

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій

**П о я с н ю в а л ь н а   з а п и с к а**

до дипломної роботи  
освітнього ступеня «Магістр»  
на тему:

**Обґрунтування технології виробництва  
макаронних виробів збагачених  
топінамбуром**

**Виконала:** здобувачка вищої освіти 2 курсу,  
групи МГХТз-1-24  
освітньо-професійної програми «Харчові  
технології»  
зі спеціальності 181 «Харчові технології»

\_\_\_\_\_ Вікторія ТКАЧЕНКО

**Керівник:** \_\_\_\_\_ Віталій КОШУЛЬКО

Дніпро 2025

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій  
Ступінь вищої освіти: «Магістр»  
Освітньо-професійна програма: «Харчові технології»  
Спеціальність: 181 «Харчові технології»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри  
харчових технологій,  
кандидат технічних наук, доцент  
Віталій КОШУЛЬКО

(підпис)

«24» жовтня 2025 р.

**З А В Д А Н Н Я  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧЦІ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Ткаченко Вікторії Володимирівні

1. Тема роботи: «Обґрунтування технології виробництва макаронних виробів збагачених топінамбуром».

Керівник роботи: Кошулько Віталій Сергійович, кандидат технічних наук, доцент, затверджені наказом закладу вищої освіти від «24» жовтня 2025 року № 3183.

2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи 15 грудня 2025 року

3. Вихідні дані до роботи 1 Літературні джерела та періодичні видання. 2 Наукова та науково-технічна документація, що стосується питань виробництва макаронних виробів функціонального призначення. 3 Нормативно-технологічна документація та інструкції щодо ведення технологічних процесів на підприємствах з виробництва макаронних виробів. 4 Патенти та авторські свідоцтва.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1 Огляд літератури. 2 Об'єкти та методи досліджень. 3 Результати експериментальних досліджень та їх обговорення. 4 Практична реалізація результатів досліджень. 5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. 6 Організаційно-економічна частина. Загальні висновки. Бібліографія.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1 Аналітичний огляд. 2 Мета та задачі досліджень. 3 Схема проведення експериментальних досліджень. 4 Результати досліджень та їх аналіз. 5 Практична реалізація результатів досліджень. 6 Кошторис витрат на проведення досліджень. 7 Загальні висновки.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Посада, прізвище та ім'я консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1 – 4	доцент КОШУЛЬКО Віталій	24.10.2025	15.12.2025
5	доцент КОШУЛЬКО Віталій	24.10.2025	15.12.2025
6	доцент КОШУЛЬКО Віталій	24.10.2025	15.12.2025

7. Дата видачі завдання 24 жовтня 2025 року.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	24.10-27.10.25	виконано
2	Огляд літератури	28.10-07.11.25	виконано
3	Об'єкти та методи досліджень	08.11-14.11.25	виконано
4	Результати експериментальних досліджень та їх обговорення	15.11-30.11.25	виконано
5	Практична реалізація результатів досліджень	01.12-06.12.25	виконано
6	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	07.12-08.12.25	виконано
7	Організаційно-економічна частина	09.12-12.12.25	виконано
8	Загальні висновки та список джерел посилання	13.12-14.12.25	виконано
9	Розробка та підготовка демонстраційного матеріалу	15.12.2025	виконано

**Здобувачка вищої освіти** \_\_\_\_\_ Вікторія ТКАЧЕНКО  
( підпис )

**Керівник роботи** \_\_\_\_\_ Віталій КОШУЛЬКО  
( підпис )

## РЕФЕРАТ

**Тема: «Обґрунтування технології виробництва макаронних виробів збагачених топінамбуром»**

**Кваліфікаційна робота:** 78 сторінок, 10 рисунків, 22 таблиці, 0 додатків, 56 літературних джерел.

**Мета роботи** – обґрунтування та розробка технології виробництва макаронних виробів, збагачених топінамбуром, з метою підвищення їхньої біологічної та харчової цінності, а також покращення функціональних властивостей готового продукту.

**Об'єкт дослідження** – процес виробництва макаронних виробів із додаванням порошку топінамбуру.

**Предмет дослідження** – вплив кількості внесення порошку топінамбуру на технологічні показники тіста, якість, харчову та функціональну цінність макаронних виробів.

*Актуальність теми «Обґрунтування технології виробництва макаронних виробів збагачених топінамбуром», зумовлена зростанням потреби у харчових продуктах підвищеної біологічної цінності та функціональної дії. Топінамбур є природним джерелом інуліну, вітамінів, мікроелементів і харчових волокон, що сприяють нормалізації роботи травної системи, поліпшенню мікробіоти та зниженню рівня глюкози в крові. Використання його у макаронному виробництві дозволяє створювати продукти з покращеними споживними властивостями, підвищеною харчовою цінністю та профілактичним ефектом. Крім того, розширення асортименту функціональних макаронів відповідає сучасним тенденціям здорового харчування та запитам ринку на інноваційні продукти.*

### КЛЮЧОВІ СЛОВА

*Макаронні вироби, топінамбур, інулін, збагачення, функціональні продукти, харчові волокна, технологія виробництва, біологічна цінність, харчова промисловість, здорове харчування.*

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ .....	10
1.1 Використання харчових добавок рослинного походження .....	10
1.2 Застосування топінамбуру та продуктів його переробки у харчовому виробництві.....	12
1.2.1 Характеристика культури топінамбуру .....	16
Висновки за розділом .....	22
2 ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ .....	25
2.1 Сировина та матеріали, що застосовувалися при проведенні досліджень ....	25
2.2 Методи досліджень .....	26
2.2.1 Визначення якості сировини та напівфабрикатів .....	26
2.2.2 Приготування макаронних виробів .....	26
2.2.3 Дослідження властивостей тіста .....	28
2.2.4 Характеристика сировини, що застосовується у роботі .....	29
Висновки за розділом .....	31
3 РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ.....	32
3.1 Обґрунтування доцільності використання порошку з бульб топінамбуру у виробництві макаронних виробів .....	32
3.1.1 Аналіз хімічного складу порошку з бульб топінамбуру .....	32
3.2 Застосування порошку топінамбуру у виробництві макаронних виробів .....	33
3.3 Вплив порошку топінамбуру на якість макаронних виробів .....	35
3.4 Вплив порошку топінамбуру на властивості тіста.....	44
3.4.1 Вплив порошку топінамбуру на властивості тіста .....	44
3.5 Харчова цінність макаронних виробів з порошком топінамбуру .....	48
Висновки за розділом .....	52
4 ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ .....	55
4.1 Опис технологічного процесу виробництва макаронних виробів з	

додаванням порошку топінамбура з можливістю реалізації у виробничих умовах.....	55
4.2 Можливість впровадження на підприємствах.....	57
Висновки за розділом .....	59
<b>5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ .....</b>	<b>60</b>
5.1 Розробка карти безпеки праці під час виробництва макаронних виробів .....	60
5.2 Шляхи утилізації відходів під час виробництва макаронних виробів з додаванням порошку топінамбура.....	63
Висновки за розділом .....	65
<b>6 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА .....</b>	<b>66</b>
6.1 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження .....	66
6.2 Розрахунок вартості дослідження .....	69
Висновки за розділом .....	69
<b>ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....</b>	<b>70</b>
<b>БІБЛІОГРАФІЯ .....</b>	<b>72</b>

## ВСТУП

Створення продуктів харчування лікувального та профілактичного призначення, комплексне використання харчової сировини, підвищення якості, харчової та біологічної цінності харчової продукції є ключовими напрямками сучасної харчової науки. Ці аспекти безпосередньо пов'язані з актуальними викликами харчової промисловості, зокрема необхідністю підвищення корисності раціону населення, зменшенням дефіциту біологічно активних речовин у харчових продуктах та забезпеченням профілактичної дії готових виробів. Саме тому дослідження, спрямовані на обґрунтування шляхів удосконалення технологій виробництва функціональних харчових продуктів, мають високу практичну й наукову значущість.

Застосування продуктів переробки топінамбуру як поліфункціональних добавок відкриває реальні можливості для створення інноваційних харчових виробів. Топінамбур є цінною сировиною завдяки високому вмісту інуліну, пребіотичних волокон, вітамінів та мінералів, що роблять його перспективним компонентом для продуктів профілактичного та лікувально-профілактичного призначення. Використання добавок на основі топінамбуру дозволяє не лише розширити асортимент харчової продукції, але й підвищити її якісні показники, біологічну цінність та функціональну спрямованість, що робить такі рішення ефективним шляхом реалізації сучасних вимог до здорового харчування.

Наприкінці ХХ століття багатьма науковцями було обґрунтовано доцільність використання нетрадиційних видів сировини та вторинних продуктів її переробки у хлібобулочному й макаронному виробництві. Водночас, незважаючи на поступове зростання інтересу до топінамбуру як функціонального інгредієнта, сучасна науково-технічна література практично не містить достатньо інформації, що стосується обґрунтування технології виробництва макаронних виробів із його використанням. Відсутність таких даних обмежує можливості впровадження інновацій у макаронному виробництві та стримує розробку нових продуктів підвищеної біологічної цінності.

Тому проведення експериментальних досліджень, спрямованих на розробку рекомендацій щодо ефективного й науково обґрунтованого використання продуктів переробки топінамбуру як харчових добавок у рецептурах макаронних виробів, є важливим та своєчасним завданням. Отримані результати можуть стати основою для практичного впровадження нових технологічних рішень, покращення якісних характеристик готової продукції та розширення її функціонального призначення.

Враховуючи наведені аргументи та результати аналізу сучасних джерел науково-технічної літератури, було визначено актуальний напрям дослідження, сформульовано мету роботи та поставлено завдання, необхідні для її досягнення.

Мета роботи – обґрунтування та розробка технології виробництва макаронних виробів, збагачених топінамбуром, з метою підвищення їхньої біологічної та харчової цінності, а також покращення функціональних властивостей готового продукту.

За для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

- дослідити вплив додавання порошку топінамбура у різних концентраціях на фізико-хімічні, технологічні та органолептичні показники макаронних виробів;

- визначити оптимальний вміст порошку топінамбура у рецептурі макаронного тіста з урахуванням його впливу на структуру, колір, консистенцію та смак готової продукції;

- оцінити зміни харчової та біологічної цінності виробів, зокрема вміст вітамінів, мінералів, харчових волокон та інуліну в макаронних виробах зі збагаченням топінамбуром.

- встановити вплив добавки топінамбура на функціональні властивості готових макаронних виробів (набухання, водопоглинання, стійкість до розварювання, пружність);

- розробити технологічну схему виробництва макаронних виробів, збагачених порошком топінамбура, з урахуванням особливостей підготовки сировини та параметрів процесу;

- виконати розрахунок вартості проведених експериментальних досліджень.

Об'єкт дослідження – процес виробництва макаронних виробів із додаванням порошку топінамбуру.

Предмет дослідження – вплив кількості внесення порошку топінамбуру на технологічні показники тіста, якість, харчову та функціональну цінність макаронних виробів.

## 1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

### 1.1 Використання харчових добавок рослинного походження

У сучасних технологіях харчових виробництв використовують велику кількість харчових добавок, правильний вибір яких має відповідати умовам переробки та зберігання продуктів [1, 8].

Відповідно до класифікації харчові добавки використовують у таких цілях:

- удосконалення технології підготовки, виготовлення, пакування, транспортування, зберігання сировини та продуктів;
- збереження природних якостей харчових продуктів;
- покращення органолептичних властивостей продуктів та збільшення їх стабільності при зберіганні;
- одержання спеціалізованих харчових продуктів.

Враховуючи, що організм дорослих, дітей, літніх, вагітних жінок має різний рівень резистентності до біологічно активних харчових добавок, проблема застосування останніх у харчовій галузі набуває ще більшого фізіологічного значення. Важливим є можливість взаємодії тих чи інших речовин, що застосовуються як харчові добавки, із шкідливими хімічними речовинами, які потрапляють в організм людини з навколишнього середовища [2, 5]. Тому, споживання продуктів із внесеними до них біологічно активними добавками вимагає постановки додаткових досліджень.

Біологічно активні добавки до їжі користуються великим попитом у країнах Європи, Північної Америки, Японії, Австралії та багатьох інших [10].

Профілактика та лікування захворювань, викликаних погіршенням екологічної обстановки, ослаблення впливу різних несприятливих факторів можливе, у тому числі, за допомогою природних сполук, джерелами яких є продукти рослинного походження [6, 7].

Плоди та овочі, завдяки біологічно активним сполукам (поліфеноли, вітаміни, мінеральні солі, ефірні олії) є необхідною частиною харчового раціону

людини і виступають як основне джерело необхідних для нормальної життєдіяльності організму рослинних білків, вуглеводів, вітамінів, органічних кислот, мінеральних речовин і ферментів. [5, 8]. Маючи лікувальні, дієтичні та профілактичні властивості, рослинні об'єкти знаходять застосування в різних галузях харчових виробництв, зокрема, у виробництві хлібобулочних і макаронних виробів [2, 5, 10].

У роботах вітчизняних та зарубіжних авторів зазначається, що різні плоди та овочеві рослини, є за своєю хімічною природою джерелом вітамінів В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, β-каротину, вітаміну К, аскорбінової кислоти [9, 13]. З низки культур одержують харчові рослинні порошки, пасти, соуси, барвники [4, 10], що також містять комплекс біологічно активних речовин.

Порошки з рослинної сировини корисніші за хімічно синтезовані біологічно активні добавки і можуть бути введені в різні продукти харчування у вигляді харчових добавок [2, 10]. Крім того, використання рослинних порошоків спрощує технологічний процес виробництва харчових продуктів та скорочує його тривалість [6, 7]. Наприклад, щодо фізико-хімічних характеристик концентратів сухих сумішей з гарбуза, при сушінні вихідної сировини видаляється до 92 – 96 % води, у результаті зростає концентрація мінеральних речовин, вуглеводів і харчових волокон. Регулюючи параметри сушіння, можна збільшити безпеку вітамінів А, В<sub>6</sub> і РР. Цінність подібних сухих сумішей у тому, що вони представляють природний концентрат мінеральних компонентів, виконують важливі функції обміну речовин, у організмі людини [1, 7, 8].

Відкриття ролі вільнорадикального окислення структурних компонентів біомембран у фізико-хімічних процесах лягло в основу застосування антиоксидантів, як біорегуляторів, що визначають рівень антиокислювальної активності організму і перешкоджають утворенню та накопиченню токсичних продуктів окислення [8].

Харчові добавки – антиоксиданти, вступаючи в реакцію з вільними радикалами, що зменшують концентрацію останніх у реакційному середовищі. До типових біологічно активних добавок відносяться жиророзчинні сполуки –

вітаміни Е, К,  $\beta$ -каротин, стерини, фосфоліпіди і водорозчинні сполуки – вітаміни С, В<sub>6</sub>, РР, біогенні аміни, серотонін та інші [3, 11].

Основу харчування лікувального та профілактичного призначення складають харчові адекватні та збалансовані раціони, покликані сприяти збереженню здоров'я, підвищувати резистентність організму до негативних факторів довкілля [3, 4].

Відомо, що застосування плодоовочевих культур та вторинних продуктів їх переробки відіграє важливу роль у задоволенні зростання попиту населення в продуктах харчування підвищеної харчової та біологічної цінності, а також дієтичних – для лікувального та профілактичного харчування [6]. У зв'язку з вищесказаним, а також враховуючи, що різке погіршення екологічної обстановки, пов'язане з технічним прогресом, впливає і на якісний склад їжі, що споживається останнім часом особлива увага приділяється створенню продуктів так званого функціонального харчування [4, 7].

## 1.2 Застосування топінамбуру та продуктів його переробки у харчовому виробництві

Незважаючи на те, що макаронні вироби є досить популярним і масовим продуктом, що входить до складу споживчого кошика, насичення продовольчого ринку виробами зарубіжного виробництва значно вплинуло на розвиток вітчизняної галузі. Однак за останні роки ситуація різко змінилася, що позначилося на виробничо-технічному рівні вітчизняної макаронної промисловості, і сьогодні українські виробники гідно конкурують із зарубіжними фірмами як за якістю, так і за обсягами продукції, що випускається. Зараз ми маємо достатню кількість підприємств, технічний рівень і потужність яких дозволяє виробляти обсяг макаронних виробів, що задовольняє середнього споживання даного продукту в країні.

Стійке забезпечення населення макаронними виробами вирішено за допомогою введення в експлуатацію нового, сучасного обладнання, що сприяє

збільшенню обсягів виробництва. Стан матеріально-виробничої бази макаронних підприємств сьогодні також дозволяє удосконалювати технічні прийоми та впроваджувати нові прогресивні технології, спрямовані на вирішення завдань Забезпечення всіх груп населення макаронними виробами у достатній кількості та широкого асортименту, підвищення якості продукції, розробка технологій виготовлення макаронних виробів з використанням різних харчових добавок стає цілком реальним.

При розробці нових видів виробів вчені та дослідники керуються дотриманням принципів теорії раціонального харчування та прагненням до створення технологій [9, 12].

В галузі виробництва макаронних виробів крім створення та впровадження нових інтенсивних технологій виробництва термооброблених виробів [14], виробів, що не потребують варіння – швидкого приготування [8], розширення асортименту при використанні нетрадиційних видів сировини: житнього борошна, диспергованого зерна пшениці, вченим та дослідникам доводиться вишукувати спеціальні технологічні прийоми, створені задля ліквідації якісних недоліків сировинних компонентів. У зв'язку з тим, що на багатьох підприємствах макаронної галузі основним видом сировини є пшеничне хлібопекарське борошно зі зниженими властивостями [8], розробляються нові технології, що передбачають використання добавок, що коригують якість борошна та властивості тіста [7].

Як говорилося вище, велике значення у забезпеченні харчових галузей має використання нетрадиційних видів рослинної сировини. Серед таких рослинних культур особливе місце займає топінамбур (земляна груша) з унікальним хімічним складом, завдяки якому він є цінним джерелом низки біологічно активних речовин і використовується у виробництві консервованих продуктів, харчових добавок та хімічно чистих речовин [6, 11]. Хоча інтерес до нього обумовлений насамперед тим, що топінамбур є одним з небагатьох у природі інуліновмісних рослин, останнім часом ця рослина дедалі більше привертає увагу як сировина для створення різних продуктів харчування лікувального та профілактичного призначення [6].

У рамках вітчизняної макаронної галузі проводяться науково-практичні роботи з обґрунтування застосування харчових добавок з рослинної сировини, у тому числі порошку та високофруктозних сиропів з топінамбуру в рецептурах виробів з метою збагачення готової продукції фруктозою, вітамінами, пектиновими та мінеральними речовинами.

У топінамбурі міститься багатий комплекс біологічно активних речовин, у тому числі вітаміни, амінокислоти, поліфеноли та інші компоненти, що мають радіопротекторні властивості, що необхідно враховувати при розробці продуктів протипроменевої дії.

Вживання продуктів з топінамбуром дуже важливо у раціонах харчування працівників радіохімічних підприємств [4]. Властивість пектинів та харчових волокон, що входять до складу топінамбуру, мають лікувальну дію при захворюваннях шлунково-кишкового тракту, що також визначає використання продуктів із топінамбуру у харчуванні лікувального та профілактичного призначення [7, 9]. Комплекс полісахаридів топінамбуру сприятливо впливає на мікрофлору кишечника, знижуючи негативні побічні ефекти лікарських препаратів, в тому числі, антибіотиків.

Встановлено, що 1 % розчин овочевого порошку пов'язує іони свинцю, цезію, цирконію. Завдяки наявності оксикислот, харчових волокон, порошки, при введенні в різні харчові продукти, що утворюють комплексні сполуки з іонами важких металів [4]. Харчові волокна, зокрема пектинові речовини, що не створюють енергетичного запасу в організмі, хімічно нейтральні і мають здатність утворювати нерозчинні комплекси з полівалентними металами (Fe, Sr, Hg) і виводити з організму радіоактивні речовини. Встановлено, що 1 г пектину здатний зв'язати від 160 до 420 мг стронцію. Пектин не тільки сприяє виведенню з організму токсинів та холестерину, а й стабілізує аскорбінову кислоту. Широко використовується як желюючий агент [5].

Високий вміст топінамбуру пектинових речовин дозволяє використовувати його в харчовій промисловості для приготування желе, мармеладів, джемів і лікувально-профілактичних продуктів у випадках отруєння важкими токсичними

металами, а також при лікуванні променевиx уражень.

Медики рекомендують використовувати топінамбур як лікарський засіб особливо при захворюваннях, пов'язаних із порушенням обміну речовин [6]. Одним із найпоширеніших ендокринних захворювань у світі залишається цукровий діабет, при лікуванні якого істотна роль належить дієтотерапії. Показано, що 40 % цукристих продуктів, що використовуються у світі, припадає на сахарозу, споживання якої має тенденцію до зниження приблизно вдвічі за рахунок заміщення фруктозою. Це зумовлено тим, що аліментарне навантаження сахарозою, як відомо, призводить до послаблення інсулярного апарату та створює передумови для розвитку діабету. Крім того, споживання сахарози сприяє розвитку ожиріння, ініціює атеросклеротичні ушкодження та алергічні реакції [7, 8]. Дослідженнями було встановлено, що вживання бульб топінамбуру у сирому вигляді або продуктів його переробки значно знижує рівень глюкози та холестерину у крові. Щоденне вживання 200 г сирих бульб топінамбуру дозволяло різко зменшити дози інсуліну та сприяло зменшенню маси тіла хворих. Харчовий раціон із застосуванням топінамбуру частково задовольняє щоденну потребу організму в білках, мінеральних речовинах та вітамінах групи В. За даними ВООЗ, кількість хворих на діабет внаслідок різкого збільшення хворих середнього та молодого віку, багатьох країн становить до 4 % населення. В останні десятиліття діабет «помолодшав». Тому розробка та створення продуктів лікувального та профілактичного призначення стає все більш актуальною [6, 8].

Бульби топінамбура – відмінна сировина для виробництва фруктози [3]. При гідролізі інуліну, що є за хімічною будовою гетерополісахаридом, в залежності від сорту та умов росту бульб топінамбуру можна отримати суміш цукрів, що містить 75 – 95 % фруктози, 5 – 25 % глюкози і невеликі домішки олігосахаридів [3, 7]. Всмоктування фруктози в організмі відбувається повільніше, ніж глюкози та сахарози, тому її споживання призводить до помірної підвищення рівня глюкози у крові. Фруктоза має інсуліногенний ефект і ліпотропні властивості, тобто вона засвоюється організмом інсуліннезалежно, менш калорійна, ніж сахароза, не сприяє розвитку атеросклерозу та ожиріння [8].

Булби топінамбуру містять залізо, яке необхідне при профілактиці та лікуванні недокрів'я [7]. За рахунок високого вмісту калію та кремнію, що знаходяться в біогенному вигляді, топінамбур та продукти на його основі мають антиаритмічну дію.

У роботі [9] повідомляється про наявність у порошку топінамбуру виражених гепатопротекторних властивостей, що особливо важливо у зв'язку з зростанням випадків інтоксикації різними гепатотропними отрутами (продукти органічного синтезу, сурогати алкоголю тощо) і також лікарськими засобами, що мають побічні токсичні дії, що призводять до гепатозів і гепатитів.

Завдяки наявності у складі топінамбуру незамінних амінокислот, вітамінів, макро- та мікроелементів, розроблено рекомендації застосування продуктів на його основі при підвищеному фізичному та психоемоційному навантаженні, а також при зниженні працездатності та швидкої стомлюваності [3, 6].

Унікальні особливості інуліну викликають великий практичний інтерес до нього не тільки щодо погляду отримання цукристих продуктів, але також і отримання багатьох хімічних похідних інуліну – фізіологічно активні сполуки яких використовуються в медицині, сільському господарстві та хімічній промисловості [1].

В даний час в роботах багатьох дослідників [1, 7, 8] вказується на використання топінамбуру при захворюваннях нервової, серцево-судинної, ендокринної систем, систем органів дихання, ШКТ. Вивчаються перспективи антиканцерогенної дії препаратів із топінамбуру [1, 7].

### 1.2.1 Характеристика культури топінамбуру

Топінамбур овочевий або земляна груша (*Helianthus tuberosus L.*) – бульбоплідна рослина сімейства айстрових. В даний час топінамбур набув широкого поширення в країнах Західної Європи, США, Англії, Японії, Італії, Іспанії, Канаді та Південної Кореї [3].

Вивчення складу топінамбуру почалося наприкінці XVIII століття [16] і на сьогодні накопичений досить великий, але недостатньо систематизований

матеріал, що пояснюється проведенням досліджень за різних умов різними біохімічними та фізико-хімічними методами. Крім того, у відмінності наведених авторами відомостей з хімічного складу топінамбуру істотна залежність наявності біологічно активних речовин від сортових особливостей, ґрунту, клімату, агротехніки, погодних умов та ін. Проте, всі дослідники сходяться на думці, що бульби і надземна маса топінамбуру відрізняються високими і перевершують інші кормові та технічні культури [8, 13].

Найбільш цінною частиною рослини є бульби, хімічний склад яких близький до картоплі. Основною відмінністю топінамбуру від картоплі є накопичення в ній як запасної речовини інуліну (у картоплі – крохмалю).

Відповідно до даних досліджень останніх років [3, 7] бульби топінамбуру містять у середньому (%): сухі речовини – 22,5; білок – 2,3; ліпіди – 0,1; клітковина – 1,9; вуглеводи – 16,9; зола – 1,1. Дослідники топінамбуру, що вивчали його в Молдові, наводять такі дані його хімічного складу (таблиця 1.1) [16].

Таблиця 1.1 – Середній хімічний склад бульб топінамбуру

Компонент	Вміст % на суху речовину
Сухі речовини	15,2 – 28,6
Фруктозани:	
спирторозчинні	21,7 – 60,0
водорозчинні	12,8 – 42,6
Сума	45,0 – 80,0
Пектинові речовини	2,15 – 5,94
Геміцелюлоза	0,77 – 2,57
Целюлоза	2,30 – 6,35
Ліпіди	0,4 – 0,64
Білок	9,1 – 15,5
Зола	5,0 – 9,6

Згідно з наведеними в таблиці, даними, а також даними, отриманими іншими авторами [3, 7, 16], основну масу сухих речовин бульб топінамбуру становлять вуглеводи, більшість яких представлена фруктозанами, найбільш

цінним з яких є інулін.

Інулін було відкрито 1805 р, а назву отримав 1912 р від рослини «*Inula Rosaе*» [3]. Біосинтез інуліну відбувається в тканинах, що запасують, з сахарози в результаті реакції здійснюваної трансферазою. У людському організмі інулін на 60 % перетворюється на засвоювані цукри. Цей запасний полісахарид накопичується у найбільших концентраціях саме у бульбах топінамбуру. За даними [3, 7], кількість інуліну в бульбах коливається від 16 до 20 %.

Згідно з останніми даними, інулін – гетерополісахарид, що представляє собою лінійний полімер фруктози з залишком молекул сахарози на кінці ланцюга [9].

При кислотному гідролізі олігосахаридів топінамбуру виділяється лише фруктоза та глюкоза [9]. У бульбах визначали вміст структурних полісахаридів, пектинових речовин, геміцелюлоз А, Б і  $\alpha$ -целюлози, які входять до складу клітинних стінок [3]. На пектинові речовини припадає 34 – 52 % від суми всіх структурних полісахаридів,  $\alpha$ -целюлоза становить 27 – 45 % і найменша частку посідають геміцелюлози, розчинні в гідроксиді калію – 15 – 22 %.

Досліджували в [3, 11, 17] вміст структурних полісахаридів у 7 сортах топінамбуру та отримали дані, представлені у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Склад структурних полісахаридів бульб топінамбуру [11]

Найменування	Вміст полісахаридів, % на суху речовину
Пектинові речовини:	1,12 – 2,66
протопектин	1,13 – 3,30
сума	2,15 – 5,94
Геміцелюлози:	
А	0,15 – 1,05
Б	0,40 – 1,05
сума	0,84 – 2,39
Целюлоза	2,30 -4,63
Сума полісахаридів	5,69 – 11,70

Більшість високополімерних вуглеводів складають пектинові речовини і  $\alpha$ -целюлоза, а найменшу – лужнорозчинні геміцелюлози. У комплексі пектинових речовин кількісно домінує нерозчинний протопектин, що становить у різних сортів 51 – 75 % загальної суми. Серед геміцелюлоз у більшості сортів кількісно переважають геміцелюлози  $\beta$ .

Вміст вільних цукрів у бульбах топінамбуру становить приблизно 4,5 % на суху речовину.

Таким чином, вуглеводи топінамбуру вивчені досить добре, проте, зважаючи на велику відмінність даних за вмістом інуліну та інших фруктозидів, у кожному окремому випадку слід уточнювати вуглеводний склад сировини, що використовується для переробки [17].

Серед хімічних компонентів у складі топінамбуру найважливішими є азотисті речовини, які значною мірою визначають харчову цінність культури.

Відповідно до досліджень [16], бульби топінамбуру містили загального азоту 1,45 – 1,55 %, а сирого білка 9,06 – 9,69 %, таблиця 1.3.

Таблиця 1.3 – Вміст сирого протеїну в анатомічних частинах топінамбуру (% на суху речовину) [7, 16]

Найменування	Бульби	Листя	Стебла
Білий ранній	9,72 – 10,15	14,92	9,80
Місцевий	10,50 – 12,60	12,30	11,26

За даними [16], основна частина білків бульб топінамбуру припадає на водорозчинні (53,3 %) та солерозчинні (33,1 %) протеїни. Коливання загального вмісту білків у бульбах порівняно невелике і становить 4,77 – 5,65 % [3]. На частку лужно- та спирторозчинних білків припадає 2 – 3 %.

Незважаючи на широкий спектр незамінних та замінних амінокислот, дослідники відзначають [7] незбалансованість амінокислотного складу бульб топінамбуру по ідеальному білку.

У всіх досліджених зразках топінамбуру виявлено порівняно високий вміст аргініну та відсутність цистину та цистеїну [3].

За кількісним вмістом більшості амінокислот бульби топінамбуру поступаються картоплі та близькі до кормових буряків. У той же час, багато сортів топінамбуру за вмістом протеїну в бульбах вдвічі (17 – 20 г) перевершують картоплю та кормові буряки.

Зважаючи на те, що теплова обробка рослинної сировини призводить до деградації ліпідів, вкорінення продукту та зниження його харчової цінності, певний інтерес становлять відомості про вміст ліпідів у топінамбурі [3]. Згідно з отриманими даними [7], загальний вміст ліпідів топінамбуру становить 0,1 %. Ліпідний склад бульб і соку представлений нейтральними гліцеридами та гліколіпідами.

Більшість біохімічних досліджень топінамбуру присвячено вивченню ферментів, що беруть участь в обміні інуліну та інших фруктозидів, що зумовлено їх високим вмістом, важливими функціями та практичним значенням. Фермент, що розщеплює в бульбах інулін і названий «інулаза», є сумою Р-фруктофуранозідаз, які, відриваючи фруктозні залишки від ланцюга поліфруктозану, знижують ступінь її полімеризації та вивільняють вільну фруктозу.

Інвертаза в топінамбурі присутня в дуже малих кількостях і гідролізує сахарозу, але атакує також і рафінозу, вивільняючи мелібіозу та фруктозу.

Відомо, що в процесі переробки багатьох плодів та овочів, у тому числі топінамбуру, важливу роль відіграє поліфенолоксидаза, що викликає ферментативне побуріння тканин внаслідок окислення поліфенолів до хінонів. У зв'язку з цим бульби цієї культури не застосовуються для виробництва соків [7].

Вітамінний склад бульб свідчить про досить високий вміст біотину (вітаміну Н) [4], тіаміну (вітаміну В<sub>1</sub>) – 220 – 600 мкг/100г СР [16], піридоксину (вітамін В<sub>6</sub>) та аскорбінової кислоти (вітамін С) – 15 мг/100г СР [33].

Дослідження [11] показали, що залежно від кліматичних умов, загальний вміст води в бульбах топінамбуру може сягати 9,6 % на суху речовину.

Як видно з даних таблиці 1.4, бульби топінамбуру порівняно багаті на залізо, калій, фосфор і кремній. Вміст кальцію досягає 25 % від загальної золи,

фосфору – 17 %.

Таблиця 1.4 – Мінеральний склад бульб топінамбуру та деяких інших коренеплодів

Найменування культури	Вміст елемента, % від загальної золи								
	Co	Na	Ca	Mg	Fe	P	S	Si	Cl
Топінамбур	47,7	10,2	3,3	2,9	3,7	14,0	4,9	10,0	3,9
Картопля	60,1	3,0	2,6	4,9	1,1	16,9	6,5	2,0	3,5
Цукровий буряк	53,1	8,9	6,1	7,9	1,1	12,2	4,2	2,3	4,5
Морква	36,9	21,2	11,3	4,4	1,0	12,8	6,4	2,4	4,6

Високий вміст заліза (в 3 рази більше, ніж в інших коренеплодах) дозволяє зробити висновок про можливість використання бульб топінамбуру та продуктів його переробки при лікуванні анемії. А суттєва перевага калійних солей над натрієвими сприяє нормалізації водного балансу в організмі та стимулює діяльність серцевого м'яза [17].

Таким чином, можна зробити висновок, що згідно з даними науково-технічної літератури, бульби топінамбуру порівняно багаті на мінеральні речовини.

Відомо [14,16], що багато коренеплодів здатні накопичувати значні кількості нітратів, а також нітриту, що зумовлено особливостями метаболізму рослин і пов'язано з надмірним використанням азотистих добрив.

Небезпека нітратів пов'язана з їхньою здатністю відновлюватися в травному тракті до нітритів та викликати метгемоглобінемію, що супроводжується зниженням розумової та фізичної активності. У свою чергу нітриту перетворюючись на N-нітрозаміни, сприяють виникненню ракових пухлин органів травного тракту [14, 16].

Характерною особливістю топінамбуру є те, що при його вирощуванні навіть на екологічно несприятливих ґрунтах, вміст нітратів у бульбах мало збільшується проти бульб, вирощених за нормальних умов. У цілому нині,

концентрація нітратів у бульбах становила 11,5 мг/кг, що у 20 разів менше рівня, допустимого для картоплі й у 120 разів менше, ніж буряків [14, 16]. Вміст нітратів і нітритів у бульбах становить менше 1 % від суми мінеральних речовин, трохи більше 17 мг/100г [14]. Таким чином, можна дійти висновку, що бульби топінамбуру, нездатні до накопичення значних кількостей NO<sub>3</sub>-іонів, що дозволяє розглядати топінамбур як безпечну щодо нітратів сировину.

Таким чином, аналіз даних хімічного складу показує, що бульби топінамбуру – цінний продукт та перспективна культура як джерело отримання біологічно активних харчових добавок.

### Висновки за розділом

У сучасних умовах розвитку харчової промисловості особливої актуальності набуває створення макаронних виробів лікувального та профілактичного призначення, що здатні не лише задовольнити потреби споживачів у традиційних продуктах, але й забезпечити надходження до організму біологічно активних речовин. Аналіз літературних джерел свідчить, що одним із перспективних напрямів удосконалення рецептур макаронних виробів є введення до складу тіста інгредієнтів природного походження, багатих на функціонально значущі компоненти. Внесення біологічно активних добавок дозволяє значно розширити асортимент виробів, поліпшити їх харчову та біологічну цінність, а також надати готовому продукту профілактичні властивості.

Особливу увагу привертає топінамбур – природне джерело інуліну та комплексу цінних речовин, що включають вітаміни, мінерали, органічні кислоти та харчові волокна. Інулін, як полісахарид з унікальними фізіологічними властивостями, сприяє нормалізації мікрофлори кишечника, покращенню метаболічних процесів та зміцненню імунітету, що зумовлює значну цінність топінамбуру для створення продуктів лікувально-профілактичного призначення. Завдяки цим властивостям продукти переробки топінамбуру є перспективними

компонентами для рецептур макаронних виробів, оскільки дозволяють підвищити вміст корисних речовин без погіршення органолептичних та технологічних характеристик.

Таким чином, проведений аналіз підтверджує, що використання топінамбуру як джерела натуральних харчових добавок є обґрунтованим і перспективним напрямом модернізації технології макаронних виробів. Включення інулінвмісної сировини до рецептури сприяє формуванню продуктів із підвищеною поживною та біологічною цінністю, що відповідає сучасним тенденціям здорового харчування. Отримані теоретичні положення та узагальнення створюють основу для подальших експериментальних досліджень і розробки практичних рекомендацій щодо використання продуктів переробки топінамбуру в макаронному виробництві.

Мета роботи – обґрунтування та розробка технології виробництва макаронних виробів, збагачених топінамбуром, з метою підвищення їхньої біологічної та харчової цінності, а також покращення функціональних властивостей готового продукту.

За для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

- дослідити вплив додавання порошку топінамбура у різних концентраціях на фізико-хімічні, технологічні та органолептичні показники макаронних виробів;
- визначити оптимальний вміст порошку топінамбура у рецептурі макаронного тіста з урахуванням його впливу на структуру, колір, консистенцію та смак готової продукції;
- оцінити зміни харчової та біологічної цінності виробів, зокрема вміст вітамінів, мінералів, харчових волокон та інуліну в макаронних виробах зі збагаченням топінамбуром.
- встановити вплив добавки топінамбура на функціональні властивості готових макаронних виробів (набухання, водопоглинання, стійкість до розварювання, пружність);
- розробити технологічну схему виробництва макаронних виробів,

збагачених порошком топінамбура, з урахуванням особливостей підготовки сировини та параметрів процесу;

- виконати розрахунок вартості проведених експериментальних досліджень.

Об'єкт дослідження – процес виробництва макаронних виробів із додаванням порошку топінамбуру.

Предмет дослідження – вплив кількості внесення порошку топінамбуру на технологічні показники тіста, якість, харчову та функціональну цінність макаронних виробів.

## 2 ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Структурну схему проведення досліджень представлено на рисунку 2.1.



Рисунок 2.1 – Структурна схема проведення дослідження

### 2.1 Сировина та матеріали, що застосовувалися при проведенні досліджень

У роботі застосовували таку сировину та матеріали. Як об'єкт дослідження використовували бульби топінамбуру.

Борошно пшеничне хлібопекарське. Для проведення досліджень використовували 3 проби борошна вищого гатунку.

Вода питна – за ДСТУ 7525:2014.

## 2.2 Методи досліджень

### 2.2.1 Визначення якості сировини та напівфабрикатів

У ході досліджень аналізували хімічний склад порошку топінамбуру: масову частку загальних сухих речовин, масову частку розчинних сухих речовин, активну кислотність (рН), титровану кислотність.

Загальну золу визначали за ДСТУ ISO 2171:2009 ваговим методом.

Вміст загального азоту (білка) визначали методом К'ельдаля [5].

Щільність визначали ареометром при 20 °С, в'язкість визначали віскозиметром.

Якість пшеничного борошна оцінювали за показниками: масова частка вологи, кислотність, вміст сирої і сухої клейковини борошна, структурно-механічні властивості, білизну.

### 2.2.2 Приготування макаронних виробів

Приготування макаронних виробів з метою визначення можливих дозувань порошку топінамбуру. Для визначення можливих дозувань порошку в рецептурі макаронних виробів тісто замішували в тістомісильному апараті. Порошок вносили в сухому вигляді в борошно перед замісом тіста.

*Приготування макаронних виробів у лабораторних умовах.*

Макаронні вироби виготовляли у вигляді короткорізаних трубчастих виробів: форма – ріжок із зовнішнім діаметром 5,5мм.

Пресування. У прес (рис. 2.2) засипали борошно, додавали воду, кількість якого розраховували виходячи з необхідної вологості тіста. Заміс тіста проводили в тістомісильному апараті при частоті обертання місильного органу 100 об/хв. Далі тісто піддавали пресуванню і на виході зі шнекової камери надавали форму за допомогою матриці.



Рисунок 2.2 – Прес макаронний лабораторний

Різання та сушіння. Сформовані сирі макаронні вироби нарізали на виході з матриці. Сушіння макаронних виробів здійснювали конвективним способом, у лабораторній сушарці (рис. 2.3).

Рецептури та параметри ведення технологічного процесу приготування макаронних виробів у лабораторних умовах наведено у таблицях 2.1 та 2.2 відповідно.

Таблиця 2.1 – Рецептури макаронних виробів

Найменування сировини	Кількість	
	У натурі	За сухими речовинами
Борошно пшеничне хлібопекарське вищого гатунку, кг	100,0	85,5
Вода, кг	за розрахунком, виходячи з вологості	
Порошок топінамбуру (СР = 95,0 %), % від маси борошна	5,0 – 20,0	4,8 – 19,0



Рисунок 2.3 – Лабораторна сушарка конвективного типу

Таблиця 2.2 – Технологічні режими виготовлення макаронних виробів у лабораторних умовах

Параметри процесу	Значення
Температура води, °С, не більше	45
Тривалість замісу, хв, не менше	10
Глибина вакууму, МПа, щонайменше	0,05 – 0,07
Тиск пресування, МПа, щонайменше	5,0
Температура відформованих макаронних виробів на виході з матриці, °С, не більше	40
Параметри сушіння:	
- вологість повітря, %, $\pm 2$	70
- температура, °С, $\pm 2$	42
Тривалість сушіння, хв, $\pm 3$	24

### 2.2.3 Дослідження властивостей тіста

#### *Оцінка якості макаронних виробів.*

Варильні властивості макаронних виробів оцінювали збільшенням об'єму виробів після варіння (вимірюючи об'єм виробів до і після варіння) і кількості сухих речовин, що перейшли у варильну воду [17].

Визначення кольору макаронних виробів проводили згідно з [12] на колориметрі LS-173, рисунок 2.4.



Рисунок 2.4 – Колориметр LS-173

#### 2.2.4 Характеристика сировини, що застосовується у роботі

Усі проби пшеничного борошна, що застосовувалися у роботі, задовольняли вимогам ДСТУ ISO 6820:2004.

Таблиця 2.3 – Характеристика пшеничного борошна, що застосовувалось у роботі

№ проби та сорт		Показники якості борошна					
№ проби борошна	Сорт борошна	Вологість, %	Кислотність, град	Білізна, од. приладу РЗ-БПЛ	Вміст сирові клейковини, %	Властивості клейковини	
						Стисненість, од. приладу, ІДК	Розтяжність над лінійкою, см
1	вищий	13,7	23	56	31,7	78,5	14,5
2	вищий	12,6	2,5	60	30,2	100,4	17,0
3	вищий	12,3	2,3	62	32,9	80,0	12,0

Характеристика порошку топінамбуру (гігроскопічний, коричневого кольору, розміри частинок – 100 – 150 мкм), що використовується в роботі,

представлена у таблицях 2.4 – 2.6.

Таблиця 2.4 – Хімічний склад основних компонентів порошку, отриманого з бульб топінамбуру

Найменування компонента/показника	Вміст
Сухі речовини, %	95,0
Цукри, %	6,07
- олігоцукри	7,92
- моносахариди, у тому числі:	
- глюкоза	0,72
- фруктоза	2,91
Інулін, %	12,44
Пектинові речовини, %	7,5
Клітковина, %	8,7
Білок, %	8,9
Ліпіди, %	0,45
Зола, %	1,65
Кислотність, град	0,35
Активна кислотність (рН)	6,7

Таблиця 2.5 – Вміст вітамінів у порошку топінамбуру

Найменування вітаміну	Вміст, мг/100г
Тіамін (вітамін В <sub>1</sub> )	0,42
Рибофлавін (вітамін В <sub>2</sub> )	1,24
Ніацин (вітамін РР)	1,35
Аскорбінова кислота (вітамін С)	7,30

Таблиця 2.6 – Вміст зольних елементів у порошку топінамбуру

Найменування елемента	Вміст, мг/100 г
Залізо	69,8
Магній	83,1
Кальцій	722,8
Калій	2570,2
Натрій	549,5

## Висновки за розділом

Методологія дослідження включає визначення основних фізико-хімічних показників сировини та напівфабрикатів, що забезпечує всебічну оцінку якості вихідних матеріалів. Окрему увагу приділено характеристиці борошна за вологістю, кислотністю, вмістом та якістю клейковини, що є визначальними показниками для формування структури макаронного тіста.

Наведено детальний опис процесу приготування макаронних виробів у лабораторних умовах, включно з етапами замісу, пресування, формування, різання та сушіння. Вказані режими технологічного процесу дають можливість забезпечити стабільні умови виготовлення та порівнюваність дослідних зразків. Застосовані рецептури із варіюванням дозування порошку топінамбуру створюють підґрунтя для подальшого визначення оптимального рівня його внесення.

Обґрунтовано методики оцінювання якості отриманих макаронних виробів, включно з варильними властивостями, зміною об'єму, втратами сухих речовин та визначенням кольору, що дозволяє комплексно оцінити вплив добавки топінамбуру на формування органолептичних та фізико-хімічних характеристик готової продукції.

Загалом у розділі 2 створено повноцінну базу для проведення подальших експериментальних досліджень, що забезпечує їх достовірність, відтворюваність та можливість подальшого практичного застосування отриманих результатів. Визначені об'єкти, сировина й методи досліджень є науково обґрунтованими та повністю відповідають поставленій меті роботи.

## 3 РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

### 3.1 Обґрунтування доцільності використання порошку з бульб топіамбуру у виробництві макаронних виробів

Аналіз даних показав, що безпосередньо бульби топіамбуру містять велику кількість вуглеводів, вітамінів, мінеральних речовин та органічних кислот.

Аналіз хімічного складу порошку з топіамбуру дозволить оцінити ефективність застосовуваного топіамбуру та розглянути можливість використання як харчової добавки для збагачення макаронних виробів цінними поживними речовинами.

Великий вміст інуліну збагачуватиме макаронні вироби цим цінним компонентом. Крім того, згідно прогнозам хімічного складу, наявність вітамінно-мінерального комплексу в отриманому екстракті, при внесенні його в рецептуру може впливати і на властивості тіста. Також продукт переробки топіамбуру крім інуліну та фруктози, містить вітаміни та мінеральні речовини, а також важливі для профілактики деяких захворювань харчові волокна (пектинові речовини та клітковину).

У зв'язку з вищевикладеним, для обґрунтування доцільності використання продуктів переробки топіамбуру як харчові добавки були проведені такі дослідження: вивчення хімічного складу порошку топіамбуру; вивчення впливу порошку топіамбуру на властивості тіста, якість та харчову цінність макаронних виробів; вивчення впливу на якість клейковини борошна пшеничного зі зниженими властивостями.

#### 3.1.1 Аналіз хімічного складу порошку з бульб топіамбуру

Дані хімічного складу порошку топіамбуру (розділ 2) дозволили зробити наступні висновки: враховуючи, що порошок багатий на інулін (12,44 %); харчовими волокнами (пектинових речовин – 7,5%, клітковини – 8,7%), містить

цілий ряд вітамінів (  $B_1$  ,  $B_2$  , PP, C) та мінеральних речовин (залізо, магній, кальцій, калій, натрій , фосфор та ін.), він є біологічно активною добавкою; внесення порошку в рецептуру продуктів харчування, у тому числі макаронних виробів, може збагатити їх цінними харчовими речовинами, макро- та мікронутрієнтами.

Таким чином, на підставі аналізу хімічного складу порошку топінамбуру, а також зіставлення зі складом борошна пшеничного хлібопекарського вищого гатунку [2] зробили висновок, що наявність комплексу цінних харчових компонентів у досліджуваних добавках може впливати на якість і харчову цінність виробів, що створює передумови для застосування порошку у виробництві.

### 3.2 Застосування порошку топінамбуру у виробництві макаронних виробів

Відповідно до сучасних тенденцій науки про харчування [6, 8], асортимент харчових продуктів, у тому числі, макаронних виробів повинен бути розширений за допомогою випуску продукції покращеної якості, підвищеної харчової цінності, профілактичного та дієтичного призначення.

У всіх економічно розвинених країнах з переважанням раціону харчування рафінованих продуктів з'явилася нова група харчових продуктів, так звана група «Здоров'я» з підвищеним вмістом харчових волокон, вітамінів і мінеральних речовин.

Для створення таких видів продуктів ефективним є використання біологічно активних добавок, що підвищують стійкість організму до несприятливих впливів довкілля [2, 14]. В останні роки з цією метою все більше застосування знаходять природні біологічні добавки, у тому числі рослинного походження [4, 7].

Враховуючи масовість споживання макаронних виробів за відносно низькою ціною ними здійснення профілактики багатьох видів захворювань широких верств населення в такий спосіб досить реально й ефективно. В рамках

вітчизняної макаронної галузі вживаються заходи щодо стабілізації та підтримання достатнього рівня багатьох вітамінів: розробляються нові технології виробництва макаронних виробів, збагачених вітамінно-мінеральними комплексами, концентратам та біологічно активних харчових добавок [1, 6].

Відомо, що розробка та впровадження порошкових технологій різних харчових продуктів, особливо рослинного походження, є одним з напрямків розвитку харчової галузі [1, 6].

Було зроблено висновок про доцільність використання порошку як перспективного рецептурного компонента хлібобулочних і макаронних виробів, що підвищує резистентність живого організму до впливу несприятливих факторів навколишнього середовища (опромінення, стрес), здатного активно впливати на обмінні процеси в організмі, попереджувати і відновлювати.

Роботами вітчизняних дослідників [11] показано, що внесення продуктів переробки топінамбуру, в тому числі, порошку в макаронні, хлібобулочні та борошняні кондитерські вироби не тільки призводить до підвищення їх біологічної та харчової цінності, але і дозволяє отримувати харчові продукти, що істотно знижують ризик деяких захворювань.

Пектинові та флавоноїдні речовини у складі порошку топінамбуру стали об'єктом вивчення механізму радіопротекторної, антимуутагенної та імуностимулюючої дії [3, 9].

За результатами експериментальних дослідів, проведених над ссавцями, фармакологічних досліджень та клінічних випробувань цього продукту, було виявлено широкий спектр його біологічної активності, у тому числі адаптогенної, антистресової та імуноактивної.

Як свідчать дані хімічного складу порошку топінамбуру [3, 7], по суті порошок топінамбуру – це інулін, не очищений від пектинових речовин, , комплексу мікро- та макроелементів, отриманий із збереженням біоактивних властивостей.

Як випливає з даних науково-технічної літератури [6, 7], споживання продуктів харчування, у тому числі макаронних виробів з продуктами переробки

топіамбуру завдяки присутності в першій черзі інуліну викликає зниження концентрації глюкози в крові, тригліцеридів та ліпопротеїдів, сприяє нормалізації жирового та вуглеводного обміну в організмі людини.

Відповідно до аналізу хімічного складу порошку, вміст в ньому вуглеводів, інуліну, мікро- та макроелементів, вітамінів у кількості, що переважає по відношенню до основного виду сировини макаронних виробів – борошна пшеничного, дозволяє віднести вибраний та вивчений нами продукт переробки активним.

Зважаючи на те, що макаронні вироби є, в основному, джерелом вуглеводів і білка, а вміст мікронутрієнтів та харчових волокон (вітамінів, макро- та мікроелементів) у них незначно, як добавку, що підвищує харчову цінність виробів, нами було обрано порошок топіамбуру.

У цьому розділі наводяться результати досліджень, які ми проводили з метою створення макаронних виробів підвищеної харчової цінності. Дослідження проводили за такими напрямками:

- вивчення впливу порошку топіамбуру на показники якості макаронних виробів;
- вивчення впливу порошку топіамбуру на показники якості клейковини борошна, процес формування тіста та його властивості;
- аналіз харчової цінності макаронних виробів з порошком топіамбуру.

### 3.3 Вплив порошку топіамбуру на якість макаронних виробів

Популярність макаронних виробів у багатьох країнах світу пояснюється здатністю даного виду харчової продукції до тривалого зберігання, щодо високої харчової цінності та простоти приготування. Широкий асортимент страв, приємні смакові властивості дозволяють використовувати макаронні вироби в різних поєднаннях з іншими продуктами харчування.

Доцільність та ефективність застосування різних видів харчових добавок, у тому числі оцінюється за їх впливом на якість продукту та параметри процесу

виробництва: фізико-хімічні та органолептичні показники якості готових виробів; харчова цінність готових виробів; технологічний режим виробництва; продуктивність устаткування [11].

Правильний вибір добавки для збагачення харчових продуктів, у тому числі, макаронних виробів повинен базуватися на теорії збалансованого харчування і враховувати вміст біологічно активної речовини в добавці, яка повинна бути на рівні, що забезпечує профілактичні властивості продукту при реальних технологічних дозувань, а також гарантувати дотримання необхідної якості продукту.

У зв'язку з вищевикладеним, було визнано доцільним вивчити вплив порошку топінамбуру на якість макаронних виробів та продуктивність преса.

З метою визначення можливих дозувань порошку топінамбуру в рецептурі макаронні вироби виготовляли в лабораторних умовах за рецептурою та технологічними параметрами, що буди представлені у розділі 2. Порошок топінамбуру вносили при замісі тіста у кількості 5,0; 10,0; 15,0 та 20,0 % від маси борошна. Тривалість варіння макаронних виробів дослідних та контрольного зразка становила 6,5 хв.

У дослідженнях використовували борошно пшеничне хлібопекарське вищого гатунку з якісними характеристиками.

Оцінювали органолептичні, фізико-хімічні показники якості та варильні властивості макаронних виробів. У ході експериментів визначали вплив порошку топінамбуру на продуктивність преса макаронів.

Контролем були вироби, виготовлені без порошку топінамбуру.

Як видно з отриманих даних (таблиця 3.1), кількість порошку топінамбуру мала вплив на структуру тіста в процесі замісу, зовнішній вигляд, смак, колір та варильні властивості макаронних виробів.

Найкращі органолептичні показники мали макаронні вироби з дозуванням порошку топінамбуру 5,0 % від маси борошна. При внесенні порошку в зазначеній кількості не спостерігали суттєвих змін властивостей тіста при замісі порівняно з контрольним зразком: тісто представляло однорідну масу.

Таблиця 3.1 – Вплив дозувань порошку топінамбуру на властивості тіста та якість макаронних виробів

Найменування показника	Значення показників при внесенні порошку топінамбуру в кількості % від маси борошна				
	0 (контроль)	5,0	10,0	15,0	20,0
Поведінка тіста в процесі замісу	Утворює однорідну дрібнокрошковату структуру	Утворює однорідну дрібнокрошковату структуру	Утворює однорідну дрібнокрошковату структуру	Утворює однорідну дрібну структуру	Тісто великими грудками, налипає на робочі органи преса
Показники якості виробів:					
- вологість, %	12,7	12,8	12,7	12,8	12,8
-кислотність, град	2,5	2,7	3,1	3,5	4,2
Варильні властивості:					
- збереження форми	не деформуються, не злипаються	не деформуються, не злипаються	не деформуються, не злипаються	не деформуються, частково злипаються	деформуються, злипаються
- консистенція	пружна	слабопружна	слабопружна	в'язка	дуже в'язка
- коефіцієнт збільшення об'єму	2,5	2,5	2,7	2,7	3,0
- кількість СР, що перейшли у варильну воду, %	7,1	7,5	9,3	10,6	11,5
- стан варильної води	прозора	прозора, з кремовим відтінком	прозора, зі світло-коричневим відтінком	трохи каламутна, з коричневим відтінком	мутна, з коричневим відтінком

Органолептичні показники якості:

- стан поверхні	гладка	гладка	гладка	гладка	гладка
- форма	характерна для цього виду	характерна для цього виду	характерна для цього виду	характерна для цього виду	кінці трубки зам'яті
- колір	світло-кремовий	рівномірний світло-коричневий	рівномірний світло-коричневий	рівномірний коричневий	рівномірний сіро-коричневий
- смак	властивий виробам, без стороннього присмаку	з присмаком топінамбуру	властивий топінамбуру	виражений смак топінамбуру	виражений смак топінамбуру
- запах	властивий виробам, без стороннього запаху	слабовиражений запах топінамбуру	властивий топінамбуру	виражений запах топінамбуру	виражений запах топінамбуру

Дослідні вироби відрізнялися від контролю рівномірним світло-коричневим кольором, мали присмак топінамбуру. Макаронні вироби були гладкими, форма відповідала цьому виду виробів. Кислотність макаронних виробів дослідного зразка становила 2,7 град.

Як очевидно з наведених у табл. 3.1 даних, при внесенні до рецептуру 5,0 % порошку топінамбуру від маси борошна виробу мали світло-кремовий відтінок. Згідно з даними, отриманими на приладі LS-173 (табл.3.2, рис. 3.1), відбувалося збільшення вмісту коричневого компонента кольору на 1,5% (54,2 %), жовтого – на 1,8 % (11,1 %) та зменшення білого компонента кольору на 2,5 % (34,7 %) щодо контролю.

Таблиця 3.2 – Характеристика кольору макаронних виробів з додаванням порошку топінамбура

Компонент кольору	Вміст компонентів кольору (%), при дозуванні порошку топінамбура, % до маси борошна				
	контроль	5 %	10 %	15 %	20 %
Коричневий	53,5	54,2	55,5	55,7	56,1
Жовтий	10,9	11,1	10,8	10,9	10,8
Білий	35,6	34,7	33,7	33,4	33,1

Після варіння дослідні макаронні вироби характеризувалися однаковою з контрольним зразком пружністю. Зварені вироби з 5,0 % порошку, як і контрольний зразок, збільшували об'єм в 2,5 рази. Кількість сухих речовин, що перейшли у воду, було на 6 % більше, ніж у контролю та становила 7,5 %. Варильна вода дослідного зразка була прозорою, але відрізнялася від води контрольного зразка кремовим відтінком.

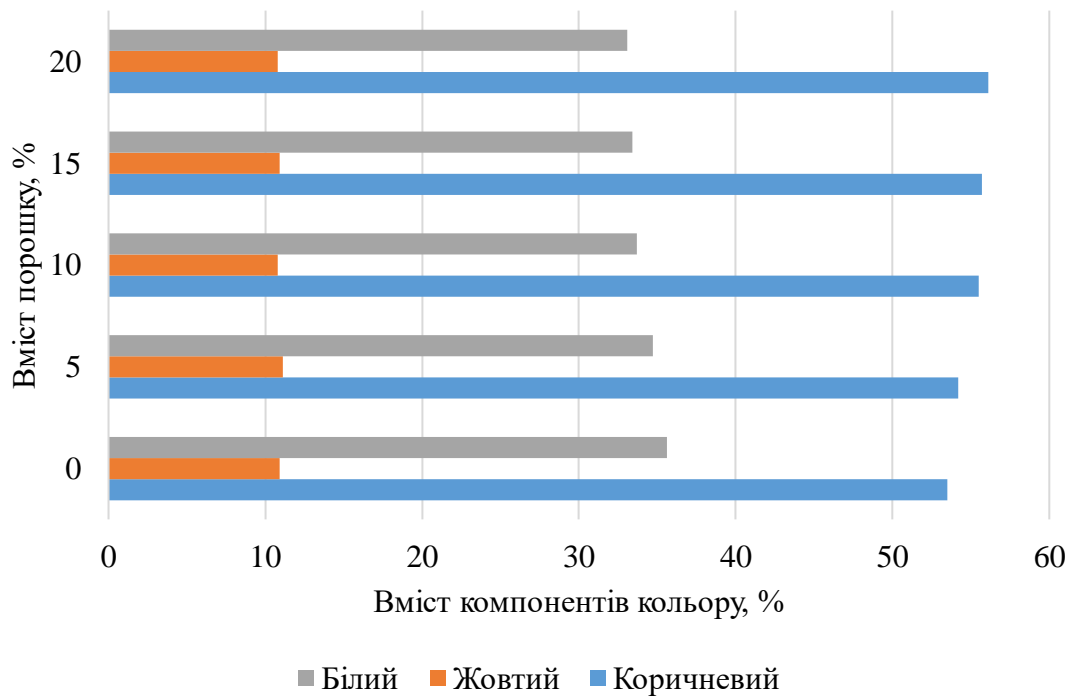


Рисунок 3.1 – Вміст компонентів кольору макаронних виробів з додаванням порошку топінамбура

Внесення в рецептуру макаронних виробів 10,0 % порошку не впливало на поведінку тіста при замісі та формуванні, продуктивність преса становила 16,8 кг/год (рис. 3.2).

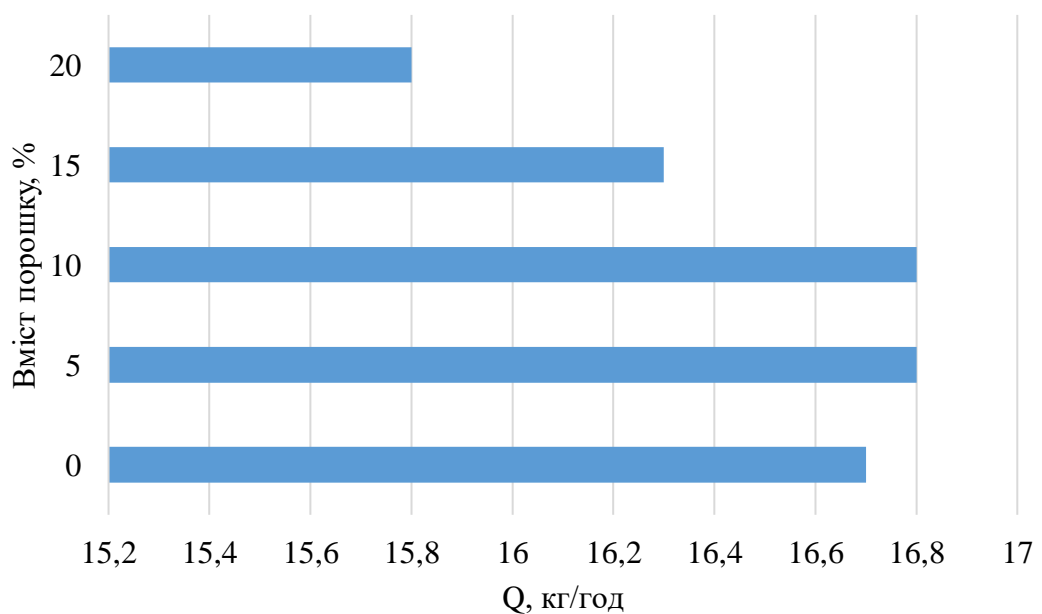


Рисунок 3.2 – Вплив порошку топінамбура на продуктивність преса

Макаронні вироби були гладкими, не змінювали форму при варінні, відрізнялися світло-коричневим кольором, мали смак та запах топінамбуру, кислотність – 3,1 град.

Зварені вироби дослідного зразка мали менш пружну консистенцію порівняно з контролем. Вироби з порошком збільшувалися в об'ємі в 2,7 рази, що на 10 % більше контрольних, при цьому сухих речовин, що перейшли у варильну воду, було на 30 % більше – 7,5%, варильна вода була трохи каламутною світло-коричневого відтінку.

При внесенні 15,0 % порошку в рецептуру макаронних виробів тісто відрізнялося від контрольного зразка комкуватою структурою.

Форма та стан поверхні дослідних виробів були властивими даному виду добавки; вироби були коричневого кольору, зі смаком та запахом, властивим топінамбуру. Кислотність макаронних виробів дослідного зразка становила 3,5 град.

Незважаючи на те, що зварені дослідні макаронні вироби не деформувалися, вони частково злипалися і характеризувалися в'язкою консистенцією порівняно з контролем.

Коефіцієнт збільшення об'єму дослідних виробів дорівнював 2,7, що на 10 % більше у порівнянні з контролем. Кількість сухих речовин, що перейшли у варильну воду, була в 1,5 рази більша порівняно з контрольним зразком і становила 10,6 %, при цьому вода була каламутною, коричневого кольору (рисунок 3.3).

Як видно з даних внесення порошку в кількості 20,0 % від маси борошна призводило до отримання макаронних виробів незадовільної якості.

Тісто утворювалося великими грудками, що ускладнювало його подачу з місильного корита в камеру шнека. Крім того, продуктивність преса була найнижчою – 15,9 кг/год (рис. 3.2).

За станом поверхні сухі макаронні вироби були гладкими, кінці трубок різка були зам'яті, вироби сіро-коричневого кольору мали виражений смак та запах топінамбуру.

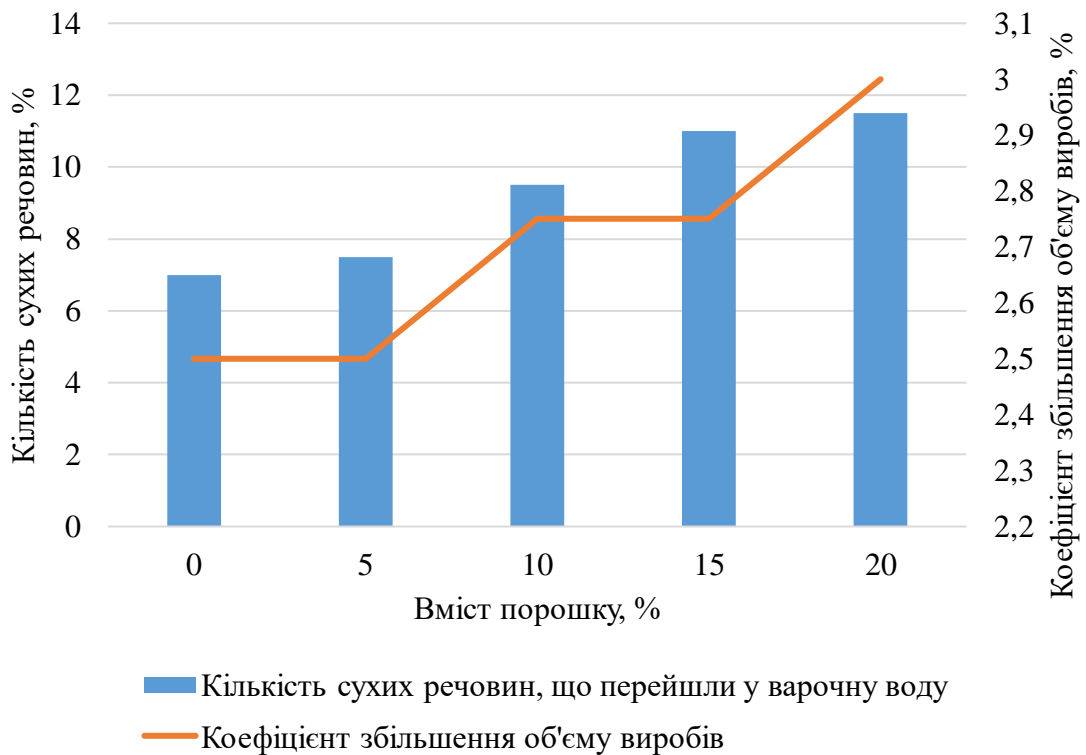


Рисунок 3.3 – Вплив порошку топінамбура на варильні властивості макаронних виробів

Кислотність макаронних виробів з порошком становила 4,2 град, що на 1,7 град вище за величину даного показника для контролю.

При варінні виробу дослідного зразка збільшувалися об'ємом в 3 рази, що на 20 % перевищувало об'єм виробів контрольного зразка. Зварені макаронні вироби характеризувалися дуже в'язкою консистенцією, втрачали форму та злипалися між собою. Кількість сухих речовин, що перейшли у варильну воду, була на 60 % більша, ніж у контрольного зразка і становила 11,5 %. Варильна вода дослідного зразка була каламутною коричневого кольору. Таким чином, при дозуванні порошку понад 10,0 % від маси борошна погіршувалась якість та варильні властивості виробів.

Згідно з аналізом даних, представлених вище, внесення порошку в кількості 15,0 – 20,0 % від маси борошна не дозволяло отримувати позитивного ефекту за дослідженими показниками якості готових виробів і технологічного процесу приготування.

Фото контролю та дослідних зразків макаронних виробів до приготування

представлений на рисунку 3.4 та відварених макаронних виробів на рисунку 3.5.

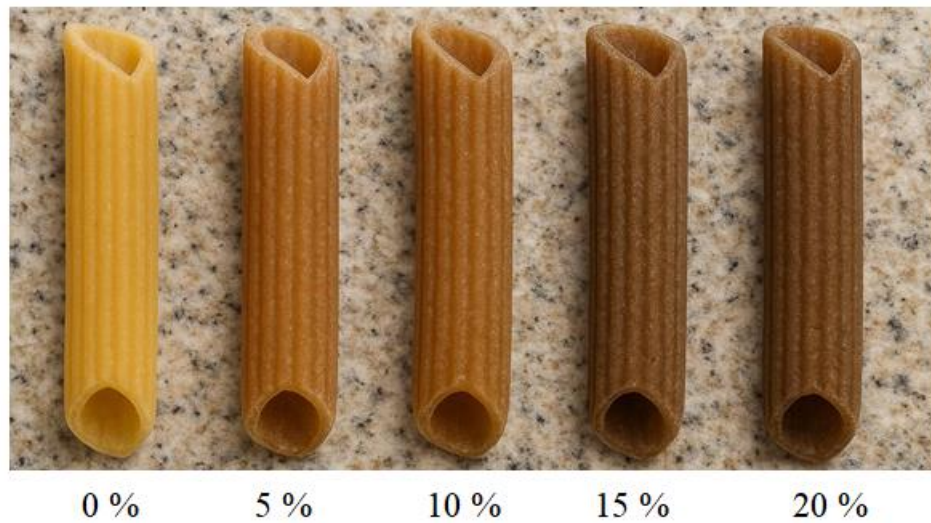


Рисунок 3.4 – Дослідні зразки макаронних виробів з додаванням порошку топінамбура до приготування

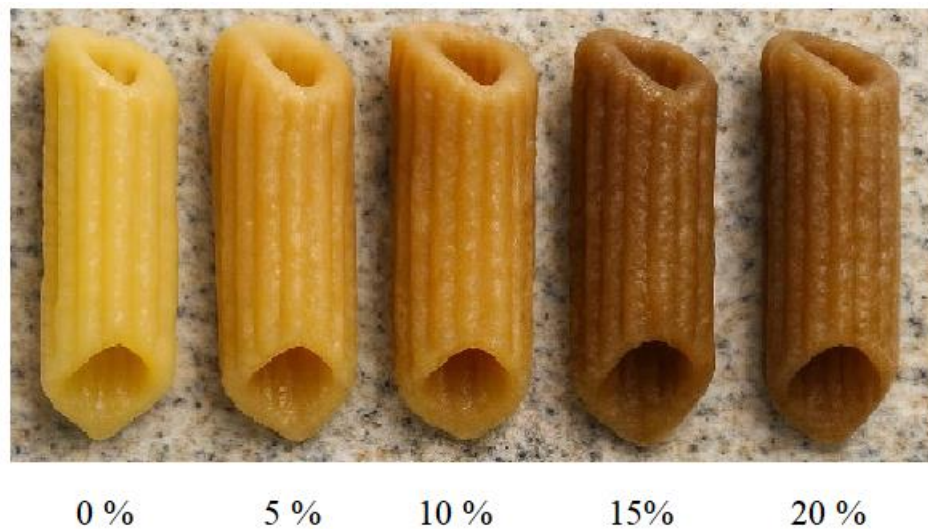


Рисунок 3.5 – Дослідні зразки макаронних виробів з додаванням порошку топінамбура після приготування

В результаті проведених досліджень встановили, що для отримання макаронних виробів з хорошими фізико-хімічними та органолептичними показниками дозування порошку топінамбуру в рецептурі має бути не більше ніж 10,0 % від маси борошна.

### 3.4 Вплив порошку топінамбуру на властивості тіста

Найважливішим залишається вивчення властивостей тіста (його будова та хімічний склад) з метою регулювання його структурно-механічних та реологічних характеристик у напрямку найбільш раціонального їх використання при виробництві продуктів на основі борошна [12].

Для вироблення виробів високої якості макаронне тісто повинно мати достатню міцність і мати оптимальні пружно-пластичні та міцні властивості. Внесення добавок у тісто змінює його структурно-механічні та реологічні показники, що у свою чергу позначається і на якості макаронних виробів [16].

Крім цього, впливають на його здатність оброблятися робочими органами преса та на продуктивність устаткування [13].

Для створення достатньої щільності і міцності структури макаронного тіста, враховуючи те, що воно замішується при нестачі вологи і має після замісу крихку консистенцію, потрібна інтенсивна механічна дія на нього.

Основні положення фізико-хімічної механіки дисперсних систем, теоретично доводять процес механічної обробки тістової маси. Відповідно до цих положень за допомогою ефективних методів механічних впливів замісу та пресування, можливе отримання дисперсійних систем, у тому числі і для макаронних виробів, з високою міцністю структури [16]. Зважаючи на те, що при механічному впливі на клейковину збільшується її чутливість до окислювальних процесів, механічна обробка тіста завжди розглядається у зв'язку з окислювальними процесами в ньому.

У зв'язку з вищевикладеним, доцільним було вивчити вплив порошку з топінамбуру на показники якості клейковини борошна та властивості тіста для макаронних виробів.

#### 3.4.1 Вплив порошку топінамбуру на властивості тіста

Для встановлення впливу порошку топінамбуру на якість клейковини борошна проводили лабораторні дослідження за методикою. У дослідженнях

використовували пшеничне хлібопекарське борошно вищого гатунку з показниками якості, наведеними вище (проба №1). Контролем був зразок тіста без внесення порошку.

Результати досліджень подано на рис. 3.6.

Згідно з отриманими даними, кількість відмитої клейковини зі збільшенням дозування порошку знижувалося, що обумовлено зменшенням частки білків клейковинного борошна в тіста. При цьому показник ІДК суттєво не змінювався, клейковина ставала менш еластичною та розтяжною. Так, при внесенні 5,0 % порошку показник ІДК знизився лише на 1 %, при внесенні 10,0 % – на 1,5 % порівняно з контролем. У той самий час внесення 5,0 % порошку викликало зменшення розтяжності клейковини на 21 %, внесення 10,0 % - на 45% порівняно з контролем.

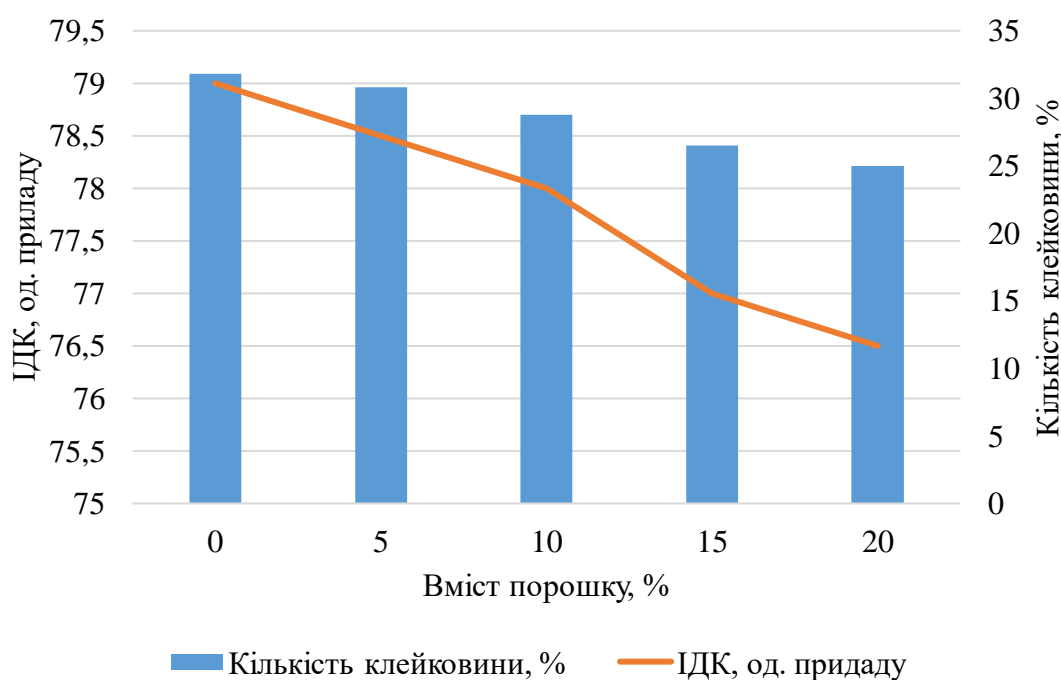


Рисунок 3.6 – Вплив порошку топінамбура на показники якості клейковини пшеничного борошна

Для визначення впливу порошку з топінамбуру на структурно-механічні властивості тіста (пружність і розтяжність) проводили лабораторні дослідження за допомогою структурометра.

Порошок вносили при замісі тіста в кількості 5,0 – 20,0 % маси борошна. У дослідженнях використовували пшеничне хлібопекарське борошно вищого гатунку (проба №1). Контролем був зразок тіста без внесення порошку.

Результати досліджень подано на рис. 3.7 та рис. 3.8.

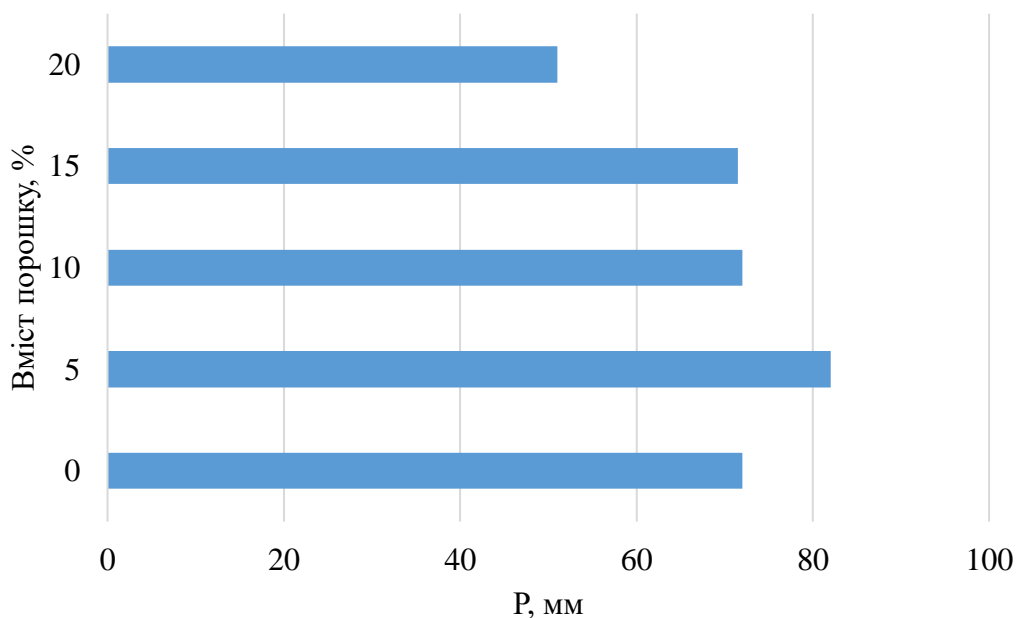


Рисунок 3.7 – Вплив порошку топінамбура на пружність тіста

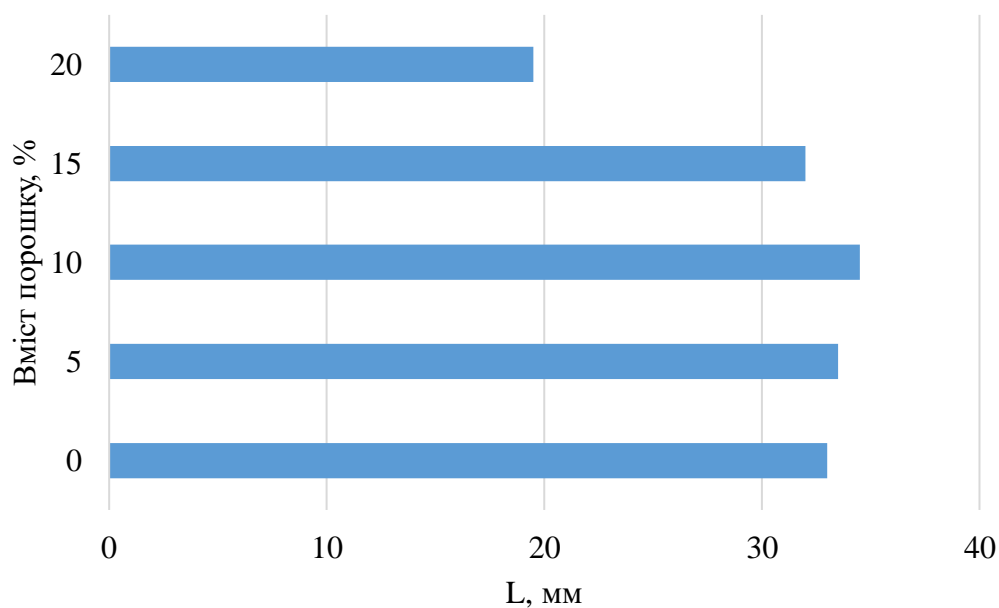


Рисунок 3.8 – Вплив порошку топінамбура на розтяжність тіста

Згідно з отриманими даними, контрольний зразок тіста за показником відношення пружності до розтяжності характеризувався середньою пружністю та задовільною розтяжністю ( $P/L=2,2$ ).

При внесенні в тісто порошку в кількості 5,0 % від маси борошна порівняно з контролем зросла пружність і питома витрата енергії на деформацію тіста на 12 %. Розтяжність тіста була лише на рівні контрольного зразка – 34,5 мм. За показником відношення пружності до розтяжності дослідний зразок тіста характеризувався середньою пружністю та задовільною розтяжністю при відношенні  $P/L = 2,4$ .

Тісто з порошком топінамбуру, внесеним у кількості 10,0 – 15 % від маси борошна, мало реологічні властивості лише на рівні контрольного зразка. Не спостерігали змін показника пружності та розтяжності, питома витрата енергії на деформацію тіста зростала на 3 %, щодо контролю. Дослідні зразки тіста характеризувалися середньою пружністю і задовільною розтяжністю: коефіцієнт конфігурації дорівнював 2,3.

При внесенні порошку топінамбуру в тісто в кількості 20,0 % маси борошна різко знизилася пружність – на 29 % і розтяжність тіста – на 41 % відносно контрольного зразка. Питома витрата енергії на деформацію тіста також суттєво знизилася – на 56 % порівняно з контролем. Даний зразок тіста характеризувався низькою пружністю та недостатньою розтяжністю ( $P/L = 2,6$ ).

Отримані результати досліджень реологічних властивостей тіста з порошком топінамбуру корелювали з показниками якості готових макаронних виробів: зменшення пружності тіста супроводжувалося зростанням коефіцієнта збільшення макаронних виробів.

В цілому, згідно з аналізом отриманих даних, реологічні властивості тіста, погіршувалися зі збільшенням дозування порошку в тісті для макаронних виробів: знижувалася пружність та розтяжність тіста.

Таким чином, на підставі порівняльного аналізу експериментальних даних зробили висновок, що в рецептуру макаронних виробів допустиме внесення не більше 10 % порошку топінамбуру від маси борошна.

### 3.5 Харчова цінність макаронних виробів з порошком топінамбуру

Надання корисних, дієтичних, профілактичних чи лікувальних властивостей макаронним виробам можливе за рахунок введення добавок, що підвищують вміст того чи іншого есенціального нутрієнту [15]. Такими нутрієнтами, в першу чергу, можуть бути мінеральні компоненти, вітаміни, легко засвоювані або, навпаки, вуглеводи, що не засвоюються. Підвищити вміст таких компонентів можна, зокрема, з допомогою використання спеціальних натуральних чи синтетичних добавок [1, 5]. До переваг добавок натурального походження відноситься їх комплексний склад, збалансованість окремих компонентів, присутність сполук у найбільш фізіологічно засвоюваній формі [5].

При використанні добавок з метою збагачення харчових продуктів, підвищення харчової, біологічної цінності, важливим є збереження окремих компонентів на всіх стадіях технологічного процесу приготування [6].

Відомо, що окремі стадії технологічного процесу неоднаково впливають на втрати вітамінів. Є суперечливі дані про ступінь збереження вітамінів при виробництві хлібобулочних та макаронних виробів, однак, встановлено, що і природні, і внесені вітаміни руйнуються, особливо при тепловій обробці готових виробів [2, 6].

Вітаміни групи В порівняно добре переносять і зберігаються при високотемпературній обробці, а внесення нестабільного вітаміну С у вигляді компонента вітамінно-мінеральних сумішей для збагачення борошна мають суто технологічні цілі. Тому в цій роботі не наведено розрахункові дані вмісту вітаміну С.

Результати досліджень з вивчення хімічного складу порошку топінамбуру дозволили припустити, що застосування добавок у рецептурі для макаронних виробів, що вивчаються нами, дозволить збагатити макаронні вироби біологічно активними речовинами.

У зв'язку з вищевикладеним, проводили розрахунок харчової та енергетичної цінності [11] макаронних виробів з пшеничного борошна вищого

гатунку з внесенням порошку (10,0 % від маси борошна) топінамбуру в рецептуру. Контроль – макаронні вироби без добавок.

З даних таблиці випливає, що з внесенням порошку з топінамбуру в кількості 10,0 % від маси борошна, у макаронних виробках збільшувалася кількість фруктози у 12 разів, порівняно з контролем.

Згідно з даними вмісту макро- та мікроелементів у макаронних виробках, використання добавки призводило до збільшення кількості калію, кальцію та магнію на 70 %, заліза – на 75 % порівняно з контролем.

Згідно з даними вмісту макро- та мікроелементів у макаронних виробках з внесенням порошку у виробках збільшувалася кількості калію, кальцію та магнію на 38 %, та мікроелементів: заліза у 5 разів, фосфору у 1,2 рази порівняно з контролем.

Внесення 10,0 % добавки дозволило збільшити в макаронних виробках вміст вітаміну В<sub>1</sub> – на 30 %, РР – на 40 % та В<sub>2</sub> у 4 рази, таблиця 3.3.

Порошок топінамбуру при внесенні в рецептуру макаронних виробів надавав продукту дієтичних властивостей.

Відомо, що добавки природного походження можуть містити побічні сполуки або вироблятися у формі, що погіршує якість готових виробів [5] при внесенні їх у продукти харчування. У цій роботі це підтверджується на прикладі використання в рецептурі макаронних виробів порошку топінамбуру, коли внесення його в рецептуру понад 10,0 % маси борошна погіршувало властивості тіста і показники якості готових виробів.

Оцінювали органолептичні, фізико-хімічні показники якості та варильні властивості макаронних виробів. Контролем служили вироби, виготовлені з пшеничного борошна без додавання порошку топінамбура. Результати досліджень представлені у табл. 3.4.

Таблиця 3.3 – Вміст основних харчових компонентів та енергетична цінність макаронних виробів із порошком топінамбуру

Найменування компонентів	Вміст (г/100 г виробів) при внесенні, % маси	
	контроль (без добавок)	10,0 % порошку топінамбуру
Білки, г	10,4	9,6
Жири, г	1,1	1,0
Вуглеводи, г	69,8	71,2
- глюкоза	0,09	0,15
- фруктоза	0,03	0,37
- інουλін	0	5,6
- крохмаль	67,7	60,9
Харчові волокна, г:		
- пектинові речовини	0	0,8
- клітковина	0,1	0,94
Мінеральні речовини, мг		
- калій	123	367
- кальцій	19	89
- магній	16	22
- натрій	3	57
- залізо	1,6	8,4
- фосфор	87	105
Вітаміни, мг		
В <sub>1</sub>	0,17	0,22
В <sub>2</sub>	0,04	0,16
РР	1,21	1,61
Енергетична цінність, ккал	329	333

Згідно з отриманими даними (табл. 3.4), внесення порошку топінамбура до рецептури макаронних виробів на основі пшеничного борошна дозволяло покращити показники якості макаронних виробів порівняно з контрольним зразком.

Таблиця 3.4 – Вплив порошку з топінамбуру на якість макаронних виробів, приготованих з пшеничного борошна

Найменування показника	Значення показників при додаванні порошку топінамбура в кількості, % від маси борошна	
	0 (контроль)	10 %
Вологість, %	12,6	12,5
Кислотність, град	2,8	3,0
<b>Варильні властивості виробів:</b>		
- збереження форми	частково деформуються, трохи злипаються	частково деформуються, не злипаються
- консистенція	м'яка	пружна
- коефіцієнт збільшення обсягу	2,8	2,5
- кількість СР, що перейшли у варильну воду, %	9,2	6,9
- стан варильної води	трохи каламутна, безбарвна	прозора, безбарвна
стан поверхні	гладка	гладка
<b>Органолептичні показники виробів:</b>		
форма	властива даному виду виробів	властива даному виду виробів
колір	Рівномірний світло-кремовий без слідів непромісу	Рівномірний світло-коричневий зі світлим відтінком без слідів непромісу
смак	властивий виробам, без стороннього присмаку	властивий виробам, без стороннього присмаку
запах	властивий виробам, без стороннього запаху	властивий виробам, без стороннього запаху

Макаронні вироби контрольного зразка були світло-кремового кольору з гладкою поверхнею, мали смак та запах, властиві макаронам, вологість виробів –

12,6 %, кислотність – 2,8 град. При варінні виробу контрольного зразка змінювали форму, злегка склеювалися між собою і мали м'яку консистенцію, коефіцієнт збільшення обсягу становив 2,8, кількість сухих речовин, що перейшли у варильну воду – 9,2%. Варильна вода була безбарвною з деяким помутнінням.

Як видно з даних табл. 3.4, при внесенні 10,0 % порошку топінамбура покращувався відтінок кольору виробів, вони набували коричневого відтінку в порівнянні з контролем: збільшувався відсотковий вміст коричневого компонента кольору на 5,2 % (до 53,9 %), зменшувався вміст білого компонента на 7,5 % (до 34,3 %), зміни жовтого компонента кольору щодо контролю не спостерігали.

Зварені вироби дослідного зразка не деформувалися, злипалися, характеризувалися пружною консистенцією, збільшувалися в обсязі у 2,5 рази. Кількість сухих речовин, що перейшли у варильну воду, знизилася на 33 % порівняно з контрольним зразком та становило 6,9 %. Варильна вода на відміну від води контрольного зразка, була прозорою та безбарвною.

Таким чином, згідно з аналізом отриманих даних, макаронні вироби з додаванням порошку топінамбура у кількості 10,0 %) від маси борошна, приготовлені на основі пшеничного хлібопекарського борошна вищого ґатунку з показниками якості відповідали вимогам, що висуваються ДСТУ 7043:2020 до якості макаронних виробів.

### Висновки за розділом

Аналіз хімічного складу порошку топінамбуру показав, що він містить значну кількість інуліну (12,44 %), харчових волокон (пектинові речовини – 7,5 %, клітковина – 8,7 %), а також комплекс вітамінів (В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, РР, С) і мінеральних речовин (кальцій, магній, калій, натрій, залізо, фосфор). Внесення порошку до рецептури макаронних виробів дозволяє підвищити їх біологічну та харчову цінність, збагачуючи продукт мікро- та макронутрієнтами.

Порошок топінамбуру є перспективним компонентом для створення функціональних макаронних виробів, здатних сприяти нормалізації обміну

речовин та покращенню адаптаційних властивостей організму.

Досліджено вплив порошку топінамбуру у дозуваннях 5,0 – 20,0 % від маси борошна на властивості тіста.

При внесенні 5 – 10 % порошку тісто зберігало однорідну дрібнокрошковату структуру, оптимальні пружно-пластичні та міцні властивості, що забезпечує нормальне пресування та формування виробів.

Дозування понад 15 % призводило до комкуватої структури тіста, зниження пружності та розтяжності, що ускладнює подачу на прес та негативно впливає на продуктивність устаткування.

Реологічні показники тіста (P/L, питома витрата енергії на деформацію) корелюють із якістю готових виробів: зниження пружності тіста супроводжується збільшенням коефіцієнта об'єму макаронів і погіршенням варильних властивостей.

Оптимальним виявилось внесення 10 % порошку від маси борошна. При такому дозуванні макаронні вироби зберігають гладку поверхню, характерну форму, світло-коричневий колір і пружну консистенцію після варіння.

Кислотність виробів збільшилась незначно – до 3,0 град, коефіцієнт збільшення об'єму становить 2,5, а кількість сухих речовин, що перейшли у варильну воду, зменшилась на 33 % порівняно з контролем, що покращує якість варильних властивостей.

Внесення порошку понад 15 % призводить до деформації виробів, злипання та значного погіршення органолептичних показників.

Додавання 10 % порошку топінамбуру суттєво підвищує вміст корисних речовин:

- фруктоза зростає у 12 разів (0,37 г/100 г виробів);
- інулін додається у кількості 5,6 г/100 г, що робить вироби дієтичними;
- вміст мінеральних речовин: калій – 367 мг, кальцій – 89 мг, магній – 22 мг, залізо – 8,4 мг, фосфор – 105 мг;
- вітаміни: B1 – 0,22 мг, B2 – 0,16 мг, PP – 1,61 мг.

Енергетична цінність виробів незначно збільшилась – 333 ккал/100 г, що

дозволяє зберегти калорійність продукту на рівні традиційних макаронних виробів.

## 4 ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

Внесення порошку топіамбуру рекомендується обмежити 10 % від маси борошна для забезпечення високих органолептичних та варильних властивостей.

Для промислового виробництва доцільно врахувати вплив порошку на реологічні властивості тіста та налаштувати прес та параметри замісу відповідно до збільшеної вологості та вмісту клейковини.

Макаронні вироби з порошком топіамбуру можуть бути рекомендовані для широкого споживання як дієтичні та функціональні продукти з підвищеною харчовою цінністю.

### 4.1 Опис технологічного процесу виробництва макаронних виробів з додаванням порошку топіамбура з можливістю реалізації у виробничих умовах

Пропонована технологічна схема виробництва макаронних виробів із додаванням порошку топіамбура, з можливістю адаптації до виробничих умов, представлена на рисунку 4.1.

*Підготовка сировини.* До виробництва надходять пшеничне борошно (вищий або перший ґатунок), порошок топіамбуру (продукт тонкого помелу 100 – 150 мкм), питна вода.

Борошно просіюють через магнітне сито для видалення сторонніх домішок і металомагнітних включень. Порошок топіамбуру контролюють за вологістю, інуліновмісністю та кольором.

*Дозування компонентів.* Дозування здійснюють відповідно до рецептури, а саме додається порошок топіамбуру у кількості 5 – 20 % від маси борошна (рекомендована доза внесення 10 %), залежно від бажаних функціональних властивостей; вода – з урахуванням сорбційної здатності борошна та порошку. Порошок топіамбуру додається до сухої суміші.

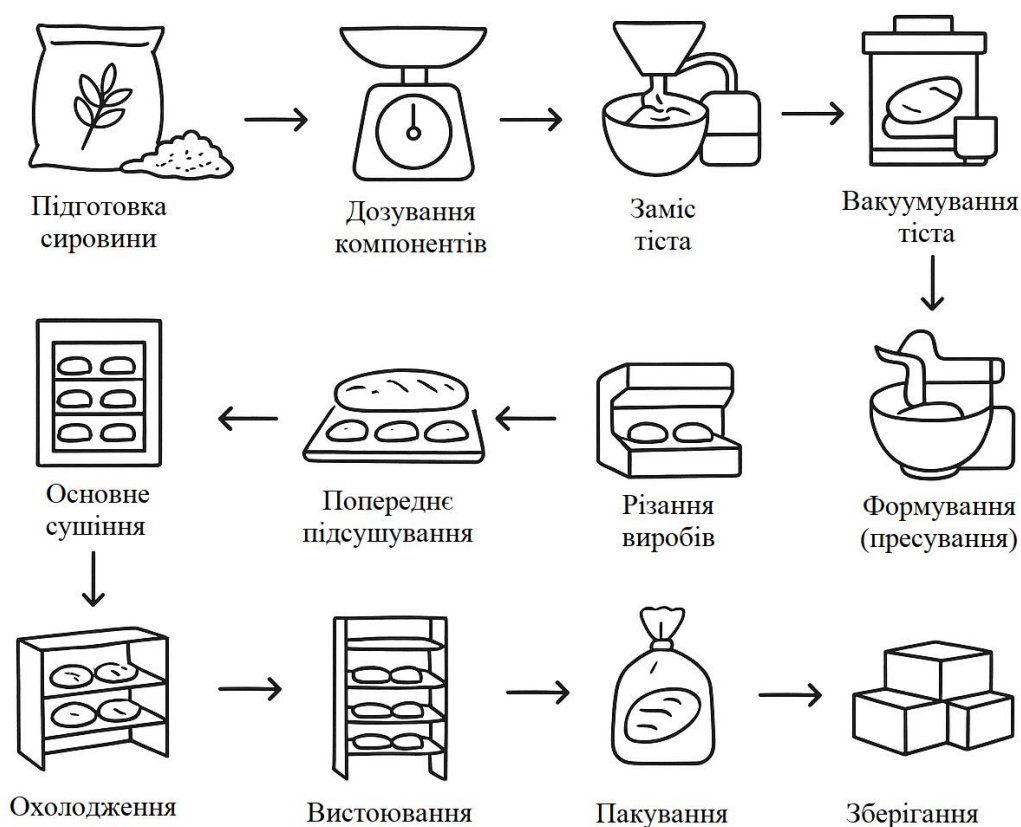


Рисунок 4.1 – Пропонована технологічна схема виробництва макаронних виробів із додаванням порошку топінамбура

*Заміс тіста.* У тістомісильному апараті змішують пшеничне борошно, порошок топінамбуру, воду температурою до 45 °С. Час замісу – 8 – 12 хв, до отримання однорідної маси з рівномірним розподілом частинок топінамбуру.

*Вакумування тіста.* Виконується у вакуум-камері преса для видалення повітря з тіста, підвищення щільності та гладкості поверхні макаронів. Глибина вакууму – 0,05 – 0,07 МПа.

*Формування (пресування).* Тісто подається у прес, де через матриці формуються макаронні вироби (ріжки, трубки, спагеті, фігурні вироби). Температура виходу із матриці не перевищує 40 °С.

*Різання виробів.* Свіжовідформовані вироби відрізають на необхідну довжину ножем, синхронізованим із обертанням шнека.

*Попереднє підсушування.* Триває кілька хвилин для стабілізації структури поверхні та зменшення липкості виробів. Режими: температура 30 – 40 °С, тривалість 10 – 20 хв.

*Основне сушіння.* Виконується у конвективних сушарках. Рекомендовані режими: температура 42 – 55 °С, відносна вологість повітря 60 – 70 %, тривалість сушіння 12 – 24 год залежно від типу сушарки.

Особливості для виробів із топінамбуром: температури вище 60 °С небажані, бо можуть погіршувати колір і руйнувати інουλін. Сушіння має бути плавним, щоб уникнути поверхневих тріщин через підвищений вміст волокон.

*Охолодження та вистоювання.* Після сушіння вироби охолоджують до температури 20 – 25 °С, а потім витримують 6 – 12 годин для стабілізації внутрішньої вологості.

Сортування та контроль якості. Оцінюють такі показники: відсутність тріщин і деформацій, колір (світло-кремовий із можливим натуральним бежевим відтінком), запах, варильні властивості (збільшення об'єму, втрати сухих речовин), масова частка вологи.

*Пакування.* Використовують стандартне пакування: поліпропіленові пакети, комбіновані плівки, крафт-пакети для продукції «екологічного» позиціонування.

*Зберігання.* Згідно з вимогами ДСТУ: температура 15 – 20 °С, вологість не більше 70 %, термін зберігання 12 – 24 місяці залежно від рецептури.

#### 4.2 Можливість впровадження на підприємствах

Впровадження технології на діючих макаронних лініях є реалістичним і не потребує істотної модернізації виробництва, оскільки:

- додається лише один новий компонент – порошок топінамбуру;
- використовуються наявні обладнання та технологічні етапи;
- необхідна мінімальна корекція режимів сушіння через підвищений вміст волокон та інуліну;
- рецептурні зміни не впливають на продуктивність лінії;
- продукція отримує додану вартість – статус функціонального харчового продукту.

Орієнтовні ключові технологічні параметри процесу представлені у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Орієнтовні ключові технологічні параметри процесу

Етап	Параметр	Рекомендація (промислова реалізація)
Підготовка топінамбуру	Розмір часток порошку	100 – 150 мкм
	Вологість порошку	$\leq 5 \%$ (сухі речовини $\approx 95 \%$ )
Заміс тіста	Частка порошку	5 – 20 % від маси борошна (рекомендовано 5 – 10 %)
	Вологість тіста	$\approx 31 \%$
	Температура води	$\leq 45 \text{ }^\circ\text{C}$
	Час замісу	$\geq 10$ хв
	Вакуум	0,05 – 0,07 МПа
Пресування	Тиск пресування	$\geq 5,0$ МПа
	Температура на виході з матриці	$\leq 40 \text{ }^\circ\text{C}$
Формування	Діаметр	5,5 мм (ріжки)
Сушіння	Температура	40 – 42 $^\circ\text{C}$
	Вологість повітря	$\approx 70 \%$ (регульований профіль)
	Час (лабораторні дослідження)	24 $\pm$ 3 хв (в лабораторних умовах)
Готовий продукт	Вологість	$\leq 12 \%$
	Термін зберігання	згідно з пакуванням, контроль вологості

Таким чином, запропонована технологічна схема може бути легко інтегрована у виробничі процеси підприємств різної потужності та забезпечує випуск макаронних виробів із покращеною харчовою цінністю та стабільними органолептичними властивостями.

## Висновки за розділом

Дослідження показало, що оптимальна доза порошку топінамбуру для макаронних виробів становить 10 % від маси борошна, що забезпечує високі органолептичні та варильні властивості продукції. Впровадження порошку потребує корекції режимів замісу та пресування через підвищену вологість і вміст клейковини, проте не вимагає суттєвої модернізації обладнання. Запропонована технологічна схема виробництва дозволяє отримати функціональні та дієтичні макаронні вироби з покращеною харчовою цінністю, стабільними органолептичними показниками та можливістю збереження у стандартних умовах зберігання. Технологія придатна для впровадження на промислових лініях різної потужності без зниження продуктивності та із забезпеченням додаткової вартості продукції.

## 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

### 5.1 Розробка карти безпеки праці під час виробництва макаронних виробів

Розробка картки безпеки праці є важливим елементом організації безпечного виробничого процесу на підприємствах харчової промисловості, зокрема під час виробництва макаронних виробів із додаванням порошку топінамбура. Такий документ дозволяє систематизувати інформацію про потенційні небезпеки на різних етапах технологічного процесу та визначити конкретні заходи для їх попередження. Картка безпеки праці забезпечує чітке регламентування дій працівників, що знижує ризик травм, контактного та пилового впливу, опіків, порізів та інших виробничих ушкоджень.

Крім того, наявність картки сприяє підвищенню культури безпеки на підприємстві, дозволяє ефективно проводити інструктажі та навчання нових працівників і забезпечує контроль за дотриманням правил охорони праці. Особливо важливо це у випадку використання додаткових інгредієнтів, таких як порошок топінамбура, який може спричиняти пилову алергію або подразнення дихальних шляхів. Впровадження картки безпеки праці є не лише юридичною вимогою, а й практичним інструментом для мінімізації виробничих ризиків та забезпечення здоров'я і безпеки персоналу. Основні положення картки безпеки праці висвітлені у таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Карта безпеки праці під час виробництва макаронних виробів з додаванням порошку топінамбура

№	Операція / Етап виробництва	Потенційні небезпеки	Заходи безпеки	Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ)	Додаткові рекомендації
1	Підготовка сировини (борошно, порошок топінамбура)	Пил, алергенні частки, подразнення дихальних шляхів	Провітрювання приміщення, уникати надмірного розсіювання порошку	Респіратор, рукавички, захисні окуляри	Використовувати ваги та ємності з кришками
2	Дозування компонентів	Контакт із сипучими продуктами, ризик перевантаження ваг	Перевірка точності дозування, уникати ручного пересипання	Рукавички, спецодяг	Використовувати дозувальні пристрої, уникати швидкого пересипання
3	Заміс тіста	Пошкодження рук, захоплення механізмом, пил	Контроль роботи міксера, заборона відкривати кришку під час роботи	Рукавички, спецодяг	Проводити інструктаж перед роботою
4	Вакуумування та формування	Відсмоктування рук, травми від рухомих частин	Перевірка захисних щитків, інструктаж	Рукавички, спецодяг	Заборонено підходити до працюючого обладнання без сигналу

5	Різання виробів	Порізи ножами, травми рук	Використовувати захисні пристрої для ножів, дотримуватись правил	Рукавички, спецодяг	Перевіряти гостроту лез, працювати обережно
6	Попереднє та основне сушіння	Опіки, перегрівання, пересушування	Контроль температури, автоматичне регулювання режимів	Теплозахисний спецодяг, рукавички	Забезпечити вентиляцію приміщення
7	Охолодження та вистоювання	Опіки від гарячих виробів, падіння виробів	Використовувати піддони та решітки, обережне переміщення	Рукавички	Не торкатися гарячих виробів без ЗІЗ
8	Сортування та контроль якості	Порізи, контакт із пилом та дрібними частками	Робота на рівні очей, контроль чистоти столу	Рукавички, респіратор	Регулярне очищення робочої поверхні
9	Пакування	Ризик травм при ручному пакуванні, пил	Автоматизація пакування, уникати перенавантаження	Рукавички, спецодяг	Дотримуватись інструкції по пакуванню
10	Зберігання	Падіння пакунків, пил	Складування на рівних стелажах, контроль вологості	Спецодяг, рукавички	Не перевищувати допустиме навантаження на стелаж

Цей документ повинен бути офіційно погоджений із відповідними контролюючими та наглядовими органами, зокрема службами охорони праці підприємства, санітарно-епідеміологічними службами та іншими уповноваженими інспекціями. Погодження забезпечує відповідність виробничих процесів нормативним вимогам безпеки, санітарії та гігієни праці. Після затвердження документ стає обов'язковим для виконання і повинен бути наданий кожному працівнику для детального ознайомлення та підписання. Це гарантує, що всі працівники усвідомлюють потенційні виробничі ризики, знають порядок дій у надзвичайних ситуаціях та дотримуються встановлених правил безпеки, що значно знижує ймовірність травматизму та забезпечує безпечні умови праці.

## 5.2 Шляхи утилізації відходів під час виробництва макаронних виробів з додаванням порошку топінамбура

Виробничі процеси харчової промисловості супроводжуються утворенням різного роду відходів: залишків сировини, обрізків макаронних виробів, пилу від порошку топінамбура та інших компонентів. Без належної утилізації ці відходи можуть створювати ризики забруднення виробничого середовища, накопичення пилу, неприємних запахів і загального зниження санітарного рівня цеху, що негативно впливає на безпеку праці та якість продукції.

Впровадження системи утилізації дозволяє перетворювати відходи на корисні продукти, такі як корм для тварин, біоенергія, компост або добавки для інших харчових виробів, що забезпечує економічну ефективність виробництва та зменшує витрати на утилізацію. Крім того, екологічно обґрунтоване використання відходів сприяє збереженню природних ресурсів та зменшенню негативного впливу на навколишнє середовище. Для макаронних виробів із топінамбуром важливо також враховувати специфіку сировини – високий вміст інуліну та клітковини робить відходи придатними для біоенергетичних або кормових цілей.

Основні напрямлення, щодо утилізації відходів виробництва макаронних виробів представлені у таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – Шляхи утилізації відходів під час виробництва макаронних виробів із додаванням порошку топінамбура

№	Вид відходів	Можливі способи утилізації	Переваги	Додаткові зауваги
1	Обрізки макаронних виробів	Переробка на корм для тварин	Зменшення органічних відходів, економія на кормі	Не допускається на корм для людини без додаткової обробки
2	Пил і дрібні частки борошна та порошку топінамбура	Включення у технологію нових партій продукції або виробництво біопродуктів (корм, біопаливо)	Мінімізація втрат сировини, зниження пилової забрудненості	Потребує контролю вологості та чистоти
3	Підгорілі або неякісні вироби	Компостування, переробка на біопаливо	Екологічна утилізація, можливість отримання енергії	Не застосовувати у харчових продуктах
4	Вода після миття обладнання	Біологічне очищення та повторне використання	Економія водних ресурсів, зменшення стічних вод	Потрібно контролювати хімічні залишки та мікробіологічну безпеку
5	Утилізація упаковки	Сортування, переробка на вторсировину	Зменшення сміття, екологічна відповідальність	Важливо розділяти пластик, картон і папір

## Висновки за розділом

Розробка карти безпеки праці під час виробництва макаронних виробів із додаванням порошку топінамбура дозволяє систематизувати інформацію про потенційні небезпеки на кожному етапі технологічного процесу та визначити ефективні заходи їх попередження. Впровадження картки забезпечує регламентування дій працівників, знижує ризик травм, опіків, порізів, пилового та алергенного впливу, а також сприяє підвищенню культури безпеки на підприємстві. Документ, погоджений із відповідними контролюючими органами, гарантує дотримання нормативних вимог охорони праці, санітарії та гігієни, а його ознайомлення кожного працівника забезпечує усвідомлення ризиків та правильну поведінку у надзвичайних ситуаціях.

Впровадження системи утилізації відходів виробництва дозволяє мінімізувати негативний вплив на навколишнє середовище, зменшити накопичення пилу та запахів у виробничих приміщеннях і підвищити економічну ефективність. Використання відходів як корму для тварин, біоенергії, компосту або добавок до інших харчових продуктів сприяє раціональному використанню сировини та ресурсів підприємства, одночасно забезпечуючи безпечні умови праці та відповідність екологічним стандартам.

## 6 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

### 6.1 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження

Вартість основних і побічних матеріалів визначають за формулою:

$$M = \sum m_i \cdot C_i, \quad (6.1)$$

де  $m_i$  – кількість використаного  $i$ -го матеріалу;

$C_i$  – ціна одиниці  $i$ -го матеріалу, грн.

Результати розрахунку матеріальних витрат наведено в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – Необхідна кількість основних матеріалів та їхня вартість

Найменування, одиниці	Кількість	Ціна, грн.	Сума, грн.
Борошно пшеничне, кг	5	32,00	160,00
Порошок топінамбура, кг	0,5	1000,00	500,00
Всього			660,00

Розрахунок витрат на оплату праці наведено в таблиці 6.2.

Таблиця 6.2 – Розрахунок витрат на заробітну плату

Посада	Середньомісячний зарібок, грн	Середньочасовий зарібок, грн	Кількість людино-годин	Сума, грн
Дипломний керівник	8000	50,00	20	1000,00
Всього				1000,00

Нарахування на заробітну плату виконують за ставкою 22 % від суми бруто-зарплати:

$$H = \frac{1000,00 \cdot 22}{100} = 220,00 \text{ грн.}$$

Споживання електроенергії визначають за формулою:

$$E = M \cdot K \cdot T \cdot a, \quad (6.2)$$

де  $M$  – потужність обладнання, кВт;

$K$  – коефіцієнт використання потужності ( $K = 0,9$ );

$T$  – тривалість роботи, год;

$a$  – тариф за електроенергію, грн/(кВт/год).

Витрата електроенергії на роботу макаронного пресу:

$$E_1 = 0,9 \cdot 0,9 \cdot 8 \cdot 7,2 = 46,65 \text{ грн.}$$

Витрата електроенергії на роботу лабораторної сушарки конвективного типу:

$$E_2 = 0,9 \cdot 0,9 \cdot 8 \cdot 7,2 = 46,65 \text{ грн.}$$

Споживання електроенергії на роботу комп'ютера:

$$E_3 = 0,7 \cdot 0,9 \cdot 200 \cdot 7,2 = 907,20 \text{ грн.}$$

Загальні витрати електроенергії:

$$E_{\text{заг}} = E_1 + E_2 + E_3 = 46,65 + 46,65 + 907,2 = 1000,5 \text{ грн.}$$

Амортизація обладнання, що використовується в процесі дослідження, розраховується за такою формулою:

$$A = \frac{\Phi \cdot H \cdot t}{100 \cdot 12}, \quad (6.3)$$

де  $A$  – амортизаційні відрахування, грн;

$\Phi$  – вартість устаткування, грн;

$H$  – річна норма амортизації, %;

$t$  – тривалість проведення дослідження на устаткуванні, днів;

365 – кількість днів у році.,

Розрахунки амортизації наведено в таблиці 6.4.

Таблиця 6.4 – Розрахунки витрат на амортизацію

Устаткування	Вартість, грн.	Річна норма амортизації, %	Тривалість роботи, днів	Витрати на амортизацію, грн.
Прес макаронний	54880,30	10	1	15,03
Сушарка конвекційна	9600,00	10	1	2,6
Ноутбук	36000,00	24	25	591,78
Всього				609,41

Накладні витрати становлять:

$$\frac{(1000,00 \cdot 80)}{100} = 800,00 \text{ грн.}$$

Зведені витрати подано в таблиці 6.5.

Таблиця 6.5 – Кошторис зведених витрат на проведення дослідження

Найменування витрат	Сума, грн.
Матеріали основні	660,00
Оплата праці учасникам досліджень	1000,00
Нарахування на заробітну плату	220,00
Електроенергія	1000,5
Амортизація	609,41
Накладні витрати	800,00
Всього	4289,91

Аналіз показує, що найбільшу частку витрат становлять електроенергія та заробітна плата учасників досліджень – відповідно 1000,50 грн і 1000,00 грн.

## 6.2 Розрахунок вартості дослідження

Ціну проведених досліджень розраховують за формулою:

$$Ц = C + \frac{P \cdot C}{100}, \quad (6.4)$$

де  $Ц$  – загальна вартість дослідження, грн;

$C$  – фактичні витрати, грн;

$P$  – норматив рентабельності ( $P = 30$ ), %.

$$Ц = 4289,91 + \frac{30 \cdot 4289,91}{100} = 5576,88 \text{ грн.}$$

Отже, з урахуванням рентабельності 30 %, кінцева вартість дослідження становить 5576,88 грн.

## Висновки за розділом

Проведений аналіз витрат на дослідження показав, що загальна сума витрат складає 4289,91 грн, з яких найбільшу частку займають електроенергія (1000,50 грн) та заробітна плата учасників досліджень (1000,00 грн). Матеріальні витрати, амортизація обладнання та накладні витрати також є суттєвими, проте вони займають меншу частку у загальному кошторисі. Розрахунок кінцевої вартості дослідження з урахуванням нормативу рентабельності 30 % показав, що вона становить 5576,88 грн. Отримані дані дозволяють планувати бюджет дослідження, контролювати витрати та обґрунтовано визначати економічну доцільність проведення робіт.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Аналіз хімічного складу порошку топінамбуру показав, що він містить значну кількість інуліну (12,44 %), харчових волокон (пектинові речовини – 7,5 %, клітковина – 8,7 %), а також комплекс вітамінів (В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, РР, С) і мінеральних речовин (кальцій, магній, калій, натрій, залізо, фосфор). Внесення порошку до рецептури макаронних виробів дозволяє підвищити їх біологічну та харчову цінність, збагачуючи продукт мікро- та макронутрієнтами.

Досліджено вплив порошку топінамбуру у дозуваннях 5,0 – 20,0 % від маси борошна на властивості тіста.

При внесенні 5 – 10 % порошку тісто зберігало однорідну дрібнокрошковату структуру, оптимальні пружно-пластичні та міцні властивості, що забезпечує нормальне пресування та формування виробів.

Дозування понад 15 % призводило до комкуватої структури тіста, зниження пружності та розтяжності, що ускладнює подачу на прес та негативно впливає на продуктивність устаткування.

Оптимальним виявилось внесення 10 % порошку від маси борошна. При такому дозуванні макаронні вироби зберігають гладку поверхню, характерну форму, світло-коричневий колір і пружну консистенцію після варіння.

Кислотність виробів збільшилась незначно – до 3,0 град, коефіцієнт збільшення об'єму становить 2,5, а кількість сухих речовин, що перейшли у варильну воду, зменшилась на 33 % порівняно з контролем, що покращує якість варильних властивостей.

Додавання 10 % порошку топінамбуру суттєво підвищує вміст корисних речовин:

- фруктоза зростає у 12 разів (0,37 г/100 г виробів);
- інулін додається у кількості 5,6 г/100 г, що робить вироби дієтичними;
- вміст мінеральних речовин: калій – 367 мг, кальцій – 89 мг, магній – 22 мг, залізо – 8,4 мг, фосфор – 105 мг;
- вітаміни: В<sub>1</sub> – 0,22 мг, В<sub>2</sub> – 0,16 мг, РР – 1,61 мг.

Енергетична цінність виробів незначно збільшилась – 333 ккал/100 г, що дозволяє зберегти калорійність продукту на рівні традиційних макаронних виробів.

Запропонована технологічна схема виробництва дозволяє отримати функціональні та дієтичні макаронні вироби з покращеною харчовою цінністю, стабільними органолептичними показниками та можливістю збереження у стандартних умовах зберігання. Технологія придатна для впровадження на промислових лініях різної потужності без зниження продуктивності та із забезпеченням додаткової вартості продукції.

Розробка карти безпеки праці під час виробництва макаронних виробів із додаванням порошку топінамбура дозволяє систематизувати інформацію про потенційні небезпеки на кожному етапі технологічного процесу та визначити ефективні заходи їх попередження. Впровадження системи утилізації відходів виробництва дозволяє мінімізувати негативний вплив на навколишнє середовище, зменшити накопичення пилу та запахів у виробничих приміщеннях і підвищити економічну ефективність.

Проведений аналіз витрат на дослідження показав, що загальна сума витрат складає 4289,91 грн, з яких найбільшу частку займають електроенергія (1000,50 грн) та заробітна плата учасників досліджень (1000,00 грн). Матеріальні витрати, амортизація обладнання та накладні витрати також є суттєвими, проте вони займають меншу частку у загальному кошторисі. Розрахунок кінцевої вартості дослідження з урахуванням нормативу рентабельності 30 % показав, що вона становить 5576,88 грн. Отримані дані дозволяють планувати бюджет дослідження, контролювати витрати та обґрунтовано визначати економічну доцільність проведення робіт.

## БІБЛІОГРАФІЯ

1. Сирохман І.В. Безпечність і якість харчових продуктів (проблеми сьогодення) : підручник. Львів : Вид-во Львів. торг.-екон. ун-ту, 2019. 394 с.
2. Методичні вказівки МВ 4.4.5.6.-000-2010 «Розробка та запровадження систем управління безпечністю харчових продуктів на основі принципів НАССР». МОЗ України. 34с.
3. Методи контролю продукції тваринництва та рослинних жирів: Навчальний посібник за заг. ред. Л. М. Крайнюк. 2-ге вид., перероб. і доп. Суми: ВТД «Університетська книга», 2009. 300 с.
4. Черевко О. І. Методи контролю продукції тваринництва та рослинних жирів : навчальний посібник / О. І. Черевко ; за заг. ред. Л. М. Крайнюк. 2-ге вид., перероб. і доп. - Суми : ВТД «Університетська книга», 2009. 300 с
5. Маковецька Ю. Сучасне керування відходами відповідно до принципів циркулярної економіки. Посібник курсу ZWA deep level, 2021. 140 с. Режим доступу: <https://zerowastekharkiv.org.ua/wp-content/uploads/2021/12/posybnic-lekciye-book-5.pdf>.
6. Відходи та безвідходне виробництво в харчовій промисловості : наук.-допом. бібліогр. покажч. двома мовами 1956 2020 pp. / [упоряд. І. М. Мельничук]; Нац. ун-т харч. технол., Наук.-техн. б-ка. Київ, 2021. 110 с.
7. Капрельянц Л. Функціональні продукти і нутрицевтики – сучасні підходи харчової науки. Л. Капрельянц // Вісник Львівського університету. Серія біологічна. 2016. Вип. 73. С. 441
8. Лялик А., Криськова Л., Кравчук Л. Концепція функціональних харчових продуктів / Тези доповідей IV Міжнародної науково-технічної конференції «Стан і перспективи харчової науки та промисловості», 11-12 жовтня 2017 року. Т.: ТНТУ, 2017. С. 114–115.
9. Івашків Л.Я. Нові напрямки оздоровчого харчування населення України // Вісник ЛІЕТ. 2008. № 3. С. 163–168.

10. Чепурда Л.М., Івашина Л.Л. Особливості застосування БАД у харчуванні різних верств населення. Стратегії сталого розвитку в туризмі та готельно-ресторанному бізнесі: можливості і проблеми запровадження в Україні : кол. монографія / за ред. д-ра іст. наук, проф. Чепурди Г. М.; Черкас. держ. технол. ун-т. – Черкаси : ЧДТУ, 2021. С. 176. -180с.

11. Башта А. Скорцонера – перспективна інуліновмісна сировина для виробництва оздоровчих продуктів. Інноваційні технології в готельно-ресторанному бізнесі: матеріали ІХ Всеукраїнської науково-практичної конференції. (19 - 20 травня, 2020 р., м. Київ). Київ : НУХТ, 2020. С. 214-216.

12. Калина В. С. Розділ 5. Розробка нових функціональних продуктів харчового призначення / В. С. Калина, А. М. Пугач // Землеробська механіка. Інноваційні технології харчових виробництв. Agricultural mechanics. Innovative technologies of food production : монографія / А. С. Кобець, С. П. Сокол, А. М. Пугач, Ю. О. Чурсінов, О. А. Півоваров, С. Ю. Миколенко, О. С. Ковальова, В. С. Калина, В. С. Кошулько, Д. О. Тимчак, Н. А. Сова, К. А. Худайбердієва ; МОН України ; Дніпровський держ. аграр.-екон. ун-т. – Дніпро : «Свідлер А. Л.», 2022. Т. 4. Інноваційні технології харчових виробництв. С. 266-312. 100-річчю Дніпровського держ. аграр.-екон. ун-ту, 20-річчю кафедри технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції присвячується.

13. Калина В. С., Гола А. В. Макаронні вироби на основі клітковини гречаної: 45(1321) // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Нові рішення у сучасних технологіях. 2018. № 45(1321). С. 160–165.

14. Рожно О.В. Розробка технології безглютенових макаронних виробів: автореф. Дис. канд. техн. наук : 05.18.01 «Технологія хлібопекарських продуктів, кондитерських виробів та харчових концентратів» ; Національний університет харчових технологій. Київ, 2018. 22 с.

15. Голікова Т.П., Орлова О.О. Макаронні вироби з порошком глоду. Патент на корисну модель № 13495. 2017.

16. Горячова, О.О., Назаренко, В.О., Офіленко, Н.О., Котова, З.Я. Сенсорна характеристика цільнозернових та овочевих макаронних виробів.

Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі. Серія: Технічні науки, 2018. № 1 (85). С. 104–113.

17. Дзюндзя О.В.; Шинкарук М.В. Вплив овочевих порошоків на якість макаронних виробів. Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки, 2021, 3: 72-78.

18. Кравченко О.А., Стеценко Н.О. Нові види макаронних виробів з антиоксидантними властивостями. Актуальні питання науки і техніки у XXI столітті. Природничі та медичні науки, технічні і математичні науки, науковий 59 форум: зб. матеріалів Міжнар. наук.-практ. конф., м. Київ, 28 травня 2014 р. Київ, 2014. С. 166 – 172

19. ДСТУ 7043: 2009 Вироби макаронні. Загальні технічні умови.

20. Хомічак Л. М., Грушецький Р. І., Гриненко І. Г. Родина складноцвітих – перспективне джерело інуліну // Продовольчі ресурси: зб. наук. праць / Інститут продовольчих ресурсів НААН України. 2013. №1. С. 117–122.

21. Грішин А. О. «Поліпшення споживних властивостей макаронних виробів на сучасному етапі.» Наукова конференція студентів: Сучасні напрями розвитку економіки, підприємництва, технологій та їх правового забезпечення: матеріали Наукової конференції студентів / відповід. за вип. : проф. Семак Б. Б. Львів : вид-во Львівського торговельно-економічного університету, 2020. С.240.

22. Карпик, Г.В. Удосконалення технології макаронних виробів, збагачених харчовими волокнами: Автореф. дис... канд. техн. наук: 05.18.01 / Г. В. Карпик // Укр. держ. ун-т харч. технологій. К. 2014. – 20 с

23. Карпик, Г.В. Удосконалення технології макаронних виробів, збагачених харчовими волокнами: Автореф. дис... канд. техн. наук: 05.18.01 / Г. В. Карпик // Укр. держ. ун-т харч. технологій. К. 2014. 20 с

24. Паливода С.Д. Удосконалення технології макаронних та хлібних виробів з використанням харчових добавок структуро утворювальної дії: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.15 / НУХТ К., 2010 268 с.

25. Сандул, Р. О. Аналіз факторів, що впливають на формування якості макаронних виробів. Вісник студентського наукового товариства «ВАТРА»

Вінницького торговельно-економічного інституту КНТЕУ. Вінниця: Редакційно-видавничий, 183.

26. Струк Ю. Збагачення макаронних виробів чорницею / Ю. Струк; наук. кер. Т. П. Голікова // Проблеми формування здорового способу життя у молоді: зб. матеріалів VI Всеукр. наук.-практ. конф. молодих учен. та студ. з міжнар. участю, Одеса, 5-6 листоп. 2013 р. / ОНАХТ, Пром. торг. компанія Шабо.-О., 2013. С. 85-86.

27. Lenzion, K., Gornowicz, A., Bielawski, K., Bielawska, A. (2021). Phytochemical composition and biological activities of Scorzonera Species. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(10), 5128.

28. A. Bashta, N. Ivchuk and O. Bashta, Yacón and Scorzonera as functional enrichment of food, *Ukrainian J. Food Sci.* 3 (2015) 13–22.

29. Касіянчук, В. Д. Нові технології виробництва продукції оздоровчого і лікувально-профілактичного призначення. Концептуальні проблеми розвитку сучасної гуманітарної та прикладної науки: матеріали V Всеукраїнського науково-практичного симпозиуму (м. Івано-Франківськ, 14 травня 2021 року).— Івано-Франківськ: Редакційно-видавничий відділ Університету Короля Данила, 2021.—388 с., 108.

30. Ощипок І. М. Використання нових харчових добавок з рослинної сировини у харчовій промисловості // Вісник Львівської комерційної академії. Товарознавство. 2015. № 15. С. 77–81.

31. Самохвалова О. В., Олійник С. Г., Касабова К. Р. Інноваційні технології хліба, кондитерських, макаронних виробів і харчоконцентратів: лаб. практи. для студ. спеціальності 181 "Харчові технології" спеціалізації "Технології хліба, кондитерських, макаронних виробів і харчоконцентратів" ступень вищої освіти – магістр; Харківський дер. ун-т харчування та торгівлі. Харків: ХДУХТ, 2017. 55 с.

32. Дробот В.І. Довідник з технології хлібопекарського виробництва. Довідник : навч.посіб./2-ге вид., перероб. І допов. Київ, «ПрофКнига», 2019. 580 с.

33. Технохімічний контроль сировини та хлібобулочних і макаронних виробів : навчальний посібник / за ред. чл.-кор. В.І. Дробот К.: Кондор-Видавництво, 2015.958 с.

34. Власенко М.В., Семенюк І.В., Слободянюк Г.Г. Цукровий діабет і ожиріння – епідемія ХХІ століття: сучасний підхід до проблеми // Український терапевтичний журнал. 2011. № 2. С. 50-55.

35. Азаренко, Ю. М.; Білокобильська К. А. Актуальність створення функціональних продуктів для профілактики та лікування діабету. Редакційна колегія. Сучасні досягнення фармацевтичної технології: матеріали Х міжнар. наук.-практ. конф., присвяч. 60-річчю з дня народж. д-ра фармацевт. наук, проф. Гладуха Євгенія Володимировича, м. Харків, 10-11 трав. 2023 р. Харків : НФаУ, 2023. С. 262

36. Тарасюк, О. Функціональні харчові продукти, для осіб, що хворіють цукровим діабетом / О. Тарасюк, Т. Горлова // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті : матеріали 82 міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів, 13–14 квітня 2016 р. К.: НУХТ, 2016. Ч. 1. С. 29

37. Дорохович В.В. Боршняні кондитерські вироби для хворих на цукровий діабет із застосуванням продуктів переробки моркви / В. В. Дорохович // Наукові праці Національного університету харчових технологій. 2020. Т. 26, № 1. С. 238-244.

38. Карпик, Г. В. Визначення ступеня глікемічності макаронних виробів, збагачених харчовими волокнами / Г. В. Карпик, В. Г. Юрчак // Стан і перспективи харчової науки і промисловості : тези доповідей Міжнародної науково-технічної конференції, 8-9 жовтня 2015 р. Тернопіль, 2015. С. 65–66.

39. Кожевнікова, В. О. Удосконалення технології хлібобулочних виробів з використанням лікарської та пряно-ароматичної сировини [Текст]: автореф. дис. канд. техн. наук : спец. 05.18.01 "Технологія хлібопекарських продуктів, кондитерських виробів та харчових концентратів" / Кожевнікова Вікторія Олегівна

; наук. кер. Т. Є. Лебеденко ; Одес. нац. акад. харч. технологій. Одеса : ОНАХТ, 2016. 23 с.

40. Єгоров Б., Мардар М. Стан харчування населення України // Товари і ринки. 2011. № 1. С. 140–147.

41. Юрчак В.Г. Наукове обґрунтування та розроблення технології макаронних виробів поліпшеної якості та профілактичного призначення шляхом використання нетрадиційної сировини і харчових добавок / В. Г. Юрчак // Дис...д-ра техн. наук: 05.18.01. К. 2003. 336 с.

42. [http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis\\_nbuv/cgiirbis\\_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP\\_meta&C21COM=S&2\\_S21P03=FILE=&2\\_S21STR=VLNU\\_biol\\_2016\\_73\\_122](http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP_meta&C21COM=S&2_S21P03=FILE=&2_S21STR=VLNU_biol_2016_73_122)

43. [https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/22113/2/SPHNP\\_2017\\_Lialyk\\_A-The\\_concept\\_of\\_functional\\_114-115.pdf](https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/22113/2/SPHNP_2017_Lialyk_A-The_concept_of_functional_114-115.pdf)

44. [http://elcat.pnpu.edu.ua/docs/visnuk\\_3%20%D0%A2%D1%83%D1%80%D0%B8%D0%B7%D0%BC.pdf#page=163](http://elcat.pnpu.edu.ua/docs/visnuk_3%20%D0%A2%D1%83%D1%80%D0%B8%D0%B7%D0%BC.pdf#page=163)

45. [https://www.researchgate.net/profile/Halyna-Kushniruk/publication/352976913\\_Chernobyl\\_tourism\\_current\\_trends\\_problems\\_and\\_prospects\\_Cornobilskij\\_turizm\\_sucasni\\_tendencii\\_problemi\\_ta\\_perspektivi\\_rozvitku/links/60e16b59299bf1ea9ede1940/Chernobyl-tourism-current-trends-problems-and-prospects-Cornobilskij-turizm-sucasni-tendencii-problemi-ta-perspektivi-rozvitku.pdf#page=176](https://www.researchgate.net/profile/Halyna-Kushniruk/publication/352976913_Chernobyl_tourism_current_trends_problems_and_prospects_Cornobilskij_turizm_sucasni_tendencii_problemi_ta_perspektivi_rozvitku/links/60e16b59299bf1ea9ede1940/Chernobyl-tourism-current-trends-problems-and-prospects-Cornobilskij-turizm-sucasni-tendencii-problemi-ta-perspektivi-rozvitku.pdf#page=176)

46. <https://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/31826/1/hotel%20industry.pdf#page=213>

47. <https://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/37612/1/1.pdf>

48. <https://core.ac.uk/download/pdf/270038417.pdf>

49. <https://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/14898/1/Pyvgmv.pdf>

50. <https://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/15427/1/makaroni.pdf>

f

51. [https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/123456789/17892/1/Konspekt\\_lekcij\\_B\\_ezvidhodni\\_tehnologiji\\_konservnyh\\_vyrobnictv.pdf](https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/123456789/17892/1/Konspekt_lekcij_B_ezvidhodni_tehnologiji_konservnyh_vyrobnictv.pdf)
52. [https://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/1339/3/kvmnrkthkmv\\_ihuvep.pdf](https://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/1339/3/kvmnrkthkmv_ihuvep.pdf).
53. <https://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/455/3/751.pdf>.
54. [https://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/35368/1/181\\_Haidas\\_hchuk%20Bohdan%20Mykhailovych.pdf](https://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/35368/1/181_Haidas_hchuk%20Bohdan%20Mykhailovych.pdf).
55. <https://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/20610/1/sword%202015.pdf>.
56. <http://vestnik2079-5459.khpi.edu.ua/article/view/264787>.