke (*Cynara scolymus*) on carbon tetrachloride induced immunosuppression in rats. *Annals of Veterinary and Animal Science*, 1, 66–76

61. Özer, C. O. (2019). Utilization of Jerusalem artichoke powder in production of low-fat and fat-free fermented sausage. *Italian Journal of Food Science*, 31(2): 301-310. Ozgoren, E., Isik, F., & Yapar, A. (2019). Effect of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) supplementation on chemical and

nutritional properties of crackers. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 13(4), 2812-2821. <https://doi.org/10.1007/s11694-019-00201-9>

62. Pandino, G., Lombardo, S., & Mauromicale, G. (2011). Mineral profile in globe artichoke as affected by genotype, head part and environment. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91, 302–308. <https://doi.org/10.1002/jsfa.4185>

63. Pavlova, V. (2014). Functional foods based on Jerusalem artichoke. *Journal of Food and Packaging Science, Technique and Technologies*, 59–63.

64. Polyansky, K.K., Rodionova N.S., & Glagoleva L.E. (1999). method for the production of a dairy therapeutic and prophylactic product.

65. Ponomareva, M., Krikunova, L., & Yudina, T. (2009). Functional bread using Jerusalem artichoke oil cake. *Bread products*, (10), 44-45.

66. Pool-Zobel, B., Van Loo, J., Rowland, I., & Roberfroid, M. (2002). Experimental evidences on the potential of prebiotic fructans to reduce the risk of colon cancer. *British Journal of Nutrition*, 87, 273-281.

67. Puyanda, I. R., Uriyapongson, S., & Uriyapongson, J. (2020). Influence of drying method on qualities of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) tuber harvested in Northeastern Thailand. *Songklanakarin Journal of Science & Technology*, 42(6).

68. Radovanovic, A. M., Milovanovic, O. Z., Kipic, M. Z., Ninkovic, M. B., & Cupara, S. M. (2014). Characterization of Bread Enriched with Jerusalem

Artichoke Powder Content. *Journal of Food and Nutrition Research*, 2 (12), 895-898. <https://doi.org/10.12691/jfnr-2-12-6>

69. Radovanovic, A., Stojceska, V., Plunkett, A., Jankovic, S., Milovanovic, D., & Cupara, S. (2015). The use of dry Jerusalem artichoke as a functional nutrient in developing extruded food with low glycaemic index. *Food Chemistry*, 177, 81-88. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.12.096>

70. Rigo A., Vianello, F., Clementi, G., Rossetto, M., Scarpa, M., Vrhovek, U., & Mattivi, F. (2000). Contribution of proanthocyanidins to the peroxy radical scavenging capacity of some Italian red wines. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48, 1996-2002. <https://doi.org/10.1021/jf991203d>

71. Roberfroid, M. B. (2005). Introducing inulin-type fructans. *British Journal of Nutrition*, 93(S1), 13-25. <https://doi.org/10.1079/bjn20041350>

72. Reborá, C. (2008). Topinambur (*Helianthus tuberosus* L.): usos, cultivos y potencialidad en la región de Cuyo. *Horticultura Argentina*, 27 (63), 30-37.

73. Shazzo R.I., Tamazova S.Yu., Fatkina E.V., Kupin G.A. (2013). Storage and processing of agricultural raw materials, No. 12. S. 12-13. Changes in the chemical composition of late-ripening Jerusalem artichoke. Interest in the period of plant growth. 12, 12-13.

74. Shazzo, R.A., Gish, R.I., Ekutech, E.P., & Kornen, V.G. (2013). Kaishev: ed. R.I. Shazzo; GNU Krasnodar, nauchn-issled. in-t of storage and processing with.-kh. products. Krasnodar: Publishing House – South, 184 p.

75. Sonnante, G., Depaolis, A., Lattanzio, V., & Perrino, P. (2002). Genetic variation in wild and cultivated artichoke revealed by RAPD markers. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 49, 247-252. <https://doi.org/10.1023/a:1015574627621>

76. Szewczyk, A., Zagaja, M., Bryda, J., Kosikowska, U., Stepień-Pyśniak, D., Winiarczyk, S., & Andres-Mach, M. (2019). Topinambur – new possibilities for use in a supplementation diet. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 26(1), 24-28.

77. Takuo, O., Yoshiyuki, K., Takashi, Y., Tsutomu, H., Hiro-michi, O., & Shigeru, A. (1983). Studies on the activities of tannins and related compounds from medical plants and drugs I. Inhibitory effect on lipid peroxidation in mitochondria and microsomes of liver. *Chemical Pharmaceutical Bulletin*, 31 (5), 1625-1631.

<https://doi.org/10.1248/cpb.31.1625>

78. Fassoni, A., Bagni, N., Ferri, M., Franceschetti, M., Khomutov, A., Marques, M. P., & Serafini-Fracassini, D. (2010). *Helianthus tuberosus* and polyamine research: past and recent applications of a classical growth model. *Plant Physiology and Biochemistry*, 48(7), 496-505.

<https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2010.01.019>

79. Tchone, M., Barwald, G., Annemuller, G., & Fleischer, L. (2006). Separation and identification of phenolic compounds in Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.). *Sciences des aliments*, 26(5), 394.

<https://doi.org/10.3166/sda.26.394-408>

80. Tesaki, S., Tanabe, S., Ono, H., Fukushi, E., Kawabata J., & Watanabe M. (1998). 4-Hydroxy-3-nitrophenylacetic and sinapinsäure as antibacterial compounds from mustard seeds. *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry*, 62 (5), 998-1000. <https://doi.org/10.1271/bbb.62.998>

81. Tokarev, V.Y. (2018) Development of technology and assessment of consumer properties of semi-finished products from Jerusalem artichoke tubers. Dissertation for the degree of candidate of technical sciences: 05.18.15 - Technology and commodity science of food products for functional and specialized purposes and public catering. - Kuban State Technological University. - Krasnodar. 180 p.

82. Towviriyakul, A., Jitinandana, S., Judprasong, K., & Nitithamyong, A. (2012). Formulation of Jerysalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) juice. In 1st Mae Fah Luang University International Conference. Institute of Nutrition. Thailand (pp. 1-8).

83. Van Lee, J., Cummings, J., Delzenne, N., Englyst, H., Franck, A., Hopkins, M.,... & van den Heuvel, E. (1999). Functional food properties of non-digestible oligosaccharides: a consensus report from the ENDO project (DGXII



AIRII-CT94-1095). *British Journal of Nutrition*, 81(2), 121-132.

<https://doi.org/10.1017/S0007114599000252> Vinogradova, A. V., Paklina, O. V., & Anashkina, E. N. (2010). Jerusalem artichoke is a promising raw material for

biotechnology. *Bulletin of the Perm National Research Polytechnic University.*

*Chemical Technology and Biotechnology*, 11, 137-142. (in Russian)

84. Volkova, O.P., Frampol'skaya, T.V., & Kichatova, V.O. (1999). Milk serum-based beverage <https://patents.google.com/patent/RU2181248C2/ru>.

Volkova O.P., Frampolskaya T.V., & Chukhlib V.N. (2001). method of making diet curd dessert. <http://www.freepatent.ru/patents/2166257>

85. Wang, Y., Zhao, Y., Xue, F., Nan, X., Wang, H., Hua, D., & Xiong, B. (2020). Nutritional value, bioactivity, and application potential of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) as a neotype feed resource. *Animal Nutrition*, 6(4), 429-437. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2020.09.001>

86. Wardkaw, G. M., & Kessel, M. (2002). *Perspective in nutrition* 5th Ed.

87. Yang, L., He, Q. S., Corscadden, K., & Udenigwe, C. C. (2015). The prospects of Jerusalem artichoke in functional food ingredients and bioenergy production. *Biotechnology Reports*, 5, 77-88.

<https://doi.org/10.1016/j.btre.2014.12.004>

88. Yaroshevich, M.I. (2010). Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L) is a promising culture of multipurpose use. M.I. Yaroshevich, N.N. Evening. *Proceedings of BSU*, 4(2), 1-12.

89. Ying, D., Zhiyu, X., Yansheng, Z., Xinghua, Z. (2015). Application of jerusalem artichoke whole powder and meat product containing jerusalem artichoke whole powder.

<https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/053548728/publication/CN104783178A?q=Jerusalem%20artichoke%2C%20meat>

90. Zhang, W., Xu, P., & Zhang, H. (2015). Pectin in cancer therapy: a review. *Trends in Food Science & Technology*, 44(2), 258-271.

<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2015.04.001>