

**ДНПРОВСЬКИЙ 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 підвищеної харчової
цінності**

Виконав: здобувач вищої освіти 2 курсу,
групи МГХТ-1-24
освітньо-професійної програми «Харчові
технології»
зі спеціальності 181 «Харчові технології»

_____ Вадим БАБЕНКО

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.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧЕВІ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Бабенко Вадиму Олеговичу

1. Тема роботи: «Обґрунтування технології виробництва макаронних виробів підвищеної харчової цінності».
Керівник роботи: Кошулько Віталій Сергійович, кандидат технічних наук, доцент, затверджені наказом закладу вищої освіти від «24» жовтня 2025 року № 3184.
2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи 11 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. 3 Нормативно-технологічна документація та інструкції. 4 Патенти та авторські свідоцтва.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1 Аналітичний огляд. 2 Постановка експерименту, об'єкти та методи дослідження. 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 експериментальних досліджень. 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	11.12.2025
5	доцент КОШУЛЬКО Віталій	24.10.2025	11.12.2025
6	доцент КОШУЛЬКО Віталій	24.10.2025	11.12.2025

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	Аналітичний огляд	28.10-07.11.25	виконано
3	Постановка експерименту, об'єкти та методи дослідження	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	09.12.25	виконано
8	Загальні висновки та список джерел посилання	10.12.25	виконано
9	Розробка та підготовка демонстраційного матеріалу	11.12.25	виконано

Здобувач вищої освіти

_____ Вадим БАБЕНКО
(підпис)

Керівник роботи

_____ Віталій КОШУЛЬКО
(підпис)

РЕФЕРАТ

Тема: «Обґрунтування технології виробництва макаронних виробів підвищеної харчової цінності»

Кваліфікаційна робота: 75 сторінок, 31 рисунок, 10 таблиць, 0 додатків, 45 літературних джерел.

Мета роботи – розробка та оцінка споживчих властивостей макаронних виробів підвищеної харчової цінності шляхом використання композитної суміші на основі пшеничного, гречаного, лляного борошна та мінерально-вітамінного комплексу.

Об'єкт дослідження – технологічний процес виробництва макаронних виробів підвищеної харчової цінності на основі композитних борошняних сумішей.

Предмет дослідження – споживчі, органолептичні та фізико-хімічні властивості макаронних виробів, виготовлених із використанням композитної суміші пшеничного, гречаного та лляного борошна з додаванням мінерально-вітамінного комплексу, а також вплив складу суміші на якість готової продукції.

Актуальність розробки та оцінки споживчих властивостей макаронних виробів підвищеної харчової цінності зумовлена зростанням попиту на продукти здорового харчування та необхідністю корекції раціону населення. Макаронні вироби є продуктами масового споживання, що робить їх перспективною основою для збагачення білками, харчовими волокнами, вітамінами та мінеральними речовинами.

Введення біологічно цінних інгредієнтів може впливати на якість і споживчі властивості продукції, тому їх комплексна оцінка є необхідною. Отже, розробка макаронних виробів підвищеної харчової цінності є актуальним напрямом для розширення асортименту якісних і конкурентоспроможних продуктів харчування.

КЛЮЧОВІ СЛОВА

Макаронні вироби, композитна суміш, гречане борошно, лляне борошно, мінерально-вітамінний комплекс, харчова цінність, споживчі властивості, збагачення, функціональні продукти.

ВСТУП.....	7
1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД.....	9
1.1 Сучасна система класифікації макаронних виробів.....	9
1.2 Основна, додаткова та нетрадиційна сировина в технології макаронних виробів.....	11
1.4 Шляхи підвищення споживчих властивостей макаронних виробів.....	17
Висновки за розділом	24
2 ПОСТАНОВКА ЕКСПЕРИМЕНТУ, ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	26
2.1 Постанова експерименту.....	26
2.2 Об'єкти та методи дослідження	26
Висновки за розділом	28
3 РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ.....	29
3.1 Маркетингові дослідження.....	29
3.1.1 Аналіз споживчих переваг і мотивацій на споживчому ринку макаронних виробів у місті Дніпро	29
3.1.2 Аналіз показників асортименту макаронних виробів, що реалізуються в супермаркетах міста Дніпро	32
3.2 Порівняльна характеристика рослинних компонентів композитної суміші	33
3.3 Дослідження складу композитної суміші	37
3.3.1 Вплив гречаного борошна на якість макаронних виробів.....	37
3.3.2 Вплив лляного борошна на якість макаронних виробів	39
3.3.3 Додавання мінерально-вітамінного комплексу в композитну суміш	41
3.4 Дослідження реологічних властивостей макаронного тіста з композитної суміші	43
3.4.1 Кількість і якість сирої клейковини в композитній суміші	43
3.4.2 Визначення реологічних властивостей тіста	46

3.4.3 Час релаксації макаронного тіста з композитної суміші	50
3.5 Органолептичні та фізико-хімічні показники макаронних виробів з композитної суміші.....	51
Висновки за розділом	55
4 ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ	57
4.1 Технологічна схема виробництва макаронних виробів з композитної суміші	57
Висновки за розділом	59
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	61
5.1 Розробка карти безпеки праці під час виробництва макаронних виробів підвищеної харчової цінності.....	61
5.2 Шляхи утилізації відходів під час виробництва виробів підвищеної харчової цінності.....	63
Висновки за розділом	65
6 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	66
6.1 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження	66
6.2 Розрахунок вартості дослідження	69
Висновки за розділом	70
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	71
БІБЛІОГРАФІЯ	73

ВСТУП

Одним із пріоритетних державних проектів України є підвищення якості життя своїх громадян шляхом збереження здоров'я та працездатності. Важливе значення у вирішенні цього тренду набувають питання забезпечення повноцінного харчування та розробки продуктів різної спрямованості.

Макаронні вироби, кількість споживання яких постійно зростає в раціоні харчування населення нашої країни, займають важливе місце. Це обумовлено високими споживчими властивостями макаронних виробів, тривалим терміном зберігання, мінімальними витратами часу на їх приготування і низькою вартістю. З огляду на те, що макаронні вироби популярні і споживаються у великій кількості, видається можливим реально і ефективно проводити профілактику різних видів захворювань за допомогою випуску виробів з використанням рослинної сировини, що містить збалансований комплекс білків, жирів, макро- і мікроелементів та вітамінів. Відносно проста технологія виробництва макаронних виробів дозволяє використовувати різні види рослинної сировини, що представляє певний інтерес при вирішенні проблеми раціонального використання різних ресурсів.

Мета роботи – розробка та оцінка споживчих властивостей макаронних виробів підвищеної харчової цінності шляхом використання композитної суміші на основі пшеничного, гречаного, лляного борошна та мінерально-вітамінного комплексу.

Для досягнення поставленої мети потрібно вирішити такі завдання:

- провести дослідження стану споживчого ринку макаронних виробів у м. Дніпро;
- дослідити характеристику компонентів, що використовуються в композитній суміші для макаронних виробів, і розробити композитну суміш, що містить борошно пшеничне вищого сорту, борошно гречане, борошно лляне і мінерально-вітамінний комплекс;
- дослідити реологічні властивості макаронного тіста з композитної суміші;
- провести дослідження показників якості, зберігання та харчової цінності

макаронних виробів з композитної суміші;

- розрахувати вартість проведених експериментальних досліджень.

Об'єкт дослідження – технологічний процес виробництва макаронних виробів підвищеної харчової цінності на основі композитних борошняних сумішей.

Предмет дослідження – споживчі, органолептичні та фізико-хімічні властивості макаронних виробів, виготовлених із використанням композитної суміші пшеничного, гречаного та лляного борошна з додаванням мінерально-вітамінного комплексу, а також вплив складу суміші на якість готової продукції.

1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

1.1 Сучасна система класифікації макаронних виробів

Згідно із загальноприйнятим визначенням, макаронні вироби, що виготовляються харчовою промисловістю – це «продукт, отриманий висушуванням до 13%-ї вологості і нижче відформованого тіста з пшеничного борошна і води». За чинним ДСТУ 7348:2013 «Вироби макаронні. Правила приймання і методи визначання якості». «Допускається виробництво макаронних виробів з інших зернових, а також незернових культур і відходів їх переробки із застосуванням або без застосування додаткової сировини» [6].

Макаронні вироби класифікують на окремі групи відповідно до типу пшениці, що використовується як сировина, а також залежно від сорту борошна, з якого їх виготовляють [6], що показано на рисунку 1.1.

Для макаронних виробів, вироблених за допомогою додаткової сировини, групи та сорти макаронних виробів позначаються однойменним з додатковою сировиною найменуванням.

До слова, в Італії поширений закон, який у жодному вигляді не дозволяє застосовувати борошно і крупу м'якої пшениці у виробництві макаронних виробів, так само, як і їх домішки до крупи твердої пшениці. Борошно з м'якого зерна застосовується тільки при виробництві сирих макаронних виробів з найбільшою вологістю 30 %. Італійський норматив повторюють нормативи Франції та Німеччини, за винятком того, що тут вже допускається домішка м'якої пшениці до твердих сортів у кількості не більше 10 % [6].

Макаронні вироби залежно від способу формування поділяються на різані, пресові та штамповані (рис. 1.2).



Рисунок 1.1 – Групи макаронних виробів

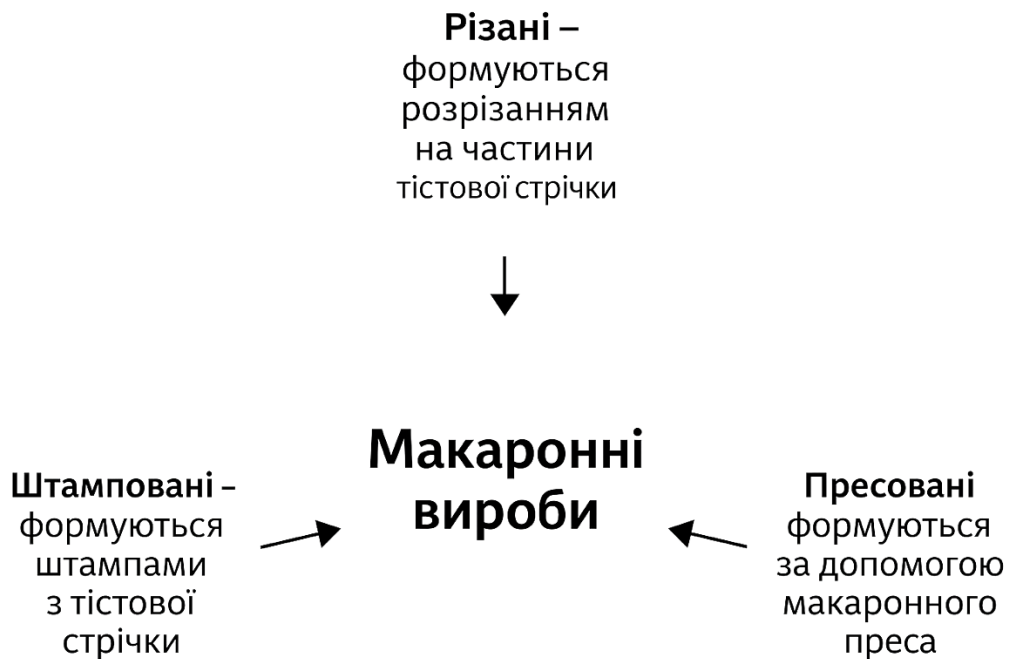


Рисунок 1.2 – Способи формування макаронних виробів

Макаронні вироби залежно від форми можуть бути таких типів: трубчасті, ниткоподібні, стрічкові та фігурні.

Макаронні вироби залежно від довжини можуть бути таких типів:

1) короткими (довжина не більше 150 мм);

2) довгими (довжина не менше 200 мм), які можуть бути:

а) одинарними/подвійними гнутими. Подвійні гнуті довгі макаронні вироби сушать у підвішеному стані на спеціальних пристосуваннях – бастунах;

б) сформованими в мотки, бантики і гнізда. Масу і розміри таких довгих макаронних виробів виробники не обмежують.

За допомогою спеціальних різноманітних матриць (матриця – основна частина макаронного преса, що визначає тип, підтип і вид макаронних виробів) може допускатися виробництво макаронних виробів з рівною і рифленою поверхнею [6].

1.2 Основна, додаткова та нетрадиційна сировина в технології макаронних виробів

Основною сировиною для виготовлення макаронних виробів відповідно до ДСТУ 7043:2020: борошно з твердих сортів пшениці для макаронних виробів, борошно з м'яких сортів пшениці і борошно пшеничне хлібопекарське.

Держпродспоживслужба та Національна академія аграрних наук України протягом тривалого часу досліджують якість зерна пшениці. Ними визначено, що лише 10 – 15 сортів пшениці мають за обсягом великі площі та відмінний урожай, а чудові борошномельні та, звичайно, хлібопекарські властивості високо оцінюють виробники [12].

У переважній більшості випадків у Німеччині, Канаді та США засівають лише сортове зерно. Тут на всіх етапах, включаючи ранні етапи селекції, насінництва, а також товарного виробництва зерна, основною оцінкою є оцінка хлібопекарських і технологічних властивостей зерна. Селекціонери обов'язково стежать за показниками технологічних властивостей отриманих ними сортів не тільки на стадії селекції. Дуже важливе і товарне виготовлення. Це дозволяє створювати постійну хорошу якість товарного зерна і визначати з чималою

точністю хлібопекарські та борошномельні властивості будь-якої вирощеної ними пшениці [18].

У Мексиці та Каліфорнії на отримання сорту твердої пшениці йде всього близько 10 років завдяки використанню кліматичних камер. Спершу відбираються найкращі рослини, стійкі до захворювань і різного клімату. На наступному етапі оцінюють якість зерна на вміст у ньому каротиноїдних пігментів і пружно-еластичні властивості клейковини. Зрештою, на останній стадії селекції визначається водопоглинаюча здатність крупки, її колір і міцність, а також варильні властивості макаронних виробів [9].

Найбільш переважна сировина для виготовлення традиційних видів макаронних продуктів – це вищі сорти крупи з борошна твердої пшениці. Тверді сорти пшениці вважаються найбільш цінними, оскільки менше уражаються різними захворюваннями і шкідниками, а також найбільш стійкі до вилягання [6].

Хлібопекарське борошно і крупка сильно відрізняються. Для крупки характерна круписта структура, вона має високий вміст білка і добру якість клейковини. Якщо дотримуватися технологічних режимів виготовлення, макаронні вироби з крупки твердої пшениці в сухому вигляді мають бурштиново-жовтий, золотистий колір, склоподібний злам, мають підвищену міцність, після довгого варіння варильна вода залишається прозорою. Вони не втрачають форму, не склеюються між собою, мають приємний смак, аромат і характерний світло-жовтий колір [38].

Внаслідок дефіцитності твердих сортів пшениці, макаронні вироби частіше виготовляють, використовуючи борошно з м'яких високосклоподібних пшениць і борошно хлібопекарське [38].

На рисунках 1.3 – 1.5 наведено хімічний склад макаронних виробів, виготовлених з хлібопекарського борошна [14]. Кількість білка в складі виробів може задовольнити на 16,9 – 10,2 % добової потреби в білку, виходячи із середньої добової потреби дорослого населення – 61,5 – 102 г [14]. За даними Національної академії аграрних наук України, у переважній більшості випадків (90 %) борошно, яке використовується у макаронному виробництві та визначає вміст білка в

макаронних виробів, містить від 9,5 % до 10,5 % білка [14].

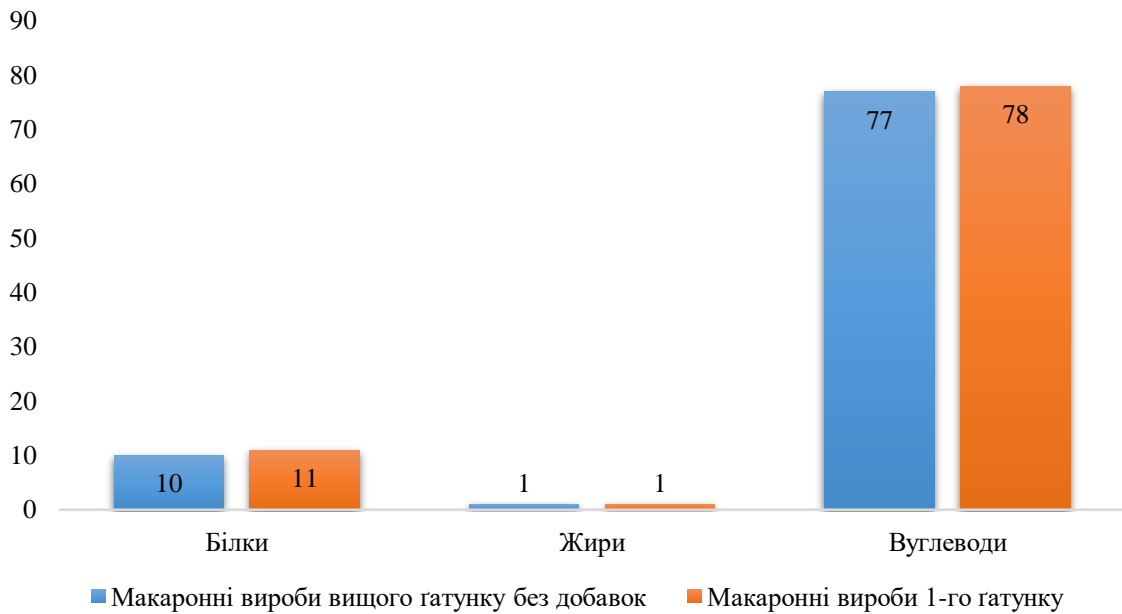


Рисунок 1.3 – Харчова цінність макаронних виробів (мг/100 г)

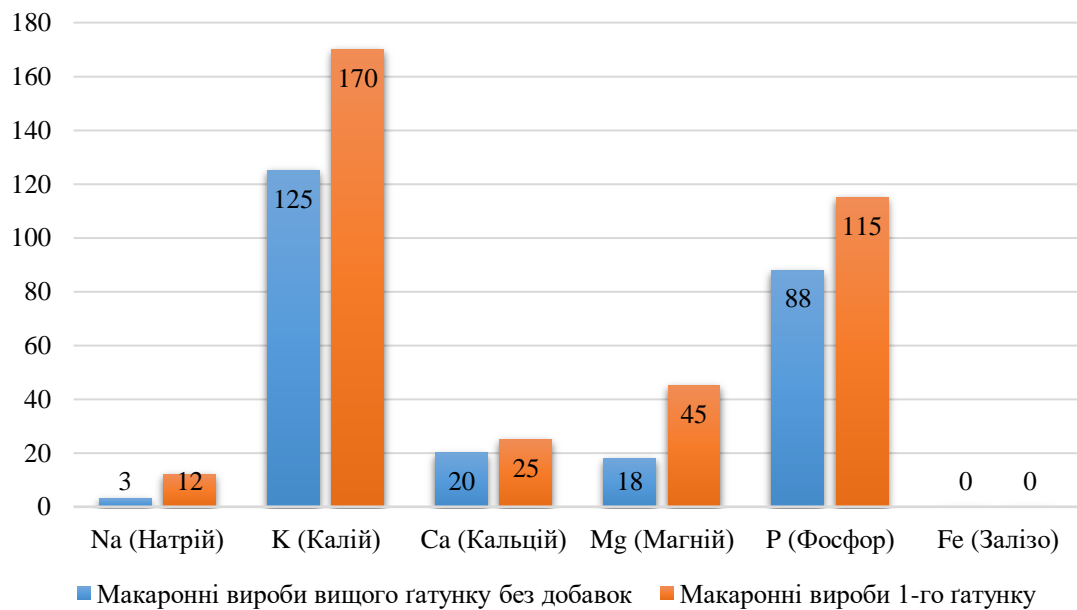


Рисунок 1.4 – Вміст мінеральних речовин у макаронних виробів (мг/100 г)

Вміст кальцію в макаронних виробів дорівнює всього 19,0 мг/100 г (при добовій потребі в кальції 1000,0 мг, тобто менше 1,90 %). При цьому оптимальне співвідношення Ca і Mg становить 1:0,6 [14].

Макаронні вироби не містять вітамінів А, β -каротину (якщо тільки ці вироби не виготовлені з пшеничного борошна), D, С, і незначну кількість вітамінів В₁, В₆, пантотенової кислоти (при добовій потребі в них 1,5; 1,8; 20; 5 мг відповідно) [14].

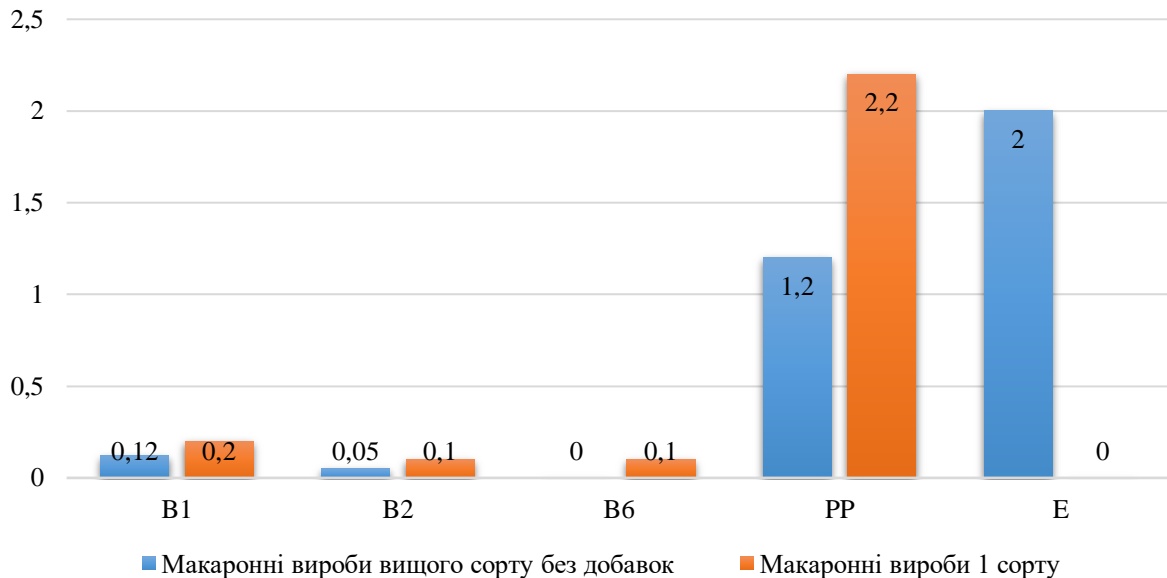


Рисунок 1.5 – Вміст вітамінів у макаронних виробах (мг/100 г)

При виробництві макаронних виробів ДСТУ 7043:2020 застосовують наступну додаткову сировину, яка показана на рисунку 1.6.

Щоб поліпшити зовнішній вигляд продукту (особливо еластичність і колір) і підвищити його поживну цінність, при виготовленні макаронних виробів в борошно додають яйця. У яєчних добавках містяться дефіцитні амінокислоти: валін, лізин, треонін, лейцин, триптофан [5]. Крім того, білок яйця покращує структуру тіста і готових макаронних виробів, а жовток надає їм приємний жовтий колір [8].

Молочні продукти є цінними добавками у виробництві макаронних виробів. Саме по собі «натуральне молоко незначно підвищує вміст білка в макаронних виробах, тому зазвичай використовують сухе молоко. Його додають у кількості 8 – 10 %, що підвищує вміст білка на 4 %, покращує його амінокислотний склад» [37]. Вчені пропонують використовувати при замішуванні тіста 30 – 35 % кисломолочний продукт Айран, що дозволяє підвищити якість і збільшити

біологічну цінність виробів і крупки твердої пшениці [9].



Рисунок 1.6 – Додаткова сировина для виробництва макаронних виробів

У виробництві макаронних виробів останнім часом все частіше застосовується соєве борошно та продукти переробки соєвого борошна. Насіння сої містить 35 – 45 % білка, 17 – 26 % жиру, 3 – 8 % цукру, до 10 % крохмалю і клітковини, 2 % вітамінів (в 1 кг насіння 0,7 – 1,2 мг β -каротину, 7 – 11 мг вітаміну В1, 2,7 – 2,8 мг В2, 13 – 16 мг В3, 5 – 12 мг В6, 21 – 32 мг РР, 41 – 56 мг Е, 110 – 120 мг С [22]. Завдяки низькому вмісту вуглеводів у продуктах із сої, вони незамінні в харчуванні хворих, які страждають на ожиріння та цукровий діабет. Продукти із сої є важливими через відсутність холестерину і застосовуються в профілактиці та лікуванні серцево-судинних захворювань. Білкові продукти на основі сої представляють себе практично ідеальний джерело амінокислот, важливих для людини, вони відмінно доповнюють білки, що містяться в зернових культурах [32].

Виробники макаронних виробів для отримання продукту з вмістом білка 16 % додають близько 6 – 8 % соєвого борошна. При низькому вмісті білка в борошно додають близько 3 % білкового ізоляту сої. Під час варіння макаронних виробів, виготовлених з додаванням сої, у варильній рідині з'являється високий залишок сухих речовин (до 12 %) [12]. У рецептуру додають моно- і дигліцериди, щоб уникнути склеювання макаронних виробів з додаванням соєвого борошна.

У США була запропонована рецептура, що включає в себе 83,5 % макаронної крупи, 11,5 % молочної сироватки і 5 % білкового ізоляту з соєвих бобів [17].

Для збагачення білками використовуються також бобові культури: квасоля, горох, сочевиця. Їх харчова цінність і хімічний склад найбільш близькі до джерел тваринного білка – риби, м'яса і молока. Ці бобові культури містять велику кількість перетравлюваного протеїну, метіоніну, лізину і амінокислот [12].

Дослідження, проведені в США, дозволили встановити, що добавка у вигляді спеціально приготованих висівок у кількості 10 % практично не впливає на смак виробів. Додавання висівок у макаронні вироби збільшило загальний вміст усіх мінералів, зокрема, фосфору, марганцю, олігоелементів. Після приготування макаронних виробів ці мінерали містяться там у кількості 80 % [15].

В даний час досить часто застосовують харчову добавку, що містить β -

каротин. β -каротин надає макаронним виробам бурштиново-жовтий колір при дозуванні 3 – 5 мг діючої речовини на 1 кг борошна. Цей колір не змінюється під час варіння, проте руйнується під впливом прямих сонячних променів. При дозуванні 10 мг і більше на 1 кг борошна діючої речовини борошна β -каротин є біологічно активною добавкою, що сприяє виведенню радіонуклідів з організму [36]. У зонах з підвищеними негативними факторами продукти харчування для населення необхідно збагачувати β -каротином – він сприяє організмам стати більш стійкими в районах з підвищеною радіацією, стимулює імунну систему, нейтралізує промислові отрути в організмі, а також збільшує опірність різним захворюванням [26].

Продукти переробки зерна і насіння різних рослинних культур (крім пшениці), плодів бульбових культур, а також побічні продукти їх переробки відносять до нетрадиційної сировини, що використовується при виробництві макаронних виробів. До них відносяться, в першу чергу, борошно тритикале, борошно і крохмаль безклейковинних крохмалевмісних зернових, бульбових і бобових культур, цільномелене, попередньо дисперговане зерно пшениці [9].

1.4 Шляхи підвищення споживчих властивостей макаронних виробів

Одним із способів підвищення харчової цінності продуктів харчування є використання продуктів переробки зернових культур як збагачувальних компонентів.

Упродовж останніх років з метою раціонального використання пшеничних ресурсів набуло поширення виготовлення макаронних виробів із додаванням 10–15 % безбілкової крохмалевмісної сировини та борошна інших злакових культур. Зазначені види борошна можуть застосовуватися як окремо, так і в композиційних сумішах для виробництва макаронних виробів швидкого приготування або короткорізаних виробів із використанням технологічних процесів, що передбачають підвищені температури сушіння, а також застосування інтенсивних методів замішування тіста [8].

При виготовленні макаронної продукції підвищеної харчової цінності в якості альтернативи пшеничному борошну можуть бути застосовані продукти переробки вівса. Дана сировина характеризується багатим хімічним складом і технологічними властивостями [9].

Найбільш близьким до м'язового білка є амінокислотний склад вівсяної крупи, що робить вівсяну крупу особливо цінним продуктом. Висока біологічна активність характерна для білків зерна вівса. Геміцелюлоза вівса на 70 – 87 % складається з β -глюкану який знижує рівень цукру, тому продукти на основі вівса корисно вживати щодня людям, хворим на діабет [9, 14].

Зерно вівса значно відрізняється від інших зернових культур високим вмістом необхідних для людини мінеральних речовин: фосфору, кальцію, калію, магнію, марганцю, міді, заліза. Більша частина мінеральних речовин (61 %) міститься в алейроновому шарі [9].

Зарубіжні науковці рекомендують використовувати у виробництві макаронних виробів швидкого приготування борошно з вівса з вмістом харчових волокон 2,5 %, а також цільозернове пшеничне борошно, що містить 1,8 % клітковини, з метою підвищення їх харчової цінності. Для виготовлення тонких макаронних виробів допускається застосування рисового борошна, проте через його низький вміст білка його доцільно поєднувати з пшеничним борошном [12].

Під час використання ячмінного борошна у технології макаронних виробів відмічається суттєва зміна забарвлення готової продукції, зокрема її потемніння. У зв'язку з цим досліджувалась можливість використання відбілювальних агентів з метою покращення зовнішнього вигляду виробів. Встановлено, що відбілювання ячмінного борошна сприяє поліпшенню кольору макаронів, однак істотно не впливає на їх органолептичні характеристики [12].

Проведено дослідження хімічного складу, властивостей та сенсорної оцінки макаронних виробів, збагачених білком шляхом додавання кукурудзяної клейковини у кількості 5 % і 10 % від маси пшеничного борошна. Зі збільшенням частки кукурудзяної клейковини спостерігається зменшення інтенсивності жовтого забарвлення макаронних виробів. При цьому фізико-хімічні показники

таких виробів зазнають незначних змін порівняно з макаронами з пшеничного борошна [12]. Також встановлено істотне підвищення вмісту незамінних амінокислот. За внесення 5 % кукурудзяної клейковини вміст білка у макаронних виробках досягає 17,4 % [12]. Водночас, за результатами дегустаційної оцінки, органолептичні показники макаронних виробів із додаванням 5 % кукурудзяної клейковини є дещо нижчими порівняно з контрольним зразком [12]. Додавання 20 % знежирених зародків кукурудзи забезпечує вміст білка на рівні 14,2 % [12].

Проведено дослідження показників якості макаронних виробів із використанням соргового борошна. Встановлено, що додавання 20 % борошна сорго до пшеничного практично не впливає на забарвлення готових виробів, кількість сухих речовин, що переходять у варильну воду, а також на ступінь злипання макаронів після варіння. При цьому отримана продукція характеризувалася підвищеним вмістом амінокислот [3, 7].

З метою підвищення харчової та біологічної цінності макаронних виробів застосовується люпинове борошно, яке відзначається наявністю функціональних властивостей [24]. Борошно з насіння люпину містить до 40 % білка, у складі якого присутні всі незамінні амінокислоти, а також значну кількість вітамінів, макро- та мікроелементів. За внесення люпинового борошна в кількості до 15 % істотно підвищується вміст білка, харчових волокон і каротиноїдів. Після термічної обробки макаронних виробів відмічено високий рівень збереження білка та каротиноїдів [10].

Вивчався вплив добавки L 3001, розробленої на основі люпину, на якісні показники тіста для виробництва макаронних виробів. Як сировину використовували пшеничне борошно м'яких і твердих сортів пшениці, кукурудзяний крохмаль, горохове борошно та емульгатори. Добавку L 3001 вводили в тісто у кількості 5 % і 10 %. За внесення 5 % L 3001 у макаронне тісто на основі пшеничного борошна спостерігалось покращення еластичності та стабільності тіста, а також зменшення втрат сухих речовин під час варіння макаронних виробів. Використання добавки L 3001 у тісті з горохового борошна потребувало підвищення дози емульгаторів з 0,6 % до 1,2 % [17].

Досліджувалася доцільність використання у виробництві макаронних виробів борошна з пророщеного та непророщеного зерна нуту, а також безалкалоїдного люпину. Встановлено, що введення зернобобових добавок зумовлює суттєве підвищення вмісту білка на 1,35 – 7,41 % та сирової клітковини на 0,32 – 0,84 % [12].

При цьому покращення фізико-хімічних показників макаронних виробів було більш вираженим у разі використання пророщеного зерна [18].

Перспективним напрямом створення макаронних виробів з підвищеною харчовою цінністю є застосування продуктів переробки нетрадиційних зернових культур, які характеризуються цінним хімічним складом. До таких культур належить амарант [45].

Значна частка мінеральних речовин (до 60 %) зосереджена в оболонках насіння та зародках зерна. Сполуки заліза й міді переважно накопичуються у паростках, тоді як кальцій, натрій і марганець концентруються в оболонках. Високий вміст кальцію та магнію в насінні амаранту зумовлює перебування фітинової кислоти у формі нерозчинної солі з двовалентним катіоном [12]. Окремі види амаранту містять до 3 % рутину (вітаміну Р), який використовують для одержання аскорутину – компонента багатьох полівітамінних препаратів [12]. Вміст каротиноїдів у листі амаранту коливається в межах 46 – 90 мг на 100 г сухої речовини [34]. В останні роки збільшився інтерес українських і зарубіжних вчених до гречаного борошна. Були ретельно досліджені хімічний склад та інші його характеристики. За результатами цих досліджень були зроблені висновки про високу біологічну цінність гречаного борошна і про можливість його використання у функціональному харчуванні [25, 26].

Жирова складова гречаного борошна на 2/3 представлена поліненасиченими жирами, що призводить до зниження холестерину в крові і запобігає атеросклерозу. За білковим складом гречка цілком порівнянна з м'ясом, молоком і курячими яйцями, насичена вісімнадцятьма амінокислотами, незамінними для людини (більша частина з них надходить в організм тільки з їжею). Повільні вуглеводи гречки разом з грубою клітковиною дарують людині багато енергії і майже не

беруть участі в жирутворенні, що допомагає нормалізувати масу тіла. У гречаному борошні міститься мінімальна кількість цукру і вуглеводів. Вживання даного продукту рекомендується для ефективного виведення всіляких шкідливих речовин з організму. Крім того, страви з гречаного борошна дуже корисні людям, які страждають на цукровий діабет.

Вміст незамінних амінокислот у гречці становить 36,75 % від загальної масової частки білка. Білки гречки містять багато лейцину і лізину, аспарагінової кислоти, і порівняно мало проліну і лутамінової кислоти, ніж білки інших зернових культур. Важливо відзначити, що приблизно 56 % від аспарагінової і глютамінової кислот представлені у вигляді амідів.

Гречане борошно у виробництві, як правило, не застосовується в чистому вигляді, а використовується у вигляді сумішей борошна. Ці суміші можуть включати в себе пшеничне, кукурудзяне, рисове або вівсяне борошно і різноманітні розпушувачі. Наприклад, в Японії гречане борошно використовується для виготовлення Soba (локшина з гречаного борошна), яку отримують із суміші з 10 – 50 % пшеничного борошна [45].

Внесення гречаного борошна як збагачувача білковими та мінеральними речовинами не тільки дозволяє розширити асортимент макаронних виробів, але й отримати дієтичний продукт в умовах несприятливої екологічної ситуації [4].

Льон – одна з найдавніших культур, що володіє рядом видатних властивостей, серед яких високий вміст макро- і мікроелементів, вітамінів, білка, сірковмісних амінокислот, пентозанів, лігнанів, поліненасичених жирних кислот (ПНЖК) – α -ліноленової (ω -3) і лінолевої кислоти (ω -6) [36].

Ляне борошно багате на вітаміни, мг/100 г: холіном (86,6), рибофлавіном (0,18), жиророзчинним токоферолом (вітамін E) (0,34), тіаміном (1,8), антоєновою кислотою (1,8), нікотиновою кислотою (3,34) [22].

Протеїнами в лляному борошні є альбуміни і глобуліни, з переважанням глобулінів високої молекулярної маси (58 – 66 %). Частка альбумінів у загальному обсязі білкової складової становить 20 – 42 % [22].

Відзначимо також таку важливу властивість насіння льону, як високий вміст

сірковмісних амінокислот – цистеїну і метіоніну (які легко перетворюються одна в одну), що мають антиоксидантну і геропротекторну дію, захищають організм людини від руйнівної дії вільних радикалів [35].

За амінокислотним складом білки льону є більш повноцінними в порівнянні з білками пшеничного борошна, тому білки льону здатні збільшити цінність макаронних виробів. Так, при вживанні 100 г лляного борошна: потреба в триптофані задовольняється на 93 %, потреба в фенілаланіні і тирозині – на 80 %, потреба в валіні – на 72 %. Використання лляного борошна при виготовленні макаронних виробів дає можливість наблизити амінокислотний баланс до санітарних норм добового раціону [26].

Ляне борошно є одним з найбагатших джерел лігнанів, що належать до класу фітоестрогенів, тобто речовин рослинного походження, що за у проявляють естрогеноподібну активність в організмі людини. Лігнани здатні запобігати розвитку раку на початковій і середній стадії шляхом пригнічення росту і поширення ракових клітин. Встановлено залежність між зниженням синтезу статевих гормонів у жінок похилого віку і різким сплеском смертності від серцево-судинних патологій. Клінічні дослідження показали, що прийом естрогенів у цей період дозволяє зменшити ризик розвитку коронарного атеросклерозу [28].

Ляне борошно є найбагатшим рослинним джерелом поліненасичених жирних кислот (ПНЖК), з яких найважливішою є α -ліноленова (ω -3). Вона має імуностимулюючі та протизапальні властивості, добре захищає серцево-судинну систему, зменшує концентрацію холестерину в крові, протидіє тенденції тромбоцитів до агрегації, знижує кров'яний тиск [42].

Додавання лляного борошна дозволить розробити асортимент макаронних виробів з високою біологічною цінністю. У дослідженні вчених [31] про підвищення пружних якостей (на 14,2 – 29,0 %) клейковинного комплексу пшеничного борошна при додаванні лляного борошна [41], що пояснюється впливом ПНЖК (що вносяться з лляним борошном) на процеси формування клейковинних білків при утворенні тіста. Гідропероксиди, що утворюються при окисленні неграничних жирних кислот, таких як ліолева і ліоленова, киснем

повітря, окислюють сульфгідрильні групи білків з утворенням дисульфідних зв'язків, що обумовлюють зміцнення структури білкової молекули [41].

Мінерально-вітамінний комплекс (премікс) – це гомогенні суміші вітамінів, мінеральних речовин у наборі та співвідношеннях, що відповідають завданням збагачення та фізіологічним потребам людського організму з урахуванням особливостей структури харчування та забезпеченості мікронутрієнтами різних груп населення [7].

Мінерально-вітамінний комплекс (премікс), призначений для збагачення вітамінами та мінеральними речовинами пшеничного хлібопекарського борошна сортів «Екстра», вищого та першого з метою підвищення його харчової цінності, регламентований ДСТУ ISO 22000. Співвідношення вітамінів і мінеральних речовин у мінерально-вітамінному комплексі (преміксі) відповідає потребам людини, враховуючи структуру харчування населення і рівень забезпеченості мікронутрієнтами. Вітаміни в рецептурах мінерально-вітамінного комплексу (преміксу) використовуються у вигляді спеціальних водорозчинних форм, стабільність яких у процесі технологічної обробки залишається досить високою.

За композиційним складом мінерально-вітамінний комплекс (премікс) може відрізнятися набором (повним або різними поєднаннями) вітамінів або мінеральних речовин, їх дозою, носієм (залежить від природи продукту, який передбачається збагачувати). Всі мінерально-вітамінні комплекси (премікси), залежно від призначення, можна розділити на 3 принципово різні групи: для збагачених харчових продуктів масового споживання, для спеціалізованих харчових продуктів і функціональних харчових продуктів. Обумовлено це тим, що харчові продукти масового споживання дозволено збагачувати всіма вітамінами, а перелік мінеральних речовин, з які дозволено додавати в якості збагачувачів, досить обмежений і включає кальцій, магній, калій, фосфор, залізо, цинк, йод і фтор (для збагачення солі) [19].

Існують відмінності за кількісним складом між різними мінерально-вітамінними комплексами (преміксами). Кількість вітамінів і мінеральних речовин, що містяться в добовій порції харчового продукту, не перевищує 50 % від

рекомендованого добового споживання, а в спеціалізованих харчових продуктах, наприклад, для спортсменів, може досягати 300 %.

Висновки за розділом

Проаналізовано сучасну систему класифікації макаронних виробів відповідно до чинних нормативних документів, зокрема ДСТУ, що дозволяє чітко систематизувати продукцію за видом сировини, способом формування, формою, довжиною та асортиментними групами, а також враховувати використання додаткової та нетрадиційної сировини.

Встановлено, що основною сировиною для виробництва макаронних виробів традиційно залишається борошно з твердих сортів пшениці, яке забезпечує високі технологічні та споживчі властивості готової продукції. Разом з тим, дефіцит твердих сортів пшениці зумовлює необхідність пошуку альтернативних і комбінованих видів сировини.

Узагальнення літературних джерел свідчить про ефективність використання додаткової сировини (яєчних, молочних, соєвих, бобових компонентів) для підвищення вмісту білка, поліпшення амінокислотного складу та органолептичних показників макаронних виробів.

Встановлено, що застосування нетрадиційної рослинної сировини, зокрема борошна з гречки, вівса, сорго, амаранту, люпину та льону, є перспективним напрямом створення функціональних і дієтичних макаронних виробів, здатних задовольняти потреби різних груп населення.

Особливу увагу приділено гречаному та лляному борошну, які характеризуються високою біологічною цінністю, збалансованим амінокислотним складом, значним вмістом мінеральних речовин, вітамінів і поліненасичених жирних кислот, що позитивно впливає на харчову та функціональну цінність готових виробів.

Доведено доцільність використання мінерально-вітамінних комплексів (преміксів) для збагачення макаронних виробів мікронутрієнтами з урахуванням

фізіологічних потреб людини та вимог нормативної документації.

Проведений аналітичний огляд підтвердив наукову та практичну обґрунтованість розробки макаронних виробів підвищеної харчової цінності шляхом використання композитних борошняних сумішей і мінерально-вітамінних добавок, що визначає доцільність подальших експериментальних досліджень у цьому напрямі.

Мета роботи – розробка та оцінка споживчих властивостей макаронних виробів підвищеної харчової цінності шляхом використання композитної суміші на основі пшеничного, гречаного, лляного борошна та мінерально-вітамінного комплексу.

Для досягнення поставленої мети потрібно вирішити такі завдання:

- провести дослідження стану споживчого ринку макаронних виробів у м. Дніпро;
- дослідити характеристику компонентів, що використовуються в композитній суміші для макаронних виробів, і розробити композитну суміш, що містить борошно пшеничне вищого сорту, борошно гречане, борошно лляне і мінерально-вітамінний комплекс;
- дослідити реологічні властивості макаронного тіста з композитної суміші;
- провести дослідження показників якості, зберігання та харчової цінності макаронних виробів з композитної суміші;
- розрахувати вартість проведених експериментальних досліджень.

Об'єкт дослідження – технологічний процес виробництва макаронних виробів підвищеної харчової цінності на основі композитних борошняних сумішей.

Предмет дослідження – споживчі, органолептичні та фізико-хімічні властивості макаронних виробів, виготовлених із використанням композитної суміші пшеничного, гречаного та лляного борошна з додаванням мінерально-вітамінного комплексу, а також вплив складу суміші на якість готової продукції.

2 ПОСТАНОВКА ЕКСПЕРИМЕНТУ, ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Постановка експерименту

Схема досліджень представлена на рисунку 2.1.

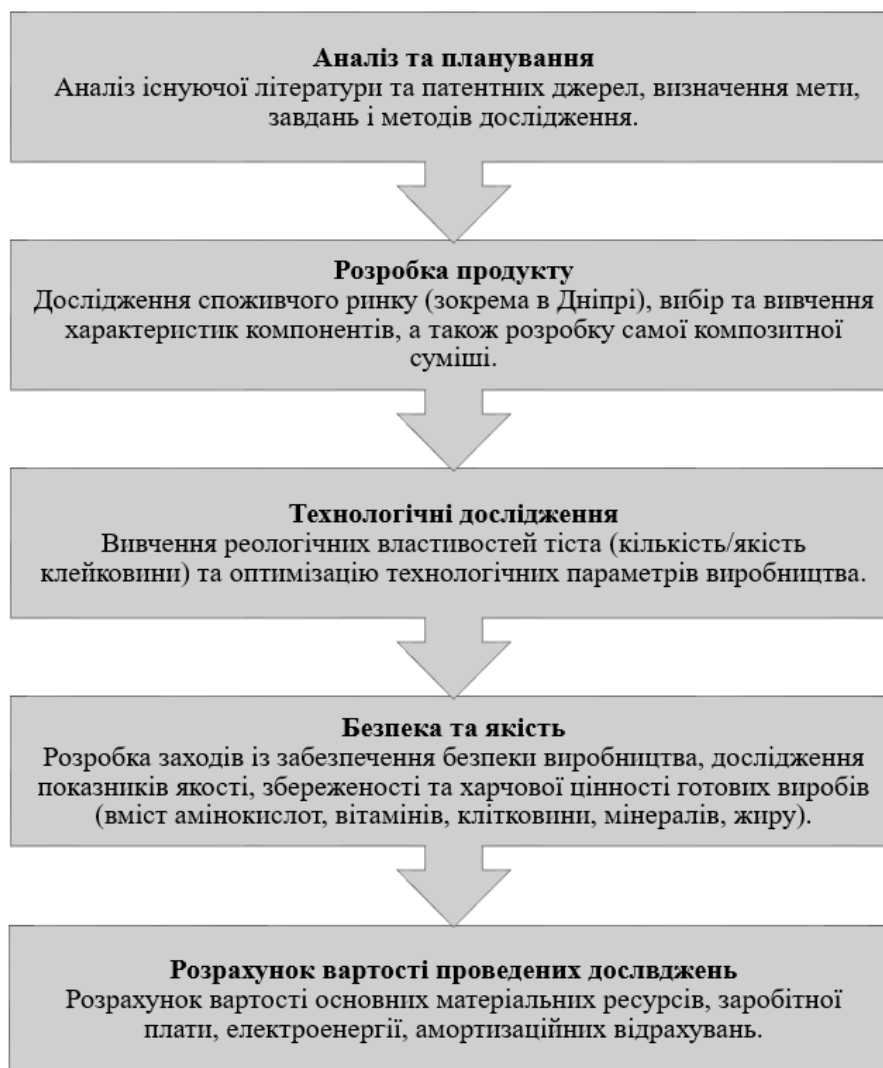


Рисунок 2.1 – Структурна схема проведення досліджень

2.2 Об'єкти та методи дослідження

Робота виконана в лабораторіях Дніпровського державного аграрно-економічного університету.

Об'єктами дослідження стали:

- дані про структуру асортименту макаронних виробів у супермаркетах «АТБ», «Сільпо» і «Варус» м. Дніпра;
- результати вибіркового опитування респондентів м. Дніпра щодо стану споживчих переваг і мотивацій стосовно макаронних виробів;
- зразки пшеничного борошна вищого сорту за ДСТУ 46.004:2003;
- вода питна за ДСанПіН 2.2.4-171-10 та ДСТУ 7525:2014;
- борошно гречане за ДСТУ 7682:2015;
- борошно лляне за ДСТУ 7682:2015;
- мінерально-вітамінний комплекс за ДСТУ 7431:2013;
- зразки макаронного тіста.
- зразки макаронних виробів.

Органолептичні показники борошна досліджувалися за ДСТУ 4683:2006; *вологість борошна, сухий пшеничної клейковини* визначали за методом, описаним в ДСТУ 46.004:2003; *визначення кислотності борошна* – відповідно до ДСТУ ISO 2171:2009; *вміст металоманітної домішки* визначали за ДСТУ ISO 2045:2018; *зольність борошна* – за ДСТУ 46.004:2003; *кількість і якість сирової клейковини* – за ДСТУ ISO 21415-1:2009 та ДСТУ ISO 21415-2:2009.

Реологічні властивості макаронного тіста проводили за допомогою альвеогофа – ДСТУ ISO 2171:2009. Для *визначення реологічних характеристик макаронного тіста і виробів* використовувався структурометр.

Вологість макаронного тіста досліджували відразу після замісу експресним методом висушування при температурі 160 °С на приладі RADWAG MA 50.R.

Швидкість пресування (мм/с) визначали, поділом середньої довжини отриманих виробів на час.

Кислотність виробів і сирих макаронних виробів визначалася з використанням методу водної бовтанки – ДСТУ ISO 2171:2009.

Визначення органолептичних, фізико-хімічних і варильних властивостей макаронних виробів здійснювалося за ДСТУ 7043:2020.

Масову частку білків у складі макаронних виробів визначали відповідно до вимог ДСТУ 7043:2020 «Вироби макаронні. Загальні технічні умови» та методик, передбачених у цьому стандарті.

Вміст жиру в макаронних виробах визначали за ДСТУ ISO 11085:2005 «Зернові, бобові культури та продукти їх переробки. Визначення вмісту жиру».

Для проведення *статистичної обробки* результатів використовувалися пакет програми Microsoft Excel.

Висновки за розділом

Сформовано логічно обґрунтовану схему експериментальних досліджень, яка забезпечує послідовне вивчення асортименту макаронних виробів, споживчих переваг, властивостей сировини, макаронного тіста та готових виробів.

Об'єкти дослідження підібрані з урахуванням мети роботи та охоплюють як ринкові аспекти (аналіз асортименту і споживчих уподобань), так і технологічні (якість сировини, властивості тіста та макаронних виробів), що дозволяє комплексно оцінити перспективність розробленої продукції.

Для досліджень використано пшеничне, гречане та лляне борошно, а також мінерально-вітамінний комплекс, що створює передумови для формування макаронних виробів підвищеної харчової та біологічної цінності.

Застосовані методи органолептичного, фізико-хімічного, реологічного та варильного аналізу відповідають вимогам чинних ДСТУ, що забезпечує достовірність і відтворюваність отриманих результатів.

Використання сучасного лабораторного обладнання (альвеограф, структурометр, вологомір) дозволило об'єктивно оцінити властивості макаронного тіста і готових виробів та встановити вплив композитної сировини на їх якість.

Статистична обробка експериментальних даних із застосуванням програмного забезпечення Microsoft Excel забезпечила коректність узагальнення результатів і підвищила наукову обґрунтованість зроблених висновків.

3 РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

3.1 Маркетингові дослідження

3.1.1 Аналіз споживчих переваг і мотивацій на споживчому ринку макаронних виробів у місті Дніпро

У період з травня 2025 року по вересень 2025 року було проведено анкетування 136 жителів міста Дніпро (69 чоловіків, 67 жінки). У маркетингових дослідженнях брали участь респонденти різного віку та роду занять (рис. 3.1).

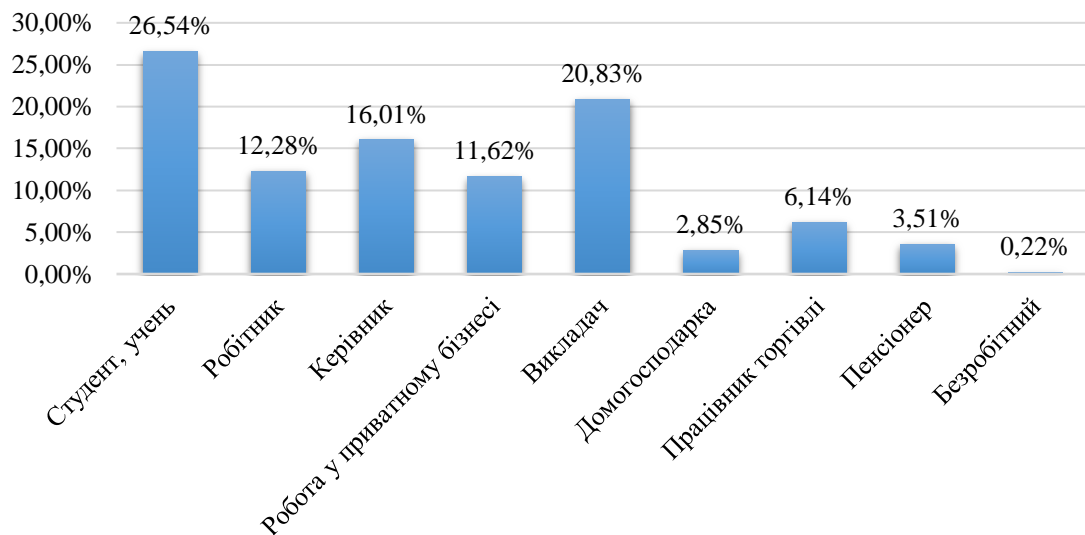


Рисунок 3.1 – Рід занять

Встановлено, що 99,12 % опитаних респондентів вживають макаронні вироби, і тільки 0,88 % не вживають їх.

При оцінці частоти вживання макаронних виробів думки респондентів розподілилися наступним чином: 43,2 % вживають макаронні вироби двічі на тиждень, 21,05 % – один раз на тиждень, 11,40 % – двічі на місяць, 14,04 % – один раз на місяць і 10,31 % – рідше одного разу на місяць.

На рисунку 3.2 представлені результати відповідей на питання «Які з закордонних марок макаронних виробів ви купуєте?».

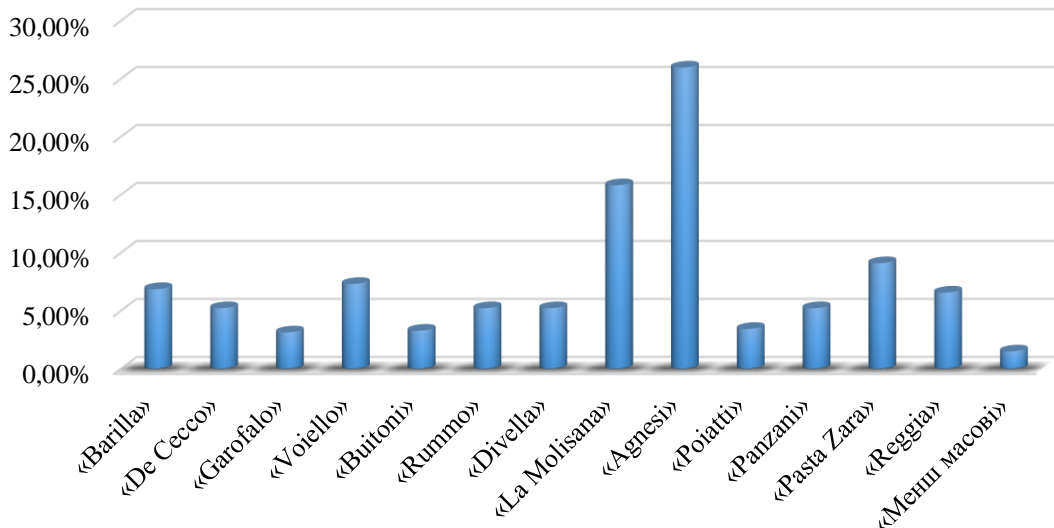


Рисунок 3.2 – Переваги зарубіжних марок макаронних виробів

З даних опитування видно, що серед уподобань респондентів при виборі макаронних виробів зарубіжних торгових марок найбільшим попитом користуються попитом: «La Molisana» – 35 осіб, «Divella» – 21 осіб, «Panzani» – 12 осіб.

Переваги респондентів при виборі макаронних виробів українських виробників розподілилися наступним чином: «La'Pasta» – 47 особи, «ТАУА» – 19 осіб, «Vinnytsia Macaroni Factory» – 13 особи (рис. 3.3).

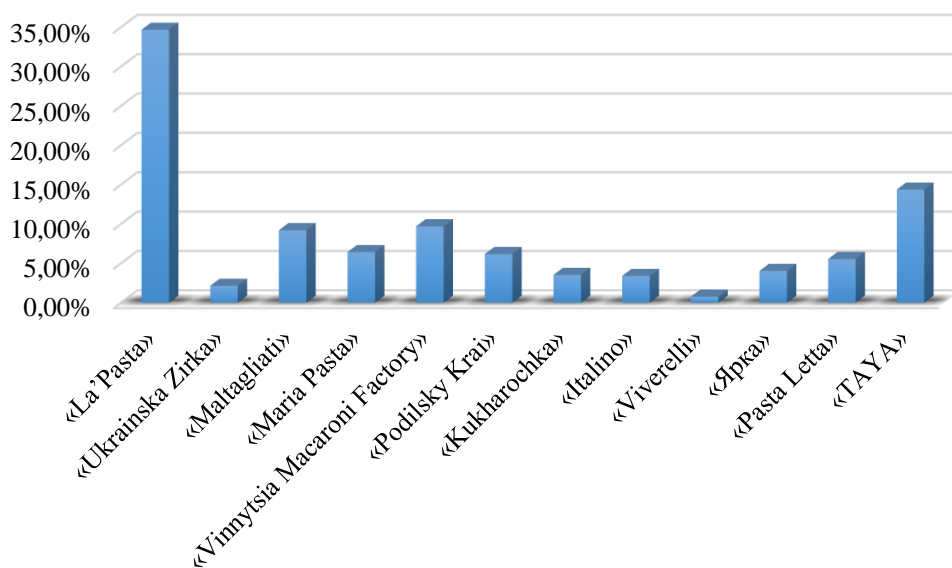


Рисунок 3.2 – Переваги макаронних виробів за українськими торговими марками

Відповіді респондентів на питання «Чи хотіли б ви вживати макаронні вироби, що мають високу харчову та біологічну цінність?» представлені на рисунку 3.3.

З даних, представлених на рисунку 3.3, видно, що 90,35 % респондентів, з яких 94,02 % чоловіків і 86,61 % жінок, хотіли вживати макаронні вироби, що мають високу харчову та біологічну цінність. Негативно відповіли – 3,94 % респондентів, у тому числі: 2,99 % і 4,91 %. Не змогли відповісти на питання 5,71 % респондентів.

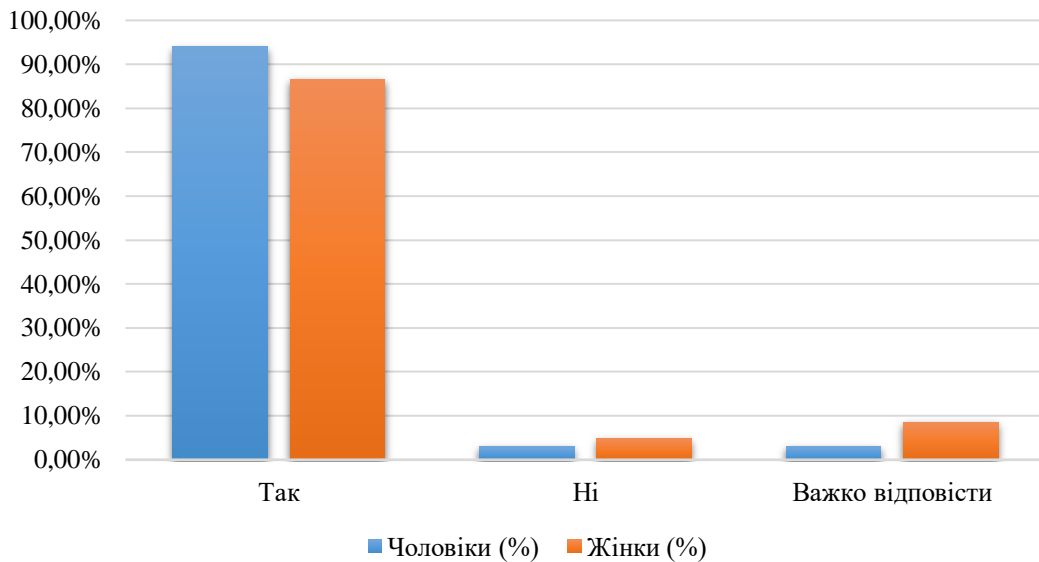


Рисунок 3.3 – Відповіді на питання «Чи хотіли б ви вживати макаронні вироби, що мають високу харчову та біологічну цінність?»

Відповіді респондентів на питання «Чи хотіли б ви вживати макаронні вироби, які сприяли профілактиці захворювань?» представлені на рисунку 3.4.

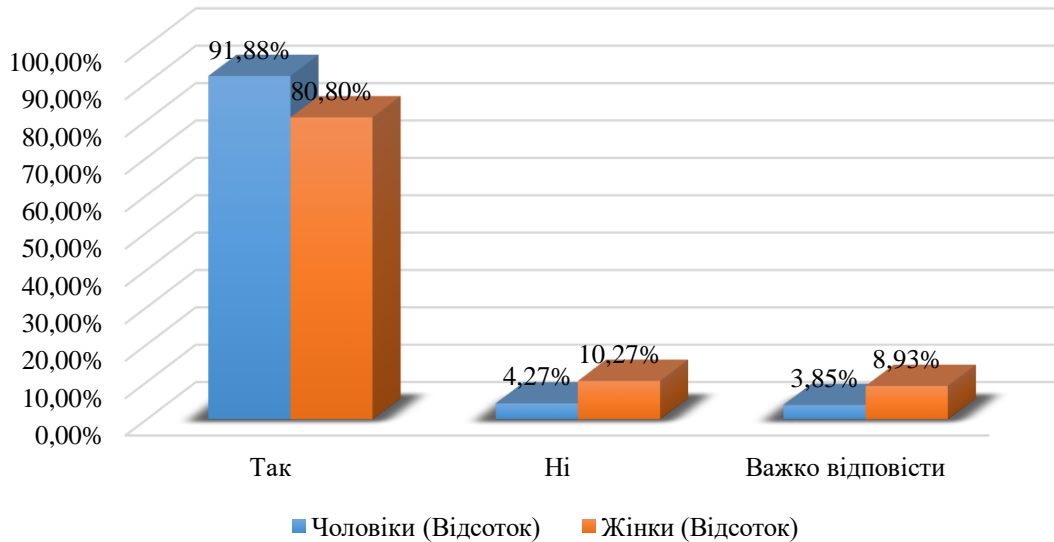


Рисунок 3.4 – Відповіді респондентів на питання «Чи хотіли б ви вживати макаронні вироби, які сприяли профілактиці захворювань?»

Результати досліджень показали, що 86,40 % респондентів хотіли б вживати макаронні вироби, які сприяли профілактиці захворювань. Негативно відповіли 7,16 % респондентів: 4,27 % і 10,27 %. Не змогли відповісти на це питання 6,44 % опитаних респондентів.

3.1.2 Аналіз показників асортименту макаронних виробів, що реалізуються в супермаркетах міста Дніпро

Асортиментна політика – це головний напрямок діяльності торговельного підприємства, який включає систему заходів стратегічного характеру, спрямованих на формування конкурентоспроможної моделі, що забезпечує стійкі позиції підприємства на ринку та отримання необхідного прибутку.

На рисунку 3.5 зведені показники асортименту макаронних виробів у супермаркетах «АТБ», «Сільпо» і «Варус».

Як показали результати аналізу, найвищий показник асортименту у супермаркету «Сільпо» 94,4 %, у супермаркету «АТБ» він склав 93,7 %, а в супермаркеті «Варус» 91,1 %. Показник коефіцієнта повноти асортименту макаронних виробів склав: «АТБ» – 92,35 %, «Сільпо» – 90,72 %, «Варус» – 89,80

%, що підтверджує задоволення споживчого попиту в повній мірі. Асортимент супермаркетів досить стійкий, коефіцієнт стійкості склав: «АТБ» – 35,2 %, «Сільпо» – 35,7 %, «Варус» – 45,8 %. Коефіцієнт новизни найвищий у супермаркету «Сільпо», він склав 5,9 %, що на 3,1 % перевищує показники супермаркету «АТБ» і на 3,2 % супермаркету «Варус». Таким чином, можна зробити висновок, що оновлення асортименту зростає повільними темпами.

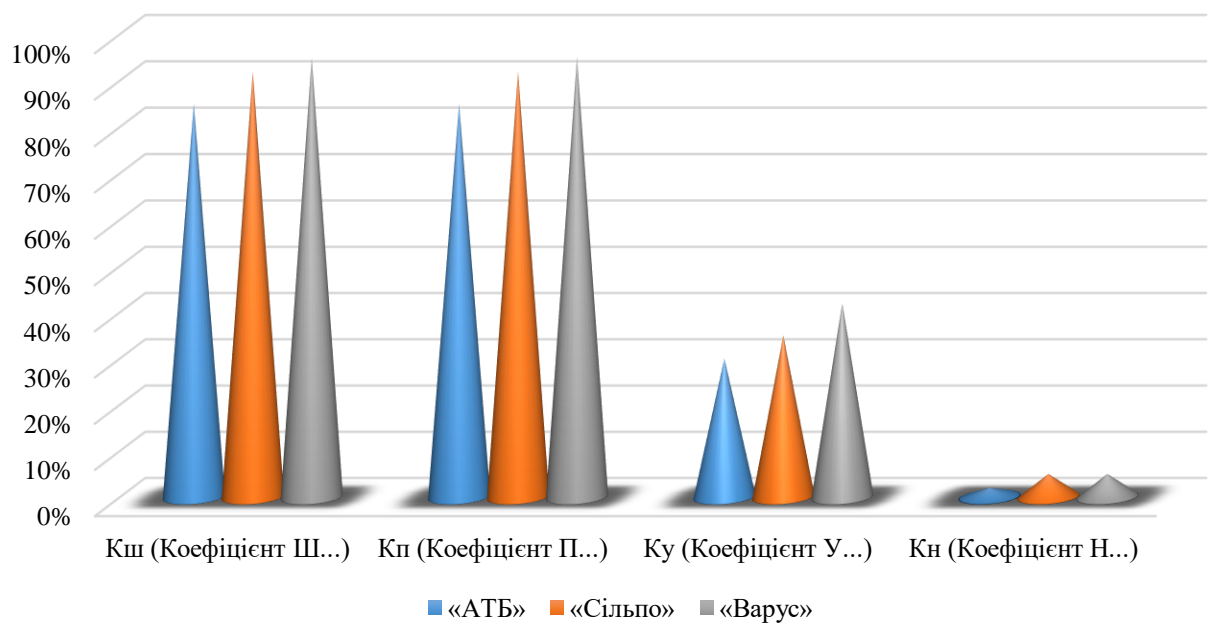


Рисунок 3.5 – Показники асортименту макаронних виробів у супермаркетах «АТБ», «Сільпо» і «Варус»

Проведені дослідження підтверджують актуальність робіт, спрямованих на розробку рецептур і технологій макаронних виробів підвищеної харчової цінності.

3.2 Порівняльна характеристика рослинних компонентів композитної суміші

Була проведена оцінка компонентів передбачуваного складу: пшеничного борошна вищого сорту з м'якої пшениці ДСТУ 7044:2009, гречаного борошна ДСТУ 7702:2015, лляного борошна ДСТУ 4967:2008.

В результаті дослідження з визначення харчової цінності борошна (пшеничного вищого сорту, гречаного та лляного) були отримані дані, які показані

на рисунку 3.6.

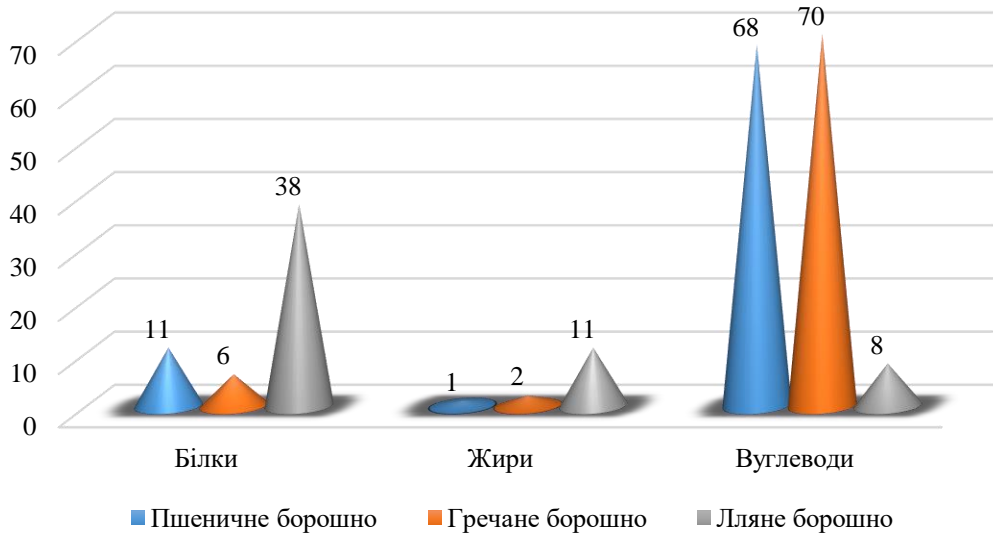


Рисунок 3.6 – Харчова цінність борошна (г/100г)

Пшеничне борошно вищих сортів має менше білків у порівнянні з іншими видами. Це пояснюється тим, що воно складається з бідних на білки центральних частин ендосперми. Білки пшеничного борошна мають наступний фракційний склад: проламіни, глютеліни, глобуліни, альбуміни [31]. Вміст білків у пшеничному борошні вищого сорту становить 10,8 г/100 г.

Білки гречки багаті лізином і лейцином і містять менше глютамінової кислоти, проліну і аргініну і більше аспарагінової кислоти, ніж білки інших зернових культур. Причому близько 56 % від глютамінової та аспарагінової кислот представлені у вигляді амідів [34]. Основними перевагами гречаного борошна є його низький показник глікемічного індексу та повна відсутність білка глютену. Вміст білків у гречаному борошні становить 13,6 г/100 г. Білки в лляному борошні є альбумінами і глобулінами, при цьому переважають глобуліни високої молекулярної маси (58 – 66 %). Білки льону за амінокислотним складом більш повноцінні в порівнянні з білками пшеничного і гречаного борошна і можуть доповнювати, підвищуючи цінність продуктів харчування. Вміст білків в лляному борошні становить 36,0 г/100 г [17].

За вмістом білків лляне борошно на 70 % перевищує пшеничне борошно

вищого сорту і на 62 % гречане.

За вмістом жирів лляне борошно на 87 % перевищує пшеничне борошно вищого сорту і на 88 % гречане.

За вмістом вуглеводів гречане борошно на 7 % перевищує пшеничне борошно вищого сорту і на 87 % – лляне.

В результаті дослідження з визначення в борошні (пшеничне борошно вищого сорту, гречане і лляне) клітковини були отримані дані, які показані на рисунку 3.7.

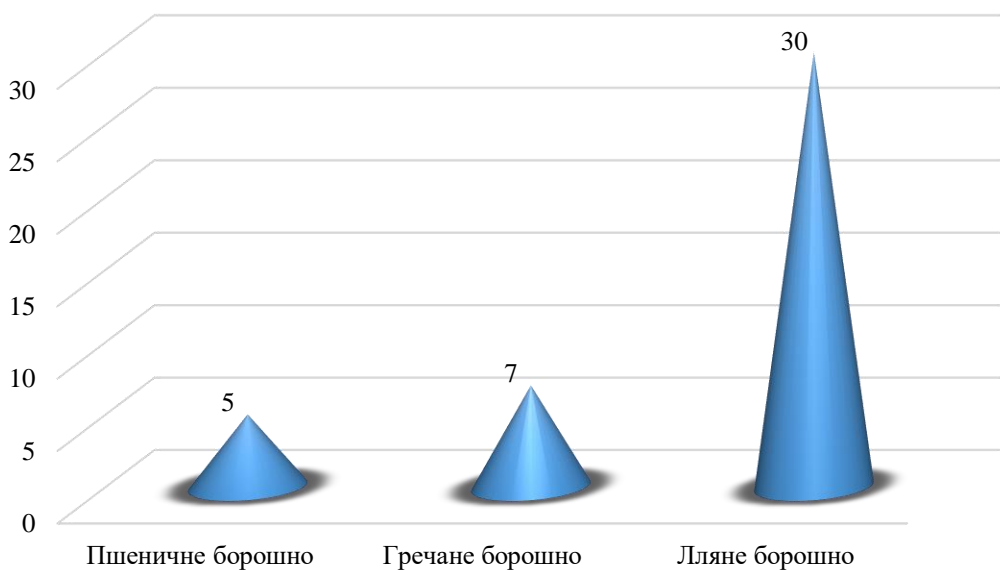


Рисунок 3.7 – Вміст клітковини в борошні (г/100 г)

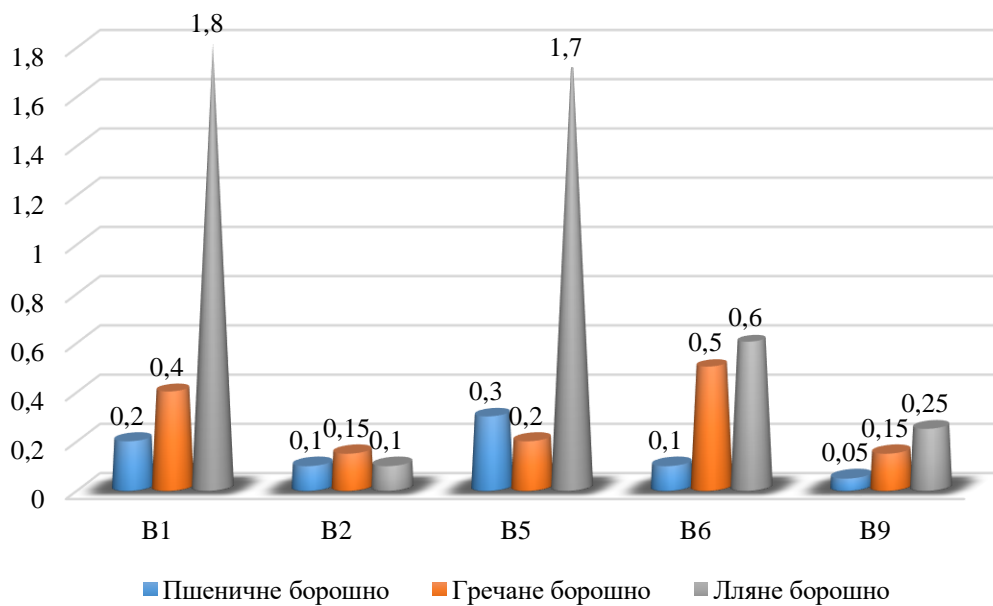
Вміст клітковини в гречаному борошні становить 2,8 г/100 г. Клітковина в лляному борошні являє собою оболонки клітин насіння, складається з полісахаридів, крохмалів і лігнінів, їх вміст становить 30,0 г/100 г. Співвідношення розчинної і нерозчинної клітковини варіюється в межах 1 : 4 – 2 : 3, що відповідає потребам людини. Водорозчинною фракцією клітковини є слизові речовини [31, 45].

Вміст клітковини в лляному борошні на 88 % більше, ніж у пшеничному борошні вищого сорту і на 91 % більше, ніж у гречаному [17].

В результаті дослідження з визначення в борошні (пшеничне борошно

вищого сорту, гречане і лляне) вітамінів групи В були отримані дані, які показані на рисунку 3.8.

Вміст В1 в лляному борошні становить 1,80 мг/100 г, що на 90,6 % більше, ніж у пшеничному борошні вищого сорту і на 77,8 % – ніж у гречаному. В2 (рибофлавін) необхідний для утворення еритроцитів, антитіл, для регулювання росту і репродуктивних функцій в організмі. У гречаному та лляному борошні вміст В₍₂₎ однаковий, він становить 0,18 мг/100 г, що на 77,7 % більше, ніж у пшеничному борошні вищого сорту.



Рисунк 3.8 – Вміст у борошні вітамінів групи В (мг/100 г)

У лляному борошні вміст В5 становить 1,80 мг/100 г, що на 83,3 % більше, ніж у пшеничному борошні вищого сорту. У гречаному борошні цей вітамін відсутній.

У гречаному та лляному борошні вміст В6 практично однаковий, він становить 0,50 – 0,52 мг/100 г, що на 66 – 67 % перевищує показники пшеничного борошна вищого сорту.

Вміст В9 у гречаному борошні становить 0,30 мг/100 г, що на 90 % більше, ніж у пшеничному борошні вищого сорту і на 70 % – ніж у лляному.

В результаті дослідження з визначення в борошні (пшеничне борошно

вищого сорту, гречане і лляне) вітамінів: РР, С, Е, Н, К були отримані дані, які показані на рисунку 3.9.

Вміст РР в лляному борошні становить 3,340 мг/100 г, що на 64 % більше, ніж у пшеничному борошні вищого сорту і на 7 % – ніж у гречаному.

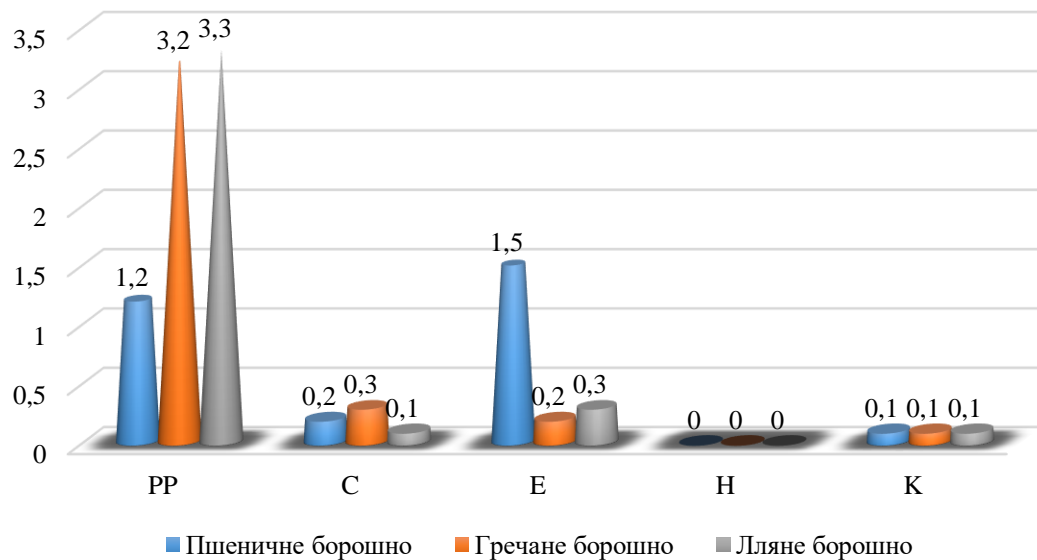


Рисунок 3.9 – Вміст у борошні вітамінів РР, С, Е, Н, К (мг/100 г)

Аскорбінова кислота міститься тільки в лляному борошні, її вміст становить 0,660 мг/100 г.

Вміст Е в пшеничному борошні вищого сорту становить 1,500 мг/100 г, що на 80 % більше, ніж у гречаному борошні і на 77 % – ніж у лляному.

Н (біотин) міститься тільки в пшеничному борошні вищого сорту, його вміст становить 0,002 мг/100 г.

К (філохінон) міститься тільки в лляному борошні, його вміст становить 0,005 мг/100 г.

3.3 Дослідження складу композитної суміші

3.3.1 Вплив гречаного борошна на якість макаронних виробів

Проведено дослідження з визначення співвідношення пшеничного, гречаного та лляного борошна для виробництва макаронних виробів.

Для проведення дослідження гречане борошно вносили в кількості 8 %, 10 %, 13 %, 16 %, 19 % від маси пшеничного борошна вищого сорту. Контролем служила проба макаронних виробів, приготована без добавок. Результати даного дослідження представлені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Органолептичні та фізико-хімічні показники якості макаронних виробів з додаванням гречаного борошна

Найменування показників	Контроль	Макаронні вироби: з внесенням гречаного борошна, %				
		8	10	13	16	19
Колір	білий	білий, з кремовим відтінком			білий, з сірим відтінком	
Стан поверхні	гладка, без шорсткостей					
Злам	склоподібний					
Форма	відповідна типу виробів					
Смак	властивий даному виробу					
Запах	властивий даному виробу					
Стан виробів після варіння	не злипаються			злегка злипаються		
Вологість, %	12,8	12,8	12,8	12,6	12,6	12,2
Кислотність, град	1,8	1,8	1,8	2	2,2	2,2
Збереження форми зварених виробів, %	100	100	100	94	93	91
Суха речовина, що перейшла у варильну воду, %	5,4	5,5	5,6	6,2	6,8	7

Макаронні вироби, виготовлені з пшеничного борошна без додаткових компонентів (контрольний зразок), після варіння повністю зберігали форму, не злипалися між собою та мали рівну й гладку поверхню. Показник збереження форми зварених виробів становив 100 %, а кількість сухих речовин, що перейшли у варильну воду, дорівнювала 5,4 %.

Макаронні вироби з внесенням гречаного борошна у кількості 8 % і 10 % після теплової обробки також не злипалися, характеризувалися білим

забарвленням із сірим відтінком, а смак і запах відповідали типовим властивостям макаронної продукції.

Органолептичні показники макаронних виробів із вмістом гречаного борошна 13 %, 16 % і 19 % були нижчими порівняно з іншими зразками: після варіння вироби частково злипалися, дещо втрачали форму та мали більш шорстку поверхню. Смак і аромат у цих зразках були менш інтенсивними.

У зразках із додаванням 8 % і 10 % гречаного борошна збереження форми зварених макаронних виробів становило 100 %. Водночас у виробів із вмістом гречаного борошна 13 %, 16 % і 19 % цей показник зменшувався та дорівнював відповідно 94 %, 93 % і 91 %.

Згідно з прийнятою класифікацією, для макаронних виробів високої якості вміст сухих речовин, що переходять у воду під час варіння, не повинен перевищувати 6 %, а для виробів середньої якості – 8 % [38]. Кількість сухих речовин у варильній воді під час приготування макаронів із додаванням 8 % і 10 % гречаного борошна становила 5,5 – 5,6 %, що дозволяє віднести ці зразки до продукції хорошої якості. Макаронні вироби з вмістом гречаного борошна 13 %, 16 % і 19 % належать до групи середньої якості, оскільки втрати сухих речовин під час варіння становили відповідно 6,2 %, 6,8 % і 7,0 % [16].

Отримані результати дозволяють зробити висновок про доцільність включення від 8 % до 10 % гречаного борошна до складу макаронних виробів [3].

3.3.2 Вплив лляного борошна на якість макаронних виробів

В ході дослідження лляне борошно вносилося масою 2 %, 5 %, 8 %, 11 %, 15 % від маси пшеничного борошна вищого сорту. Результати дослідження представлені в таблиці 3.2.

Макаронні вироби з додаванням лляного борошна в кількості 2 % і 5 % характеризувалися білим кольором з сірим відтінком, смаком і запахом, властивим макаронним виробам, після варіння не злипалися, збереження форми становило 100 %. Суха речовина, що перейшла у воду під час варіння, становила 5,7 %. Їх можна віднести до виробів хорошої якості.

Макаронні вироби з додаванням лляного борошна в кількості 8 %, 11 % і 15 % мали білий колір з сірим відтінком, смак і запах, властивий макаронним виробам, після варіння злегка злипалися. Збереження форми становило при додаванні 8 % лляного борошна – 94 %, 11 % – 92 %, 15 % – 92 %. Суха речовина, що перейшла у воду під час варіння, становила – 6,4 %, 6,7 %, 6,9 %. Вони відносяться до виробів середньої якості.

Таблиця 3.2 – Органолептичні та фізико-хімічні показники якості макаронних виробів з додаванням лляного борошна

Найменування показників	Контроль	Макаронні вироби: з внесенням лляного борошна, %				
		2	5	8	11	15
Колір	білий	білий, з сірим відтінком				
Стан поверхні	гладка, без шорсткостей					
Злам	склоподібний					
Форма	відповідна типу виробів					
Смак	властивий даному виробу					
Запах	властивий даному виробу					
Стан виробів після варіння	не злипаються			злегка злипаються		
Вологість, %	12,8	12,8	12,7	12,6	12,6	12,2
Кислотність, град	1,8	1,8	1,9	2	2	2,2
Збереження форми зварених виробів, %	100	100	100	94	92	92
Суша речовина, що перейшла у варильну воду, %	5,4	5,7	5,7	6,4	6,7	6,9

На підставі отриманих результатів можна зробити висновок про доцільність включення від 2 % до 5 % лляного борошна до складу макаронних виробів.

В ході дослідження було встановлено, що отримані результати більші за будь-яке значення, підраховане при будь-яких інших співвідношеннях пшеничного, гречаного та лляного борошна. Оптимальним співвідношенням пшеничного борошна є – 86 – 90 %, гречаного борошна – 8 – 10 %, лляного борошна

– 2 – 4 %.

3.3.3 Додавання мінерально-вітамінного комплексу в композитну суміш

З даних, отриманих у попередньому пункті, оптимальним співвідношенням пшеничного, гречаного та лляного борошна є співвідношення 86 – 90 %, 8 – 10 %, 2 – 4 %. У даній композитній суміші вміст незамінних амінокислот є максимальним з усіх розглянутих варіантів.

На підставі досліджень [25, 28] був обраний мінерально-вітамінний комплекс, який відповідає ДСТУ 4482:2005, ДСТУ 7159:2010 та складається з вітамінів групи В (рис. 3.10) і мікроелементів (рис. 3.11). Норма внесення мінерально-вітамінного комплексу була розрахована виходячи з того, що вітаміни та мікроелементи, що містяться в ньому, при додаванні їх до композитної суміші, не перевищуватимуть добової потреби для всіх груп населення.

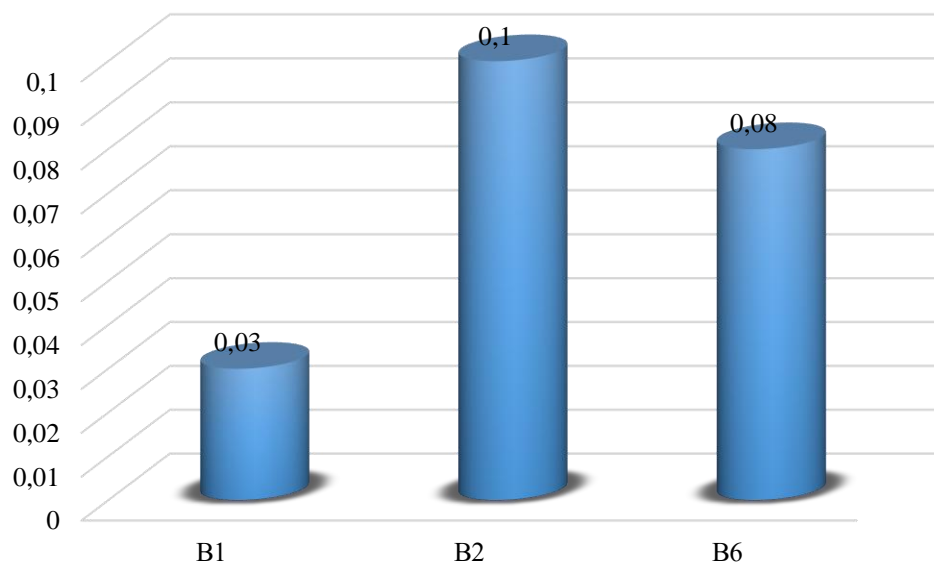


Рисунок 3.10 – Вміст у мінерально-вітамінному комплексі вітамінів групи В (мг)

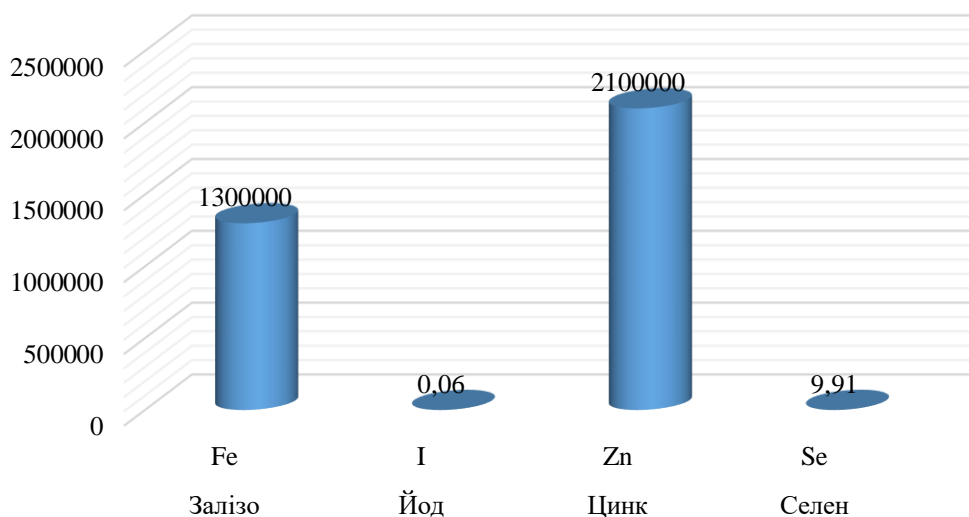


Рисунок 3.11 – Вміст у мінерально-вітамінному комплексі мікроелементів (мкг)

Композитну суміш готували у співвідношенні: пшеничне борошно вищого сорту – 89,9 %, гречане борошно – 8 %, лляне борошно – 2 %, мінерально-вітамінний комплекс – 0,1 %. Отримані дані щодо вітамінів і мікроелементів представлені на рисунках 3.12 і 3.13.

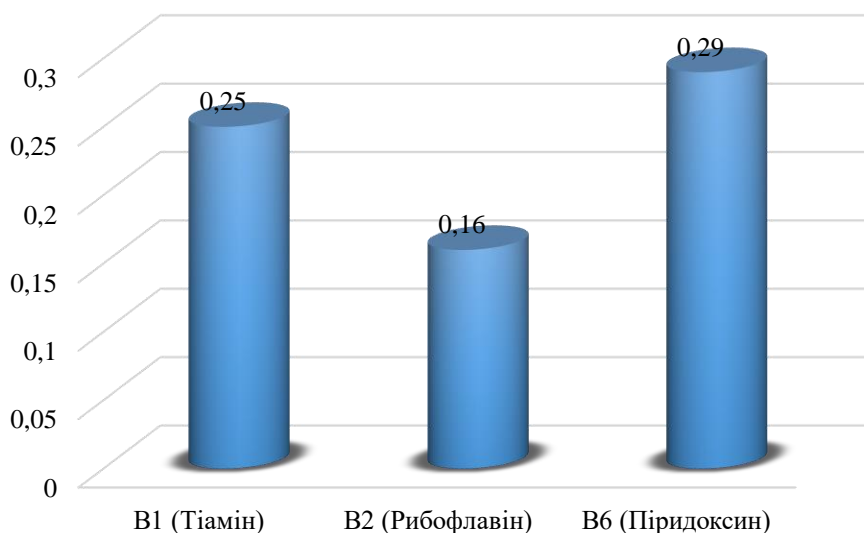


Рисунок 3.12 – Вміст вітамінів групи В у макаронних виробках з композитної суміші з додаванням мінерально-вітамінного комплексу (мг/100 г)

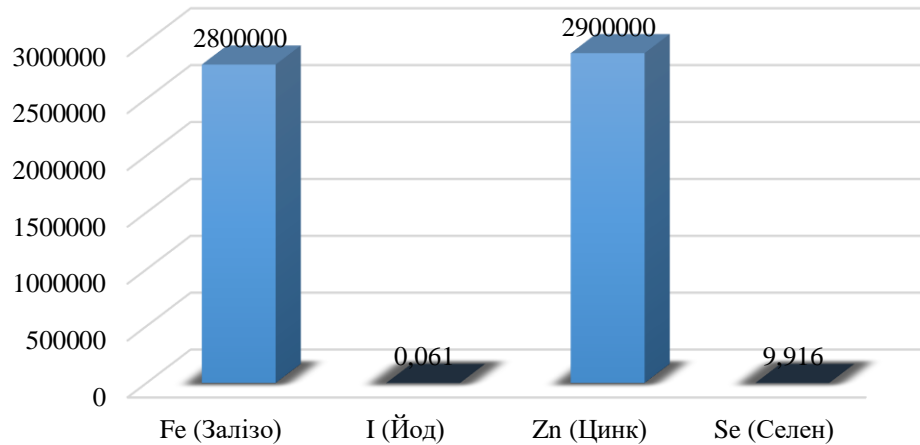


Рисунок 3.13 – Вміст мікроелементів у макаронних виробках з композитної суміші з додаванням мінерально-вітамінного комплексу (мкг/100 г)

З отриманого результату ми побачили, що при використанні мінерально-вітамінного комплексу в макаронних виробках значно збільшився вміст вітамінів і мікроелементів: тіаміну – на 13,6 %, рибофлавіну – 166 %, піридоксину – 38 %, заліза – 86,6 %, йоду – 6000 %, цинку – 262,5 % [19].

Отримані дані не перевищують допустимих норм. Розроблена рецептура відповідає актуальним вимогам нутриціології.

3.4 Дослідження реологічних властивостей макаронного тіста з композитної суміші

3.4.1 Кількість і якість сирої клейковини в композитній суміші

У макаронному виробництві клейковина виконує дві основні функції: по-перше, є пластифікатором, по-друге – сполучною речовиною, що з'єднує крохмальні зерна в єдину масу. При пресуванні тіста формується каркас з клейковини, який утримує крохмальні зерна в сирих виробках. При сушінні цей каркас зміцнюється, а при варінні – фіксується в результаті денатурації клейковини.

Існує певний діапазон вмісту клейковини в борошні, при якому макаронні вироби мають приблизно однакові значення показників, що характеризують

варильні властивості (час варіння, збільшення маси зварених виробів, втрати сухих речовин в процесі варіння тощо). Цей діапазон сирової клейковини в борошні – від 28 до 40 % [36]. Тому бажано, щоб процентний вміст сирової клейковини в макаронних виробках знаходився в цьому діапазоні.

В ході дослідження було встановлено, що масова частка сирової клейковини, відмитої з композитної суміші, була менше на 2,4 % в порівнянні з пшеничним борошном. Вміст клейковини знижується, мабуть, внаслідок введення водорозчинних фракцій білків гречки та льону. І в той же час вміст сирової клейковини в композитній суміші склав 28 %, що є оптимальним поєднанням пластичних і міцнісних властивостей – показано на рисунку 3.14. Фахівці в галузі здорового харчування вважають, що розчинні білки, які не беруть кількісної участі у визначенні кількості сирової клейковини, в даному випадку – гречки та льону, мають вищу харчову цінність, ніж білки клейковини, що містяться в ендоспермі.

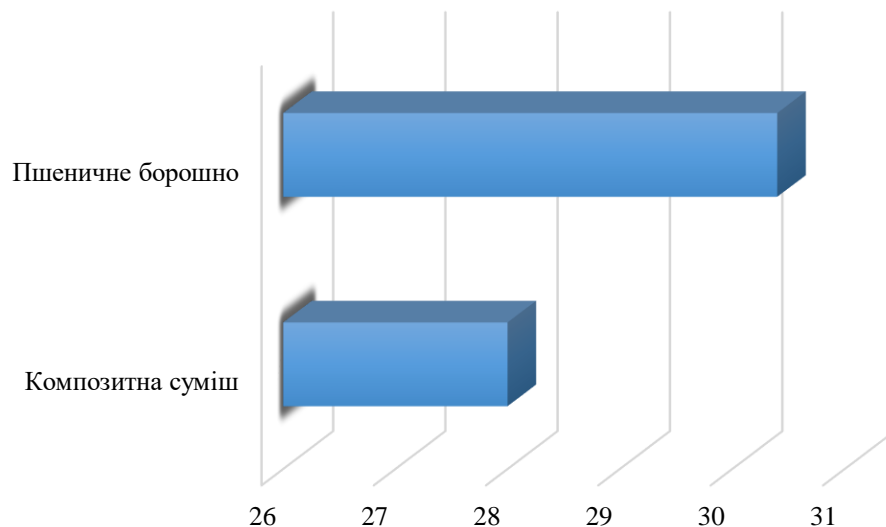


Рисунок 3.14 – Вміст сирової клейковини в пшеничному борошні та композитній суміші

Якість клейковини, а саме – здатність клейковини чинити опір деформуючому впливу, визначалася за допомогою приладу ІДК-4 (вимірювач деформації клейковини). Результати вимірювань якості клейковини виражаються в умовних одиницях ІДК (шкала приладу ІДК-4 дозволяє виконувати вимірювання в

межах від 0 до 150 умов. од. ІДК з точністю до $\pm 0,5$ умов. од. ІДК) – показано на рисунку 3.15 для пшеничного борошна і композитної суміші.

Якщо дослідження клейковини показують результат більше 80 одиниць, значить клейковина борошна слабка. Слабка клейковина характеризується поганою еластичністю і сильною розтяжністю, причому, після зняття розтягуючого напруження форма зразка не відновлюється. Тісто з борошна зі слабкою клейковиною має слабку формостійкість.

Якщо дослідження клейковини показують результат менше 50 одиниць, значить клейковина борошна міцна. Міцна клейковина має невисоку еластичність – вона важко розтягується, а при розтягуванні легко розривається. Згідно з ДСТУ ISO 21415-1:2009 для борошна хлібопекарського та загального призначення деформація доброї клейковини повинна знаходитися в межах від 53 до 77 одиниць (перша група якості з середньою (хорошою) характеристикою клейковини); для борошна макаронного: від 48 до 77 одиниць (з м'якої пшениці) і від 48 до 82 одиниць (з твердої пшениці) – також для першої групи якості з середньою (хорошою) характеристикою клейковини.

Як показують результати досліджень (рис. 3.15), пружність клейковини пшеничного борошна і композитної суміші знаходяться в межах своїх перших груп якості, проте, пружність клейковини композитної суміші нижча на 7 одиниць пружності клейковини пшеничного борошна, а, отже, має більш сильну формостійкість (що є одним з визначальних параметрів макаронних виробів), оскільки чим більше значення ІДК, тим слабкіша клейковина.

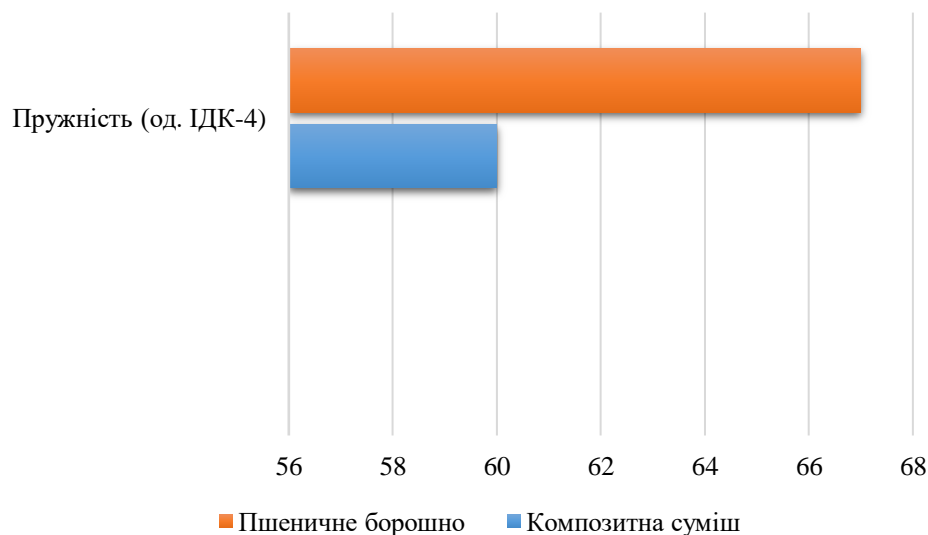


Рисунок 3.15 – Пружність клейковини пшеничного борошна та композитної суміші

3.4.2 Визначення реологічних властивостей тіста

Для визначення структурно-механічних властивостей тіста з пшеничного та композитного борошна проводили дослідження за допомогою приладу альвеограф. Результати обробки стандартної альвеографічної кривої представлені на рисунках 3.16 – 3.21 [15].

Максимальне значення надлишкового тиску (у перерахунку на мм) характеризує пружність тіста (стійкість до деформації). Експериментальні дані альвеографічного дослідження показали, що тісто з композитної суміші має знижені показники стійкості до деформації на 9 % (рис. 3.16).

Результати досліджень також показали зниження розтяжності тіста з композитної суміші в порівнянні з контрольним зразком на 24,4 % (рис. 3.17). Разом з тим, відношення P/L тіста з композитної суміші на 26 % перевищує показники контрольної проби, а саме цей показник позитивно впливає на структурно-механічні властивості макаронного тіста (рис. 3.18).

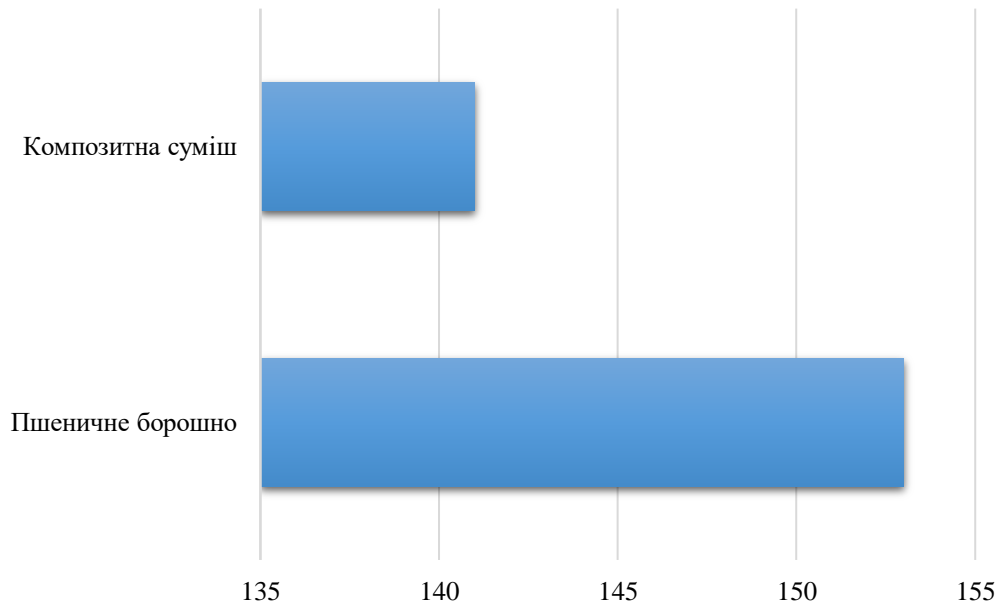


Рисунок 3.16 – Стойкість до деформації P, мм

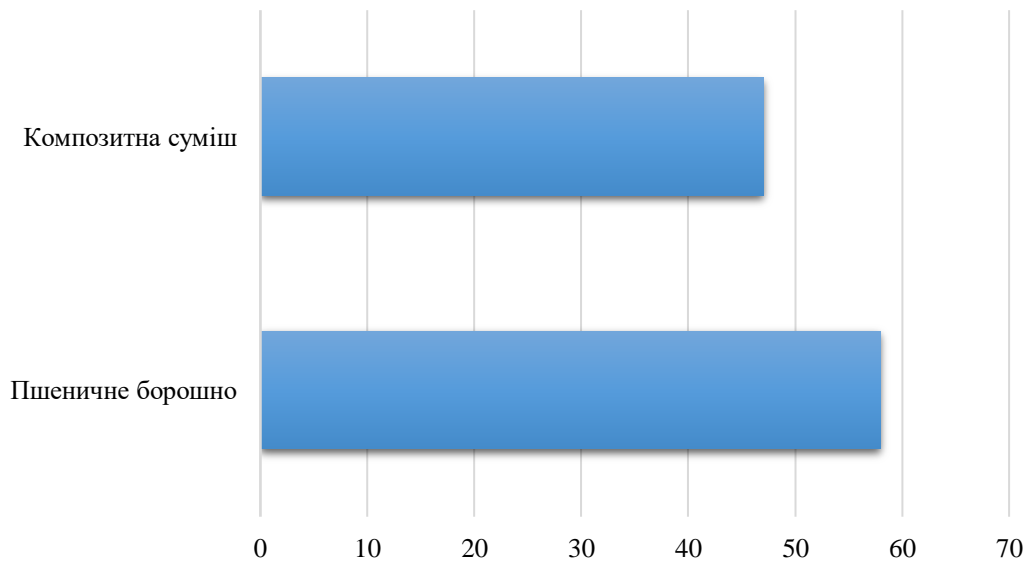


Рисунок 3.17 – Розтяжність L, мм

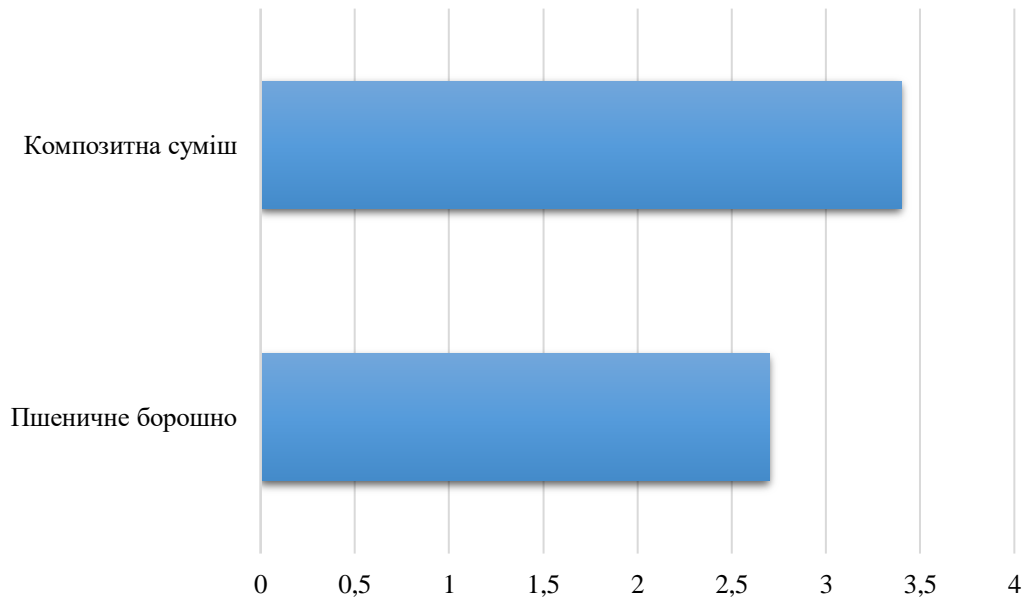


Рисунок 3.18 – Вигляд кривої R/L

Коефіцієнт деформації тіста з композитної суміші нижчий на 10,3 % від коефіцієнта деформації контрольного зразка, що зовсім не є негативним фактором, оскільки це свідчить про добру формостійкість тіста з композитної борошна і, отже, тісто з композитної суміші найбільш сприятливе для виробництва макаронних виробів (рис. 3.19).

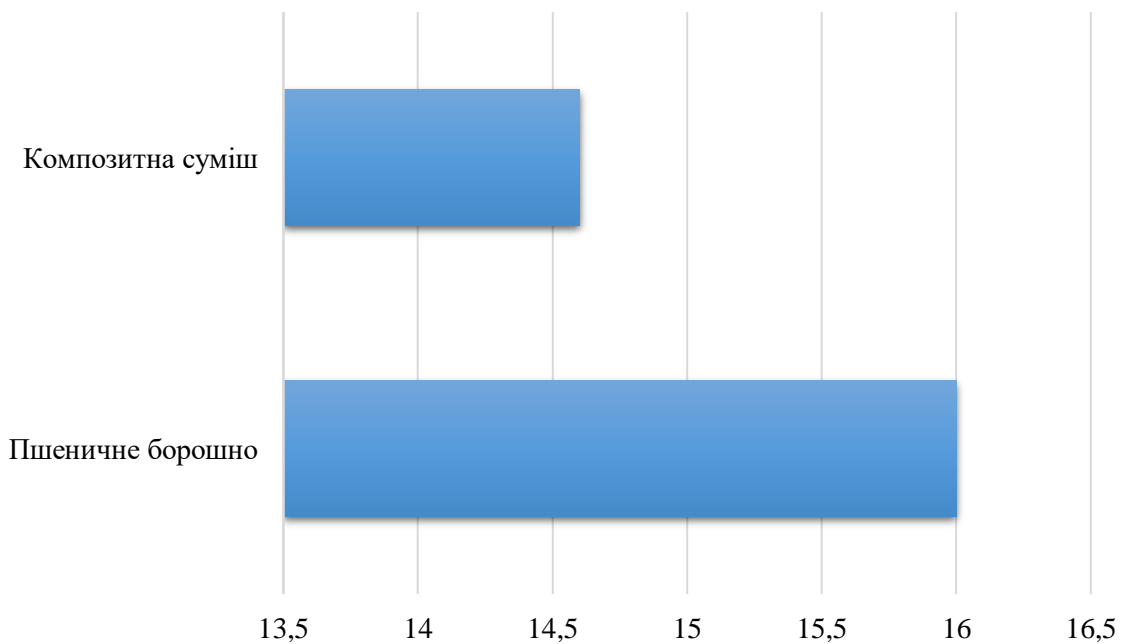


Рисунок 3.19 – Коефіцієнт деформації G

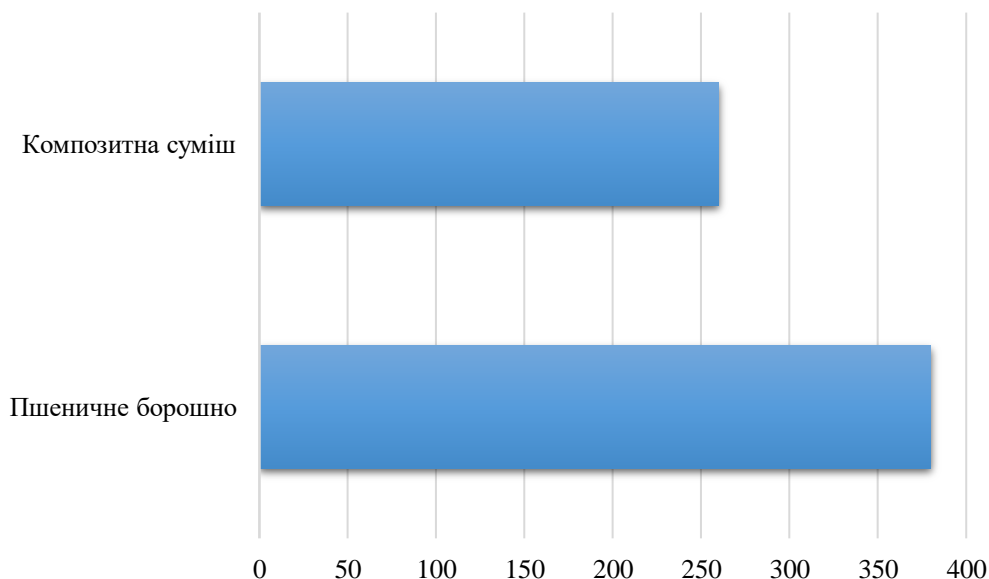


Рисунок 3.20 – Хлібопекарська здатність W, 10-4, Дж

Хлібопекарська здатність або питома робота деформації тіста W тіста з композитної суміші менше на 53 % аналогічного показника тіста з пшеничного борошна, але знаходиться в діапазоні, що характеризує борошно з необхідними хлібними якостями (рис. 3.20).

Дослідження показали – контрольний зразок тіста з пшеничного борошна більш стійкий до деформації, ніж зразок тіста з композитної суміші, що є характеристикою пружності тіла і свідчить про більш високий модуль пружності і більш низьку межу пружності (рис. 3.16, 3.17), а це означає – контрольний зразок повинен проявляти більшу еластичність. Експериментальні дані альвеографічного дослідження підтвердили – тісто з композитної суміші має знижені показники за коефіцієнтом еластичності на 35 % порівняно з контрольним зразком (рис. 3.21).

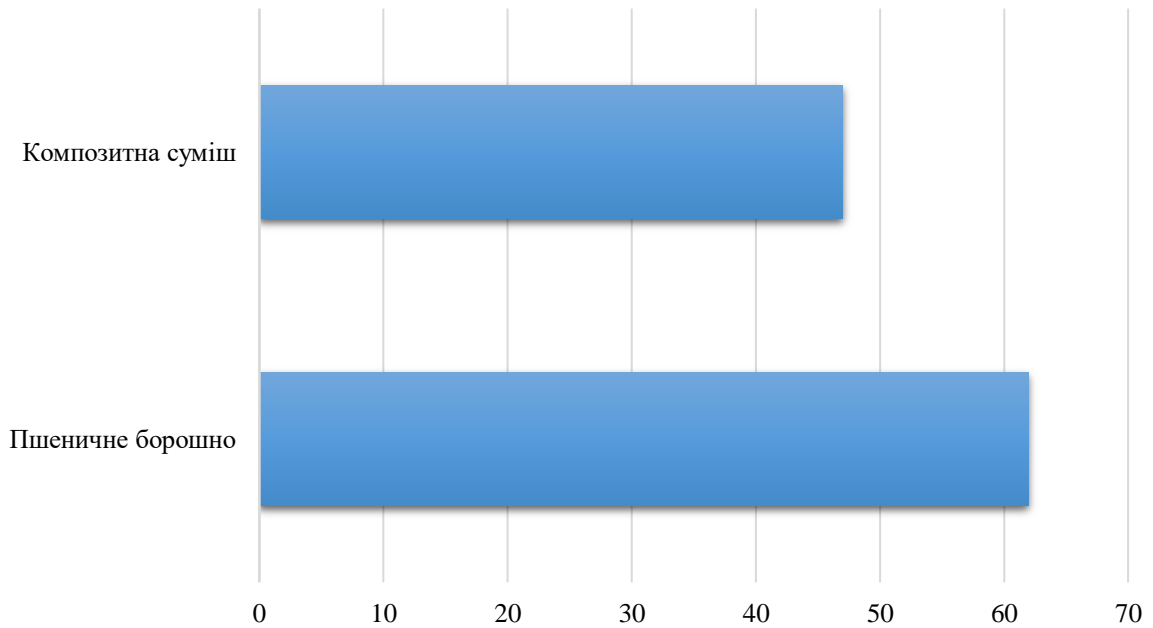


Рисунок 3.21 – Коефіцієнт еластичності Ie, %

Зниження деяких показників якості тіста з композитного борошна (що не завжди є негативним фактором) у порівнянні з аналогічними показниками контрольного зразка пов'язане зі змінами структурно-механічних характеристик через вплив в'язкості льону на композитну суміш. В цілому ж тісто з композитної суміші за такими показниками, як: відношення P/L – перевищує на 26 % контрольний зразок тіста з пшеничного борошна, а за питомою роботою деформації тіста W хоча і нижче на 53 % показника тіста з пшеничного борошна, але знаходиться в тому діапазоні, який характерний для борошна з хорошими хлібними якостями.

3.4.3 Час релаксації макаронного тіста з композитної суміші

Явище релаксації тісно пов'язане зі структурно-механічними властивостями перероблюваного напівфабрикату, отримання якого в більшості випадків пов'язане із зовнішнім тиском. Цьому явищу приділяється велика увага при формуванні харчових матеріалів різними способами. Знаючи характер того чи іншого матеріалу, можна вибрати найбільш раціональний час і величину впливу для правильного ведення технологічного процесу [30]. Досліджували час релаксації

макаронного тіста з композитної суміші на структурометрі (рис. 3.22).

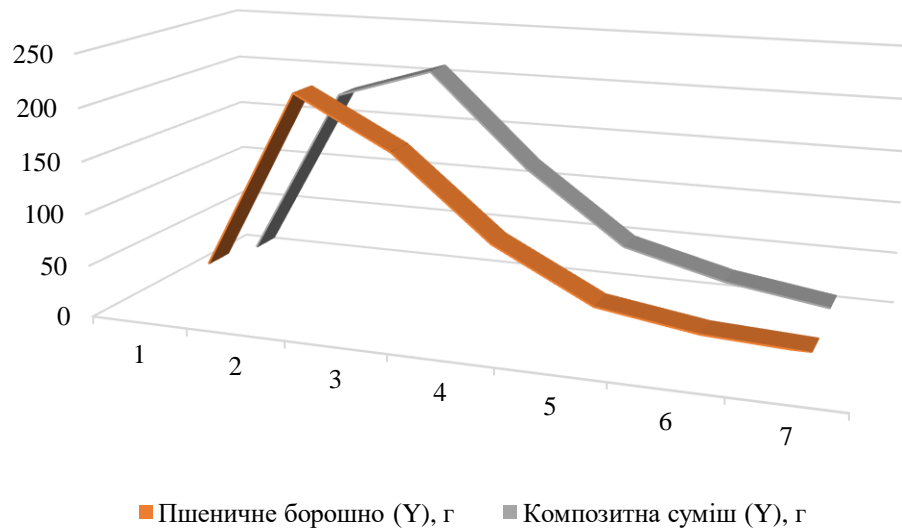


Рисунок 3.22 – Час релаксації тіста з пшеничного борошна і композитної суміші

В ході дослідження було визначено, що час релаксації тіста з композитної суміші становить 210 с, що на 10 % менше в порівнянні з показниками контрольної проби. Це свідчить про те, що тісто з композитної суміші має більшу пластичність.

3.5 Органолептичні та фізико-хімічні показники макаронних виробів з композитної суміші

Органолептичні та фізико-хімічні показники макаронних виробів з композитної суміші оцінювали на відповідність вимогам ДСТУ 7232:2011.

Результати дослідження органолептичних та фізико-хімічних показників макаронних виробів з розробленої суміші представлені в таблиці 3.3.

У процесі досліджень встановлено, що макаронні вироби, виготовлені з композитної суміші, мали біле забарвлення з легким сірим відтінком, відзначалися рівною та гладкою поверхнею без проявів шорсткості, а також характеризувалися смаком і ароматом, типовими для макаронної продукції. Після варіння вироби не злипалися між собою, а показник збереження їх форми становив 100 %.

Таблиця 3.3 – Органолептичні та фізико-хімічні показники якості макаронних виробів з композитної суміші

Найменування показників	Макаронні вироби:		Вимога ДСТУ 7232:2011
	Контроль	Із композитної суміші	
1	2	3	4
Колір	білий	білий, із сірим відтінком	відповідний сорту і виду борошна
Стан поверхні	гладка, без шорсткостей	гладка, без шорсткостей	гладка, допускається шорсткість
Злам	склоподібний	склоподібний	склоподібний
Форма	відповідна даному типу виробів	відповідна даному типу виробів	відповідна типу виробів
Смак	властивий даному виробу, без стороннього смаку	властивий даному виробу, без стороннього смаку	властивий даному виробу, без стороннього смаку
Запах	властивий даному виробу, без стороннього запаху	властивий даному виробу, без стороннього запаху	властивий даному виробу, без стороннього запаху
Стан виробів після варіння	не злипаються	не злипаються	вироби не повинні злипатися між собою при варінні до готовності
Вологість виробів, %	12,8	12,5	не більше 13
Кислотність виробів, град	1,8	1,8	не більше 4
Зола, нерозчинна в 10 % розчині HCl, %	0,13	0,11	не більше 0,2

Продовження табл. 3.3

1	2	3	4
Збереженість форми зварених виробів, %	100	100	не менше 100
Металомагнітна домішка, мг на 1 кг продукту	не виявлено	не виявлено	не більше 3
Суха речовина, що перейшла у варильну воду, %	5,4	5,6	не більше 6

При формуванні попиту та естетичних показників вирішальну роль відіграє зовнішній вигляд, смак, запах і колір, тоді як його харчова цінність, хімічний склад більшістю споживачів беруться до уваги лише в другу чергу. В якості методу контролю готових макаронних виробів була розроблена 5-бальна шкала органолептичної оцінки.

Профілограма органолептичних показників макаронних виробів представлена на рисунку 3.23.

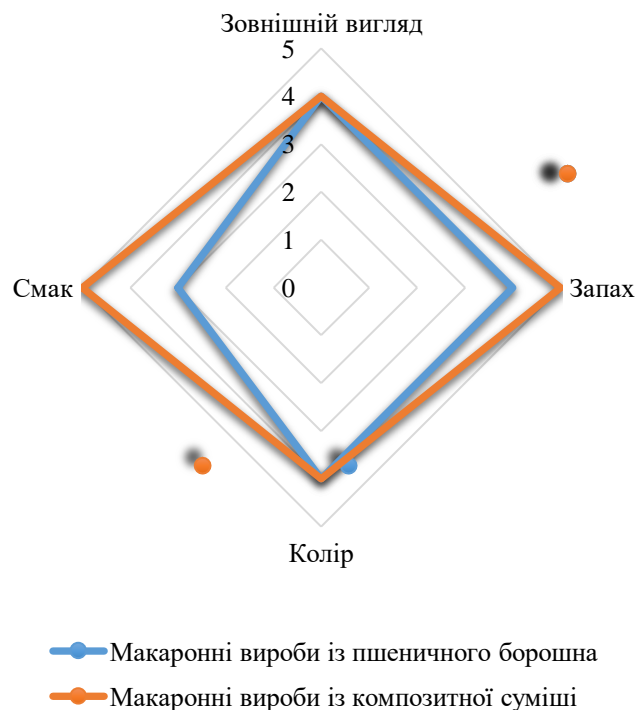


Рисунок 3.23 – Профілограма органолептичних показників макаронних виробів

Встановлено, що макаронні вироби з композитної суміші за органолептичними показниками (смак, запах) отримали вищі оцінки в порівнянні з макаронними виробами з пшеничного борошна, що пов'язано з включенням до складу композитної суміші гречаного та лляного борошна, а саме, включення даних видів борошна сприяло наданню готовим виробам легкого оригінального смаку – солодкуватого з легкою гіркуватістю. Більш виражений смак і запах нових виробів у порівнянні з прототипом обумовлений хімічним складом доданих добавок, а

саме, жирнокислотним складом лляного борошна, наявністю ефірних олій, органічних кислот.

Висновки за розділом

Маркетингові дослідження показали, що макаронні вироби користуються високим попитом серед населення міста Дніпро – 99,12 % опитаних споживають їх регулярно. Найбільш популярними українськими марками є «La’Pasta» (47 осіб) та «ТАУА» (19 осіб), а серед зарубіжних – «La Molisana» (35 осіб). Більшість респондентів (90,35 %) висловили бажання вживати макарони підвищеної харчової та біологічної цінності, а 86,4 % – ті, що сприяють профілактиці захворювань.

Аналіз асортименту макаронних виробів у супермаркетах («АТБ», «Сільпо», «Варус») показав високу насиченість ринку та задоволення споживчого попиту: коефіцієнт повноти асортименту становив 89,8–92,35 %, оновлення асортименту відбувається повільними темпами (коефіцієнт новизни 5,9 %). Це підтверджує актуальність розробки продуктів підвищеної харчової цінності.

Порівняльна характеристика рослинних компонентів композитної суміші показала, що гречане борошно містить 13,6 г/100 г білка, лляне – 36,0 г/100 г білка та 30 г/100 г клітковини, тоді як пшеничне вищого сорту має лише 10,8 г/100 г білка та 2,0 г/100 г клітковини. Лляне борошно також багате на жири та мінерали, гречане – на вітаміни В9. Використання цих компонентів підвищує харчову цінність виробів.

Дослідження складу композитної суміші показало, що оптимальне співвідношення компонентів: пшеничне борошно – 86 – 90 %, гречане – 8 – 10 %, лляне – 2 – 4 %. Додавання мінерально-вітамінного комплексу (0,1 %) значно збільшує вміст вітамінів та мікроелементів, не перевищуючи добові норми, що відповідає вимогам нутриціології.

Реологічні властивості тіста з композитної суміші: вміст сирої клейковини становить 28 % – оптимально для формування макаронів. Тісто має підвищену

пластичність (час релаксації 210 с), зменшену розтяжність (на 24,4 %), але покращене співвідношення P/L (на 26 %), що забезпечує добру формостійкість і придатність для виробництва макаронних виробів.

Органолептичні та фізико-хімічні показники макаронних виробів з композитної суміші відповідають вимогам ДСТУ 7232:2011: вироби мають білий колір з сірим відтінком, гладку поверхню, не злипаються після варіння, збереження форми – 100 %, суха речовина у варильній воді – 5,6 %. Включення гречаного та лляного борошна надавало виробам приємний солодкуватий смак із легкою гіркуватістю та підвищену харчову цінність.

Проведені експериментальні дослідження підтвердили ефективність використання оптимальної композитної суміші з додаванням мінерально-вітамінного комплексу для виробництва макаронних виробів підвищеної харчової цінності, що відповідає сучасним вимогам споживачів і ринку.

4 ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1 Технологічна схема виробництва макаронних виробів з композитної суміші

На підставі проведених досліджень запропоновано технологічну схему виробництва макаронних виробів, представлену на рисунку 4.1.



Рисунок 4.1 – Технологічну схему виробництва макаронних виробів

Розроблена технологічна схема виробництва макаронних виробів може бути ефективно впроваджена на сучасних підприємствах харчової промисловості, що

спеціалізуються на макаронній продукції. Вона включає комплекс послідовних операцій, що забезпечують високоякісний кінцевий продукт та можливість оптимізації виробничих процесів.

Перший етап – підготовка сировини. Для виробництва макаронів використовуються пшеничне, гречане та лляне борошно, мінерально-вітамінні комплекси та питна вода. На цьому етапі здійснюється змішування компонентів, просіювання борошна, магнітне очищення та підігрів води до оптимальної температури 35 – 65 °С. Використання таких технологічних операцій дозволяє досягти однорідності сировинної маси та забезпечує належні фізико-хімічні властивості майбутнього тіста, що є критично важливим для подальшого формування та сушіння виробів. На підприємствах цей етап може бути автоматизований за допомогою сучасного змішувального та просіювального обладнання, що підвищує продуктивність та зменшує витрати ручної праці.

Другий етап – заміс та пресування тіста. Інгредієнти змішуються протягом 15 хвилин (5 хвилин у сухому вигляді та 10 хвилин після додавання води). Після цього тісто ущільнюється, а напівфабрикат піддається формуванню за допомогою дискових матриць і ножових механізмів, що дозволяє отримати вироби заданої форми та розмірів. Температура води при замісі підтримується в межах 35 – 65 °С, що забезпечує оптимальну еластичність тіста та полегшує процес пресування. Практичне впровадження цього етапу на виробництвах можливо за рахунок використання автоматизованих тестомісильних та пресувальних ліній, що забезпечує стабільність якості продукції та підвищує пропускну здатність підприємства.

Третій етап включає сушку, стабілізацію та охолодження макаронних виробів. Первинна підсушка здійснюється шляхом обдування виробів повітрям при температурі 25 °С та вологості 60 – 70 %, що зменшує ризик деформації під час подальшої сушки. Основна сушка проводиться у шафних або камерних сушарках за низькотемпературного режиму, що дозволяє зберегти структуру виробів та запобігти втраті вологи. Для стабілізації та охолодження рекомендовано повільне охолодження протягом не менше 4 годин при

температурі 25–30 °С та вологості 60 – 65 %, що сприяє досягненню оптимальної текстури та подовжує термін зберігання макаронів. На практиці застосування сучасних сушильних та охолоджувальних ліній дозволяє підприємствам зменшити енергетичні витрати та підвищити стабільність технологічного процесу.

Четвертий етап – упаковка та зберігання. Макаронні вироби фасуються у споживчу або транспортну тару, а умови зберігання передбачають температуру повітря до 30 °С та відносну вологість до 70 %. Дотримання цих умов дозволяє зберігати якість та органолептичні властивості продукції протягом тривалого часу. На практиці це може бути реалізовано через автоматизовані фасувальні лінії та сучасні складські системи контролю температури та вологості.

Отже, запропонована технологічна схема виробництва макаронних виробів є ефективною для впровадження на підприємствах харчової промисловості. Вона забезпечує можливість отримання продукту високої якості, стабільність фізико-хімічних та органолептичних властивостей виробів, а також оптимізацію виробничих процесів за рахунок автоматизації та сучасного обладнання.

Висновки за розділом

Розроблена технологічна схема виробництва макаронних виробів з композитної суміші є послідовною та логічно структурованою, включає етапи підготовки сировини, замісу та пресування тіста, сушіння і стабілізації виробів, а також упаковку і зберігання, що забезпечує отримання продукції високої якості.

Використання пшеничного, гречаного та лляного борошна з додаванням мінерально-вітамінних комплексів і контрольованою температурою води забезпечує однорідність тіста та належні фізико-хімічні властивості макаронних виробів.

Автоматизація процесів замісу, пресування, сушіння та фасування дозволяє підвищити продуктивність виробництва, стабільність якості продукції та оптимізувати витрати праці й енергії.

Запропонований режим сушіння та охолодження (низькотемпературна основна сушка, повільне охолодження при 25 – 30 °С і вологості 60 – 65 %) забезпечує збереження структури, текстури та подовження терміну зберігання макаронів.

Технологія може бути ефективно впроваджена на сучасних підприємствах харчової промисловості, що спеціалізуються на макаронній продукції, і забезпечує стабільність фізико-хімічних та органолептичних властивостей виробів.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Розробка карти безпеки праці під час виробництва макаронних виробів підвищеної харчової цінності

Розробка карти безпеки праці під час виробництва макаронних виробів підвищеної харчової цінності є актуальною та доцільною з огляду на впровадження нових рецептур і використання нетрадиційної сировини, зокрема композитних сумішей на основі пшеничного, гречаного та лляного борошна, а також мінерально-вітамінних комплексів. Такі компоненти можуть змінювати фізико-механічні властивості тіста, режими замішування, формування та сушіння, що впливає на умови праці та рівень виробничих ризиків.

У процесі виробництва макаронних виробів працівники піддаються дії рухомих частин обладнання (тістомісильні машини, прес-форми, різальні механізми), підвищених температур (сушильні камери), пилу борошна, електрообладнання, а також мийних і дезінфекційних засобів. Використання дрібнодисперсних добавок (ляне борошно, вітамінно-мінеральні премікси) може додатково створювати санітарно-гігієнічні та алергенні ризики.

У зв'язку з цим карта безпеки праці є необхідною для ідентифікації небезпечних і шкідливих виробничих факторів, запобігання травматизму та професійним захворюванням, забезпечення відповідності вимогам охорони праці й санітарних норм, а також створення безпечних умов праці при виробництві макаронних виробів підвищеної харчової цінності.

Основні положення картки безпеки праці висвітлені у таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Карта безпеки праці під час виробництва макаронних виробів підвищеної харчової цінності

Етап технологічного процесу	Потенційно небезпечні та шкідливі фактори	Можливі наслідки	Заходи безпеки	Засоби індивідуального захисту
Підготовка та зберігання сировини	Пил борошна, слизька підлога	Подразнення дихальних шляхів, падіння	Вентиляція, регулярне прибирання	Респіратор, спецвзуття
Дозування компонентів	Контакт з преміксами, пил	Алергічні реакції	Дотримання інструкцій, локальна витяжка	Рукавички, маска
Замішування тіста	Рухомі частини обладнання	Травмування рук	Захисні кожухи, блокування пуску	Халат, головний убір
Формування та різання	Механічні елементи, гострі кромки	Порізи, забої	Техогляд, інструктаж	Рукавички
Сушіння макаронних виробів	Підвищена температура	Термічні опіки	Контроль температури, знаки безпеки	Термостійкі рукавиці
Охолодження та фасування	Ручні операції, повторювані рухи	Перевтома, мікротравми	Раціональна організація праці	Спецодяг
Миття та санітарна обробка	Луги, кислоти, гаряча вода	Хімічні та термічні опіки	Чітке дозування, інструкції	Захисні окуляри, рукавички

Документ має бути офіційно погоджений із контролюючими та наглядовими органами, зокрема службою охорони праці підприємства та санітарно-епідеміологічними інстанціями. Таке погодження забезпечує відповідність виробничих процесів вимогам безпеки, санітарії та гігієни праці. Після затвердження документ є обов'язковим для виконання і доводиться до відома кожного працівника під підпис, що сприяє усвідомленню виробничих ризиків, правильним діям у надзвичайних ситуаціях та зниженню рівня травматизму.

5.2 Шляхи утилізації відходів під час виробництва виробів підвищеної харчової цінності

У процесі виробництва макаронних виробів підвищеної харчової цінності з використанням композитних сумішей на основі пшеничного, гречаного та лляного борошна утворюються різні види відходів, зокрема сировинні, технологічні, пакувальні та допоміжні. Раціональна організація їх утилізації є доцільною як з екологічної, так і з економічної точок зору.

Органічні відходи борошняної сировини та тістових залишків при неналежному видаленні можуть спричиняти мікробіологічне забруднення виробничих приміщень і погіршення санітарного стану підприємства. Водночас частина таких відходів може бути повторно використана або перероблена, що дозволяє зменшити втрати сировини та знизити собівартість продукції. Утилізація пакувальних матеріалів і відпрацьованих допоміжних речовин сприяє зменшенню негативного впливу на довкілля та дотриманню вимог екологічної безпеки.

Таким чином, впровадження системи раціонального поводження з відходами під час виробництва макаронних виробів підвищеної харчової цінності забезпечує екологічну безпеку, економічну ефективність та стабільну роботу підприємства..

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

Таблиця 5.2 – Шляхи утилізації відходів під час виробництва макаронних виробів підвищеної харчової цінності

Вид відходів	Джерело утворення	Характеристика відходів	Рекомендований спосіб утилізації	Обґрунтування доцільності
Залишки борошняної сировини	Дозування, замішування тіста	Органічні, сухі	Повернення у виробництво або використання як корм	Зменшення втрат сировини
Тістові залишки	Формування, різання	Органічні, вологі	Переробка або утилізація через біоочищення	Запобігання мікробіологічному забрудненню
Відсів та крихта макаронів	Сушіння, фасування	Харчові відходи	Використання у кормовій промисловості	Раціональне використання ресурсів
Пакувальні матеріали (картон, полімери)	Фасування продукції	Вторинна сировина	Сортування та передача на переробку	Зменшення обсягів твердих відходів
Промивні води	Миття обладнання	Водні розчини з домішками	Очищення у локальних очисних спорудах	Зниження навантаження на каналізацію
Відпрацьовані мийні засоби	Санітарна обробка	Хімічні відходи	Утилізація відповідно до інструкцій	Дотримання вимог екологічної безпеки

Висновки за розділом

Розробка карти безпеки праці під час виробництва макаронних виробів підвищеної харчової цінності є обґрунтованою та необхідною, оскільки використання композитних борошняних сумішей і мінерально-вітамінних добавок змінює технологічні режими та впливає на умови праці персоналу.

Запропонована карта безпеки праці дозволяє ідентифікувати основні небезпечні та шкідливі виробничі фактори, знизити ризик травматизму й професійних захворювань, а також забезпечити відповідність вимогам охорони праці та санітарно-гігієнічним нормам.

Раціональна організація утилізації відходів виробництва сприяє зменшенню негативного впливу на навколишнє середовище, поліпшенню санітарного стану підприємства та зниженню втрат сировини.

У цілому впровадження заходів з охорони праці та системи поводження з відходами забезпечує безпечні умови роботи, стабільність технологічного процесу та підвищує екологічну й економічну ефективність виробництва макаронних виробів підвищеної харчової цінності.

6 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

6.1 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження

Вартість основних і побічних матеріалів визначають за формулою:

$$M = \sum m_1 \cdot C_1, \quad (6.1)$$

де m_1 – кількість використаного і-го матеріалу;

C_1 – ціна одиниці і-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	5,00	32,00	160,00
Борошно ляне, кг	5,00	79,00	395,00
Вітамінні добавки, кг	0,10	3800,00	380,00
Макарони, кг	1,00	58,00	58,00
Всього			993,00

Розрахунок витрат на оплату праці наведено в таблиці 6.2.

Таблиця 6.2 – Розрахунок витрат на заробітну плату

Посада	Середньомісячний заробіток, грн	Середньочасовий заробіток, 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 брутто-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;

Φ – 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	993,00
Оплата праці учасникам досліджень	1000,00
Нарахування на заробітну плату	110,00
Електроенергія	1000,5
Амортизація	609,41
Накладні витрати	800,00
Всього	4512,91

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 ($P = 30$), %.

$$Ц = 4512,91 + \frac{30 \cdot 4512,91}{100} = 5866,78 \text{ грн.}$$

Отже, з урахуванням рентабельності 30 %, кінцева вартість дослідження становить 5866,78 грн.

Висновки за розділом

Проведені розрахунки організаційно-економічної частини дозволили визначити повну вартість проведення дослідження з розробки макаронних виробів підвищеної харчової цінності.

Загальні зведені витрати на проведення дослідження становлять 4512,91 грн, а з урахуванням нормативу рентабельності 30 % кінцева вартість дослідження дорівнює 5866,78 грн.

Отримані результати підтверджують економічну доцільність проведення дослідження та можуть бути використані для планування витрат і обґрунтування впровадження технології виробництва макаронних виробів підвищеної харчової цінності.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Маркетингові дослідження показали, що макаронні вироби користуються високим попитом серед населення міста Дніпро – 99,12 % опитаних споживають їх регулярно. Найбільш популярними українськими марками є «La’Pasta» (47 осіб) та «ТАУА» (19 осіб), а серед зарубіжних – «La Molisana» (35 осіб). Більшість респондентів (90,35 %) висловили бажання вживати макарони підвищеної харчової та біологічної цінності, а 86,4 % – ті, що сприяють профілактиці захворювань.

Аналіз асортименту макаронних виробів у супермаркетах («АТБ», «Сільпо», «Варус») показав високу насиченість ринку та задоволення споживчого попиту: коефіцієнт повноти асортименту становив 89,8–92,35 %, оновлення асортименту відбувається повільними темпами (коефіцієнт новизни 5,9 %). Це підтверджує актуальність розробки продуктів підвищеної харчової цінності.

Порівняльна характеристика рослинних компонентів композитної суміші показала, що гречане борошно містить 13,6 г/100 г білка, лляне – 36,0 г/100 г білка та 30 г/100 г клітковини, тоді як пшеничне вищого сорту має лише 10,8 г/100 г білка та 2,0 г/100 г клітковини. Лляне борошно також багате на жири та мінерали, гречане – на вітаміни В9. Використання цих компонентів підвищує харчову цінність виробів.

Дослідження складу композитної суміші показало, що оптимальне співвідношення компонентів: пшеничне борошно – 86 – 90 %, гречане – 8 – 10 %, лляне – 2 – 4 %. Додавання мінерально-вітамінного комплексу (0,1 %) значно збільшує вміст вітамінів та мікроелементів, не перевищуючи добові норми, що відповідає вимогам нутриціології.

Реологічні властивості тіста з композитної суміші: вміст сирової клейковини становить 28 % – оптимально для формування макаронів. Тісто має підвищену пластичність (час релаксації 210 с), зменшену розтяжність (на 24,4 %), але покращене співвідношення P/L (на 26 %), що забезпечує добру формостійкість і придатність для виробництва макаронних виробів.

Органолептичні та фізико-хімічні показники макаронних виробів з

композитної суміші відповідають вимогам ДСТУ 7232:2011: вироби мають білий колір з сірим відтінком, гладку поверхню, не злипаються після варіння, збереження форми – 100 %, суха речовина у варильній воді – 5,6 %. Включення гречаного та лляного борошна надавало виробам приємний солодкуватий смак із легкою гіркуватістю та підвищену харчову цінність.

Розроблена технологічна схема виробництва макаронних виробів з композитної суміші є послідовною та логічно структурованою, включає етапи підготовки сировини, замісу та пресування тіста, сушіння і стабілізації виробів, а також упаковку і зберігання, що забезпечує отримання продукції високої якості.

Технологія може бути ефективно впроваджена на сучасних підприємствах харчової промисловості, що спеціалізуються на макаронній продукції, і забезпечує стабільність фізико-хімічних та органолептичних властивостей виробів.

Впровадження заходів з охорони праці та системи поведження з відходами забезпечує безпечні умови роботи, стабільність технологічного процесу та підвищує екологічну й економічну ефективність виробництва макаронних виробів підвищеної харчової цінності.

Загальні зведені витрати на проведення дослідження становлять 4512,91 грн, а з урахуванням нормативу рентабельності 30 % кінцева вартість дослідження дорівнює 5866,78 грн.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Сирохман І. В. Безпечність і якість харчових продуктів: підручник. Львів: ЛТЕУ, 2019. 394 с.
2. Дробот В. І. Технологія макаронних виробів: навч. посібник. Київ: Кондор, 2016. 312 с.
3. Самохвалова О. В., Олійник С. Г., Касабова К. Р. Інноваційні технології хлібних, макаронних і кондитерських виробів. Харків : ХДУХТ, 2017. 55 с.
4. Технохімічний контроль сировини та макаронних виробів: навч. посібник / за ред. В. І. Дробот. Київ: Кондор, 2015. 958 с.
5. Капрельянц Л. В. Функціональні продукти і нутрицевтики. Одеса: Друкарський дім, 2018. 312 с.
6. Антипова Л. М., Сімахіна Г. О. Наукові основи створення функціональних продуктів харчування. Київ : НУХТ, 2016. 250 с.
7. Юрчак В. Г. Наукове обґрунтування технології макаронних виробів профілактичного призначення : дис. д-ра техн. наук. Київ, 2003. 336 с.
8. Карпик Г. В. Удосконалення технології макаронних виробів, збагачених харчовими волокнами : автореф. дис. Київ, 2014. 20 с.
9. Рожно О. В. Розробка технології безглютенових макаронних виробів : автореф. дис. Київ, 2018. 22 с.
10. Паливода С. Д. Удосконалення технології макаронних виробів з використанням структуроутворювачів : дис. Київ, 2010. 268 с.
11. Дзюндзя О. В., Шинкарук М. В. Вплив рослинних добавок на якість макаронних виробів. Таврійський науковий вісник, 2021, №3, С. 72–78.
12. Горячова О. О. та ін. Сенсорна характеристика макаронних виробів з рослинними добавками. Науковий вісник ПУЕТ, 2018.
13. Грішин А. О. Поліпшення споживних властивостей макаронних виробів. Львів : ЛТЕУ, 2020.
14. Струк Ю. Збагачення макаронних виробів рослинною сировиною. Одеса : ОНАХТ, 2013.

15. Хомічак Л. М., Грушецький Р. І., Гриненко І. Г. Родина складноцвітих як джерело інуліну. Продовольчі ресурси, 2013.
16. Калина В. С., Гола А. В. Макаронні вироби з рослинною клітковиною. Вісник НТУ «ХП», 2018.
17. Ощипок І. М. Харчові добавки рослинного походження. Вісник ЛКА, 2015.
18. Касіяничук В. Д. Нові технології виробництва оздоровчих продуктів. Івано-Франківськ, 2021.
19. Єгоров Б. В., Мардар М. Р. Стан харчування населення України. Товари і ринки, 2011.
20. Азаренко Ю. М., Білокобильська К. А. Функціональні продукти для профілактики діабету. Харків : НФаУ, 2023.
21. Тарасюк О. Ф., Горлова Т. В. Функціональні продукти для осіб з порушенням обміну речовин. Київ : НУХТ, 2016.
22. Дорохович В. В. Борошняні вироби для хворих на цукровий діабет. Наукові праці НУХТ, 2020.
23. Кожевнікова В. О. Удосконалення технології хлібобулочних виробів з лікарською сировиною. Одеса, 2016.
24. Маковецька Ю. Циркулярна економіка та безвідходні технології в харчовій промисловості. Київ, 2021.
25. Відходи та безвідходне виробництво в харчовій промисловості : бібліогр. показчик. Київ : НУХТ, 2021.
26. ДСТУ 7043:2009. Вироби макаронні. Загальні технічні умови.
27. ДСТУ 7348:2013. Вироби макаронні. Методи визначення якості.
28. ДСТУ ISO 22000:2019. Системи управління безпечністю харчових продуктів.
29. Методичні рекомендації щодо впровадження НАССР. МОЗ України, 2019.
30. Steffe J. F. Rheological Methods in Food Process Engineering. USA, 1996.
31. Lawless H. T., Heymann H. Sensory Evaluation of Food. Springer, 2010.

32. Belitz H.-D., Grosch W., Schieberle P. Food Chemistry. Springer, 2009.
33. Damodaran S. Food Chemistry. CRC Press, 2017.
34. Brennan C. S. Dietary fibre and pasta quality. International Journal of Food Science, 2008.
35. Cubadda F. et al. Whole grain enrichment of pasta. Journal of Cereal Science, 2009.
36. FAO. Functional Foods and Human Health. Rome, 2019.
37. WHO. Diet, Nutrition and Chronic Diseases. Geneva, 2020.
38. EFSA. Dietary Reference Values for Nutrients. 2017.
39. AOAC. Official Methods of Analysis. 2019.
40. Codex Alimentarius Commission. Code of Hygienic Practice for Pasta Products.
41. USDA. Whole Grains and Health. 2021.
42. Institute of Food Technologists. Functional Ingredients in Pasta Products. 2020.
43. European Commission. Novel Food Regulation. 2015.
44. McKee L. H. Cereal Foods Processing. Springer, 2014.
45. Fellows P. Food Processing Technology. Woodhead, 2017.