

Міністерство освіти і науки України
Одеський національний технологічний університет
Навчально-науковий інститут харчових технологій ім. М.О. Грішина
Кафедра харчової хімії, експертизи та біотехнологій
Ступінь вищої освіти «Магістр»
Спеціальність 181 «Харчові технології»
Освітня програма «Технологічна експертиза та безпека харчової продукції»



КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА
на тему:
Технологічна експертиза виробництва
локшини підвищеної харчової цінності

Здобувача(ки) Конупа С. В.
(прізвище та ініціали студента)

Керівник: доцент Гураль Л.С.
(посада, прізвище та ініціали)

Консультант: доцент Шалений В.А.
(посада, прізвище та ініціали)

Кваліфікаційна робота допускається до захисту

Рішення кафедри від 08.06.2026 р., протокол № 10.

Завідувачка кафедри ХХЕтаБ ПІДПИСАНО Антоніна КАПУСТЯН
(підпис) (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Одеса – 2026 рік

Одеський національний технологічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Навчально-науковий інститут харчових технологій ім. М.О. Грішина

Кафедра харчової хімії, експертизи та біотехнологій

Ступінь вищої освіти «Магістр»

Спеціальність 181 «Харчові технології»

Освітня програма «Технологічна експертиза та безпека харчової продукції»

ЗАТВЕРДЖУЮ

зав. кафедри ХХЕтаБ

ПІДПИСАНО д.т.н., проф. Капустян А.І.

(підпис)

«30»

січня

2026 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Конупа Сергія Вадимовича

(прізвище, ім'я та по батькові)

1. Тема роботи: Технологічна експертиза виробництва локшини підвищеної харчової цінності

затверджена наказом ОНТУ від 03.12.2024 р. №795-03

2. Термін здачі здобувачем закінченої роботи

3. Вихідні дані роботи

Об'єкт дослідження: технологія виробництва та експертиза макаронних виробів

Предмет дослідження: локшина, харчова цінність, якість, безпечність, експертиза, небезпечні чинники, план НАССР

4. Перелік питань, які потрібно розробити

Вступ

РОЗДІЛ 1 Аналіз літературних джерел

РОЗДІЛ 2 Об'єкти та методи дослідження

РОЗДІЛ 3 Експериментальна частина

РОЗДІЛ 4 Технологічна частина

РОЗДІЛ 5 Інвестиційна привабливість розробки

РОЗДІЛ 6 Охорона праці та навколишнього середовища

Висновки

Список використаних джерел

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

1. Науково-дослідна частина

2. Блок-схема технологічного процесу виробництва локшини підвищеної харчової цінності

3. Опис продукту згідно НАССР «Локшина підвищеної харчової цінності»

4. План НАССР виробництва локшини підвищеної харчової цінності

6. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи, що стосуються їх

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
РОЗДІЛ 5 Інвестиційна привабливість розробки	К.е.н., доцент Шалений В.А.	/ПІДПИСАНО/	/ПІДПИСАНО/

7. Дата видачі завдання «27» лютого 2026 року

Керівник ПІДПИСАНО Лариса ГУРАЛЬ

(підпис)

Завдання прийняв до виконання ПІДПИСАНО Сергій КОНУП

(підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
Підготування пояснювальної записки			
1	Вступ	30.03.2026	
2	РОЗДІЛ 1 Аналіз літературних джерел	16.03.2026	
3	РОЗДІЛ 2 Об'єкти та методи дослідження	01.04.2026	
4	РОЗДІЛ 3 Експериментальна частина	30.04.2026	
5	РОЗДІЛ 4 Технологічна частина	08.05.2026	
6	РОЗДІЛ 5 Інвестиційна привабливість розробки	18.05.2026	
7	РОЗДІЛ 6 Охорона праці та навколишнього середовища	25.05.2026	
8	Висновки	28.05.2026	
9	Оформлення роботи	02.06.2026	
10	Оформлення графічного матеріалу	05.06.2026	
11	Термін подання роботи на кафедру	10.06.2026	
12	Зовнішнє рецензування	17.06.2026	
13	Захист дипломної роботи	22.06.2026	

Здобувач-дипломник

ПІДПИСАНО

(підпис)

Сергій КОНУП

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

ПІДПИСАНО

(підпис)

Лариса ГУРАЛЬ

(прізвище та ініціали)

Несу відповідальність за ідентичність електронного та друкованого варіантів кваліфікаційної роботи, даю згоду на обробку персональних даних та не заперечую проти розміщення кваліфікаційної роботи на офіційних web-ресурсах ОНТУ.

Підтверджую, що в кваліфікаційній роботі відсутні порушення норм академічної доброчесності.

Здобувач-дипломник ПІДПИСАНО Сергій КОНУП

АНОТАЦІЯ

Тема: «Технологічна експертиза виробництва локшини підвищеної харчової цінності».

Спеціальність: 181 «Харчові технології»

Освітня програма: Технологічна експертиза та безпека харчової продукції

Випускник за СВО «Магістр»: Конуп Сергій Вадимович

Керівник: доцент, к.т.н. Гураль Лариса Сергіївна

Ключові слова: борошно, локшина, біологічно активні сполуки, харчова цінність, якість, безпечність, небезпечні чинники, план НАССР

Сучасний розвиток харчової промисловості характеризується зростанням попиту на продукти функціонального призначення, здатні не лише забезпечувати енергетичні потреби організму, а й виконувати профілактичну та оздоровчу функції. Особливої актуальності набуває створення харчових продуктів підвищеної харчової цінності, збагачених природними джерелами біологічно активних речовин, зокрема харчових волокон, антиоксидантів, мінеральних елементів та інших функціональних інгредієнтів. У цьому контексті перспективним напрямом є вдосконалення технологій макаронних виробів, які належать до продуктів щоденного споживання та характеризуються високою популярністю серед населення.

Одним із сучасних підходів до підвищення харчової цінності макаронних виробів є використання цільнозернового борошна з твердих сортів пшениці, яке відзначається підвищеним вмістом харчових волокон, вітамінів, мінеральних речовин та фенольних сполук порівняно з традиційним борошном з ендосперму твердих сортів пшениці. Водночас значний науковий інтерес становить застосування рослинної сировини, багатой на поліфенольні сполуки, здатні проявляти антиоксидантні властивості та брати участь у процесах комплексоутворення з мікроелементами.

Особливо актуальними є дослідження, спрямовані на збагачення харчових продуктів есенціальними мікроелементами, зокрема цинком, дефіцит якого є поширеною проблемою харчування населення. Перспективним є створення комплексних систем на основі поліфенолів, солей цинку та гідроколоїдів, здатних забезпечувати стабілізацію біологічно активних компонентів, покращення структурно-механічних властивостей тіста та підвищення функціональної цінності готових виробів.

У зв'язку з цим технологічна експертиза виробництва локшини підвищеної харчової цінності із використанням цільнозернового борошна твердих сортів пшениці, пелюсток синьої волошки, ацетату цинку та гідроколоїдів є актуальним науковим і практичним завданням, що відповідає сучасним тенденціям розвитку функціональних харчових продуктів, ресурсозбереження та здорового харчування.

Метою роботи є розроблення технології та проведення експертизи локшини підвищеної харчової цінності, обґрунтування її рецептури, показників якості та безпечності.

Для досягнення мети необхідно вирішити наступні завдання:

- провести аналіз літературних джерел щодо сучасного стану виробництва макаронних виробів підвищеної харчової цінності та функціональної спрямованості;
- дослідити органолептичні та фізико-хімічні показники зразків борошна твердих сортів пшениці як основної сировини для виробництва локшини;
- обґрунтувати вибір квітів волошки, альгінату натрію та ацетату цинку як функціональних інгредієнтів для збагачення макаронних виробів, отримати з їх включенням локшину та надати їй характеристику;
- розробити рецептуру локшини підвищеної харчової цінності та технологію її виробництва;
- провести експертизу технології виробництва і локшини підвищеної харчової цінності;
- розробити план НАССР виробництва локшини підвищеної харчової цінності та обґрунтувати заходи щодо забезпечення її безпечності;
- оцінити економічні переваги впровадження процедур, заснованих на принципах НАССР;
- розглянути питання охорони праці та охорони навколишнього природного середовища під час виробництва локшини.

Об'єкт досліджень: технології виробництва та експертиза макаронних виробів.

Предмет досліджень: локшина, харчова цінність, якість, безпечність, експертиза, небезпечні чинники, план НАССР

Методи дослідження: для досягнення поставленої мети використано комплекс теоретичних і експериментальних методів дослідження. Теоретичні дослідження передбачали аналіз та узагальнення наукової літератури й нормативної бази. Експериментальну частину виконували із застосуванням фізико-хімічних, хімічних та органолептичних методів, а оцінювання безпечності продукції та технологічних процесів здійснювали відповідно до принципів НАССР.

Наукова та практична цінність одержаних результатів полягають в обґрунтуванні доцільності комплексного використання екстракту квітів волошки, альгінату натрію та цинку у технології локшини, визначенні впливу зазначених інгредієнтів на показники якості продукції, а також розробленні технологічних та експертних рішень щодо виробництва макаронних виробів підвищеної харчової цінності.

Робота обсягом 138 сторінок складається із вступу, 6 розділів, загальних висновків, списку використаних літературних джерел, що включає 71 найменування (7 сторінок), 9 рисунків (5 сторінок), 20 таблиць (11 сторінок) та 2 додатків (21 сторінка). Графічний матеріал містить 4 листи формату А1.

ЗМІСТ

ВСТУП	ст 5
РОЗДІЛ 1 СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ У ВИРОБНИЦТВІ МАКАРОННИХ ВИРОБІВ ПІДВИЩЕНОЇ ХАРЧОВОЇ ЦІННОСТІ ТА ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ	9
1.1 Класифікація макаронних виробів	9
1.2 Ринок макаронних виробів	13
1.3 Особливості технології макаронних виробів	18
1.4 Макаронні вироби підвищеної харчової цінності та функціональної спрямованості	23
Висновки до розділу 1	32
РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	34
2.1 Схема дослідження	34
2.2 Матеріали і методи дослідження	35
2.2.1 Характеристика борошна	35
2.2.2 Визначення фенольних сполук і антоціанів квітів синьої волошки	37
2.2.3 Отримання і характеристики локшини	38
РОЗДІЛ 3 ОТРИМАННЯ ЛОКШИНИ ПІДВИЩЕНОЇ ХАРЧОВОЇ ЦІННОСТІ ТА ЇЇ ХАРАКТЕРИСТИКА	42
3.1 Характеристика борошна для виробництва локшини	42
3.2 Отримання та характеристика локшини підвищеної харчової цінності	47
Висновки до розділу 3	58
РОЗДІЛ 4 ТЕХНОЛОГІЯ Й ЕКСПЕРТИЗА ЛОКШИНИ ПІДВИЩЕНОЇ ХАРЧОВОЇ ЦІННОСТІ	60
4.1 Технологія виробництва локшини підвищеної харчової цінності	60
4.2 Експертиза технології виробництва локшини підвищеної харчової цінності	62
Висновки до розділу 4	80
РОЗДІЛ 5 ІНВЕСТИЦІЙНА ПРИВАБЛИВІСТЬ РОЗРОБКИ	82
5.1 Обґрунтування проекту та визначення прибутку від його реалізації	82
5.2 Оцінка економічної ефективності та інвестиційної привабливості проекту	86
Висновки до розділу 5	100
РОЗДІЛ 6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	101
6.1 Охорона праці	101
6.2 Охорона навколишнього середовища	104
Висновки до розділу 6	107
ВИСНОВКИ	109
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	111
Додаток А Опис сировини і матеріалів	118
Додаток Б Протокол ідентифікації та оцінювання небезпечних чинників	127

					<i>КРМ.ХХЕтаБ. 1.795-03. 1.9</i>		
<i>Зм.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>		<i>Конуп С.В.</i>	<i>ПІДПИСАНО</i>	<i>10.106.26</i>	<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Керівник</i>		<i>Гураль Л.С.</i>	<i>ПІДПИСАНО</i>	<i>10.106.26</i>	4	138	
<i>Керівник</i>					ОНТУ 2026		
<i>Зав.кафедр</i>		<i>Капустян А.І.</i>	<i>ПІДПИСАНО</i>	<i>10.106.26</i>			

Пояснювальна записка

ВСТУП

У теперішній час споживання їжі зосереджене не лише на втамуванні голоду або спраги, але й на зміцненні здоров'я споживачів у відповідь на усвідомлення ними зв'язку між здоровим способом життя та харчовими звичками зі зниженням частоти хронічних захворювань, зокрема нейродегенеративних захворювань, діабету та раку. Тому в останні десятиліття харчова та фармацевтична промисловість почали досліджувати та розробляти функціональні продукти харчування як привабливі економічні товари, без використання штучних харчових добавок та з корисними для здоров'я інгредієнтами [1-3].

«Функціональні продукти харчування» визначаються як продукти, в які включенню біологічно активні сполуки (БАС) з корисними для здоров'я функціями, окрім поживної цінності. Додавання функціональних сполук з доведеною біологічною активністю до основних продуктів масового споживання, таких як макаронні вироби, які є важливою складовою щоденного раціону населення в багатьох країнах світу, дає можливість просувати здорове харчування зі збільшенням споживання корисних компонентів, не вимагаючи від споживачів змінювати свої харчові звички [1-3].

Сучасний розвиток технологій функціональних макаронних виробів характеризується активним пошуком альтернативної сировини та функціональних інгредієнтів, здатних підвищувати харчову, біологічну та профілактичну цінність продукції. У виробництві функціональних макаронних виробів дедалі ширше використовують як повну, так і часткову заміну традиційного борошна з твердих сортів пшениці на інші види борошна рослинного походження. Найбільш поширеними є цільнозернове борошно з твердої пшениці, борошно зі спельти, полби, однозернянки, еммеру, жита, вівса, ячменю, кукурудзи, гречки, рису, сорго, амаранту, кіноа, нуту, сочевиці, гороху, сої та інших бобових культур. Значну увагу приділяють також використанню безглютенових видів сировини, зокрема борошна з рису, кукурудзи, гречки, сорго, тефу та бобових культур, що дозволяє створювати продукцію для спеціалізованого харчування. Заміна частини традиційного борошна на цільнозернові та бобові компоненти сприяє підвищенню вмісту білка, незамінних амінокислот, харчових волокон, мінеральних речовин і

антиоксидантів, хоча водночас суттєво впливає на реологічні властивості тіста, структуру клейковинного каркаса та кулінарні характеристики макаронних виробів. Саме тому важливим напрямом сучасних досліджень є застосування функціональних добавок та гідроколоїдів для стабілізації структури функціональних макаронів [4-6].

В останні роки описано широкий спектр функціональних інгредієнтів, що використовуються у виробництві макаронних виробів оздоровчого та функціонального призначення. До них належать харчові волокна (інулін, β -глюкани, клітковина зернових та овочевих культур, резистентний крохмаль, натрій КМЦ, арабіноксилани), рослинні білкові концентрати та ізоляти, овочеві й фруктові порошки, продукти перероблення томатів, гарбуза, шпинату, буряка, моркви, броколі, батату, чорниці, чорної смородини та інших ягідних культур. Також макаронні вироби збагачують жирами, що є джерелом поліненасичених жирних кислот. Значний інтерес викликає використання поліфенольних екстрактів, антоціанів, природних антиоксидантів, каротиноїдів, хлорофілів, рослинних пігментів і біологічно активних речовин лікарських рослин. У сучасних роботах також досліджуються функціональні композиції з мікроелементами (залізом, селеном, магнієм, кальцієм, калієм), пробіотиками, пребіотиками, ферментними препаратами та структуроутворювачами. Для компенсації послаблення клейковинного каркаса при внесенні нетрадиційної сировини широко застосовують гідроколоїди, зокрема інулін, ксантанову і гуарову камедь, альгінат натрію, пектин, карбоксиметилцелюлозу, резистентний та модифіковані крохмалі. Встановлено, що такі інгредієнти здатні покращувати водоутримувальну здатність тіста, зменшувати втрати сухих речовин під час варіння, стабілізувати текстуру та забезпечувати рівномірний розподіл функціональних компонентів у структурі пасти [7-8].

Особливо перспективним сучасним напрямом є створення макаронних виробів із використанням природних джерел поліфенолів та антоціанів у поєднанні з мікроелементами та гідроколоїдами, що дозволяє формувати багатокomпонентні функціональні системи з антиоксидантними, пребіотичними та потенційно біодоступними властивостями. Активно досліджуються механізми взаємодії поліфенолів із білками, крохмалем і металами у структурі макаронного тіста, а

також вплив таких систем на текстурні, кулінарні та сенсорні характеристики продукції. Таким чином, сучасні тенденції розвитку технологій функціональних макаронів спрямовані не лише на підвищення харчової цінності виробів, а й на створення складних мультикомпонентних харчових систем із прогнозованими технологічними та фізіологічними властивостями [7-10].

Мета роботи – розроблення технології та проведення експертизи локшини підвищеної харчової цінності, обґрунтування її рецептури, показників якості та безпеки.

Для досягнення мети необхідно вирішити наступні завдання:

– провести аналіз літературних джерел щодо сучасного стану виробництва макаронних виробів підвищеної харчової цінності та функціональної спрямованості;

– дослідити органолептичні та фізико-хімічні показники зразків борошна твердих сортів пшениці як основної сировини для виробництва локшини;

– обґрунтувати вибір квітів волошки, альгінату натрію та ацетату цинку як функціональних інгредієнтів для збагачення макаронних виробів, отримати з їх включенням локшину та надати їй характеристику;

– розробити рецептуру локшини підвищеної харчової цінності та технологію її виробництва;

– провести експертизу технології виробництва і локшини підвищеної харчової цінності;

– розробити план НАССР виробництва локшини підвищеної харчової цінності та обґрунтувати заходи щодо забезпечення її безпеки;

– оцінити економічні переваги впровадження процедур, заснованих на принципах НАССР;

– розглянути питання охорони праці та охорони навколишнього природного середовища під час виробництва локшини.

Об'єкт досліджень: технології виробництва та експертиза макаронних виробів.

Предмет досліджень: локшина, харчова цінність, якість, безпека, експертиза, небезпечні чинники, план НАССР.

Наукова та практична цінність одержаних результатів полягають в обґрунтуванні доцільності комплексного використання екстракту квітів волошки, альгінату натрію та цинку у технології локшини, визначенні впливу зазначених інгредієнтів на показники якості продукції, а також розробленні технологічних та експертних рішень щодо виробництва макаронних виробів підвищеної харчової цінності.

РОЗДІЛ 1 СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ У ВИРОБНИЦТВІ МАКАРОННИХ ВИРОБІВ ПІДВИЩЕНОЇ ХАРЧОВОЇ ЦІННОСТІ ТА ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

1.1 Класифікація макаронних виробів

Макаронні вироби – це всесвітньо відомий харчовий продукт, який отримують шляхом обробки макаронного пшеничного борошна з водою, зберігають у сухому, охолодженому чи замороженому (свіжа сира паста) або консервованому вигляді, зазвичай відварюють або випікають перед вживанням [1, 11-13]. До макаронного тіста також збагачувальні добавки. Італія загалом вважається батьківщиною макаронних виробів. Італійський дослідник 13-го століття Марко Поло вважається тим, хто привіз макарони до Європи з Китаю. Італійські макарони, а саме Масарони (мають форму коротких, порожнистих усередині трубочок) та спагеті, традиційно виготовляються з макаронного борошна з твердих сортів пшениці. Існують різні способи подачі макаронних виробів: їх варять і подають з соусом, додають до супів, начиняють м'ясом, сиром або овочами, запікають, подають холодними з салатом [14].

Згідно ДСТУ 7043:2020 «Вироби макаронні. Загальні технічні умови» макаронні вироби класифікують залежно від використаного для їх виробництва борошна, технології виробництва, способу формування, форми, довжини виробів, за розміром поперечного перерізу [15].

Залежно від борошна, з якого виготовляють макарони, і технології виготовлення макаронні вироби поділяють на групи А, Б, В та класи «екстра», перший і другий [15]:

- група А – з борошна твердої пшениці (дурум) для макаронних виробів – згідно з чинними нормативними документами;
- група Б – з борошна м'якої склоподібної пшениці для макаронних виробів – згідно з чинними нормативними документами;
- група В – з борошна пшеничного – згідно з чинними нормативними документами;

- клас «екстра» – виготовлені з пшеничного борошна вищого сорту на лініях виробництва із застосуванням глибокого вакуумування у тістовій камері високотемпературних або над високотемпературних режимів сушіння;

- перший клас – виготовлені з пшеничного борошна вищого сорту із застосуванням традиційної технології та м'яких режимів сушіння;

- другий клас – виготовлені з пшеничного борошна першого сорту незалежно від використовуваної технології.

У разі виготовлення макаронних виробів із використанням додаткової сировини (смакові добавки та збагачувачі) назву групи та класу доповнюють назвою добавки, наприклад, «Вермішель екстра, яєчна, група В» або «Ріжки, клас перший, томатні, група Б» [15].

Залежно від способу формування макаронні вироби поділяють на пресовано-різані і штаповані [15].

Залежно від форми макаронні вироби поділяють на типи: трубчасті, ниткоподібні (вермішель), стрічкоподібні (локшина), фігурні [15].

Макаронні вироби всіх типів поділяють на довгі та короткі [15].

Довгі макаронні вироби можуть бути одинарними чи подвійними гнутими, а також сформованими в мотки, бантики та гнізда [15].

Масу і розміри довгих макаронних виробів, сформованих в мотки, бантики та гнізда, не обмежують [15].

Трубчасті макаронні вироби за формою і довжиною поділяють на підтипи, зазначені в табл. 1.1 [15].

Таблиця 1.1 – Підтипи трубчастих макаронних виробів

Підтип	Довжина виробу
Макарони	Не менше ніж 200 мм. У виробках подвійних гнутих довжину вимірюють до місця перегину
Ріжки	Не більше ніж 100 мм за зовнішньою кривою
Пера	Від 30 мм до 100 мм від гострого до тупого кута

За розміром поперечного перерізу кожний підтип макаронів поділяють на види, зазначені в табл. 1.2 [15].

Таблиця 1.2 – Види макаронних виробів

Підтип	Вид	Розміри, мм	
		Переріз (діаметр)	Товщина стінки
Макарони, ріжки, пера	Соломка (крім пер)	Не більше ніж 4,0	Не більше ніж 1,5 (дозволено до 2,0 у кількості не більше ніж 5% від маси виробів в одиниці пакування)
	Особливі	4,1-5,5	Те саме
	Звичайні	5,6-7,0	Те саме
	Любительські	Понад 7,0	Те саме

Примітка. Форма перерізу трубчастих виробів може бути різною (кругла, квадратна, рифлена тощо).

Ниткоподібні макаронні вироби (вермішель) виготовляють з різною формою поперечного перерізу: круглою, еліпсоподібною, квадратною тощо.

За розміром поперечного перерізу вермішель поділяють на види [15]:

- павутинка – не більше ніж 0,8 мм;
- тонка – не більше ніж 1,2 мм;
- звичайна – не більше ніж 1,5 мм;
- любительська – не більше ніж 3,0 мм.

За довжиною вермішель поділяють на види:

- довга (подвійна гнута чи одинарна) – не менше ніж 200 мм;
- коротка (короткоріzana) – не менше ніж 15 мм.

Стрічкоподібні макаронні вироби (локшина) за розмірами і формою виготовляють різних видів і назв із гладкою або рифленою поверхнею, прямими, хвилястими та іншими краями [15].

За довжиною локшину поділяють на види [15]:

- довга (подвійна гнута чи одинарна) – не менше ніж 200 мм;
- коротка (короткоріzana) – не менше ніж 15 мм.

Ширина локшини повинна становити від 3,0 мм до 25,0 мм, товщина – не більше ніж 2,0 мм [15].

Фігурні макаронні вироби виготовляють різноманітної форми і розмірів, плоскими або об'ємними [15].

Максимальна товщина будь-якої частини виробу не повинна перевищувати [15]:

- для штампованих виробів – 1,5 мм;

- для пресованих виробів – 2,0 мм.

Розмір поперечного перерізу в трубчастих і ниткоподібних макаронних виробках визначають за зовнішнім діаметром для круглих виробів, за діаметром описаного кола – для всіх інших видів [15].

Товщину стінок рифлених і гофрованих макаронних виробів визначають у місцях западин [15].

Існують десятки різновидів сушеної та сирої італійської пасти, які отримали назви за розмірами та формами (часто відрізняються залежно від місцевості), кольорами та смаками [12, 14]. Поширені форми пасти включають довгі та короткі трубки, плоскі форми або листи, мініатюрні форми для супу, ті, що призначені для начинки, та спеціальні або декоративні форми [12]. Нижче наведено види макаронних виробів, доступні на міжнародному ринку: *спагеті* (тонкі, круглі, ниткоподібні), *спагеттіні* (дуже тонкі спагеті), *вермішель* (тонкі, ниткоподібні вироби), *яєчна локшина* (довгі або короткі стрічки), *капелліні* (тонка, тверда паста, схожа на волокна, тонша за спагеті – «волосся ангела»), *ленгвіні* (тонкі, сплющені спагеті шириною приблизно 3 мм), *лазанья* (широка, плоска локшина з хвилястими краями), *феттучіні* (плоска, довга локшина шириною ¼-дюйма), *елбоу макарони* (невеликі, злегка вигнуті вузькі порожнисті трубочки короткої довжини), *зіті* (у формі довгих, гладких трубочок), *рігатоні* (широкі ребристі трубки), *пенне* (діагонально зрізані трубочки з борозенками), *манікотті* (порожнисті трубочки середнього розміру, розрізані прямо або під кутом), *канелоні* (у формі великих трубочок близько 10 см завдовжки та 2-3 см у діаметрі), *діталіні* (має форму дуже маленьких, коротких порожнистих трубочок), *піне рігате* (у формі вигнутих, ребристих трубочок, що нагадують равликів), *фарфалле* (це плоска, широка локшина, яку стискають у центрі, щоб нагадувала краватки-метелики), *ротіні* (спіральна форма), *фузіллі* (у формі спіралей, гвинтиків або пружинок, що нагадують маленькі штопори), *ротелле* (у вигляді маленьких коліс із зубчастими краями), *конкільє* (у формі мушлі) та інші види. *Равіолі* являє собою невеликі вироби з тонкого яєчного тіста з різноманітними начинками, зазвичай квадратної

або круглої форми з фігурними краями [14]. Форма деяких видів пасти робить їх ідеальними для певних соусів.

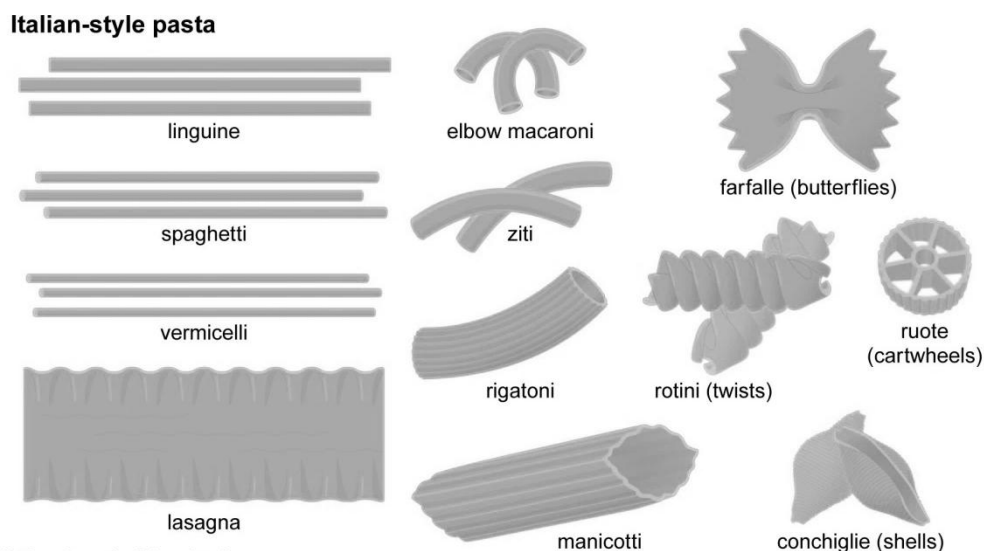


Рис. 1.1 – Різновиди італійської пасти

1.2 Ринок макаронних виробів

Макаронні вироби мають великий попит у всьому світі та їх споживання у світі зростає, особливо це стосується вермішелі, фузіллі, макаронів, лінгвіні, феттучіні, спагеті. Макаронні вироби є простою у приготуванні, поживною та здоровою, універсальною та економічно вигідною стравою, яка користується зростаючим попитом серед жителів Європи [13, 16].

Європейський ринок макаронних виробів сегментований за формою (сушені – домінують на ринку, звичайні свіжі / охолоджені / заморожені, консервовані), за каналом розповсюдження чи збуту (B2B – бізнес для бізнесу, B2C – бізнес для споживача: супермаркети / гіпермаркети, міні-магазини, онлайн-магазини та інші канали розповсюдження), за географією (Велика Британія, Німеччина, Франція, Італія, Іспанія та решта Європи) [13, 17, 18].

Італійські макарони мають репутацію високої якості та автентичності через акцент на використання високоякісної манної крупи з твердих сортів пшениці та традиційних методів виготовлення пасти. Італійська паста експортується в різні країни, створюючи глобальний попит на італійські макаронні вироби й італійські страви з макаронів та зміцнюючи лідерство Європи на світовому ринку макаронних виробів. Отже, Італія лідирує у світовому виробництві макаронних виробів у 2023 р., за нею йдуть США та Туреччина [16].

У 2024 р. дохід ЄС на ринку макаронних виробів склав 26,39 млрд доларів США. Очікується, що ринок щорічно зростатиме на 4,95 %. За прогнозами обсяг ринку макаронних виробів до 2028 р. у Європі становитиме 10,36 млрд кг. Основними факторами споживання макаронних виробів є висока поживна цінність твердої пшениці в макаронних виробках, яка знижує рівень холестеролу, і той факт, що макаронні вироби можна готувати з різними соусами, щоб вони підходили до смаку споживача кожної культури. Уподобання європейських споживачів щодо макаронних виробів різняться залежно від різних факторів, таких як вимоги до якості, екологічні умови, додавання смакових добавок тощо. Європейський споживач готовий купувати традиційний італійський продукт, макаронні вироби, коли до нього в свою чергу додаються екологічні та оздоровчі властивості [13]. Разом з тим, світовий ринок макаронів зростатиме через збільшення чисельності працездатного населення та зростаючий попит на продукти рослинного походження, але може й гальмуватись через надмірне споживання макаронів, що є джерелами вуглеводів і енергії [17, 18].

За останні два квартали 2023 р. ціни на макаронні вироби в Європі підскочили до двозначного відсотка. У Великій Британії ціни зросли приблизно на 60 %. Цей сплеск цін відбувся через зростання світової інфляції, зростання цін на тверду пшеницю ~ 60 %, високу вартість виробництва, різке зростання вартості життя, зростання цін є збої в ланцюзі поставок через триваючу російсько-українську війну [13].

Макаронні вироби залишаються одним із базових продуктів у споживчому кошику українців. Водночас ринок цієї категорії поступово змінюється під впливом економічних факторів, імпорту та трансформації ролі ритейлу. Близько 45 % українців їдять їх 2-3 рази на тиждень, а у містах-мільйонниках цей показник становить 50 %. Водночас покупці дедалі частіше підходять до вибору раціонально: 64 % орієнтуються насамперед на ціну, 61 % звертають увагу на форму виробів, а половина споживачів – на тип борошна (рис. 1.2) [19].

81% мають запас із **2–3 упаковок** макаронів різних форм

45% споживають макарони **2-3 рази на тиждень**

ТОП-5 факторів вибору споживачами макаронних виробів:



Рис. 1.2 – Портрет українського покупця макаронних виробів [19]

Структура форм макаронних виробів залишається доволі стабільною. Найпопулярнішими серед українців залишаються спагеті (18 %), спіралі (17 %) та ріжки (16 %). Загалом короткі макарони формують понад 73 % продажів, тоді як довгі займають близько чверті ринку (рис. 1.3). Найпопулярнішим залишається формат 400-500 г, який становить 35,2 % проданих одиниць, тоді як значну частку продажів у грошовому вимірі забезпечують кілограмові упаковки [19].

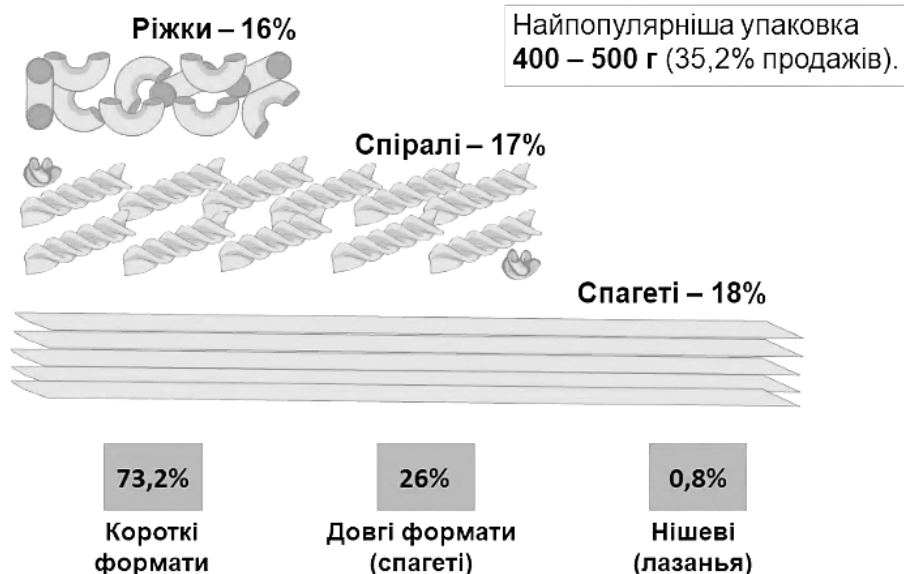


Рис. 1.3 – Вибір форматів макаронних виробів українськими споживачами [19]

Також вітчизняний ринок макаронних виробів за останні роки має негативну тенденцію розвитку, що спричинено пандемією та війною, які відповідно змістили споживання в бік продуктів тривалого харчування (серед яких макаронні вироби) в короткостроковій перспективі, завантажили логістику та збут на ринку макаронних виробів на місяці вперед та сформували вищі ціни у довгостроковій перспективі. Переважна частина внутрішнього виробництва макаронних виробів в Україні базується на м'яких сортах пшениці, що забезпечує нижчу собівартість порівняно з виробами із твердих сортів. Виробництво сировини в Україні сприяло доступності продукції та зменшенню залежності від імпорту [13].

У 2023 р. Україна експортувала за кордон близько 24 тис. тонн макаронних виробів, що на третину перевищує показники 2022 р. У 2024 р. обсяг експорту збільшився на 50 %. Основним ринком збуту для українських макаронних виробів став Європейський Союз, а саме Німеччина, Румунія, Молдова, Польща, Велика Британія. Українські макарони також експортувалися до Ізраїлю, США, Буркіна-Фасо, Палестини та Іраку. З метою подальшого розвитку експорту, Україна планує розширювати географію постачань на ринки США, Канади, Японії, Китаю, Південної Кореї, Австралії та Малайзії, де є високий попит на макаронні вироби. У структурі експортних продажів виділяються такі категорії: продукти без начинки – 2,2 тис. тонн, макарони з начинкою – 4,0 тис. тонн, вермішель швидкого приготування – 17,5 тис. тонн. Незважаючи на зростання експорту, Україна має негативний баланс зовнішньої торгівлі макаронними виробами, оскільки імпорт перевищує експорт. У 2023 році було імпортовано понад 28 тис. тонн макаронних виробів. Основними постачальниками були Італія, Туреччина, Польща та Китай, які забезпечили 90 % обсягів імпорту. Найбільше імпортувалися класичні макарони без начинки – 25 тис. тонн. [16].

Стабільний попит на макаронні вироби супроводжується зростанням конкуренції між внутрішнім виробництвом та імпортом. За даними ринку, на кінець 2025 р. українські виробники забезпечували близько 52 % ринку макаронних виробів, тоді як решта припадала на імпортну продукцію. У 2025 р. імпорт показав суттєве зростання: його обсяги збільшилися на 25,8 % у натуральному вираженні та на 22,4 % у вартісному, досягнувши 35,6 млн тонн або

\$39,6 млн (рис. 1.4). Найбільшу частку поставчань становлять макаронні вироби з твердих сортів пшениці, попит на які активно зростає і в Україні. Така динаміка посилює конкуренцію на полиці, особливо в середньому ціновому сегменті, де активно працюють національні бренди, імпортні виробники та самі ж торгові мережі з власними торговими марками чи прямим імпортом. У таких умовах українські виробники вимушено шукали державної підтримки, яка реалізувалася новими правилами державної програми «Національний кешбек». З березня 2026 р. програма працює за диференційованим принципом: для категорій, де частка імпорту перевищує 35 %, ставку кешбеку підвищено до 15 % і макарони входять до такої категорії [19].



Рис. 1.4 – Структура вітчизняного ринку макаронних виробів у 2025 р. [19]

Кілька регіональних і міжнародних виробників представляють широкий асортимент макаронних виробів на нових і потенційних ринках, щоб задовольнити мінливі смаки та вподобання споживачів. Вони також експериментують з різними інгредієнтами та добавками, випускають інноваційні варіанти макаронних виробів, включаючи органічні, веганські та безглютенові, щоб залучити споживачів. Однак зростання популярності дієт з низьким вмістом вуглеводів може становити загрозу для зростання ринку [16].

Сьогочасні реалії функціонування підприємств, які здійснюють виробництво та реалізацію макаронних виробів вказують на необхідність постійного аналізу вітчизняного та міжнародного європейського ринків, дослідження попиту споживачів та розробки маркетингової стратегії ціноутворення для підвищення конкурентоспроможності та як альтернатива розвитку – розширення асортименту та вихід на міжнародний європейський ринок [13].

1.3 Особливості технології макаронних виробів

У більшості країн Європи найякісніші макаронні вироби, такі як спагеті, пенне, фарфале та інші виготовляють з борошна твердих сортів пшениці *Semolina* (семоліна – це борошно або крупа грубого помелу, виготовлена з твердих сортів пшениці *Triticum durum*) [13], але їх також можна виготовити з суміші борошна з твердих сортів пшениці (гранульованого) та семоніли. У Україні макаронні вироби зазвичай виготовляють з борошна м'якої склоподібної пшениці (фарину). Допускаються добавки м'якої пшениці до твердої в кількості 15 %. В теперішній час у виробництві макаронних виробів використовують також хлібопекарське пшеничне борошно. Якість макаронних виробів при цьому знижується (не мають хороших кулінарних якостей та зовнішнього вигляду, кольору). Але сировини з твердої і склоподібної м'якої пшениць в Україні недостатньо [14, 20].

У виробництві макаронних виробів до борошна ставлять специфічні вимоги: крупинчата структура, високий вміст клейковини, відсутність здатності до потемніння [20].

Тверда пшениця Дурум використовується для виготовлення макаронних виробів через вищий рівень глютену, що робить тісто еластичним і допомагає зберегти форму виробів під час варіння. Їй можна надавати різні форми і забарвлення в екструдері. Тверда пшениця є найпоширенішою та найпридатнішою пшеницею для виробництва макаронних виробів завдяки низькій активності ліпоксигенази, високому вмісту білка та жовтого пігменту. Реологічні властивості твердої озимої пшениці також підходять для виробництва макаронних виробів. Основні властивості твердої пшениці, що впливають на якість макаронних виробів, включають ступінь подрібнення пшениці, ступінь стійкості пшениці до пошкодження та стійкість при варінні. Тверда пшениця завжди є кращою для виробництва макаронних виробів завдяки однорідному розміру частинок та хорошим текстурним властивостям макаронних виробів. Семоніла – це комбінація дрібних клітинних одиниць, що утворюються з крохмалистого ендосперму рослини пшениці. Основними якостями для отримання макаронних виробів найкращої якості є жовтий колір, висівкові вкраплення з рівномірною грануляцією та вміст

вологи 13,49-14,47 %. Такий вид пшениці також дає макаронним виробам характерний смак і текстуру [13, 14, 21].

Для виробництва макаронних виробів використовують борошно двох гатунків: вищого гатунку (крупка) і I гатунку (напівкрупка), отримане помелом зерна твердої пшениці або м'якої склоподібної. Макаронне борошно істотно відрізняється від хлібопекарського. У ході помелу зерна забезпечують одержання крупки, яка схожа на манну крупу, але дрібніша у чотири рази. Спеціальний помел крупчастої структури забезпечує знижену водопоглинальну здатність борошна. Борошно, яке використовують для приготування макаронних виробів, повинно мати частинки певного розміру. Зі зменшенням розміру частинок збільшується міцність тіста і зменшується його пластичність. Цим пояснюється, що тісто з хлібопекарського борошна більш міцне, ніж із напівкрупки, а з напівкрупки – більш міцне, ніж з крупки. Макаронне тісто має оптимальне співвідношення міцності та пластичності при розмірі частинок борошна від 250 до 350 мкм [20].

Семоніла містить близько 74 % вуглеводів, 11-12 % білка, 2 % жиру та 12 % води. Крохмаль (74-76 % сухої речовини) та білки (12-15 % сухої речовини) є основними компонентами макаронного борошна. Ці хімічні компоненти зазнають послідовних структурних змін під час процесу виготовлення макаронних виробів [1]. Хоча загальна кількість білків у макаронному борошні така сама, як і у хлібопекарському, однак воно відрізняється за кількістю і якістю клейковини. Ці показники впливають на фізичні властивості тіста і сирих макаронних виробів (пружність, пластичність, міцність), харчову цінність та якість готового продукту. Макаронне борошно має високий вміст клейковини хорошої якості (у борошні з твердої пшениці не менше 30-32 %, у борошні з м'якої – не менше 28-30 %); жовтого кольору і не темніє в процесі переробки. Такі вимоги дозволяють отримувати бурштиново-жовті вироби з крупки і світло-кремового відтінку з напівкрупки, з гладкою поверхнею, склоподібні в зламі [20].

Макаронні вироби мають найкращу якість після варіння при вмісті сирої клейковини у борошні від 25 до 40 %. При вмісті клейковини не менше 25 % макаронні вироби мають найбільшу міцність. Зі збільшенням кількості клейковини в тісті міцність сухих виробів не зростає. При цьому збільшується пластичність

тіста і сирих макаронних виробів. При вмісті у борошні сирії клейковини нижче від 25 % із зменшенням пластичності тіста зменшується також його міцність. Липка сира клейковина, яка дуже розтягується, підвищує пластичність тіста і зменшує його пружність і міцність. Зі збільшенням розтяжності сирії клейковини у борошні при варінні зростає перехід сухих речовин із макаронних виробів у воду. Зі зменшенням кількості клейковини у борошні зменшується міцність макаронних виробів у процесі варіння. При цьому збільшуються об'єм увібраної макаронами води, кількість сухих речовин, які переходять у воду, і підвищується здатність макаронних виробів до злипання [20].

Сушені макарони більшою мірою виробляються промислово за допомогою процесу екструзії. Сиру пасту традиційно виробляють вручну або за допомогою простих машин чи комерційно за використанням промислового обладнання [12].

Виробництво різних видів макаронних виробів передбачає три основні етапи: макаронне борошно зволожують (змішують зазвичай з водою питної якості) з утворенням густого тіста, після чого макаронні заготовки формують екструзією через матриці різної форми, далі сформовані макарони сушать, щоб знизити вміст вологи до 12-13 % [1, 12, 21]. Потім макаронні вироби охолоджують та фасують [21]. Основними моментами, про які слід подбати для отримання макаронних виробів високої якості, є правильний вибір сировини, інших добавок та інгредієнтів, вимоги до технології виробництва та технологічної лінії, термічної обробки та умов екструзії, мікроструктури, якісних характеристик, кольору макаронних виробів та пакувальних матеріалів [21].

На першому етапі змішування сирії зволожують, додаючи 25-30 % води. Загалом залежно від вологості розрізняють три типи замішування тіста (твердий – 28-29 %, середній – 29,5-31,0 % (найбільш поширений), м'який – 31,5-32,5 %), залежно від температури води існує три типи замішування (теплий – 55-65 °С, гарячий – 75-85 °С і вище, холодний – 20-25 °С). Відміряну кількість макаронного борошна, воду та інші додаткові інгредієнти (яєчні продукти – яйця, яєчний порошок, меланж; молочні продукти – сухе цілісне молоко, сухе знежирене молоко, сир; білкові ізоляти, харчові волокна, біологічно активні речовини – вітаміни В1, В2 і РР, мінеральні речовини; овочеві і фруктові паста, пюре і

порошки, трави, олію, а також смакові та ароматичні речовини) додають у змішувальну камеру макаронного шнекового преса та змішують до отримання однорідної крупиноподібної маси шляхом зволоження всіх частинок семенілу. У результаті отримують крихке порошкоподібне тісто з різними розмірами крупинок або грудочок. Макаронне тісто після замішування являє собою трифазну дисперсну систему і роль твердої дисперсної фази виконують зволожені борошняні крупки і крохмальні зерна. Дисперсійним середовищем є пластифікована клейковина, третьою газоподібною фазою є включення повітря. Подібна гетерогенна система на відміну від гомогенної здатна ущільнюватись і зміцнюватись. Правильне перемішування є важливим для запобігання утворенню білих цяток (негідратованих частинок борошна) або смуг у висушених макаронах [14, 20].

Після рівномірного змішування семенілу з водою утворюється густе, ущільнене і пластифіковане тісто, яке екструдують (пресують) через матрицю пресу під високим тиском. Змінюючи форму матриці, можна виготовляти широкий спектр макаронних виробів. Існують холодні та гарячі, одно- та двошнекові екструдери. Холодна екструзія зазвичай використовується для виробництва макаронних виробів, де температура буде нижче 50 °С. Під час екструзії температура всередині екструзійної камери пресу підвищується завдяки постійному обертанню шнека, який створює тиск і тертя об стінки камери. Щоб підтримувати температуру в камері в межах 50 °С, вода з температурою 20 °С циркулює у водяних сорочках навколо екструзійного циліндра та головки, щоб запобігти пошкодженню клейковини та досягти гарного приготування готового продукту. Відразу після виходу з матриці пропускається струмінь гарячого повітря, щоб мінімізувати злипання сирих макаронних виробів перед потраплянням у попередню сушарку [14, 20, 21]. У сучасних макаронних пресах використовують багатокоритні тістозамішувачі з вакуумуванням тіста в процесі замішування. В першому кориті здійснюється інтенсивне попереднє замішування тіста. В другому і третьому (під розрідженням) здійснюють кінцеве замішування тіста і його вакуумне оброблення. Вакуумування тіста забезпечує його деаерацію (дрібні бульбашки повітря, що перебувають під тиском, під час нагрівання і сушіння

розширюються і руйнують мікроструктуру виробу) і як наслідок покращує показники якості макаронної продукції [20].

Екструдовані макаронні вироби сушать у попередній сушарці, де вологість для «довгих виробів» знижується приблизно з 30 % до 17-19 %, а для «коротких виробів» – приблизно з 25-27 % до 17-19 %. Далі макаронні вироби сушать до вмісту води не більше 12,5 %, після чого вологість продукту стабілізується, щоб волога всередині продукту рівномірно розподілилась, зменшуючи градієнти вологості від центру до країв [14].

У випадку «довгих виробів» після зволоження відбувається стабілізація, щоб трохи збільшити вміст води та додатково стабілізувати продукт і захистити його від розтріскування. Продукт (12,5 %) охолоджують при температурі 28-32 °С, яка близька до температури навколишнього середовища [14].

Пакування макаронних виробів виконується ретельно, щоб захистити продукт від ламання або забруднення під час реалізації. Макарони упаковуються в поліетилен високої щільності з належним маркуванням щодо харчової цінності та іншої інформації відповідно до законодавства [14].

Характерною особливістю сучасного макаронного виробництва є широке використання поточкових ліній, які об'єднують в єдиний комплекс всі технологічні операції, починаючи від надходження сировини на виробництво і закінчуючи відправленням на склад готової продукції. На окремих ділянках цих ліній здійснюється автоматичне регулювання і керування процесами [20].

Вміст глютену підвищує твердість та клейкість пшеничного борошна, але він може змінюватися під час нагрівання через гідратацію крохмальних зерен. Липкість макаронних виробів визначається вимиванням амілози з желатинізованих крохмальних зерен. Ненабряклі зерна крохмалю також присутні в твердих сортах пшениці. Через наявність шаруватого желатинізованого крохмалю поглинання води порівняно менше. Мікроструктура пшеничних макаронних виробів завжди однорідна, а білки включені в білково-крохмальну матрицю. Сирі макарони мають видимі зерна крохмалю, покриті білковою матрицею. У них також присутні невеликі отвори, що дозволяє воді потрапляти під час варіння. Складна структура завдяки покриттю білковою сіткою крохмальних зерен демонструє, що ці зерна

можна побачити у зовнішньому шарі сублімованих макаронних виробів. Під час екструзії зерна крохмалю набряклі та не однакові за формою та розміром. У макаронах конкілье гребінчаста структура, яка має гарну структурою через глютен. У вермішелі спостерігалася переривчаста та зламана структура, подібна до медових стільників, що призводить до втрат під час приготування та витоку (втрати) амілози [21].

1.4 Макаронні вироби підвищеної харчової цінності та функціональної спрямованості

Зі збільшенням уваги до підтримки здорового способу життя люди в Європі шукають вміст поживних речовин у макаронних виробах у різних формах, таких як сушені, заморожені, охолоджені та консервовані. Крім того, будучи універсальними за своєю природою, з макаронних виробів можна приготувати багато страв, які не тільки смачні, але й ситні [13].

Макаронні вироби – це високоенергетичний продукт, адже є джерелом вуглеводів 70-75 % (головним чином крохмаль). Вміст білка у продукті коливається від 10 до 15 %, вологість не перевищує 11-13 %. Жири макаронів (1-5 %) переважно складаються з ненасичених жирних кислот [14, 16]. Також макарони містять комплекс вітамінів групи В, залізо, хоча мають низький вміст натрію, амінокислоти [21]. Сира паста містить близько 68,2 г крохмалю, 11 г білка, 4,3 г розчинних цукрів, 2,8 г клітковини та 1,4 г жиру, що забезпечує 353 ккал [21].

Макарони як продукти з низьким вмістом жиру, помірною кількістю білка та високою часткою вуглеводів підходять для щоденного збалансованого раціону [14, 21]. Вони часто вживаються спортсменами, які беруть участь у тривалих і виснажливих тренуваннях [14]. Оскільки макарони є багатим джерелом вуглеводів, то надмірне їх споживання може призвести до підвищення рівня цукру в крові та високий ризик ожиріння, діабету та метаболічного синдрому [18].

Варені макарони мають вищу антиоксидантну активність, вміст флавоноїдів та загальний вміст фенолів, ніж неварені макарони. Обробка макаронних виробів за високої температури може спричинити реакцію Майяра, і вміст фураноз використовується для виявлення будь-яких пошкоджень під час термічної обробки макаронних виробів [21].

Макаронні вироби і страви з макаронів, вироблених з твердих сортів пшениці, можуть знизити глікемічний індекс і ризик діабету 2 типу, ризик раку молочної залози, абдомінальне ожиріння, ризик розвитку хвороби Альцгеймера, допомогти у нормалізації ваги [14, 21].

Цільнозернове борошно з твердих сортів пшениці має суттєві переваги над традиційним борошном із твердих сортів пшениці завдяки збереженню всіх анатомічних частин зерна – оболонки, алейронового шару та зародка, що забезпечує підвищений вміст харчових волокон, фенольних сполук, токоферолів, каротиноїдів, фітостеролів, вітамінів групи В та мінеральних речовин. Цільнозернові макаронні вироби характеризуються вищою антиоксидантною активністю, кращими пребіотичними властивостями та нижчим глікемічним відгуком порівняно з макаронами з рафінованої семолини. Встановлено, що цільнозернове борошно сприяє збереженню фенольних сполук і антиоксидантної активності навіть після варіння та *in vitro* травлення, що пов'язано з наявністю біоактивних компонентів оболонкових фракцій зерна. Крім того, використання цільнозернового борошна у макаронних технологіях дозволяє збільшити вміст харчових волокон. Разом із тим високий, вміст клітковини та оболонкових частинок може певною мірою послаблювати клейковинний каркас і погіршувати текстурні характеристики тіста, однак сучасні технологічні підходи із застосуванням гідроколоїдів та структуроутворювачів дозволяють ефективно компенсувати ці недоліки та забезпечувати високу якість макаронних виробів [6].

На сьогодні у Європі зростає поширеність целиакії. Целиакія може призвести до цукрового діабету 1 типу, пошкоджуючи слизову оболонку кишечника, і до захворювання щитовидної залози у деяких пацієнтів. Споживачі в Європі часто віддають перевагу макаронним виробам без глютену, щоб уникнути таких симптомів і захворювань. Європейський Союз прийняв універсальні закони про маркування безглютенових продуктів. Безглютенові макаронні вироби можуть зменшити вплив целиакії, сприяючи загоєнню кишечника. Такі фактори спонукають виробників пропонувати пасти та локшини без глютену, щоб задовольнити зростаючий попит європейських споживачів, які піклуються про здоров'я. Компанія Pirella випустила безглютенову пасту на рисовій основі у

Великій Британії, що створена спеціально для дітей [13, 21]. Здоровим заміником сировини у виробництві пасти може стати борошно нуту [17], гречане [22], сорго, кукурудза, овес [21]. Додавання цих культур може змінити текстурні, функціональні, фізико-хімічні властивості та мікроструктуру макаронних виробів [21].

Збагачення пшениці іншими зерновими або рослинними та тваринними джерелами може значно вплинути на харчову цінність, термостабільність, колір та мікроструктуру макаронних виробів [21].

Макарони мають гладку, безперервну білково-крохмальну матрицю з великими гранулами. Макарони з додаванням рафінованого борошна відрізняються відкритою, розривною, більш компактною структурою з низьким водопоглинанням під час варіння. У неварених пшеничних макаронах відмічена довгасту форму крохмальних зерен з гладкою поверхнею, а включення до них рисових висівок призводить до порушення структури білка. Клейстеризація та деполімеризація крохмалю відбувається під час екструзії. Тверда пшениця має ниткоподібну сітку коагульованого білка, обгорнутого крохмальними зернами. У зразках невареної пасти є тріщини та отвори, а також спостерігалось більше поглинання води під час варіння через наявність дрібних отворів у зразках багатозернової пасти. Слабкість структури багатозернової пасти є основною причиною поглинання води та втрати вологи під час варіння. Розмір крохмальних зерен жовтого горохового борошна менший, ніж у борошна семенілу. Молекули крохмалю покриті білком [21].

Сорго є основним інгредієнтом, що використовується для виробництва макаронних виробів замість пшениці, через потребу в продуктах без глютену. Наявність тривимірної білкової мережі порівняно низька в білку сорго, і ця мережа набагато міцніша в пшениці. Неминучими агентами, які мають структуру в макаронних виробках без глютену, є клейстеризований крохмаль. Попередньо клейстеризований кукурудзяний крохмаль допомагає зменшити втрати під час приготування. Додавання картопляного борошна до сорго допомагає скоротити час приготування та втрати під час приготування. Додавання кукурудзяного борошна допомагає збільшити поглинання води сорго та змінює структуру білка, присутнього в макаронних виробках. Для покращення харчових властивостей

макаронних виробів складається рецептура з 50-60% соргового борошна та 40% пшениці, змішаної з насінням імбиру. Макарони, збагачені імбиром, містять більше поживних речовин, ніж звичайні макарони з сорго. Макарони, збагачені імбиром, містять більше білка (10,45%), жиру (2,31%), вуглеводів (85,2%) порівняно з іншими поживними речовинами. Рецептури різних злакових видів борошна, таких як соєве, ріжкове дерево (високобілкові злаки) з камедями, мають низький вміст крохмалю та низьку засвоюваність білка, маючи подібні параметри приготування з макаронами з твердих сортів. Макарони виготовляються з використанням ячмінного та манного борошна в різних пропорціях. Інгредієнти, що використовуються для покращення смаку, кольору та текстури продукту, - це розчин аннато, ксантанова камедь та сіль.

Для виробництва макаронних виробів використовується борошно з коричневого рису. Макарони з подрібненого рису, отримані методом екструзійного приготування, мають водопоглинальну здатність 75,91%, далі йдуть макарони з коричневого рису, отримані методом звичайного приготування (68,9%), макарони з коричневого рису, отримані методом екструзії (62,4%), та макарони з подрібненого рису, отримані методом звичайної екструзії (61,8%). Твердість вища у макаронних виробів з рису, отриманих методом екструзії, далі йдуть макарони з коричневого рису, отримані методом екструзії, макарони з рису, отримані методом звичайної екструзії та макарони з коричневого рису, отримані методом звичайної екструзії. Ступінь клейстеризації макаронних виробів з манної крупи та бобових становить від 52,13 до 90,10%. Додавання 30% борошна зі звичайної квасолі призводить до зниження вмісту вологи. Також дослідження було проведено на основі суміші борошна з люпину з макаронами з твердих сортів пшениці. Міцність макаронів на розрив зменшувалася зі збільшенням концентрації люпину. Зі збільшенням концентрації борошна з люпину твердість зменшується. Люпинове борошно містить багато клітковини, яка допомагає розщеплювати білково-крохмальні матриці в мікроструктурі макаронних виробів, що призводить до зниження твердості макаронних виробів.

Досліджувалась овочеву суміш макаронів з пшениці та перлового проса. Як овочі тут використовуються морква, помідори, ріпа та шпинат. Пшениця та

перлове просо взяті у співвідношенні 90:10. Порівняно з іншими овочами, макарони зі шпинатом містять максимальний вміст білка – близько 10,70%, заліза – 4,31 мг/100 г, калію – 190 мг/100 г, натрію – 21,2 мг/100 г, а макарони з морквою мають максимальний вміст кальцію – близько 40,91 мг/100 г, а фосфору – 244,1 мг/100 г. Втрати при варінні були вищими у звичайних макаронних виробках, що становить близько $1,4 \pm 0,048\%$, а найнижчі втрати при варінні спостерігалися у макаронних виробках з додаванням помідорів – близько $1,02 \pm 0,046\%$. Макарони з додаванням овочів мають більшу водопоглинальну здатність порівняно зі звичайними макаронними виробами, де максимальна водопоглинальна здатність ріпи становить близько $180,1 \pm 4,78\%$, а мінімальна – близько $113,09 \pm 4,42$. Зі збільшенням часу зберігання водопоглинальна здатність також збільшується. Максимальна водопоглинальна здатність спостерігалася у ріпи, яка збільшилася зі $180,1 \pm 4,78$ до $197,1 \pm 2,13$. Значення твердості шпинату становить близько $37,31 \pm 2,28$ Н, а моркви - $30,91 \pm 1,21$ Н, що порівняно вище, ніж у звичайних макаронних виробів. Порівняно з іншими макаронними виробами, морквяні макарони ($8,8 \pm 0,70$) мають вищу клейкість, а томатні макарони ($4,5 \pm 0,62$ Н) - нижчу.

Було проведено дослідження виробництва безглютенової пасти з використанням борошна з блакитної кукурудзи. Для виготовлення цього виду пасти використовується нут, блакитна кукурудза та біла кукурудза. Збільшення або зменшення рівня кукурудзяного борошна не впливає на якість приготування пасти. Заміна блакитної кукурудзи білою кукурудзою або навпаки не змінить якість приготування пасти. Паста, що містить 75% блакитної кукурудзи, має вищу загальну концентрацію фенолів після екструзії, ніж біла кукурудза. Паста, що містить від 20 до 30% блакитної кукурудзи, демонструє зниження загального вмісту фенолів після екструзії. Паста з блакитної кукурудзи має зниження загального вмісту фенолів, антиоксидантної здатності та втрат при варінні після екструзії.

Спагеті збагачують соєвим борошном. Додавання 25 % соєвого борошна до спагеті збільшує вміст білка з 15-25 %, а додавання 5 % кукурудзяного глютену збільшує вміст білка на 1 %. Кількість білка в спагеті, збагаченому 35 % соєю, вдвічі перевищує вміст білка в спагеті. У спагеті, збагачених соєю, у великій

кількості присутні сполуки сої: амінокислоти лізин, треонін, аспарагінова і глютамінова кислота, серин, пролін, гліцин, аланін, цистін, валін, метіонін, ізолейцин, лейцин, тирозин та фенілаланін, а також білки глобулінового типу (α -конгліцинін, β -конгліцинін, полігліцинін та гліцинін). Вміст вологи (10,09 %) та сирого протеїну (33,50 %) був вищим у макаронах з 50 % сої та 50 % борошна твердих сортів пшениці. Сирий жир (0,38 %) та сира клітковина (0,55%) були вищими в комбінації 25 % сої + 70 % твердих сортів пшениці + 5% кукурудзяного глютену. Вміст вологи (9,74 %) та сирий протеїн (15,36 %) нижчі у макаронах зі 100 % дуруму. Вміст сирого жиру (0,13%) та сирої клітковини (0,34%) низький у рецептурі борошна сої 25% та твердих сортів пшениці 75% твердих сортів пшениці. Також подібна твердість спостерігалася у сумішах 25% сої + 70% семоніли + 5% кукурудзяної клейковини, 35% сої + 65% семоніли, 50% сої + 50% семоніли [21].

Відоме збагачення макаронних виробів з твердих сортів пшениці борошном тілапії (прісноводна риба родини Цихлових з ніжним білим м'ясом, містить амінокислоти аргінін, гістидин, ізолейцин, лейцин, валін, триптофан, метіонін, лізин та треонін, вітаміни тіамін, рибофлавін, пантотенову кислоту, піридоксин, ніацин, біотин, фолієву кислоту, інозитол, холін, аскорбінову кислота, ретинол та токоферол) в кількості 6-23 %. Вміст вологи і вуглеводів був вищим у макаронах без добавки і нижчим з 23 % борошна з тілапії, а вміст білка – навпаки (47,91 % з 23 % борошна з тілапії, 15,77 % без талапії). Енергетична цінність (ккал/100 г) була вищою у макаронах з борошном тілапії з 23% вмістом ($404,04 \pm 5,91$) та нижчою у виробих без добавки ($380,99 \pm 3,46$) [21].

Проводиться збагачення семоніли з твердих сортів пшениці детоксифікованим борошном матрі 5, 10, 15, 20 та 25% до манної крупи з твердих сортів пшениці. Вміст вологи, ліпідів макаронів був вищим з 25% добавки та нижчим з її вмістом 5%. Натомість вміст білка, екстракту без азоту, клітковини та золи були вищими у виробих з 5% детоксикованого борошна матрі та нижчі з його вмістом 25%. Високий вміст добавки скорочував час приготування макаронних виробів і втрати при варінні. Танін, фітинова кислота та інгібітор трипсину є антинутриційними

факторами матри. Борошно матри перед обробкою містить нейротоксин та α -ODAP, які викликають параліч нижніх кінцівок або втому в м'язах [21].

Фортифікацію семоніли проводять подрібненим лушпинням цибулі, багатим на фенольні кислоти, 25 різних типів флавоноїдів, зокрема кверцетин-3,4-диглюкозид, ізорамнетин-3,4-диглюкозид, кверцетин-3-глюкозид, кверцетин-4-глюкозид. Фенольні сполуки мають високу антиоксидантну активність порівняно з семонілою, а збагачення макаронного борошна лушпинням цибулі сприяє збільшенню антиоксидантної активності фортифікованих макаронних виробів [21].

Виробництво макаронних виробів з твердих сортів пшениці можливе з додаванням сушеного та свіжого картопляного соку, багатого вітамінами групи В (В1, В2, В6, амід нікотинової кислоти), провітаміном А, вітаміном С та дегідроаскорбіною кислотою. Картопляні соки корисні для запобігання диспептичним симптомам. Втрати при варінні вищі у макаронних виробках з додаванням сушеного картопляного соку (5,8 %), далі йдуть контрольні макарони (4,5 %) та макарони з додаванням свіжого картопляного соку (0,6 %). Твердість (Н/мм) вища у макаронних виробів з додаванням сушеного картопляного соку (1,42), далі йдуть макарони з додаванням свіжого картопляного соку (1,22) та контрольні макарони (1,10). Сенсорне сприйняття споживачами було вищим у контрольних макаронних виробів, далі йдуть макарони з додаванням картопляного соку [21].

Доцільне збагачення пшеничного борошна листям орегано, а шрот з листя моркви демонструє вищу антиоксидантну активність після додавання 10% листя орегано. Вміст фенолів (мг GAE 100/г) був вищим після додавання 10% шроту з листя моркви та 10% листя орегано (283,22) та нижчим у рецептурі, де листя орегано не додавалося (120,89). Основними поліфенольними компонентами, присутніми в орегано, є катехін, пірогалол, катехол, сирінгова кислота, галова кислота, ванілова кислота, кумарова кислота, гідроксибензойна кислота, хлорогенова кислота, кавова кислота, хризин та розмаринова кислота, а головні флавони орегано – це апігенін, лютеолін, скутелареїн, апігенін-7-О-глюкозид, лютеолін-7-О-глюкозид та лютеолін-7-О-глюкуронід. Вони мають протизапальні,

антиоксидантні, протиастматичні, противиразкові, протидіабетичні та протиракові властивості, знижують ризик серцево-судинних захворювань [21].

Часткова заміна манної крупи з твердих сортів пшениці (15 %) ліофілізованими листками шпинату, мангольду або цикорію дозволила отримати макаронні вироби з підвищеною харчовою цінністю, збагачені харчовими волокнами, каротиноїдами та токолами. Усі зразки характеризувалися високим вмістом клітковини та були джерелом вітамінів А і Е. Макарони зі шпинатом і мангольдом зберігали добрі кулінарні, текстурні та сенсорні властивості, близькі до контрольного зразка з семоліни, тоді як вироби з цикорієм мали дещо нижчі технологічні показники, але залишалися сенсорно прийнятними. Результати дослідження підтвердили перспективність використання рослинної сировини для створення функціональних макаронних виробів із високою харчовою цінністю та задовільними технологічними характеристиками [10].

Особливий інтерес у виробництві макаронних виробів становить використання томатних відходів і побічних продуктів виноробства, які містять білки, харчові волокна, мінеральні речовини та поліфеноли з високою антиоксидантною здатністю.

Використання борошна з томатної шкірки (15 %) для збагачення цільнозернових макаронних виробів дозволило суттєво підвищити вміст каротиноїдів і харчових волокон, однак дещо погіршило текстурні та сенсорні властивості продукції. Для покращення якості макаронів застосували гідроколоїди, які сприяли підвищенню структурованості, клейкості та об'ємності виробів без негативного впливу на їх фізико-хімічні показники. Результати підтвердили перспективність використання побічних продуктів переробки томатів у технології функціональних макаронних виробів [7].

Збагачення макаронних виробів порошком і листям Черемша підвищувало вміст фенольних сполук та антиоксидантну активність продукції. Найкращі сенсорні показники мали макарони з подрібненим листям черемші, тоді як додавання рослинної сировини дещо збільшувало втрати при варінні та змінювало колір виробів. Дослідження підтвердило перспективність використання черемші як функціонального інгредієнта у технології макаронних виробів [9].

Функціональні макарони з додаванням борошна проса, морквяних вичавок і карбоксиметилцелюлози характеризувалися підвищеним вмістом мінеральних речовин, харчових волокон, фенольних сполук та антиоксидантною активністю порівняно з контролем. Вироби мали покращені кулінарні властивості, а використання карбоксиметилцелюлози забезпечувало кращу структуру та взаємодію компонентів тіста [23].

Сучасні дослідження підтверджують перспективність використання полісахаридів (інуліну, β -глюкану, арабіноксиланів, пектину, похідних целюлози та резистентного крохмалю) у технології хлібобулочних і макаронних виробів. Вони покращують структуру тіста, водоутримання, текстуру та стабільність продуктів, а також підвищують вміст харчових волокон, антиглікемічні та пребіотичні властивості продукції. Основними викликами залишаються оптимізація дозування та взаємодія полісахаридів із глютен-крохмальною матрицею [24].

Додавання некрохмальних полісахаридів (2,5-10,0 %) до макаронного тіста впливає на якість виробів: підвищує втрати при варінні та змінює вміст білка і крохмалю. Також спостерігаються зміни текстурних властивостей (твердість, липкість, еластичність), які залежать від типу та концентрації полісахаридів. Для отримання оптимальної якості необхідний обґрунтований вибір виду НКРП і його дози [25].

Додавання різних видів некрохмальних полісахаридів (яблучних, морквяних, інулінових і горохових) до локшини впливає на її кулінарні, текстурні та сенсорні властивості. Волокна знижують втрати при варінні та змінюють водопоглинання і твердість виробів, причому горохові волокна забезпечують найвищу твердість і найнижче водопоглинання. За результатами багатокритеріального аналізу найкращі сенсорні властивості після контролю показала локшина з інуліном [26].

Інулін – функціональне харчове волокно, яке використовують у виробництві макаронних виробів у кількості 0,5-20 %. Його внесення збільшує вміст харчових волокон і зменшує вміст білка, а також може знижувати гідроліз крохмалю та глікемічний індекс продукції. При цьому змінюються кулінарні властивості (час приготування та набухання), однак для повної оцінки фізіологічного ефекту потрібні додаткові дослідження *in vitro* та *in vivo* [27].

Досліджується вплив одночасного внесення інуліну та ω -3 жирних кислот у спельтову пасту з метою формування продукту підвищеної харчової цінності. Встановлено, що інулін позитивно впливає на колір і харчову функціональність виробів, збільшуючи вміст харчових волокон, тоді як ω -3 жирні кислоти суттєво модифікують текстурні властивості, зокрема твердість і адгезивність. Поєднання цих компонентів дозволяє оптимізувати рецептуру макаронних виробів із покращеним нутрієнтним профілем, однак потребує балансування для збереження прийнятних реологічних характеристик тіста та готового продукту [28].

Висновки до розділу 1

1. Макаронні вироби є однією з найбільш перспективних категорій харчових продуктів для функціональної модифікації завдяки попиту, технологічній простоті виробництва та здатності виступати ефективною матрицею для внесення біологічно активних компонентів. Ринок макаронних виробів демонструє чітку тенденцію до зростання сегменту здорового харчування, що стимулює розроблення продукції з підвищеним вмістом харчових волокон, білка, антиоксидантів та мікронутрієнтів.

2. Сучасні технології макаронного виробництва базуються на використанні як традиційної сировини (семоліна, борошно твердих сортів пшениці), так і альтернативних видів борошна – цільозернового, бобового, псевдозернового та безглютенового походження. Паралельно активно застосовуються функціональні добавки, зокрема гідроколоїди, харчові волокна, рослинні екстракти, джерела вітамінів та фенольних сполук, які дозволяють не лише підвищувати харчову цінність, але й керувати реологічними властивостями тіста та якістю готового продукту.

3. Впровадження функціональних інгредієнтів часто супроводжується змінами текстури, водопоглинання, втрат при варінні та структури макаронних виробів, що зумовлює необхідність використання технологічних модифікаторів для стабілізації системи. У цьому контексті гідроколоїди та природні біополімери відіграють ключову роль у формуванні структурно-механічних характеристик макаронного тіста.

4. Перспективним напрямом є створення багатокomпонентних функціональних систем, що поєднують рослинні джерела біологічно активних речовин та мікроелементи з технологічно активними структуроутворювачами. Саме тому доцільним є використання у подальшому дослідженні природних джерел поліфенолів, дефіцитних мікроелементів, а також не крохмальних полісахаридів як гідроколоїдів, здатних забезпечувати стабілізацію структури та контроль реологічних властивостей тіста.

РОЗДІЛ 2 ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Схема дослідження

Схема проведення дослідження щодо отримання, характеристики та технологічної експертизи виробництва локшини підвищеної харчової цінності наведена на рис. 2.1.

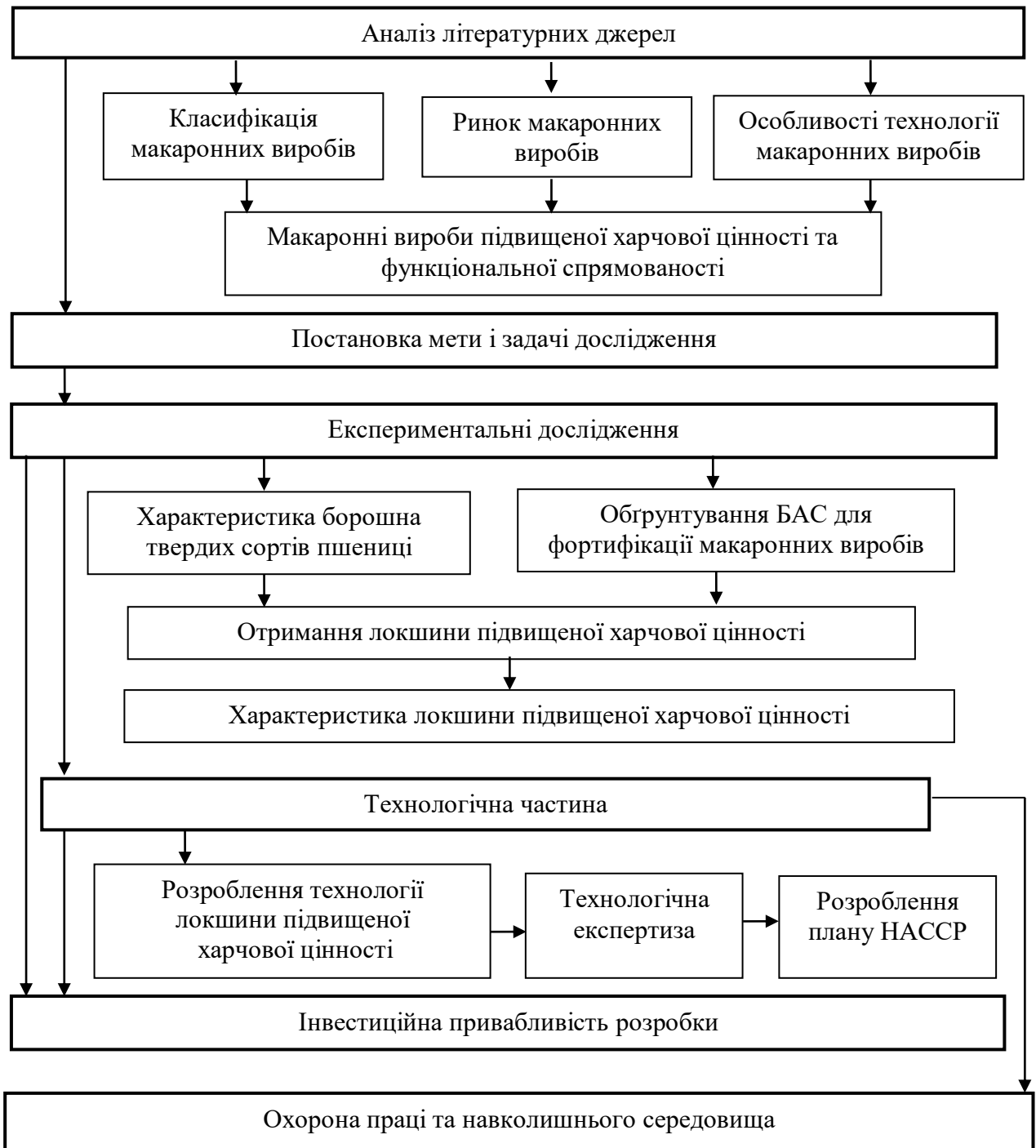


Рис. 2.1. Схема проведення дослідження

2.2 Матеріали і методи дослідження

Об'єктами досліджень були два зразки борошна пшеничного з твердих сортів пшениці ТМ «ВІЛІЯ» і цільнозернове з твердих сортів пшениці «Тrapeza», пелюстки волошки синьої сушені, локшина.

У дослідження використовували наступні реагенти: реактив Фоліна-Чокальтеу, натрій гідроксид 0,1 М (фіксанал), натрій карбонат, галова кислота, фенолфталеїн, натрій альгінат, цинку ацетат.

Дослідження проводили за допомогою лабораторного устаткування: колбо нагрівач, центрифуга лабораторна, сушильна шафа лабораторна, автоматичний галогенний аналізатор вологості Gouyojo, фотоколориметр КФК-3, спектрофотометр UV-110, ваги аналітичні та технічні лабораторні, водяна баня.

Дослідження сировини і локшини проводили в лабораторіях кафедри харчової хімії, експертизи та біотехнологій ОНТУ.

2.2.1 Характеристика борошна

Органолептична оцінка борошна проводиться за ГОСТУ 46.004-99 [29]. Визначаються колір, запах смак, вміст мінеральної домішки борошна.

Колір борошна масою 10-15 г встановлюють при денному чи штучному світлі шляхом порівняння випробуваного зразка зі встановленим зразком або характеристикою кольору. Для визначення запаху наважку 20 г поміщають на чистий папір, зігрівають диханням та встановлюють запах. Для посилення відчуття його обливають гарячою водою 60 °С. Смак і наявність мінеральної домішки (хрускоту) визначають розжовуванням 1-2 наважок борошна масою близько 1 г кожна.

Визначення вологості борошна проводять згідно ДСТУ ISO 712 [30]. Випробувальний зразок борошна 5 г сушать за температури 130 °С протягом 2 год, а далі ще протягом 1 год, щоб маса не відрізнялася більше ніж на 0,15 г вологи на 100 г зразка або прискорено упродовж 60 хв.

Вологість борошна обчислюють за формулою:

$$W = 1 - \frac{m_2}{m_1} \cdot 100 \% \quad (2.1)$$

де m_1 – маса наважки борошна до сушіння, г;

m_2 – маса наважки борошна після сушіння, г.

Вологість пшеничного борошна не повинна перевищувати 15 %.

Масову частку вологи визначали також експрес-методом за допомогою аналізатор вологості Gouyojo за температури 135 °С.

Визначення кількості клейковини відповідно до ДСТУ ISO 21415-1:2009 [31]. До наважки борошна 25 г додають 14 см³ води температури 18±1 °С, замішують тісто, скочують у кульку, поміщають у чашку, закривають кришкою, залишають у спокої на 20 хв для рівномірного набухання білків. Водю промивають тісто руками над ситом з видаленням крохмалю і оболонок. У процесі відмивання клейковини змінюють воду не менше 3-4 разів. Відмиту клейковину віджимають руками від зайвої води, зважують, знову промивають 5 хв, віджимають і зважують.

Вміст сирої клейковини X, % обчислюють з точністю до другого десяткового знака за формулою:

$$X = \frac{M_k}{M_B} \cdot 100 \quad (2.2)$$

де M_k – маса сирої клейковини, г;

M_B – маса наважки борошна, г.

Визначення кислотності борошна у бовтанці проводять методом титрування 0,1 моль/дм³ натрій гідроксиду. До наважки масою 5,0 г у сухій конічній колбі додають 50 см³, негайно перемішують до зникнення грудочок, додають 3 краплі розчину фенолфталеїну, збовтують і титрують розчином лугу до появи рожевого забарвлення.

Кислотність кожної борошна (X) у градусах кислотності визначають об'ємом 1 моль/дм³ розчину гідроксиду натрію, необхідного для нейтралізації кислоти в 100 г продукту і обчислюють за формулою:

$$X = \frac{V \cdot 100}{m \cdot 10} \cdot \text{або } X = V \cdot 2 \quad (2.3)$$

де V – об'єм розчину гідроксиду натрію концентрації 0,1 моль/дм³ (з урахуванням поправного коефіцієнта до титру гідроксиду натрію), використаного на титрування, см³;

m – маса наважки борошна, г;

1/10 – коефіцієнт перерахунку 0,1 моль/дм³ розчину лугу на 1 моль/дм³.

2.2.2 Визначення фенольних сполук і антоціанів квітів синьої волошки

Фенольні сполуки. Екстракцію фенольних речовин з досліджуваних зразків масою 1 г вели 70 % розчином етанолу і водою з ГМ 40 упродовж 1 год при нагріванні у круглодонних колбах зі зворотним холодильником. Екстракти кількісно переносили кількісно у мірні колби на 50 см³ і доводили до мітки, потім робили розведення. До 1 см³ екстрактів додавали 5 см³ дистильованої води, потім 0,5 см³ розчину Фоліна-Чокальтеу, перемішували, витримували протягом 3 хв за температури навколишнього середовища, після чого нейтралізували 2,5 см³ 7,5 % розчином карбонату натрію, інкубували протягом 30 хв у темряві. Оптичну густину забарвлених у синій колір досліджуваних розчинів вимірювали на фотоелектроколориметрі КФК-3 при λ_{765} в кюветі з товщиною 10 мм напроти контрольної проби, де досліджуваний розчин заміняли дистильованою водою. Масову частку фенольних речовин визначали за калібрувальним графіком, побудованим по галовій кислоті (мг галової кислоти/г сухої маси), у перерахунку на наважку, об'єм екстракту та його розведення [32].

Антоціани. Для вилучення антоціанів з 1 г волошки використовували 70 % етанол з 1 % хлоридної кислоти. Реакційну суміш залишали в холодильнику за температури 7 °С протягом 24 годин, після чого фільтрували і доводили екстрагентом до 50 см³. Для проведення вимірювань готували два розчини досліджуваного екстракту. Перший розчин змішували з хлоридом калію (0,025 М, рН 1,0), другий – з натрій ацетатом (0,4 М, рН 4,5). Після витримування протягом 15-30 хвилин при температурі 20 °С вимірювали оптичну густину кожного розчину при довжині хвилі 520 нм та 700 нм відносно відповідного буфера як контрольного розчину. Вимірювання при 700 нм використовували для корекції можливого розсіювання світла завислими частинками [33].

Поглинання (А) розраховували за формулою:

$$A = (A_{520} - A_{700})_{pH\ 1.0} - (A_{520} - A_{700})_{pH\ 4.5} \quad (2.4)$$

Загальний вміст мономерних антоціанів визначали у перерахунку на ціанідин-3-глюкозид за формулою:

$$TMA = \frac{A \times MW \times DF \times 1000}{\varepsilon \times l} \quad (2.5)$$

де, TMA – загальний вміст антоціанів, мг/дм³ або мг ціанідин-3-глюкозиду на 100 г продукту;

MW – молекулярна маса ціанідин-3-глюкозиду (449,2 г/моль);

DF — коефіцієнт розведення;

ε – молярний коефіцієнт екстинкції ціанідин-3-глюкозиду (26900 дм³·моль⁻¹·см⁻¹);

l – товщина кювети, см (1 см).

УФ-спектри поглинання екстрактів, розведених у 8-9 разів, реєстрували у діапазоні довжин хвиль від 200 до 600 нм за допомогою спектрофотометра UV-110 [33]. Спектри аналізували за максимумами поглинання.

2.2.3 Отримання і характеристики локшини

Отримання локшини. Для отримання контрольного зразка до 100 г борошна додавали 30 і 50 % води температури 50-55 °С, ретельно перемішували, витримували не менше 30 хв, розкочували до товщини 2 мм, різали на смужки товщиною 1 см і довжиною 7 см. Далі локшину підсушували за температури 20 °С 1 годину, після чого сушили за температури 60 °С з вентиляцією 5 год.

Схожим чином з додаванням рідини 50 % у вигляді екстракту квітів волошки отримували локшину. Для отримання екстракту до 15 г волошки додавали 300 см³ води, витримували на киплячій водяній бані упродовж 60 хв, фільтрували, охолоджували до температури 50-55 °С.

Локшину з гідроколоїдами отримували як й контрольний зразок, але до води (50 % до маси борошна) додавали натрій альгінат до концентрації його 1,6 % (0,8 % до кількості борошна), перемішували до отримання однорідної маси.

Наступний зразок локшини виробляли наступним чином: до 50 см³ екстракту квітів волошки (50 % до маси борошна) вносили у кристалічному вигляді цинку ацетат в 0,05 г, перемішували до розчинення, додавали натрій альгінат до концентрації його 1,6 %, перемішували до отримання однорідної маси. Цю суміш додавали до 100 г борошна, замішували тісто, витримували, формували локшину та сушили її.

Визначення органолептичних показників. З органолептичних показників у макаронних виробках (згідно ДСТУ 7043, ДСТУ 7348) визначають колір, поверхню, форму, смак і запах, стан після варіння. У макаронних виробках не дозволено сторонні включення, хруст від мінеральної домішки, ознаки плісняви [34, 35].

Оцінюють ступінь шорсткості поверхні сирих виробів, наявність слідів непромішування, надривів, бугристості, зачіпок тощо, колір і його однорідність, еластичність, міцність, липкість виробів.

Для визначення запаху наважку масою 20 г поміщають у склянку, заливають водою 60 ± 5 °С, перемішують і залишають на 1-2 хв, воду зливають і визначають запах. Якщо запах макаронних виробів відповідає вимогам, то смак і наявність хрустоту (наявність мінеральної домішки) визначають розжовуванням наважки масою 1 г.

Визначання вологості [35]. Макаронні вироби розмелюють, просіюють через сита № 1 (металеве) і № 27 (шовкове). Зі сходу сита № 27 беруть наважки по 5 г, поміщають у металеві бюкси, сушать у сушильній шафі за температури 100-105 °С упродовж 4 год та за допомогою автоматичного галогенного аналізатора вологості Gouyo при 135 °С.

Вміст вологи розраховують за формулою:

$$W = \frac{(m_1 - m_2) \cdot 100}{m}, \% \quad (2.6)$$

де m_1 – маса бюкси з кришкою і наважкою до висушування, г;

m_2 – маса бюкси з кришкою і наважкою після висушування, г;

m – маса наважки виробу, г;

100 – коефіцієнт перерахунку у відсотки.

Визначання кислотності [35]. Наважку масою $5,0 \pm 0,1$ г переносять її у конічні колби місткістю 100 см³, вносять 50 см³ дистильованої води, збовтують протягом 3 хв, додають 5 крапель 1,0 % спиртового розчину фенолфталеїну і титрують 0,1 М розчином гідроксиду натрію або гідроксиду калію до появи рожевого забарвлення, яке не зникає протягом 1 хв.

Кислотність (град.), що відповідає об'єму розчину лугу, необхідного для нейтралізації кислот в 100 г макаронних виробів. Кислотність X, град, обчислюють за формулою:

$$X=(K \cdot V \cdot 20) / 10 \quad (2.7)$$

V – об'єм розчину гідроксиду натрію або гідроксиду калію, витраченого на титрування, см^3 ;

20 – коефіцієнт перерахунку на 100 г макаронних виробів;

10 – коефіцієнт приведення розчину гідроксиду натрію або гідроксиду калію молярної концентрації 0,1 моль/ дм^3 до 1,0 моль/ дм^3 ;

K – поправковий коефіцієнт приведення використаного розчину гідроксиду натрію або гідроксиду калію до розчину точної молярної концентрації 0,1 моль/ дм^3 .

Визначання часу варіння виробів [35]. Наливають 1000 см^3 дистильованої води у варильну посудину і доводять її до кипіння. Наважку макаронних виробів 50 г занурюють у киплячу воду і варять, помішуючи, до повторного закипання води. Варять вироби у відкритій посудині за помірною кипіння, перевіряючи їх готовність давильною пластиною через кожну хвилину після повторного закипання доти, доки не зникне безперервна біла лінія, видима в центрі пластини. Фіксують час варіння виробів до готовності – час від моменту занурення макаронних виробів у киплячу воду до моменту зникнення безперервної білої лінії.

Визначання стану виробів після варки [35]. Наважку 50-100 г занурюють у десятикратну за масою кількість киплячої води і варять до готовності. Після варіння макаронні вироби переносять на сито і дають стекти воді, потім за зовнішнім оглядом визначають відповідність їх стану вимогам нормативної документації.

Кількість поглиненої води. Цей показник характеризується коефіцієнтом збільшення маси (об'єму) виробів під час варіння, який розраховують за формулою:

$$K=(M_2 - M_1) / M_1, \quad (2.8)$$

де M_2 – маса зварених виробів, г (визначають після зливання варильної рідини);

M_1 – маса сухих виробів, г.

Вироби нормальної якості мають коефіцієнт збільшення маси (об'єму) в межах 1,5-2,5.

Втрати сухих речовин. Кількість сухих речовин, що перейшли у варильну воду, виражають у % до маси сухих речовин. Для виробів високої якості показник повинен складати не більше, ніж 6 %, середньої якості – не більше, ніж 8 %.

Наважку сухих макаронних виробів 25-50 г занурюють у ємність з 10-кратною кількістю киплячої води і варять до готовності, вироби з рідиною перекидають у сито і дають стекти рідині 2-3 хв. Заміряють об'єм варильної рідини.

У висушені і зважені чашки Петрі відбирають по 50 см³ перемішаної варильної рідини, ставлять у водяну баню, після повного випаровування рідини висушують у сушильній шафі за температури 130-135 °С протягом 15 хв, зважують. Розраховують втрати сухих речовин (%) за формулою:

$$P = (b - a) \cdot 100 / m \cdot (C / 100). \quad (2.9)$$

де b – маса чашки з сухим залишком, г;

a – маса порожньої чашки, г;

C – вміст сухих речовин у виробах, взятих на варіння, %;

m – маса виробів, взятих на варіння, г.

РОЗДІЛ 3 ОТРИМАННЯ ЛОКШИНИ ПІДВИЩЕНОЇ ХАРЧОВОЇ ЦІННОСТІ ТА ЇЇ ХАРАКТЕРИСТИКА

3.1 Характеристика борошна для виробництва локшини

Сировиною для отримання традиційної локшини слугувало борошно з твердих сортів пшениці українського виробництва. Також використали вітчизняне цільнозернове борошно з твердих сортів пшениці, яке, як відомо має вищий вміст харчових волокон, фенольних сполук, вітамінів, вітаміноподібних і речовин, фітостеролів [6]. Характеристика двох зразків борошна за результатами дослідження наведена в табл. 3.1.

За результатами органолептичного аналізу обох видів борошна встановлено, що вони мають відмінності у ступені помелу та вмісту оболонкових частин зерна.

Борошно, отримане з ендосперму твердих сортів пшениці, характеризується світло-жовтим кольором із кремовим відтінком, що властиво для продуктів перероблення зерна твердої пшениці завдяки підвищеному вмісту пігментів каротиноїдів. Зразок має відносно однорідну структуру, відчутну дрібну крупинчастість. Помел такого борошна рівномірний, мінеральні та інші домішки не виявлені.

Цільнозернове борошно з твердих сортів пшениці характеризується світло-бежевим кольором із сірувато-коричневим відтінком. Його структура менш однорідна порівняно зі рафінованим ендоспермовим борошном, з більш вираженою крупинчастістю та наявністю видимих дрібних частинок оболонок зерна. Висівкові фракції рівномірно розподілені по всій масі зразка, що є характерною ознакою цільнозернового помелу.

У мокрій пробі (тісто) з борошна твердих сортів пшениці має однорідну консистенцію, гладку поверхню та насичене жовте забарвлення. Форма тіста добре зберігається, що свідчить про достатню водопоглинальну здатність і формування розвиненого білково-клейковинного каркасу.

Таблиця 3.1 – Характеристика борошна з твердих сортів пшениці

Показники	Борошно з твердих сортів пшениці	
	з ендосперму	цілінозернове
Колір - сухої проби - у мокрій пробі (тісто)	Кремовий з жовтим відтінком Жовтий, рівномірний	Світло-бежевий із сіруватим відтінком Світло-кремовий із темнішими краплями
Однорідність	Однорідне	Менш однорідне, з видимими частинками оболонки зерна
Крупність помелу	Дрібнокрупинчасте	Середньокрупинчасте, з наявністю висівкових частинок
Запах	Властивим пшеничному борошну, без сторонніх запахів, не затхлий, не пліснявий	Властивим пшеничному борошну, без сторонніх запахів, не затхлий, не пліснявий
Смак	Властивий пшеничному борошну, без сторонніх присмаків, не кислий, не гіркий	Властивий пшеничному борошну, без сторонніх присмаків, не кислий, не гіркий
Вміст домішок	Відсутні	Відсутні
Зараженість і забрудненість шкідниками хлібних запасів	Відсутні	Відсутні
Тісто: - структура - формостійкість	Однорідна, гладка Добра	Помірно неоднорідна, незначна зернистість Добра
Вологість, %	13,09	12,31
Масова частка білків, %	13,00*	11,50*
Клейковина сира: - колір - однорідність - поверхня - структура - масова частка, %	Жовтий Однорідна Гладка Пружна, еластична 35,11	Світло-бежевий Менш однорідна через наявність оболонкових частинок Гладка Еластична, тягуча, з незначними включеннями висівкових частинок 25,70
Масова частка вуглеводів, % - цукрів - крохмалю	68,00* 1,00* 67,00**	56,8* 0,41* 56,39**
Масова частка харчових волокон, %	3,50*	12,00*
Масова частка жирів, % - насичених	1,50* 0,30*	2,20* 0,43*
Титрована кислотність, град	2,60	2,80

Примітка: * - теоретичні дані (задекларовані виробником)

** - розрахункові дані

Тісто, отримане з цільнозернового борошна твердих сортів пшениці, характеризується світло-кремовим кольором із помітними вкрапленнями оболонкових частинок. Його поверхня менш гладка, структура більш зерниста та неоднорідна, має помітну липкість. Однак зразок зберігає цілісність форми, що свідчить про задовільні структурно-механічні властивості тіста.

Встановлено, що вологість досліджуваних зразків була близькою і знаходилась у межах 12,31-13,09 % та відповідала вимогам до сировини для виробництва макаронних виробів (вміст води не більше 15,5 %) [36-39]. Разом з тим, вологість цільнозернового борошна з твердої пшениці була трохи нижчою (на 0,78 %) за таку для борошна з ендосперму, що може бути пов'язано з особливостями помелу, режимами кондиціонування зерна перед переробленням, умовами сушіння та зберігання. Крім того, цільнозернове борошно можуть виробляти з дещо нижчою вологістю для підвищення його стійкості під час зберігання, оскільки наявність зародка та підвищений вміст ліпідів збільшують ризик гідролітичного та окиснювального псування.

Важливими показниками борошна є масова частка білків і сирої клейковини, які визначають здатність тіста формувати міцний білковий каркас. У борошні з ендосперму вміст білка становив 13,0 %, тоді як для цільнозернового борошна – на 1,5 % менше. Аналогічна тенденція спостерігалася щодо масової частки сирої клейковини, а саме кількість клейковини у борошні з твердої пшениці була вищою на 9,4 % ніж у цільнозерновому борошні. Зниження вмісту клейковини у цільнозерновому борошні може бути пов'язане не зі зменшенням загальної кількості білкових речовин у зерні, а з впливом частинок алейронового шару й оболонки, які перешкоджають формуванню суцільної клейковинної матриці під час гідратації та відмивання. Клейковина, як відомо, формується певною фракцією запасних білків пшениці – гліадинами та глютенінами, які після гідратації та механічного впливу утворюють тривимірну в'язкоеластичнопружну глютену сітку, що визначає структурно-механічні властивості тіста. Загалом збільшення загального вмісту білка в зерні твердої пшениці зазвичай супроводжується підвищенням кількості сирої клейковини. Однак загальна кількість білкових речовин включає не лише гліадини та глютеніни, а й альбуміни, глобуліни,

ферменти та інші нітрогеновмісні сполуки, які не беруть безпосередньої участі у формуванні клейковинного каркасу. Присутність висівкових фракцій може розбавляти концентрацію клейковиноутворювальних білків ендосперму, що зумовлює нижчі значення цього показника. Незважаючи на це, цільозернове борошно пшениці дурум зазвичай зберігає достатньо високий рівень клейковини для виробництва макаронних виробів [40, 41].

Відмита клейковина борошна з твердих сортів пшениці має характерне жовте забарвлення, однорідну структуру, гладку поверхню та виражену еластичність. Зразок такої клейковини компактний, еластичний і пружний, що свідчить про добре сформований клейковинний каркас зі здатністю утримувати крохмальні гранули під час варіння [2, 42].

Клейковина цільозернового борошна з твердих сортів пшениці відрізняється світло-бежевим кольором та меншою однорідністю через наявність дрібних частинок оболонок зерна. Поверхня клейковини гладка, її структура менш щільна та дещо слабша. Висівкові частинки, які діють як фізичні бар'єри у процесі формування безперервної білкової сітки, знижують розтяжність і пластичність тіста, однак клейковина зберігає задовільну пластичність та цілісність [2, 42].

Аналіз вуглеводного складу свідчить, що борошно з ендосперму з твердих сортів пшениці має вищий вміст вуглеводів на 11,2 % ніж цільозернове борошно. Основна частка вуглеводів обох видів борошна представлена крохмалем, вміст якого досягає 56,39-67,0 %, та значно менше міститься низькомолекулярних вуглеводів, кількість яких не перевищує 1 %. Отримані результати узгоджуються з особливостями будови зерна пшениці, оскільки крохмаль локалізований переважно в ендоспермі. Зменшення його частки у цільозерновому борошні пояснюється збільшенням частки оболонок та зародка, які містять значно менше крохмалю [43, 44].

Вміст харчових волокон у цільозерновому борошні досягав 12,0 %, що більш ніж у 3,4 рази перевищувало аналогічний показник для борошна з ендосперму. Така різниця обумовлена збереженням у цільозерновому продукті всіх анатомічних частин зернівки, зокрема алейронового шару та зовнішніх оболонок зерна, які є основним джерелом некрохмальних полісахаридів (целюлози,

геміцелюлоз, арабіноксиланів, β -глюканів) і лігніну, не здатних перетравлюватись у верхніх відділах шлунково-кишкового тракту. Високий вміст харчових волокон є суттєвою перевагою цільнозернового борошна з точки зору профілактичного та функціонального харчування, оскільки сприяє нормалізації роботи травної системи, зниженню швидкості засвоєння вуглеводів і глікемічної відповіді організму, виконує детоксикаційну дію як ентеросорбент, покращує як пребіотик функціональний стан мікробіоти у товстому відділі кишківника [2, 4].

Масова частка жирів у цільнозерновому борошні становила 2,20 %, що перевищувало показник борошна з ендосперму на 0,7 %. Вміст насичених жирних кислот також був дещо вищим у цільнозерновому борошні. Це пояснюється присутністю зародка зерна, який є основним джерелом ліпідів, що представлені переважно ненасичені жирними кислотами, та жиророзчинними біологічно активними сполуками [2].

Титрована кислотність досліджуваних зразків, яка свідчить про свіжість борошна та ступінь активності ферментативних процесів, впливає на перебіг колоїдних, біохімічних та реологічних процесів під час виробництва макаронних виробів, відрізнялася незначною мірою. Незважаючи на близькі значення, дещо вища кислотність цільнозернового борошна може бути пов'язана з підвищеним вмістом периферійних анатомічних частин зерна (оболонок і зародка), багатих на гідролітичні ферменти, мінеральні речовини, жирні кислоти (утворюються під дією ліполітичних ферментів на ліпіди) та фенольні сполуки, через що борошно характеризується нижчою стійкістю під час зберігання та швидшим накопиченням кислотних продуктів гідролізу жирів. Водночас помірно підвищена кислотність цільнозернового борошна позитивно впливатиме на водопоглинання харчових волокон та антиоксидантні властивості макаронних виробів, хоча може певною мірою змінювати структурно-механічні характеристики тіста та потребує корекції технологічних режимів [45].

Результати комплексного дослідження свідчать, що борошно з ендосперму твердих сортів пшениці порівняно з цільнозерновим борошном характеризується вищим вмістом білків, сирої клейковини та її високою якістю, крохмалю, нижчою титрованою кислотністю, що забезпечує його високі технологічні властивості у

виробництві макаронних виробів. Водночас цільозернове борошно відзначається вищим вмістом харчових волокон і жирів, що підвищує його біологічну та фізіологічну цінність.

Таким чином, борошно з твердих сортів пшениці доцільно розглядати як базову сировину для виробництва макаронних виробів високої технологічної якості, тоді як цільозернове борошно є перспективним інгредієнтом для створення продукції підвищеної харчової та біологічної цінності, зокрема функціональних макаронних виробів, збагачених харчовими волокнами та іншими біологічно активними компонентами. Однак при цьому необхідно врахувати можливий вплив зниженого вмісту клейковини і оболонкових частин зерна у цільозерновому борошні на структурно-механічні властивості тіста та якість готової продукції.

3.2 Отримання та характеристика локшини підвищеної харчової цінності

На першому етапі отримували зразки локшини з борошна та води за двох рівнів гідратації (30 % і 50 % води до маси борошна), які приймали як контрольні зразки. Тісто витримували для формування клейковини понад 30 хв, розкочували до товщини не більше 2 мм, нарізали на смужки розмірами 10 мм×70 мм, підсушували за температури 20 °С не менше 1 год, сушили за температури 60 °С упродовж 5 год.

У процесі експериментальних досліджень встановлено, що за вологості тіста 30 %, яка властива для макаронних виробництв, консистенція отриманих зразків тіста з борошна твердих сортів пшениці – з ендосперму та цільозернового – була надмірно щільною та тугою, що суттєво ускладнювало процес формування локшини у лабораторних умовах. Недостатня пластичність тіста не забезпечувала отримання виробів належної форми та однорідної структури. Натомість використання 50 % води до маси борошна сприяло формуванню пластичного тіста з достатніми структурно-механічними властивостями, придатного для подальших досліджень. У зв'язку з цим, наступні експерименти з отамання локшини підвищеної харчової цінності проводили із застосуванням рецептур, що містили 50 % води до маси борошна. Також варто відзначити, що тісто для виготовлення локшини, отримане з цільозернового борошна твердої пшениці, було помітно

липким і відрізнялось цим від тіста, отриманого з рафінованого борошна твердої пшениці.

Сирі макаронні вироби з 50 % води до маси борошна зберігали забарвлення, властиве для тіста, яке наведене в табл. 3.1. Зі зменшення кількості доданої води (30 %) вони були світлішого відтінку через вищу кількість в них борошна. В результаті сушіння колір виробів набував світлішого відтінку, а після варіння він ставав насиченішим: для локшини з борошна ендосперму твердих сортів пшениці – посилення жовтого кольору, з цільнозернового борошна твердих сортів пшениці – посилення кремово-бежевого забарвлення.

Сухий контрольний зразок локшини з борошна ендосперму твердих сортів пшениці характеризувався рівномірним світло-жовтим забарвленням, властивим виробам із пшениці дурум. Поверхня виробів була гладкою, матовою, без видимих дефектів, тріщин та розривів. Стрічки локшини мали правильну форму, рівномірну ширину та достатню цілісність.

Локшина, виготовлена з цільнозернового борошна твердих сортів пшениці, характеризувалася темнішим сірувато-бежевим кольором порівняно зі зразками з борошна ендосперму. На поверхні спостерігалися дрібні частинки оболонок зерна, що надавало виробам більш вираженої крупинчастості та шорсткості.

Вологість усіх отриманих чотирьох зразків сушеної локшини, виготовленої з 30 % і 50 % води, знаходилась у межах 11,28-12,54 %, що відповідає нормативним вимогам ДСТУ 7043 (табл. 3.2). Локшина з 30 % доданої води у процесі приготування тіста, варилась до готовності 9 хв, а локшина з внесеними 50 % – біля 6 хв. Збільшення кількості доданої води до борошна у макаронному тісті сприяло скороченню тривалості варіння. Це можна бути пов'язане з формуванням більш гідратованої структури тіста, в якій крохмаль і білок під час сушіння утворюють менш щільну матрицю, що полегшує проникнення води під час варіння та прискорює досягнення кулінарної готовності.

Підвищення вологості тіста також супроводжувалося зростанням коефіцієнта поглинання води після варіння. Коефіцієнт поглинання локшини, отриманої з борошна ендосперму твердих сортів і 30 % внесеної води, після варіння складав 1,42, а з 50 % води був дещо більшим і становив 1,68. Коефіцієнти поглинання води локшини з цільнозернового борошна відрізнялись нижчими значеннями:

Таблиця 3.2 – Характеристика локшини з борошна твердої пшениці

Показники	Контрольний зразок локшини		Локшина з екстрактом квітів волошки		Локшина з альгінатом натрію		Локшина з екстрактом квітів волошки, альгінатом натрію і цинком	
	борошно з ендосперму	цільозернове борошно	борошно з ендосперму	цільозернове борошно	борошно з ендосперму	цільозернове борошно	борошно з ендосперму	цільозернове борошно
Вологість, %	12,60	12,54	11,19	10,78	11,51	10,84	12,37	11,25
Титрована кислотність, град	3,1	3,3	3,4	3,5	3,2	3,3	3,3	3,5
Коефіцієнт збільшення маси виробів після варіння	1,68	1,23	1,36	1,11	1,71	1,33	1,70	1,53
Втрати сухих речовин, %	5,30	6,79	5,94	6,80	4,69	5,78	5,17	6,00

з 30 % внесеної води – 1,05, з 50 % внесеної води – 1,23. Більш гідратоване тісто формує структуру, здатну інтенсивніше зв'язувати воду під час варіння. Водночас локшина з борошна ендосперму характеризувалася вищими коефіцієнтами поглинання порівняно з цільнозерною локшиною. Ймовірно, це пов'язано з більшим вмістом крохмалю та добре сформованою клейковинною сіткою, які забезпечують набухання виробів і утримання води. Натомість наявність харчових волокон у цільнозерновому борошні обмежує набухання крохмалю та порушує безперервність клейковинного каркасу, що знижує здатність локшини до водопоглинання.

Встановлено також залежність між кількістю води у макаронному тісті та втратами сухих речовин під час варіння локшини. Втрати сухих речовин макаронів після варіння, коли їх отримували з 30 % води до борошна, не перевищували 4,5 %, а зі збільшенням у тісті води до 50 % кількість втрачених сухих речовин зростала. Варена локшина з рафінованого борошна мала властиву структуру для виробів з пшениці дурум, бо добре тримала форму, а з цільнозернового борошна – форму тримала дещо гірше. Імовірно, більша кількість води під час замішування тіста сприяла формуванню менш щільної структури макаронних виробів, що під час варіння полегшувало дифузії розчинних компонентів у варильне середовище. Незважаючи на це, рівень втрат залишався характерним для якісних макаронних виробів із твердих сортів пшениці.

Локшина з цільнозернового борошна поглинала менше води, хоча саме цільнозернове борошно містить більше харчових волокон. У даному випадку вирішальну роль відіграє не лише здатність волокон зв'язувати воду, а й нижчий вміст крохмалю (56,39 % проти 67,0 %) та клейковини (25,70 % проти 35,11 %), які значною мірою визначають набухання макаронних виробів під час варіння.

Кислотність локшини з обох видів борошна та різних рівнів гідратації тіста не перевищувала 3,3 %, що відповідає вимогам, висунутим до макаронних виробів у нормативній документації.

Отже, локшина з борошна ендосперму твердих сортів пшениці добре зберігала форму після варіння, що обумовлено високим вмістом клейковини та формуванням міцної білково-крохмальної матриці. Вироби з цільнозернового

борошна характеризувалися дещо нижчою формостійкістю, що може бути пов'язано з наявністю частинок оболонок зерна. Разом з тим, усі досліджувані зразки зберігали хороші кулінарні властивості, що підтверджує можливість використання як борошна з ендосперму, так і цільнозернового борошна твердих сортів пшениці для виробництва збагачених макаронних виробів.

Наступним кроком стала необхідність отримання локшини з підвищеним вмістом антиоксидантів. Перспективним природним джерелом фенольних антиоксидантів є пелюстки квітів синьої волошки. Поліфенольні речовини волошки представлені фенольними кислотами (переважають хлорогенова, кавава, *n*-кумарова, кавава та сиригїнова кислоти), флавоноїдами (в основному похідні апігеніну, але також похідні кверцетину, кемпферолу, ериодиктіолу та таксіфоліну, які присутні переважно у вигляді глікозидів) та 4 антоціанами (похідні ціанідину, що відповідають за синє забарвлення пелюсток), які проявляють антиоксидантні, Р-вітамінні, протизапальні, антимікробні властивості. Флавоноїди здатні посилювати загальну антиоксидантну дію рослинної сировини завдяки синергетичній взаємодії з антоціанами. Тобто антиоксидантна активність безпосередньо корелює із сумарним вмістом фенольних речовин та антоціанів. На відміну від більшості синіх квітів, забарвлення волошки формується складною супрамолекулярним пігментом протоціаніном – це металоантоціановий комплекс, утворений антоціаном, флавоном, Fe^{3+} і Mg^{2+} у стехіометричному порядку 6:6:1:1. Антоціан у цьому комплексі – це ціанідин-3-О-(6-О-сукцинілглюкозид)-5-О-глюкозид, відповідний флавоон – це апігенін-7-О-глюкуронід-4'-О-(6-О-малонілглюкозид). Обидві молекули зв'язуються через утворення комплексів з металами, а також через гідрофобні взаємодії між антоціанами і флавоонами [46, 47].

Встановлено, що у 70 % етанольному екстракті пелюсток квітів волошки синьої загальний вміст фенольних сполук у перерахунку на галову кислоту складає 1645,91 мг/100 г або 1,65 %, у водному екстракті – 1590,67 мг/100 г або 1,59 %, що на 4,8 % менше ніж у спиртовому екстракті. У 1 % розчині хлоридної кислоти в 70 % етанолі міститься 1041,86 мг/100 г антоціанів або 1,04 %, що становить 63,3 % від загального вмісту поліфенолів.

УФ-спектри 70 % етанольного, підкисленого 70 % етанольного і водного екстракту наведені на рис. 3.1. Для ідентифікації флавоноїдів також досліджували 70 % етанольний екстракт з додаванням для комплексоутворення $AlCl_3$.

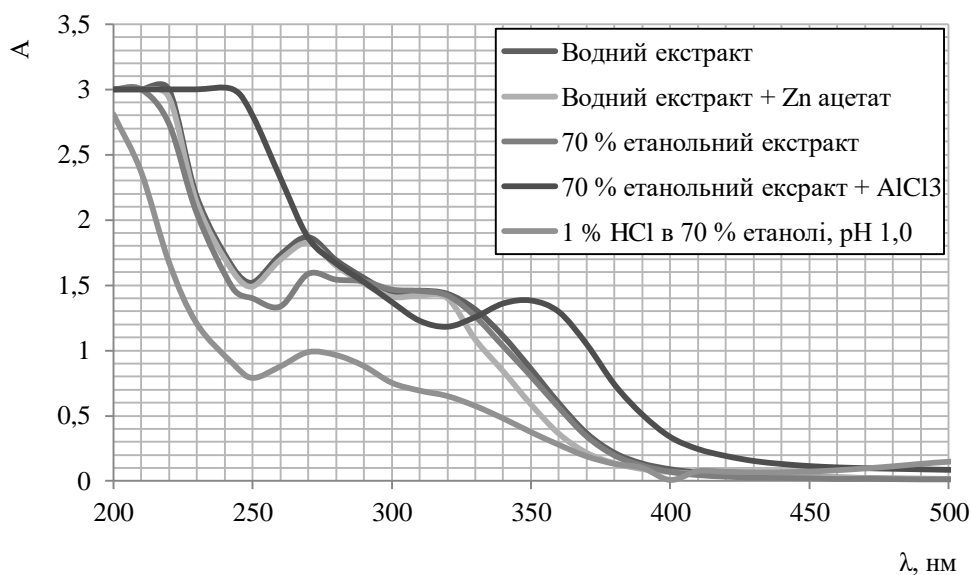


Рис. 3.1. УФ-спектри поглинання екстрактів пелюсток квітів волошки синьої

Аналіз УФ-спектрів поглинання екстрактів пелюсток синьої волошки свідчить про наявність у досліджуваній сировині складного комплексу фенольних сполук, представленого фенольними кислотами, флавоноїдами та антоціановими пігментами. Характер спектральних кривих загалом відповідає літературним даним щодо хімічного складу фенолів пелюсток волошки синьої, для яких характерна присутність похідних хлорогенової, кавової та *n*-кумарової кислот, а також флавонів апігенінового ряду та антоціанів на основі ціанідину.

Для всіх досліджуваних екстрактів спостерігається інтенсивне поглинання в діапазоні 200-230 нм смуги II, що є характерним для ароматичних систем бензольного кільця та електронних $\pi \rightarrow \pi^*$ переходів, властивих більшості фенольних сполук. Саме ця ділянка зазвичай пов'язана з наявністю фенольних кислот (хлорогенової, кавової, ферулової) і флавоноїдів, які містять ароматичні кільця з кон'югованими (спряженими) подвійними зв'язками.

У ділянці 260-280 нм смуги II для водного та етанольного екстрактів спостерігається виражений максимум поглинання (близько 270-275 нм), який відповідає флавоноїдам з бензоїльною системою кільця А. Для флавонів і

флавонолів, зокрема похідних апігеніну та кверцетину, наявність такого максимуму є характерною спектральною ознакою.

Наявність вираженого максимуму поглинання у зоні 320-360 нм смуги I для частини екстрактів також може свідчити про присутність гідроксикоричних кислот, насамперед хлорогенової та кавової кислот. Для цих сполук характерні смуги поглинання саме в даному інтервалі спектру завдяки кон'югованій системі подвійних зв'язків у бічному ланцюзі молекули. Враховуючи, що хлорогенова кислота є однією з основних фенольних кислот пелюсток волошки, отримані спектри підтверджують її можливу присутність у складі екстрактів.

У спектрі 70 % етанольного екстракту після додавання хлориду алюмінію ($AlCl_3$) помітно не лише підвищення інтенсивності поглинання, але й виражений батохромний зсув смуги в область 340-360 нм. Це підтверджує утворення комплексів між іонами алюмінію та гідроксильними групами флавоноїдів. Al^{3+} координується з орто-дигідроксильними або карбонільно-гідроксильними фрагментами молекул флавоноїдів, унаслідок чого відбувається розширення системи електронної делокалізації та зміщення максимуму поглинання в довгохвильову область. Саме тому реакція з $AlCl_3$ використовується як якісна та кількісна методика підтвердження наявності флавоноїдних сполук. Даний спектр підтверджує значний вміст флавоноїдних сполук в екстрактах квітів волошки.

Для екстракту, отриманого в кислому середовищі етанолу, характерне зниження інтенсивності поглинання в діапазоні 240-380 нм та зміна форми спектральної кривої, що може бути пов'язано з переходом антоціанів у форму флавілієвого катіону, яка найстабільніша за кислих значень рН. Відомо, що антоціанові пігменти суттєво змінюють свої спектральні характеристики залежно від кислотності середовища внаслідок структурних перетворень між флавілієвою, хіноїдною та гемікетальною формами. Саме ця властивість лежить в основі рН-диференційного методу визначення антоціанів.

Отже, аналіз УФ-спектрів поглинання підтверджує багатий фенольний склад пелюсток синьої волошки, що корелює з даними літературних джерел та підтверджує перспективність використання пелюсток волошки як джерела природних фенольних сполук для виробництва функціональних харчових продуктів [46, 47].

Для отримання збагаченої поліфенолами локшини замість води до борошна додавали водний екстракт квітів волошки в кількості 50 %, який отримували з гідромодулем 1:20. Такий екстракт мав коричнево-червонуватий колір. У ньому концентрація фенольних сполук складала 82,50 мг/100 см³. Враховуючи, що на 100 г борошна необхідно 50 см³ екстракту, то у порції макаронів міститиметься 41,25 мг поліфенолів, з яких 26,11 мг припадає на антоціани.

Отримана локшина з екстрактом волошки та двома видами борошна у порівнянні з контрольними зразками, отриманими з включенням до тіста води, відрізнялась дещо темнішим забарвленням, властивим для волошкового екстракту: для макаронів з борошна ендосперму твердої пшениці – більш насичений кремово-бежевий відтінок, з цілнозернового борошна твердої пшениці – більш рівномірний світло-коричневий відтінок. Використання екстракту волошки практично не вплинуло на геометричні параметри виробів, хоча характеризувалися дещо підвищеною шорсткістю і декотрою втратою пружності порівняно з контролем. Після варіння до кулінарної готовності забарвлення локшини поглиблювалось, дещо втрачалась її форма (рис 3.2, 3.3). Вологість локшини з екстрактом волошки та коефіцієнт її збільшення після варіння у порівнянні з контрольними зразками знижувались незначною мірою, при цьому трохи зростала кислотність і втрати сухих речовин. Ймовірно, поліфенольні сполуки екстракту взаємодіють з білками клейковини через водневі та гідрофобні зв'язки, формуючи більш ущільнену структуру тіста та знижуючи проникнення води під час варіння (табл. 3.2).

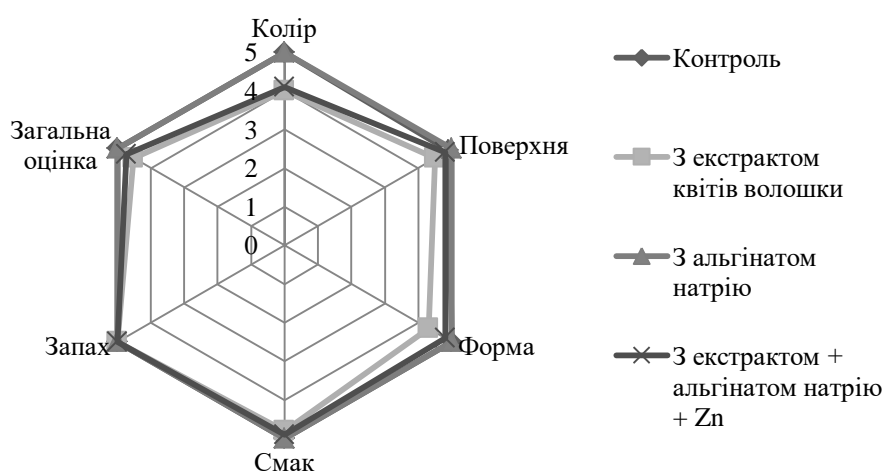


Рис. 3.2 – Органолептична оцінка сухої локшини з борошна ендосперму твердої пшениці

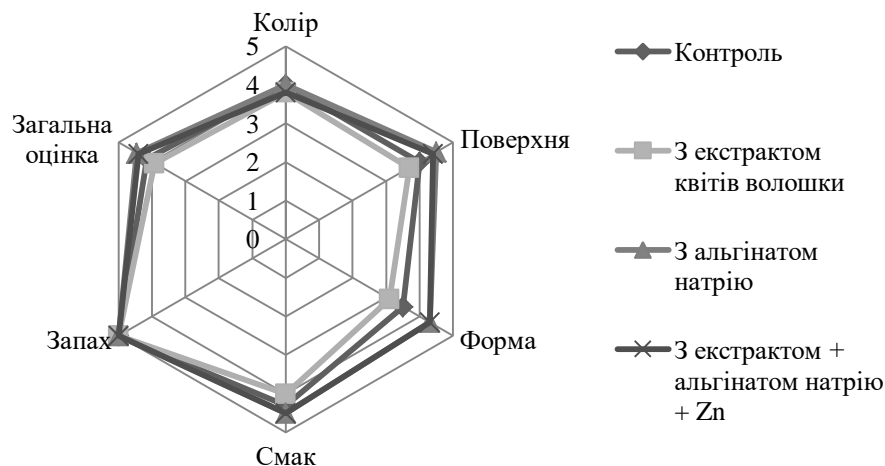


Рис. 3.3 – Органолептична оцінка сухої локшини з цільнозернового борошна твердої пшениці

Для стабілізації фенольних сполук у локшині під час її сушіння та варіння до готовності, необхідно використати захисні речовини, до яких можна віднести гідроколоїди, зокрема полісахариди. Альгінат натрію – це аніонний полісахарид, джерелом якого є бурі водорості ламінарія (морська капуста) [48]. Складається він із залишків гулурунової та манурунової кислот. Для отримання драгледоподібної структури полісахарид вимагає іонів двовалентних металів, зокрема Ca^{2+} , які разом формують структуру типу «яєчна решітка». Альгінат натрію додають в кількості до 3 % (оптимально до 0,8 %, вищі його кількості погіршують якість) від маси макаронної суміші, щоб покращити фізичні властивості тіста, а також текстурні та кулінарні якості, з прогнозованим глікемічним індексом, засвоюваністю білка та сенсорним сприйняттям. Разом з тим, альгінат натрію належить до категорії харчових волокон, що сприятиме підвищенню його вмісту у готових виробах. Тому альгінат натрію вважається перспективним гідроколоїдом для покращення користі для здоров'я, текстурних, кулінарних та сенсорних якостей макаронів [49].

У зв'язку з цим, у дослідженнях отримували водний розчин альгінату натрію, який загущувався завдяки полісахариду, щоб забезпечити його кількість у макаронному тісті 0,8 %.

Зразок локшини ендоспермового борошна з альгінатом натрію відзначався світло-жовтим кольором і більш рівною формою стрічок у порівнянні з контрольним зразком. Поверхня була гладкою та однорідною, а самі вироби

характеризувалися підвищеною цілісністю і меншою кількістю деформованих виробів, що може свідчити про структуроутворювальну дію альгінату натрію під час формування тіста. У цільнозерновому зразку локшини з альгінатом натрію спостерігалася краща цілісність стрічок локшини та рівніша форма виробів у порівнянні з контролем (рис 3.2, 3.3). Використання альгінату натрію покращило гідрофільність і водопоглинання, в'язкість, формостійкість, міцність на розрив, здатність до набухання локшини. При цьому зменшились втрати при варінні, клейкість і жувальні властивості виробів, однак з деяким підвищенням їх пружності. Альгінат натрію зміцнює структуру макаронних виробів та обмежує дифузію крохмалю і водорозчинних речовин у варильне середовище. Кислотність таких видів локшини майже була незмінною у порівнянні з контрольними зразками (табл. 3.2).

Спираючись на отримані результати щодо локшини, виробленої окремо з екстрактом квітів волошки і альгінату натрію, доцільно їх сумістити в одному виробі, що підвищуватиме стійкість фенольних сполук. Разом з тим варто взяти до уваги, що фенольні сполуки волошки і альгінат натрію утворюють комплекси з іонами металів, то завдяки цьому можна змінивши колір поліфенолів, покращити забарвлення локшини, сприяти зміцненню структури альгінату натрію і врешті покращити структуру виробів, а також підвищити біологічну активність завдяки цільовій біофортificaції мінеральної компоненти.

Цинк відповідає за структурну, транскрипційних, каталітичну та регуляторну ролі, що робить його незамінним для численних важливих фізіологічних функцій, наприклад таких, які беруть участь у розвитку, метаболізмі, імунологічній функції та функції мозку. Цинк також може посилювати апетит, захищати зір та відігравати важливу роль у підтримці нормальної імунної функції організму людини. Це потужний імуномодулювальний мікроелемент, а його дефіцит в організмі тісно пов'язаний зі змінами імунних функцій та вірусними інфекціями. Біля 17-20 % населення світу перебуває у групі ризику з дефіциту цинку і найчастіше зустрічається у людей похилого віку, вегетаріанців, вагітних, жінок, що годують грудьми, дітей, підлітків, а також у людей з хронічними захворюваннями. Дефіцит цинку виникає через брак елемента в раціоні, недостатнє його засвоєння та

підвищене виведення з організму. Це призводить до низки функціональних порушень гормональної діяльності, центральної нервової системи та зниження імунологічного захисту. Надлишок цинку також призводить до гострих наслідків та хронічних захворювань [50].

Основним місцем всмоктування цинку є тонкий кишечник. Однак Zn^{2+} нестабільний у кислому середовищі шлунку та легко там взаємодіє зі хлоридною кислотою. Прийом сульфату цинку може подразнювати шлунково-кишковий тракт та викликати побічні ефекти. Для запобігання дефіциту цинку необхідно покращити його біодоступність за рахунок носіїв – полісахаридного чи поліпептидного хелатування цинку [51, 52]. Також перспективно хелатування з фенольними сполуками з підвищенням антимікробної дії [53-55]. Створення нових форм доставки цинку може дозволити отримати «розумні» ланцюги харчових інгредієнтів. Мікро- та наноінкапсуляція можуть стати новими способами лікування дефіциту цинку та роблять цинк більш біодоступним.

Щоб досягнути рекомендованого оптимального споживання цинку (11 мг/день для чоловіків, 8 мг/день для жінок, у дієтичних добавках ця доза коливається від 15 до 45 мг/день), до порції 100 г локшина необхідно включити цинку 0,011-0,015 г. Для цього до 50 см³ екстракту квітів волошки, щоб отримати порцію макаронів і забезпечити добову потребу у цинку, додавали 0,05 г цинку ацетату (це відповідає 0,015 % Zn). Ацетат цинку обирали виходячи з його органічної форми та низького значення рН при гідролізі у воді, щоб не погіршити властивості клейковини до утворення характерної структури. Після внесення ацетату цинку до волошкового екстракту відбулась взаємодія фенольних речовин з цинком, внаслідок чого забарвлення екстракту посилилось і набуло дещо рожевого відтінку. Також спостерігаються зміни УФ-спектральної кривої, хоча вони менш виражені порівняно з комплексоутворенням з $AlCl_3$ (рис. 3.1). Це може свідчити про утворення координаційних комплексів між Zn^{2+} та окремими фенольними структурами екстракту. Подібна поведінка характерна для флавоноїдів і деяких фенольних кислот, здатних утворювати металокомплекси завдяки наявності фенольних гідроксилів. Саме здатність поліфенолів до комплексоутворення з металами (супрамолекулярний металоантоціановий комплекс) відіграє важливу

роль у формуванні кольору квіток волошки. Після додавання до комплексу «фенольні речовини – цинк» натрій альгінату суміш набула слабкої драгледоподібної консистенції завдяки додатковій взаємодії карбоксильних груп полісахариду з цинком. Таку реакційну суміш було зручно поєднувати з борошном та замішувати тісто.

Локшина з ендоспермового борошна з екстрактом волошки, ацетату цинку та альгінат натрію мала більш інтенсивне бежево-кремове забарвлення. Вироби мали рівномірну форму та достатню механічну міцність. Поверхня залишалася однорідною, без ознак розшарування або руйнування, що свідчить про сумісність використаних інгредієнтів у складі тіста. Цільнозернова локшина, отримана аналогічним чином, була найбільш однорідною серед усіх цільнозернових зразків. Їй властивий рівномірний бежевий колір, задовільна формостійкість та відсутність видимих дефектів поверхні (рис. 3.2, 3.3).

Комплексне внесення всіх біологічно активних компонентів до локшини сприяло зростанню коефіцієнту збільшення маси після варіння, що є найвищим значенням серед усіх досліджених зразків. У присутності іонів цинку очевидно відбувається додаткове структурування альгінатної матриці за рахунок іонних взаємодій, що підвищує водоутримувальну здатність виробів. Кількість втрачених сухих речовин при варінні у такій локшині трохи збільшилась у порівнянні з виробами, де присутнім був лише альгінат натрію, але разом з тим значення цих показників були трохи меншими за контрольні зразки. Кислотність комплексно збагаченої локшини не перевищувала нормативні показники.

Висновки до розділу 3

1. Досліджено основну сировину для отримання локшини – два зразки вітчизняного борошна твердих сортів пшениці (з ендосперму та цільнозернове). Проведені органолептичні та фізико-хімічні дослідження показали, що обидва види борошна характеризуються високою якістю та придатністю для виробництва макаронних виробів, проте відрізняються за хімічним складом та технологічними властивостями. У цільнозерновому борошні менше міститься білка, сирієї клейковини, крохмалю, клейковина слабша, проте у ньому більше харчових

волокон і ліпідів, що обумовлює вищу фізіологічну та харчову цінність. Незважаючи на дещо нижчі органолептичні, структурно-механічні та кулінарними властивості, цільнозернове борошно є перспективною сировиною для створення функціональних макаронних виробів підвищеної харчової цінності.

2. Надано характеристику фенольних речовин екстракту квітів волошки синьої: загальний вміст поліфенолів становить 1,65 %, антоціанів міститься 1,04 %. УФ-спектри екстрактів підтверджують наявність в ньому фенольних кислот, флавоноїдів та антоціанів.

3. Отримані зразки локшини на основі двох видів борошна і водного екстракту волошки темніші за контрольні зразки локшини. Вони мали дещо вищу кислотність, після варіння коефіцієнт маси зменшувався, а втрати сухих речовин зростали. Очевидно фенольні речовини взаємодіють з білками борошна і порушують клейковинну структуру.

4. Зразки локшини, отримані з внесенням 0,8 % альгінату натрію до маси борошна, характеризувались покращеною структурою і органолептичними властивостями, підвищеним коефіцієнтом збільшення маси під час варіння і меншою втратою сухих речовин у варильну воду.

5. У результаті поєднання у локшині (на 100 г) волошкового екстракту (41,25 мг фенольних сполук, 26,11 мг антоціанів), альгінату натрію (0,8 % = 0,8 г), цинку ацетату (0,05 % = 0,015 % = 15 мг Zn) вдалось отримати вироби з найкращими органолептичними і фізико-хімічними характеристиками. Таке поєднання компонентів сприятиме підвищенню і розширенню фізіологічного потенціалу продукту, зокрема локшини з цільнозернового борошна.

РОЗДІЛ 4 ТЕХНОЛОГІЯ Й ЕКСПЕРТИЗА ЛОКШИНИ ПІДВИЩЕНОЇ ХАРЧОВОЇ ЦІННОСТІ

4.1 Технологія виробництва локшини підвищеної харчової цінності

Технологія виробництва локшини підвищеної харчової цінності передбачає використання цільнозернового борошна твердих сортів пшениці, водного екстракту квітів волошки синьої (*Centaurea cyanus L.*), альгінату натрію та ацетату цинку. Технологічний процес складається з операцій підготовки сировини, екстракту волошки, функціональної добавки, замішування тіста, формування локшини, сушіння, охолодження, фасування і зберігання готової продукції.

Цільнозернове борошно твердої пшениці надходить на виробництво тарним способом у мішках або безтарним у борошновозах. Зберігають борошно у мішках у складських приміщеннях, а з борошновозів перевантажується у силоси. На складі рекомендується температура повітря 8-12 °С та його відносна вологість 60-65 %.

Перед використанням борошно просіюють на просіювачах з металевими ситами діаметром 1,0-1,6 мм, застосовуючи аспіраційні колонки. На шляху руху борошна встановлюють магнітні уловлювачі. Це обладнання використовують для видалення сторонніх і металоманітних домішок з борошна. Температура борошна перед замішуванням повинна становити 18-25 °С, вологість – не більше 15,5 %.

Для отримання екстракту квітів волошки висушені пелюстки подають у реактор з паровою рубашкою та мішалкою. Екстрагування здійснюють питною водою у співвідношенні 1:20 (5 кг висушених квітів на 100 дм³ води). Суміш нагрівають до температури 85-90 °С та витримують протягом 55-60 хв за періодичного перемішування. Після завершення екстракції суспензію охолоджують до 55-60 °С та фільтрують через сито або фільтр-прес для видалення рослинних частинок. Отриманий фільтрат використовують для приготування функціональної суміші.

До екстракту температурою 55-60 °С вносять ацетат цинку з розрахунку 0,05 кг на 100 кг борошна та перемішують протягом 5-10 хв до повного розчинення кристалів. Після цього за безперервного перемішування поступово додають альгінат натрію в кількості 0,8 кг на 100 кг борошна. Для запобігання утворенню грудок альгінат вносять невеликими порціями або через дозувальний пристрій.

Отриману суміш витримують протягом 25-30 хв із періодичним перемішуванням до повної гідратації та розчинення альгінату натрію. Температура суміші наприкінці витримування повинна становити не нижче 50 °С.

Замішування макаронного тіста здійснюють у тістомісильних машинах безперервної або періодичної дії. На 100 кг цільнозернового борошна твердої пшениці вносять 50 дм³ підготовленої функціональної суміші. Тривалість замішування складає 10-15 хв до отримання однорідної пластичної маси без грудок та непромішаних ділянок. Температура тіста після замішування не повинна перевищувати 40 °С.

Після замішування тісто направляють на стадію дозрівання. Витримування здійснюють у закритих ємностях або бункерах-дозрівниках протягом не менше 30 хв за температури 20-25 °С. Під час дозрівання відбувається рівномірний розподіл вологи між компонентами, завершення процесів гідратації білків, крохмалю та альгінату натрію, що сприяє покращенню структурно-механічних властивостей тіста.

Формування локшини проводять за допомогою автоматичних локшинорізальних машина або макаронних пресів із відповідними матрицями. При цьому формуються тістової стрічки товщиною $2,0 \pm 0,2$ мм. Після досягнення необхідної товщини стрічка подається на різальний механізм, де формуються смужки локшини шириною 10 мм та довжиною близько 70 мм.

Сформовану локшину піддають попередньому підсушуванню. Підсушування здійснюють потоком повітря температурою 25-30 °С протягом 20-30 хв до стабілізації поверхневого шару виробів та запобігання їх злипанню під час основного сушіння. Відносна вологість повітря на цьому етапі повинна становити 60-70 %.

Основне сушіння проводять у сушильних шафах або тунельних сушарках за температури 60 ± 2 °С. Тривалість сушіння залежить від конструкції обладнання та становить орієнтовно 3-5 год до досягнення вологості готової продукції не більше 13 %. Для запобігання утворенню тріщин рекомендується ступінчастий режим сушіння з поступовим зниженням відносної вологості сушильного агента від 70 до 50 %.

Після завершення сушіння локшину охолоджують у камерах кондиціонування або на транспортерах із примусовою вентиляцією до температури не вище ніж на 10 °С від температури навколишнього середовища. Тривалість охолодження зазвичай становить 30-60 хв. На цьому етапі відбувається стабілізація структури виробів та вирівнювання вологості по всьому об'єму продукту.

Готову локшину фасують у полімерні пакети, комбіновані багатошарові матеріали або картонні коробки з внутрішнім полімерним вкладишем. Маса нетто споживчого пакування може становити від 200 г до 1 кг. Пакування повинно забезпечувати захист продукції від зволоження, механічних пошкоджень та впливу світла.

Зберігають локшину підвищеної харчової цінності у сухих, чистих, добре вентильованих складських приміщеннях за температури не вище 30 °С та відносної вологості повітря не більше 70 %. За дотримання зазначених умов термін зберігання може становити до 12 місяців.

Рецептура локшини підвищеної харчової цінності представлена в табл. 4.1. Кількість сировини наведено для виробництва 1 т готової локшини з масовою часткою води близько 12 %. Вода, що використовується для приготування екстракту та замішування тіста, у процесі сушіння переважно видаляється.

Таблиця 4.1 – Рецептатура локшини підвищеної харчової цінності

Найменування сировини	Масова частка сухих речовин, %	Витрати сировини, кг на 1 т готової продукції (в натурі)
Борошно цільнозернове з твердої пшениці	86,0	1018,0
Квіти волошки сушені	90,0	50,9
Альгінат натрію	90,0	8,1
Ацетат цинку	99,0	0,51
Вода питна*	0	509,0
Разом сировини	—	1586,5

4.2 Експертиза технології виробництва локшини підвищеної харчової цінності

Вхідний контроль. Приймання всієї сировини на підприємстві здійснюється відповідно до Закону України № 771 «Про основні принципи та вимоги до

безпеки та якості харчових продуктів» [56]. Впроваджена на виробництві система НАССР вимагає, щоб кожна партія сировини супроводжувалася документами, які підтверджують її безпеку та простежуваність. В обов'язковий пакет супровідних документів для кожної партії входять: декларація виробника (посвідчення якості), яка засвідчує відповідність показників якості нормативній документації (ДСТУ або ТУ); товарно-транспортна накладна (ТТН), необхідна для простежуваності логістичного ланцюга; протоколи випробувань або сертифікат відповідності щодо показників якості і вмісту токсичних речовин.

Вхідний контроль здійснюється відділом виробничо-технологічного контролю (ВТК) або виробничою лабораторією підприємства. Він ділиться на органолептичний та фізико-хімічний.

Цільнозернове борошно твердих сортів пшениці (дурум) має відповідати ТУ У підприємства-виробника для цільнозернового обійного помелу. До показників його контролю входить органолептичне оцінювання: колір, смак, запах, хрускіт (відсутність мінеральних домішок). До фізико-хімічних показників належать вологість (не вище 15,5 %), масова частка та якість клейковини, зольність, крупність помелу, число падіння, зараженість шкідниками хлібних запасів (не допускається).

Сухі пелюстки волошки синьої за якістю повинні відповідати вимогам Державної фармакопеї України (ДФУ) або ТУ У на рослинну сировину. При вхідному контролі оцінюють зовнішній вигляд, колір, запах і смак квітів. Визначають у сировині вологість (не більше 14 %), вміст домішок (інших частин рослини, пожовклих пелюсток), подрібненість (прохід крізь сито відповідно до рецептури), відсутність металомангнітних та сторонніх домішок, радіологічний контроль (цезій-137, стронцій-90), вміст токсичних елементів і залишкові кількості пестицидів.

Альгінат натрію (харчова добавка E401) приймається за специфікацією Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA). Оцінюють зовнішній вигляд (порошок чи гранули від білого до світло-жовтого або кремового кольору), без запаху та смаку, розчинність (повільно розчиняється у воді з утворенням

в'язкого колоїдного розчину, нерозчинний в етанолі), масова частка основної речовини (чистота), рН водного розчину (1 %), вміст важких металів.

Ацетат цинку приймається як E650 або фармакологічної якості за специфікаціями USP (Фармакопея США) /BP (Британська фармакопея) або ТУ У з сертифікатом чистоти на харчові мінеральні солі. Серед органолептичних показників вхідного контролю визначають зовнішній вигляд (кристалічний порошок або пластинчасті кристали білого кольору), запах (зі слабким запахом оцтової кислоти), з фізико-хімічних показників встановлюють розчинність у воді (вища розчинність критична для рівномірного розподілу в тісті), масова частка чистого цинку, вміст супутніх речовин (хлоридів, сульфатів, важких металів).

Воду для виробництва локшини використовують питної якості згідно вимог ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» [57]. У воді перевіряють запах, смак і присмак (0-2 бали), колірність, каламутність, рН, загальну жорсткість (важливо для макаронного тіста, оптимально до 7 ммоль/дм³), сухий залишок, вміст заліза, нітратів, хлоридів тощо, загальне мікробіологічне обсеменіння, відсутність *E. coli*, ентерококів тощо.

Вхідний контроль пакувального матеріалу – полімерної плівки багатошарової бар'єрної ВОРР/РЕ (зовнішній шар ВОРР – біаксіально орієнтований поліпропілен, забезпечує міцність, прозорість та якісний друк; внутрішній шар РЕ – поліетилен, забезпечує герметичне термозварювання) або металізованої ВОРР/РЕ товщиною 50-70 мкм (ВОРРмет має низьку паропроникність і захищає фенольні речовини від світла та кисню, тобто обмежує окиснення фенольних сполук) здійснюють з метою підтвердження її відповідності вимогам нормативної документації та забезпечення належного рівня захисту продукції під час зберігання. Під час приймання перевіряють наявність супровідної документації виробника, декларації про відповідність матеріалу вимогам щодо контакту з харчовими продуктами, цілісність пакування рулонів та правильність маркування. Органолептично оцінюють зовнішній вигляд плівки, який повинен характеризуватися однорідністю структури, відсутністю стороннього запаху, складок, розривів, проколів, зморшок, забруднень, сторонніх включень та дефектів друку. Під час контролю фізико-механічних показників визначають товщину плівки, ширину рулону, масу 1 м²

матеріалу, міцність при розтягуванні, відносне видовження при розриві та якість термозварного шва. Для багат шарових матеріалів додатково контролюють міцність міжшарового з'єднання та відсутність розшарування. Для забезпечення стабільної якості локшини підвищеної харчової цінності особливе значення мають бар'єрні властивості плівки. Тому додатково контролюють показники проникності для водяної пари та кисню, які повинні відповідати вимогам специфікації виробника. Плівка повинна бути дозволена для контакту з харчовими продуктами та відповідати вимогам чинного харчового законодавства України і Регламенту (ЄС) № 1935/2004 щодо матеріалів та виробів, призначених для контакту з харчовими продуктами [58].

Контроль технологічного процесу. Контроль технологічного процесу виробництва локшини підвищеної харчової цінності здійснюють відповідно до затвердженої технологічної інструкції, рецептури, програми-передумов та процедур, заснованих на принципах НАССР. Основною метою контролю є забезпечення стабільності технологічного процесу, відповідності продукції встановленим показникам якості та безпечності, а також своєчасне виявлення і попередження можливих відхилень.

Контроль починається з перевірки виконання вимог рецептури та правильності дозування сировини. На етапі підготовки сировини контролюють відповідність борошна, квітів волошки, альгілату натрію, ацетату цинку, води та пакувальних матеріалів вимогам нормативної та супровідної документації. Особливу увагу приділяють перевірці наявності сертифікатів або декларацій постачальників, дотриманню умов зберігання сировини та її органолептичному стану.

Під час приготування екстракту квітів волошки контролюють співвідношення рослинної сировини та води, температуру екстрагування, тривалість процесу та якість фільтрування екстракту. Після внесення ацетату цинку та альгілату натрію перевіряють повноту їх розчинення, відсутність грудок і однорідність отриманої суміші. Температура функціональної суміші перед внесенням у тісто повинна відповідати встановленим технологічним параметрам 55-60 °С.

На стадії замішування тіста контролюють правильність дозування компонентів, тривалість замішування, температуру, консистенцію та вологість тіста. Після завершення процесу оцінюють рівномірність розподілу компонентів, відсутність непромішаних ділянок і відповідність тіста встановленим структурно-механічним властивостям. Під час витримування контролюють тривалість та умови проведення процесу.

На етапі формування локшини перевіряють товщину тістової стрічки (2 мм), ширину та довжину виробів (70 мм), цілісність поверхні та відсутність механічних пошкоджень. Під час сушіння здійснюють постійний контроль температури сушильного агента (60 ± 2 °C), тривалості сушіння, відносної вологості повітря та вологості продукції після завершення процесу (кінцева вологість готової локшини не більше 13 %). Недотримання встановлених режимів може призвести до утворення тріщин, деформацій або погіршення кулінарних властивостей локшини.

Після охолодження та перед фасуванням контролюють органолептичні показники готових виробів.

Контроль пакування передбачає перевірку цілісності пакувального матеріалу, якості зварного шва, правильності маркування та відповідності маси нетто встановленим вимогам. Під час зберігання готової продукції здійснюють моніторинг температури та відносної вологості повітря складських приміщень.

Усі результати контролю технологічного процесу документуються та аналізуються відповідальним персоналом. У разі виявлення відхилень від вимог технологічної інструкції або рецептури впроваджують коригувальні дії, спрямовані на усунення причин невідповідності та недопущення випуску продукції, що не відповідає встановленим вимогам якості та безпеки.

Контроль готової продукції. Контроль готової локшини проводять після завершення технологічного процесу, охолодження та пакування продукції до її передачі на склад готової продукції або відвантаження споживачеві.

Контроль готової продукції здійснюють працівники виробничої лабораторії або відділу контролю якості підприємства. За відсутності власної лабораторії окремі та планові періодичні дослідження виконуються акредитованими випробувальними лабораторіями.

Відповідність готової продукції встановленим вимогам перевіряють за затвердженою рецептурою, специфікацією на продукцію, технічними умовами підприємства або іншими нормативними документами, що поширюються на макаронні вироби. Контролю підлягають органолептичні показники (зовнішній вигляд, колір, смак, запах, стан поверхні), фізико-хімічні показники (масова частка вологи, кислотність, кулінарні властивості, втрати сухих речовин під час варіння тощо), а також показники безпеки, передбачені законодавством України у сфері харчових продуктів.

Результати контролю оформлюють протоколами випробувань, журналами виробничого контролю або іншими формами внутрішньої документації підприємства, зокрема фіксують в електронних формах обліку. На підставі позитивних результатів контролю відповідальна особа відділу якості або виробничої лабораторії надає дозвіл на випуск партії продукції в обіг.

Відвантаження готової продукції здійснюють відповідно до вимог Закону України «Про основні принципи та вимоги до безпеки та якості харчових продуктів», а також внутрішніх процедур системи НАССР щодо простежуваності продукції. Кожна партія локшини повинна бути належним чином промаркована та супроводжуватися документами, що забезпечують її ідентифікацію та простежуваність.

Під час відвантаження оформлюють товарно-транспортну накладну, видаткову накладну, декларацію виробника або документ про якість (за наявності такої процедури на підприємстві), а також інші документи, передбачені договором із замовником. Для торговельних мереж або експорту можуть додатково надаватися специфікації продукції, протоколи випробувань, сертифікати відповідності, сертифікати якості чи інші документи, що підтверджують відповідність продукції встановленим вимогам.

Відвантаженню підлягає лише продукція, яка відповідає вимогам нормативної документації, пройшла процедури виробничого контролю та має належне маркування, пакування і простежуваність відповідно до вимог чинного законодавства України.

Аналіз небезпечних чинників та розроблення плану HACCP

Безпечність харчових продуктів є одним із ключових критеріїв їх якості та конкурентоспроможності. У сучасних умовах ефективним інструментом управління безпекою харчових продуктів є система HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points – аналіз небезпечних факторів і контроль у критичних точках), яка базується на превентивному підході до управління ризиками на всіх етапах харчового ланцюга. Основні принципи системи HACCP були розроблені Комісією Кодексу Аліментаріус (Codex Alimentarius Commission) та визнані міжнародною практикою як основа забезпечення безпеки харчових продуктів [59].

В Україні впровадження процедур, заснованих на принципах HACCP, є обов'язковою вимогою для операторів ринку харчових продуктів відповідно до Закону України № 771/97-ВР «Про основні принципи та вимоги до безпеки та якості харчових продуктів» [56]. Закон встановлює відповідальність оператора ринку за безпеку продукції та передбачає впровадження постійно діючих процедур, заснованих на принципах HACCP. Контроль виконання вимог законодавства здійснюється відповідно до Закону України № 2042-VIII «Про державний контроль за дотриманням законодавства про харчові продукти, корми, здоров'я та благополуччя тварин» [60]. Водночас Закон України № 2639-VIII спрямований на гармонізацію українського законодавства з вимогами Європейського Союзу щодо інформації для споживачів та простежуваності харчових продуктів [61].

Методичні підходи до розроблення та впровадження системи HACCP визначені Наказом Міністерства аграрної політики та продовольства України №590 «Про затвердження Вимог щодо розробки, впровадження та застосування постійно діючих процедур, заснованих на принципах системи HACCP» [62]. Відповідно до цього документа система повинна включати створення групи HACCP, опис продукції та її призначення, побудову блок-схеми технологічного процесу, проведення аналізу небезпечних факторів, визначення критичних контрольних точок, встановлення критичних меж, процедур моніторингу, коригувальних дій, процедур верифікації та ведення документації.

Ефективність системи НАССР значною мірою залежить від функціонування програм-передумов, які створюють належні санітарно-гігієнічні та організаційні умови виробництва. До програм-передумов належать контроль водопостачання, прибирання та дезінфекції, боротьба зі шкідниками, поводження з відходами, технічне обслуговування обладнання, особиста гігієна персоналу, контроль постачальників, транспортування та зберігання сировини і готової продукції. Саме програми-передумови забезпечують базовий рівень безпечності та дозволяють зосередити систему НАССР на найбільш значущих ризиках.

Важливе значення для функціонування системи безпечності мають принципи належної виробничої практики (GMP – Good Manufacturing Practice), належної гігієнічної практики (GHP – Good Hygiene Practice) та належної сільськогосподарської практики (GAP – Good Agricultural Practice). Принципи GMP регламентують вимоги до виробничих процесів, обладнання, персоналу та документації. GHP забезпечує підтримання належного санітарного стану виробництва, особистої гігієни працівників та гігієнічного поводження з харчовими продуктами. Принципи GAP є особливо важливими для рослинної сировини та передбачають контроль застосування агрохімікатів, умов вирощування, збирання та первинної обробки сільськогосподарської продукції.

Сучасні системи управління безпечністю харчових продуктів дедалі частіше інтегрують вимоги міжнародних стандартів ISO 22000 та FSSC 22000. Стандарт ISO 22000 встановлює вимоги до системи менеджменту безпечності харчових продуктів і поєднує принципи НАССР із процесним підходом та ризик-орієнтованим мисленням. Схема сертифікації FSSC 22000 є однією з найбільш визнаних у світі систем сертифікації харчових виробництв та включає вимоги ISO 22000, технічних специфікацій програм-передумов і додаткових вимог щодо управління ризиками.

Останніми роками значного поширення набули підходи ТАССР (Threat Assessment and Critical Control Points) та ВАССР (Vulnerability Assessment and Critical Control Points) [63]. Система ТАССР спрямована на захист харчових продуктів від навмисного забруднення або шкідливих дій третіх осіб і є складовою концепції Food Defense. ВАССР використовується для оцінювання вразливості

виробництва до економічно мотивованої фальсифікації сировини та продукції (Food Fraud). Для локшини підвищеної харчової цінності особливе значення має контроль автентичності квітів волошки, альгінату натрію та сполук цинку, які можуть бути об'єктами заміни або фальсифікації.

Важливим інструментом забезпечення якості та безпечності продукції також є вимоги BRC Global Standards, які широко використовуються міжнародними торговельними мережами. Стандарти BRC поєднують принципи HACCP, вимоги до системи менеджменту якості, виробничого середовища, персоналу та простежуваності продукції, що дозволяє забезпечити високий рівень довіри споживачів до харчових продуктів.

Таким чином, система HACCP є основою забезпечення безпечності локшини підвищеної харчової цінності та повинна функціонувати у взаємозв'язку з програмами-передумовами, принципами GMP, GHP і GAP, а також сучасними міжнародними підходами ISO 22000, FSSC 22000, TACCP, VACCP та BRC Global Standards. Комплексне застосування зазначених інструментів дозволяє ефективно управляти ризиками, гарантувати безпечність продукції та забезпечувати її відповідність вимогам національного та міжнародного законодавства.

Система HACCP має свою методологію, яка базується на послідовному виконанні 12 кроків, із яких сім останніх є принципами HACCP.

До підготовчих кроків належать формування групи HACCP, опис продукції, сировини і пакувальних матеріалів з визначенням передбачуваного способу використання продукції, розроблення блок-схеми технологічного процесу й її перевірка на виробництві. Після виконання цих етапів впроваджуються принципи HACCP.

Склад групи HACCP затверджується наказом керівника підприємства, яким визначаються повноваження її членів та забезпечуються необхідні ресурси для функціонування системи. До складу групи входять провідні фахівці підприємства, які володіють знаннями щодо технології виробництва, потенційних небезпечних факторів та методів їх контролю: головний технолог (очільник групи HACCP), інженер з якості, завідувач лабораторії, інженер-механік та інженер з охорони

праці. Організаційний супровід роботи групи та ведення протоколів засідань здійснює секретар.

Опис продукту представлено у табл. 4.2, опис сировини і матеріалів наведено у додатку А.

Таблиця 4.2 – Опис продукту «Локшина підвищеної харчової цінності»

Інформація, що зазначається	Пояснення
Офіційна назва продукту	Локшина підвищеної харчової цінності
Нормативний документ, за яким виробляється продукт	ДСТУ 7043:2020 «Вироби макаронні. Загальні технічні умови»
Перелік сировини, матеріалів, що використовуються під час виробництва	Цільнозернове борошно твердої пшениці, водний екстракт квітів волошки, альгінат натрію, ацетат цинку
Органолептичні характеристики	Згідно з ДСТУ 7348 <i>Колір</i> : однотонний з бежевим відтінком, відповідний сорту борошна та екстракту волошки, без слідів непромішування. <i>Поверхня</i> : гладенька, дозволено незначну шорсткість. <i>Форма</i> : відповідає типу виробу. <i>Смак і запах</i> : властивий виду виробів, без стороннього присмаку і запаху. <i>Стан виробів після варіння</i> : зварені до готовності вироби повинні зберігати форму, не злипатись, не утворювати грудочок.
Фізико-хімічні характеристики	Згідно з ДСТУ 7348 <i>Масова волога</i> , %, не більше ніж – 13,0; <i>Кислотність</i> , град, не більше ніж – 4; <i>Масова частка деформованих виробів</i> , %, не більше ніж – 2,0; <i>Масова частка крихти</i> , %, не більше ніж – 1,5; <i>Металомагнітні домішки</i> , мг – 3,0 – якщо розміри окремих часток не більше ніж 0,3 мм в найбільшому лінійному вимірі. <i>Наявність шкідників хлібних запасів</i> – не дозволено.
Біологічні характеристики	<i>Загальна кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів</i> , КУО в 1 г, не більше – 1×10^3 . <i>Бактерії групи кишкових паличок (коліформи)</i> , в 0,1 г – не дозволено. <i>Плісняві гриби</i> , КУО в 1 г, не більше – 1×10^2 . <i>Дріжджі</i> , КУО в 1 г, не більше – 1×10^2 . <i>Патогенні мікроорганізми</i> , в т.ч. бактерії роду <i>Salmonella</i> , в 25 г – не дозволено.
Вимоги до безпечності	<i>Токсичні елементи</i> , мг/кг, не більше: - свинець – 0,5; - кадмій – 0,1; - миш'як – 0,2; - ртуть – 0,03. <i>Радіонукліди</i> , Бк/кг, не більше ніж: - ^{137}Cs – 30; - ^{90}Sr – 10. <i>Мікотоксини</i> , мкг/кг, не більше ніж: - дезоксиніваленол (макаронні вироби сухі) – 750.
Споживче пакування	Вироби макаронні випускають фасованими у полімерну плівку із базових марок поліетилену та поліпропілену, з алюмінієвої фольги, та інших пакувальних матеріалів. Плівку заклеюють або термозварюють, можуть художньо оформлювати. Маса нетто одиниці пакування – по 500 і 1000 г.
Транспортне пакування	Макаронні вироби, фасовані в споживчу тару, укладають у транспортну тару: ящики з гофрованого картону, дощаті чи фанерні. Також дозволено укладати фасовані макаронні вироби в тару-обладнання або в контейнери. Не дозволено упакувати коробки, пакети та пачки з непросохлими етикетками.
Вимоги до маркування	Маркування споживчої тари для макаронних виробів має мати текст маркування державною мовою, що містить таку інформацію: - назву продукції, групу, клас і вид; - назву та повну адресу і телефон виробництва, адресу потужностей (об'єкта) виробництва; - масу нетто, кг; - склад продукту в порядку переваги складників, які використовували у його

Інформація, що зазначається	Пояснення
	<p>виробництві;</p> <ul style="list-style-type: none"> - калорійність та поживну цінність виробу на 100 грамів харчового продукту; - кінцеву дату споживання «Вжити до» або мінімальний термін придатності; - номер партії виробництва; - умови зберігання; - штрихове кодування (у разі обов'язкового введення); - товарний знак, торгову марку (за наявності); - спосіб приготування; - позначення стандарту. <p>Маркування на споживче пакування наносять безпосередньо на пакувальний матеріал виразного відбитка трафаретом чи штампувальною фарбою, яка не змивається і не має запаху.</p> <p>На кожен одиницю транспортної тари штампом або наклеюванням ярлика наносять маркування, а також:</p> <ul style="list-style-type: none"> - масу бруто, кг; - кількість фасованих (упакованих) одиниць і масу нетто фасованої (упакованої) одиниці (для фасованої продукції). <p>Номер укладальника чи зміни зазначають на ярлику, вкладеному всередину коробок, пачок, пакетів, ящиків тощо, чи проставляють штемпелем на зовнішній стороні тари.</p>
Умови зберігання та строк придатності	<p>Макаронні вироби потрібно зберігати у складських приміщеннях на стелажах або піддонах: у ящиках з гофрокартону – не більше ніж у 6 рядів; у мішках – не більше ніж у 10 рядів.</p> <p>Приміщення для зберігання макаронних виробів повинні бути чистими, сухими, добре вентильованими, не зараженими шкідниками хлібних запасів, захищеними від дії атмосферних опадів, з відносною вологістю повітря не більшою ніж 75 % і температурою не вищою ніж 35 °С. Не дозволено зберігати макаронні вироби в приміщеннях разом із товарами, що мають специфічний запах. Оберігати від потрапляння прямих сонячних променів.</p> <p>Строки придатності – 12 місяці від дати виробництва.</p>
Транспортування та реалізація	<p>Макаронні вироби транспортують у критих транспортних засобах усіх видів відповідно до правил перевезення вантажів, що діють на транспорті кожного виду, які забезпечують зберігання продукції.</p> <p>Під час перевезення макаронних виробів транспортні засоби мають бути чистими, не зараженими шкідниками хлібних запасів, без стороннього запаху.</p>
Дані про передбачуваного споживача та специфічну групу споживачів	<p>Локшина підвищеної харчової цінності призначена для широкого кола споживачів, зокрема дітей віком від 3 років, підлітків, дорослих та осіб похилого віку. Продукт може використовуватися як складова щоденного раціону населення з метою додаткового надходження біологічно активних сполук рослинного походження і цинку. Специфічних груп споживачів або особливих обмежень щодо вживання продукт не має, за винятком осіб з індивідуальною непереносимістю глютену пшеничного борошна та целиакією.</p>
Потенційно можливе використання не за призначенням	<p>Потенційно можливе нецільове використання: вживання без попереднього приготування у сухому вигляді, використання як корму для тварин.</p>
Спосіб вживання	<p>Локшину варять у підсоленій киплячі воді до готовності упродовж 6 хв.</p>

Наступним фундаментальним етапом є візуалізація технологічного циклу у вигляді блок-схеми та її подальше підтвердження на виробництві (верифікація). Головна мета розроблення блок-схеми полягає у зображенні точного, наочного та послідовного графічного відображення всіх технологічних операцій виготовлення продукту, що у подальшому забезпечить повне і детальне оцінювання небезпечних чинників (НЧ) групою НАССР. Візуалізація послідовних ланок процесу допомагає розмежувати рух основної сировини, допоміжних матеріалів, пакування, а також відходів, мінімізуючи ризик перехресного забруднення. Підтвердження блок-схеми реалізується шляхом хронометражу та спостереження за виробничим циклом у

виробничих умовах. У разі виявлення розбіжностей між зафіксованою схемою та реальним процесом, вносяться відповідні корективи. Узгоджена блок-схема затверджується керівником групи НАССР і стає основою для проведення аналізу НЧ. Блок-схема виробництва локшини підвищеної харчової цінності наведена на рис. 4.1.

Перший принцип системи НАССР передбачає проведення аналізу НЧ, які можуть виникати під час виробництва продукції, та визначення заходів їх контролю. Група НАССР проводить оцінювання НЧ, які поділяють на чотири категорії: *біологічні*, до яких відносять патогенні мікроорганізми (*Salmonella spp.*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli*), плісняві гриби; *хімічні*, що включають залишки пестицидів, токсичні елементи, мікотоксини (токсини пліснявих грибів), антибіотики, радіонукліди, нітрати й нітрити, діоксини, поліциклічні ароматичні вуглеводні, ветеринарні препарати, а також залишки мийних і дезінфекційних засобів; *фізичні*, які представлені сторонніми включеннями (уламки скла, металеві частинки, пластик, каміння, пил, волосся тощо), здатними спричинити механічне травмування; та *алергени*, що можуть викликати імунні реакції у чутливих споживачів (глютен, арахіс, соя, горіхи, молоко, гірчиця, люпин, а також сульфіти). Оцінювання небезпечних чинників здійснюється не лише шляхом їх виявлення, а й через визначення рівня ризику, який розраховують як добуток двох параметрів – імовірності виникнення (з урахуванням статистичних і лабораторних даних) та тяжкості можливих наслідків для здоров'я людини. Таким чином з усіх проаналізованих НЧ визначають суттєві, які несуть небезпеку у виробництві локшини. Протокол аналізу НЧ представлено у додатку Б.

До біологічних НЧ макаронного виробництва, зокрема збагаченої локшини, відносяться патогенні мікроорганізми (зокрема, *Salmonella spp.*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*), що можуть розвинути при порушенні температурних режимів сушіння локшини або тривалому відлежуванні тіста. У разі завищеної вологості можуть також розвиватись плісняві гриби *Aspergillus* та *Penicillium*, які є продуцентами вторинних метаболітів мікотоксинів (афлатоксини, охратоксин А, дезоксиніваленол). Комахи та гризуни також можуть бути переносниками біологічних НЧ.

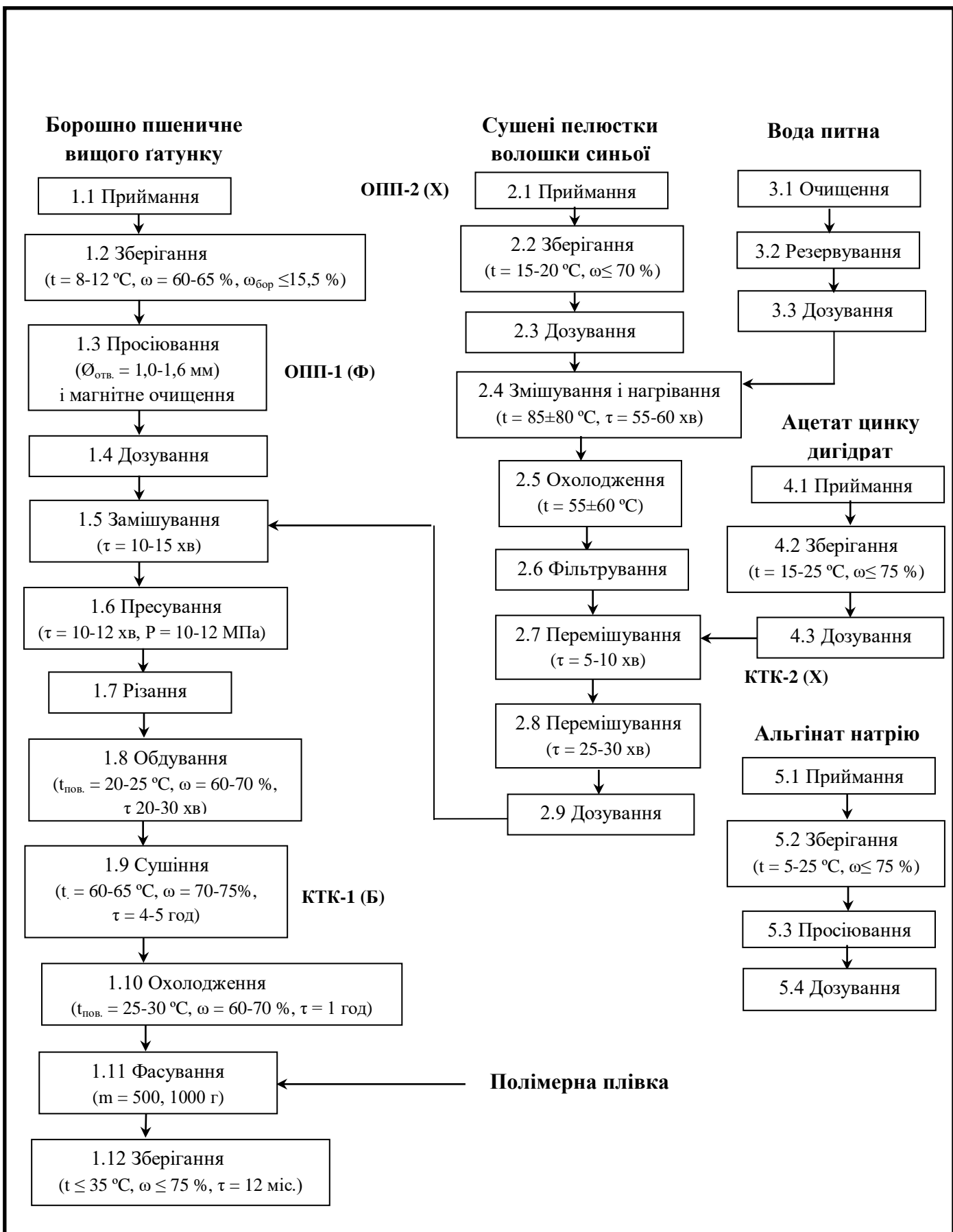


Рис. 4.1 – Блок-схема виробництва локшини підвищеної харчової цінності

З хімічних НЧ у цільнозерновому борошні та сухій волошці контролюються токсичні елементи (свинець, кадмій, миш'як, ртуть), залишки агрохімікатів

(пестициди, гербіциди, фунгіциди, що використовуються при вирощуванні пшениці та квітів волошки). Специфічним хімічним НЧ для нової локшини є ацетат цинку, який у надлишкових кількостях має гостру токсичність. Його нерівномірне дозування або перевищення гранично допустимих концентрацій (ГДК) переводить цей корисний мікроелемент у статус суттєвого хімічного небезпечного чинника. Особливо актуально для дикорослої або культивованої фітосировини – пелюсток волошки контроль радіонуклідів цезію-137 та стронцію-90.

Фізичними НЧ у виробництві локшини є металомагнітні домішки (дрібні часточки металу), які можуть потрапити в борошно через знос робочих органів млинових чи тістомісильних машин. Мінеральні домішки у вигляді піску чи дрібних камінців несуть ризик через цільнозернову сировину та погано очищені сухі пелюстки. Також можуть траплятись сторонні предмети як наприклад, частинки комах, ворс від мішків, шпагат, пластикові елементи освітлювальних приладів або деталей обладнання.

Алергеном у виробництві локшини є глютен – білок пшениці. Контроль спрямований на недопущення перехресного контакту та обов'язкове винесене маркування для інформування споживачів.

Другий принцип НАССР полягає у встановленні критичних контрольних точок (ККТ), на яких можливе запобігання, усунення або зниження небезпечного фактора до прийняттого рівня.

Після оцінювання суттєвості НЧ згідно стандарту ISO 22000 їх поділяють на дві категорії, залежно від обраних заходів керування: ті, що керуються через критичні контрольні точки (КТК) – мають критичні межі, часто моніторинг онлайн, та ті, що керуються через операційні програми-передумови (ОПП)- часто не мають критичних меж та контролюються періодично. Суттєві НЧ поділяють на КТК і ОПП за допомогою чотирьох послідовних питань у таблиці (табл. 4.3) або графічно відображені у вигляді «дерева рішень».

Третій принцип НАССР передбачає встановлення критичних меж для кожної ККТ (температура, вологість, тривалість, тиск, дозування ацетату цинку), перевищення яких свідчить про втрату контролю над процесом. Для ОПП критичні межі відсутні (табл. 4.4).

Четвертий принцип полягає у розробленні процедур моніторингу КТК і ОПП для своєчасного виявлення відхилень. Для КТК стеження відбувається в режимі онлайн за температурою, вологістю, тривалістю, тиском за допомогою автоматизованих датчиків. Для ОПП моніторингом може бути візуальний огляд сит, перевірка супровідної документації, експрес-аналізування і періодичне випробування в спеціалізованих лабораторіях з експертизи продовольчої сировини та харчових продуктів (табл. 4.4, 4.5).

П'ятий принцип передбачає визначення коригувальних дій, які необхідно здійснювати у разі виходу контрольованих параметрів за встановлені критичні межі.

Шостий принцип НАССР включає процедури верифікації і валідації, спрямовані на підтвердження результативності функціонування системи НАССР.

Валідація передбачає підтвердження до початку застосування системи або після внесення змін до неї про те, що визначені заходи контролю, критичні контрольні точки, критичні межі та процедури моніторингу є науково обґрунтованими й здатними забезпечити випуск безпечної продукції. Верифікація полягає у перевірці вже діючої системи НАССР з метою підтвердження її результативного функціонування та відповідності встановленим вимогам. Таким чином, валідація спрямована на підтвердження правильності розроблення системи, тоді як верифікація дає змогу оцінити ефективність її практичного застосування.

Сьомий принцип системи НАССР передбачає ведення документації та записів, що підтверджують належне впровадження і функціонування системи.

Документування системи НАССР охоплює ведення та зберігання записів щодо моніторингу критичних контрольних точок, результатів лабораторних досліджень, виконання коригувальних заходів, процедур валідації та верифікації, внутрішніх аудитів, калібрування засобів вимірювальної техніки та іншої документації. Належне ведення записів забезпечує простежуваність продукції, підтверджує контрольованість технологічних процесів і слугує доказом ефективного функціонування системи управління безпечністю харчових продуктів.

Таблиця 4.3 – Протокол розподілу заходів керування за категоріями

Номер та назва стадії (операції) процесу	Суттєві небезпечні чинники	Заходи керування та їхні комбінації	Питання 1: Чи існують на цій стадії процесу заходи керування, здатні запобігти небезпечним чинникам, або усунути чи зменшити їх до прийнятного рівня? Ні – змінити процес, ТАК – перейти до питання 2	Питання 2: Чи є на подальших стадіях процесу заходи керування, здатні запобігти небезпечному чиннику, або усунути чи зменшити їх до прийнятного рівня? ТАК – віднести до ОПП, Ні – перейти до питання 3	Питання 3: Чи можливо установити показник і його критичні межі для здійснення моніторингу? Ні – віднести до ОПП, ТАК – перейти до питання 4	Питання 4: Чи можливо установлення адекватних програм моніторингу, щоб своєчасно виконувати коригування та коригувальні дії? Ні – віднести до ОПП, ТАК – віднести до плану НАССР	Розподілення за категоріями	
							ОПП	план НАССР
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.3 Просіювання борошна і магнітне очищення	Ф – металеві уламки, металомагнітні домішки	Контроль цілісності сит, металомагнітний уловлювач	Так	Ні	Ні	–	ОПП	–
1.9 Сушіння сирих макаронних виробів	Б – небезпечні мікроорганізми	$t = 60-65\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\omega = 70-75\%$, $\tau = 4-5\text{ год}$ $\omega_{\text{локшини}} \leq 13\%$	Так	Ні	Так	Так	–	КТК
2.1 Приймання сушених пелюсток волошки сьньої	Х – пестициди, токсичні метали, радіонукліди	Гарантії постачальника. Вхідний контроль. Лабораторний аутсорсинг.	Так	Ні	Так	Ні	ОПП	–
4.3 Дозування ацетату цинку	Б – ацетату цинку	$C = 50\text{ г на }100\text{ кг борошна}$	Так	Ні	Так	Так	–	КТК

Таблиця 4.4 – План НАССР виробництва локшини підвищеної харчової цінності

КТК № _ /стадія процесу	Небезпечний (-і) чинник(и), яким(и) керують у КТК	Захід (-оди) керування	Критична межа	Процедура моніторингу				Протоколи	Коригування та коригувальні дії (відповідальність) протоколи
				Вимірюван ня або спостереже ння	Прилади, використ. для моніторингу	Частота	Хто виконує моніторинг/о цінює результат		
КТК-1 1.9 Сушіння сирої локшини	Б – небезпечні мікроорганізми (БГКП, плісняві гриби, патогенні мікроорганізми, в т.ч. бактерії роду <i>Salmonella</i>)	Контроль параметрів процесу сушіння і вологості готового продукту	$t_c = 60-65\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\omega = 70-75\%$, $\tau = 4-5\text{ год}$ $\omega_{\text{локшини}} \leq 13\%$	Автоматичн а реєстрація температур и і тривалості сушіння, визначення вологості спагеті	Термодатчики, датчики часу, автоматична реєстрація показників, воломір	Постійний контроль температу ри і тривало три сушіння, вологості спагеті	Оператор сушарки, технолог, лаборант	Журна контролю технологічн ого процесу, термограми з реєстрацією на диску, технологічн і карти. Журнал контролю якості готової продукції	Автоматична зупинка процесу сушіння, налагодження роботи сушарки і налаштування на посилений контроль. Недосушену локшину відбраковують
КТК-2 4.3 Дозування ацетату цинку	Б – ацетату цинку	Контроль процесу дозування	$C = 50\text{ г на}$ 100 кг борошна; $0,1\text{ г на }100$ см^3 екстракту	Зважування	Ваговий дозатор		Оператор дозатора, технолог, лаборант	Журна контролю технологічн ого процесу	Зупинка роботи дозатора, налагодження його роботи, налаштування на посилений контроль, відбракування локшини

Таблиця 4.5 – Операційні програми-передумови виробництва локшини підвищеної харчової цінності

ОПП № /стадія процесу	Небезпечний (-i) чинник(и), яким(и) керують у ОПП	Захід (-оди) керування	Процедура моніторингу				Протоколи	Коригування та коригувальні дії (відповідальність) протоколи
			Вимірювання або спостереження	Прилади, використ. для моніторингу	Частота	Хто виконує моніторингу /оцінює результат		
ОПП-1 1.3 Просіювання борошна і магнітне очищення	Ф – металеві уламки, металомагнітні домішки	Контроль цілісності сит, металомагнітний уловлювач	Візуальний огляд. Кількість металомагнітних предметів, магнітна індукція і вантажопідйомність магніту	Ваги	Кожна партія	Оператор обладнання, майстер цеху, лаборант	Журнал контролю металомагнітних домішок і сторонніх предметів	Налаштування роботи металоуловлювача. Повторне очищення.
ОПП-2 2.1 Приймання сушених пелюсток волошки сьньої	Х – пестициди, токсичні метали, радіонукліди	Гарантії постачальника. Вхідний контроль. Лабораторний аутсорсинг.	Перевірка супровідних документів. Випробування в акредитованих лабораторіях.	Перевірка супровідних документів, експрес-аналіз. Хроматографи, спектрометри	Кожна партія – за документами 1 раз у півроку	Інженер з контролю якості, лаборант Хімік-аналітик	Журнал вхідного контролю сировини і матеріалів Акт експертизи, протокол випробування	Бракування партії та повернення постачальнику

Висновки до розділу 4

1. Розроблено технологію виробництва локшини підвищеної харчової цінності на основі цільнозернового борошна твердої пшениці з фенольними сполуками квітів волошки, альгінатом натрію та ацетатом цинку, яка передбачає такі технологічні операції: приймання сировини і пакувальних матеріалів, очищення борошна, просіювання альгінату натрію, підготовлення води, водну екстракцію квітів волошки, фільтрування екстракту, додавання до нього ацетату цинку та перемішування до розчинення, поступове внесення з перемішуванням альгінату натрію та його розчинення, змішування борошна з функціональною сумішшю до отримання тіста, його пресування, формування локшини, обдування, сушіння, охолодження і пакування. Розраховано рецептуру такої локшини.

2. Визначено показники якості та безпечності локшини з підвищеною харчовою цінністю. Вхідний контроль сировини та пакувальних матеріалів здійснюють на підставі супровідної документації та результатів лабораторних випробувань. Контроль технологічного процесу передбачає перевірку відповідності встановлених параметрів вимогам технологічної інструкції та рецептури, тоді як готову продукцію оцінюють на відповідність чинній нормативній документації.

3. Опис продукту виконано згідно з вимогами чинної нормативної документації. Розроблено блок-схему виробництва локшини підвищеної харчової цінності. На основі характеристик продукту, сировини, допоміжних і пакувальних матеріалів та блок-схеми проведено ідентифікацію та оцінювання небезпечних чинників, серед яких на основі аналізу визначено суттєві небезпеки, які включили до плану НАССР та операційних програм-передумов (ОПП).

4. У технології виробництва локшини підвищеної харчової цінності встановлено дві КТК. КТК-1 визначено на процесі сушіння локшини за встановлених параметрів температури і вологості повітря, тривалості операції і кінцевого вмісту вологи у продукті, що повинне забезпечити контроль над мікробіологічною небезпекою. КТК-2 відноситься до дозування ацетату цинку як хімічного небезпечного чинника, адже завищені його концентрації у продукті проявляють токсичну дію. У цьому випадку необхідно пильнувати роботу дозатора. Як ОПП-1 доцільно присвоїти просіюванню борошна через сита з магнітним уловлюванням, де може виникнути фізичний небезпечний чинник у

вигляді металевих домішок через вихід із ладу сит та магнітного уловлювача. Під час приймання пелюсток волошки (ОПП-2) важливо перевіряти супровідну документацію з гарантованими хімічними показниками безпеки, також проводити плановий лабораторний аутсорсинг щодо них.

РОЗДІЛ 5 ІНВЕСТИЦІЙНА ПРИВАБЛИВІСТЬ РОЗРОБКИ

5.1 Обґрунтування проєкту та визначення прибутку від його реалізації

Сучасна парадигма харчової промисловості характеризується стрімким зміщенням споживчого попиту у бік продуктів із доведеними функціональними властивостями. Харчові розлади, пов'язані з дефіцитом мікроелементів та оксидативним стресом, набувають масштабів суспільної проблеми в Україні та у світі: за даними ВООЗ, більше 2 млрд осіб страждають від прихованих форм мікронутрієнтної недостатності. Цинк є незамінним кофактором понад 300 ферментів, бере участь у регуляції імунної відповіді, синтезі білків і нуклеїнових кислот; його дефіцит пов'язаний із порушенням антиоксидантного захисту, зниженням резистентності до інфекцій та сповільненням регенераційних процесів. Поліфеноли рослинного походження, зокрема антоціани та флавоноїди пелюсток волошки синьої (*Centaurea cyanus* L.), виявляють виражену антиоксидантну, Р-вітамінну, антимікробну та протизапальну активність і здатні синергічно посилювати ефекти мікронутрієнтів у харчових матрицях. Харчові волокна на основі морських полісахаридів – зокрема натрій альгінат – характеризуються унікальними гідроколоїдними і структуроутворювальними властивостями, сприяють нормалізації ліпідного обміну, підтримці мікробіоти кишківника та уповільненню всмоктування глюкози. В контексті означених тенденцій розробка і впровадження локшини підвищеної харчової цінності, до складу якої входять борошно із цільозернового зерна, сухі пелюстки волошки синьої, натрій альгінат та цинку ацетат, є науково обґрунтованим і ринково перспективним рішенням. Даний продукт дозволяє органічно поєднати традиційний формат споживання макаронних виробів із цілеспрямованим нутрієнтним збагаченням, що відповідає актуальним вимогам концепції функціонального харчування.

Інноваційний продукт є макаронним виробом типу «локшина», виготовленим на основі борошна із цільозернового пшеничного зерна, що зберігає висококонцентровані фракції клітковини, вітамінів групи В, мінеральних речовин та фітохімічних сполук зародка і алейронового шару. Відмінною особливістю рецептури є введення водно-спиртового екстракту пелюсток волошки синьої як джерела фенольних речовин (антоціанів, флавоноїдів, хлорогенових кислот), а

також натрій альгінату – природного полісахариду бурих водоростей – у ролі харчового волокна, гідроколоїду та структуроутворювача. Цинку ацетат виступає технологічним носієм біодоступного цинку, концентрація якого в готовому виробі розраховується таким чином, щоб забезпечити надходження не менше 15–30% рекомендованої добової норми споживання цього мікроелемента однією порцією.

Поєднання зазначених інгредієнтів у єдиній харчовій матриці забезпечує мультифункціональний ефект: антиоксидантний (нейтралізація вільних радикалів поліфенолами й іонами цинку у складі супероксиддисмутази), пребіотичний (харчові волокна альгінату), структурно-технологічний (гідроколоїдні властивості альгінату покращують реологію тіста, знижують злипання виробів і підвищують стабільність форми при варінні), а також мікроелементний (заповнення аліментарного дефіциту цинку). Таким чином, продукт відповідає вимогам Технічного регламенту щодо збагачених харчових продуктів і може бути позиціонований як функціональний харчовий продукт для широкого кола споживачів.

Принципова перевага запропонованого проекту полягає в тому, що його реалізація планується на базі діючого макаронного підприємства з мінімальними змінами у наявній технологічній схемі, що суттєво скорочує як термін введення виробництва в дію, так і обсяг первісних капітальних вкладень. Для забезпечення виробничого процесу необхідне встановлення лише двох одиниць додаткового спеціалізованого обладнання.

Запропоноване технологічне рішення є простим з точки зору операційного управління, не вимагає корінної реорганізації виробничих потоків і в цілому може бути освоєне наявним персоналом підприємства після мінімальної технологічної підготовки.

З економічної точки зору проект характеризується відносно низьким порогом інвестиційного входу. Інвестиційні витрати обмежуються вартістю придбання та встановлення двох одиниць технологічного обладнання, монтажними і пуско-налагоджувальними роботами, а також витратами на формування оборотного капіталу. Оскільки основна виробнича інфраструктура, системи енергопостачання, зберігання сировини, пакування та логістики вже функціонують у рамках

підприємства, питомі постійні витрати нового продукту суттєво нижчі, ніж за умов будівництва спеціалізованого виробництва.

Змінні витрати на одиницю продукції визначаються переважно вартістю функціональних інгредієнтів – пелюсток волошки синьої, натрій альгінату і цинку ацетату, – питома вага яких у рецептурі є відносно невисокою, що дозволяє розраховувати на рентабельність продажів у сегменті преміальних здорових продуктів при відпускній ціні, що на 20–35% перевищує середньоринкову ціну стандартних макаронних виробів. Ціновий преміум обґрунтовується документально підтвердженими функціональними властивостями продукту та відповідним маркуванням, яке дозволяє споживачу усвідомлено сплачувати за додаткову споживчу цінність. Орієнтовний термін окупності капітальних вкладень, за базовим сценарієм завантаження потужностей, не перевищує 2 роки, що є прийнятним для харчової галузі і свідчить про інвестиційну привабливість проекту.

Цільова аудиторія інноваційного продукту охоплює кілька взаємодоповнювальних споживацьких сегментів: особи зі зниженим імунітетом та підвищеною схильністю до інфекційних захворювань, що потребують додаткового надходження цинку; особи похилого віку, для яких критично важливим є постачання антиоксидантів і харчових волокон; спортсмени та активні споживачі, що орієнтуються на продукти спортивного і функціонального харчування; а також широка категорія усвідомлених споживачів, що обирають продукти з цільозернового зерна та рослинними функціональними добавками в рамках велнес-орієнтованого стилю харчування.

Конкурентне середовище на вітчизняному ринку функціональних макаронних виробів на сьогодні залишається нерозвиненим: більшість пропозицій обмежується локшиною з борошна твердих сортів пшениці або ячменими виробами без будь-якого функціонального збагачення. Відсутність прямих аналогів створює унікальне вікно можливостей для виходу на ринок та формування лояльної бази споживачів до появи конкурентних продуктів. Подальший розвиток проекту передбачає можливість виходу на ринки країн ЄС, де попит на функціональні продукти з рослинними біологічно активними компонентами демонструє стійке

зростання і де наявна нормативно-правова база забезпечує визнання таких продуктів як продуктів харчування зі схваленою корисною дією.

Серед ризиків, які необхідно враховувати при плануванні проєкту, слід виділити сировинні, регуляторні та ринкові. Сировинний ризик пов'язаний із нестабільністю постачання сухих пелюсток волошки синьої належної якості, оскільки даний вид рослинної сировини не є традиційним об'єктом промислового аграрного виробництва в Україні. Управління цим ризиком передбачає укладення довгострокових договорів із кількома постачальниками, у тому числі з агрогосподарствами, що спеціалізуються на лікарській і ароматичній сировині. Регуляторний ризик обумовлений вимогами щодо підтвердження заявлених корисних властивостей продукту відповідно до чинного законодавства у сфері функціонального харчування та спеціального маркування. Для його мінімізації необхідно завчасно розробити відповідну технічну документацію та ініціювати взаємодію з регуляторними органами на стадії розробки продукту. Ринковий ризик, пов'язаний з обмеженою первісною поінформованістю споживачів про функціональні властивості складових, нівелюється за рахунок цілеспрямованої освітньої комунікаційної стратегії – через цифрові канали, партнерство з дієтологами та нутриціологами, а також відповідне інформативне маркування. В табл 5.1 представлений SWOT-аналіз проєкту виробництва локшини підвищеної харчової цінності.

Таблиця 5.1 – SWOT-аналіз проєкту виробництва локшини підвищеної харчової цінності

Внутрішнє середовище	
Позитивні фактори	Негативні фактори
<p>STRENGTHS (Сильні сторони)</p> <ol style="list-style-type: none"> Унікальний склад: поєднання фенольних сполук волошки, альгінату натрію та цинку ацетату забезпечує багатовекторний функціональний ефект Науково обґрунтована рецептура з доведеною антиоксидантною, Р-вітамінною та антимікробною активністю Низькі інвестиційні витрати завдяки використанню діючої виробничої бази Застосування цільнозернового борошна підвищує харчову і біологічну цінність готового продукту Натрій альгінат є природним технологічним агентом, що поліпшує структуру та стабільність виробу 	<p>WEAKNESSES (Слабкі сторони)</p> <ol style="list-style-type: none"> Підвищена собівартість одиниці продукції порівняно зі звичайними макаронними виробами через вартість борошна високої якості, рослинної сировини та мікроелементів Необхідність забезпечення стабільного постачання пелюсток волошки синьої належної якості Потреба у додатковій підготовці персоналу для роботи з новим обладнанням Відносно вузька цільова аудиторія на початковому етапі виходу на ринок

Зовнішнє середовище

OPPORTUNITIES (Можливості)	THREATS (Загрози)
<ol style="list-style-type: none">1. Зростання попиту на функціональні продукти харчування та продукти збагаченого складу в Україні та на міжнародних ринках2. Відсутність аналогічних продуктів локального виробництва – можливість зайняти нішу першим3. Державна підтримка харчових інновацій та потенціал отримання грантового фінансування4. Розвиток ринку здорового харчування, велнес-культури та усвідомленого споживання5. Можливість маркетингового позиціонування як продукту для профілактики дефіциту цинку та оксидативного стресу	<ol style="list-style-type: none">1. Можлива поява конкурентних аналогів від великих виробників у разі підтвердження ринкового успіху продукту2. Регуляторні вимоги щодо обов'язкового клінічного підтвердження заявленої функціональності та маркування3. Нестабільність цін на сировину (волошка, натрій альгінат) та ризик перебоїв у постачанні4. Низька поінформованість споживачів про функціональні переваги складових, що потребує значних маркетингових зусиль

Результати SWOT-аналізу підтверджують, що сильні сторони проєкту і наявні ринкові можливості суттєво переважають ідентифіковані слабкості та загрози. Унікальний мультикомпонентний склад продукту, низький рівень необхідних капітальних вкладень, відсутність прямих конкурентів на вітчизняному ринку та сприятливі тенденції споживацького попиту у сукупності формують переконливу підставу для реалізації інвестиційного рішення. За умови належного управління сировинними ризиками та ефективної комунікаційної підтримки виходу продукту на ринок, проєкт має значний потенціал для досягнення стійкої конкурентної позиції як у національному, так і в міжнародному вимірах.

Проєкт є технологічно реалістичним, економічно обґрунтованим і відповідає актуальним науковим уявленням про функціональне харчування та нутрієнтну профілактику. Його реалізація сприятиме розширенню асортименту підприємства, підвищенню його конкурентоспроможності та формуванню доданої вартості на основі наукоємних інноваційних рішень.

5.2 Оцінка економічної ефективності та інвестиційної привабливості проєкту

Розрахунок обсягу виробної продукції та доходів від її реалізації

На першому етапі оцінки економічної ефективності впровадження результатів науково-дослідної роботи, а саме локшини підвищеної харчової цінності, виключно важливим є визначення таких планових економічних параметрів, як оптова відпускна ціна (без ПДВ та націнки), обсяг виробництва та

реалізації продукції в натуральному виразі (в тоннах), а також собівартість продукції.

Визначення планової ціни на локшини підвищеної харчової цінності є базовим етапом економічного обґрунтування проєкту, оскільки саме від рівня ціни залежить конкурентоспроможність продукції, обсяг реалізації, рентабельність виробництва та показники інвестиційної привабливості проєкту. В даному випадку з урахуванням інноваційності продукту, формування ціни доцільно здійснювати на основі поєднання витратного, ринкового та ціннісного підходів, що забезпечить комплексність оцінки економічних факторів і врахування потенційного попиту.

Згідно з витратним методом, вихідною базою для визначення ціни є собівартість виробництва одиниці продукції, до якої додається плановий рівень прибутковості підприємства. До складу собівартості включаються витрати на сировину і матеріали, енергоносії, оплату праці персоналу, амортизаційні відрахування від придбаного устаткування (реактори), витрати на упаковку, транспортування та маркетингові заходи. Варто відзначити, що враховуючи інноваційність технології та використання високоякісної сировини, очікувана собівартість одиниці продукції буде дещо вищою, ніж традиційної продукції, однак цей фактор компенсується значною доданою вартістю та високою споживчою цінністю продукту.

Застосування ринкового підходу передбачає аналіз цінових рівнів на аналогічні біоактивні інгредієнти, представлені на українському та міжнародному ринках. Аналіз пропозиції на ринку показує, що середня ціна за 1 кг локшини «середнього-плюс» та преміального сегментів коливається в межах 80-120 грн. Виходячи з цього, планову ціну доцільно встановити на рівні 80 грн за 1 кг продукції, що забезпечить баланс між конкурентоспроможністю та економічною доцільністю.

Наступним етапом є обґрунтування планової виробничої програми, тобто обсягів виробленої продукції у натуральному та вартісному виразі.

При плануванні обсягів виробництва важливим є врахування наступних чинників: пілотність проєкту, технічні можливості виробничої бази підприємства, очікуваний попит на продукцію. На початковому етапі доцільно орієнтуватися на

помірний рівень випуску, що дозволить відпрацювати технологічні режими, оптимізувати параметри технологічного процесу, сформувати клієнтську базу та провести маркетингове тестування продукту. З урахуванням наявних потужностей діючого підприємства, передбаченого додаткового обладнання та тривалості виробничого циклу, плановий річний обсяг випуску локшини підвищеної харчової цінності доцільно встановити на рівні 60 тонн готового порошку на рік (в середньому 5 тонн на місяць). Такий показник відповідає умовам пілотного виробництва та забезпечує достатній обсяг для проведення дослідно-промислових випробувань, розширення партнерських зв'язків і підготовки до масштабування проекту. Запланований обсяг дозволяє рівномірно завантажити нове технологічне обладнання та забезпечити стабільність виробничого процесу без перевищення доступних ресурсів. Крім того, така кількість продукції є оптимальною для поступового формування ринку збуту та налагодження контрактів із дистриб'юторами та мережами супермаркетів.

В подальшій перспективі передбачається стратегічне нарощування виробництва за рахунок розширення ринку збуту, виходу на експортні позиції та диверсифікації продуктового портфеля. Протягом наступних трьох років реалізації проекту можливе збільшення обсягів випуску до 80-100 тонн на рік шляхом оптимізації виробничого процесу та часткової автоматизації операцій. У середньостроковій перспективі (через 3–5 років) підприємство може перейти до повномасштабного промислового виробництва з річним обсягом до 200 тонн, що забезпечить економічну ефективність за рахунок ефекту масштабу, розширення клієнтської бази та зниження собівартості одиниці продукції.

Тим не менш, первинну оцінку ефективності та інвестиційної привабливості проекту доцільно проводити на основі песимістичного варіанту, що відповідатиме базовим (пілотним) показникам проекту, а саме плановому обсягу виробництва 60 тонн продукції та ціні 80 грн за кг (80 тис. грн за тонну).

Плановий обсяг виробленої (реалізованої) продукції у вартісному виразі (дохід) таким чином складе:

$$РП = 60 * 80 = 4800 \text{ тис. грн.}$$

Визначення поточних витрат (собівартості продукції) в результаті реалізації проєкту

Формування поточних витрат проєкту, що пов'язано з комерціалізацією інноваційного продукту, викликані необхідністю установки нового устаткування, витратами матеріальних ресурсів, залученням додаткового персоналу та відповідними витратами на оплату праці та відрахуваннями на соціальні заходи, а також рядом інших, переважно, накладних витрат.

Визначимо поточні витрати проєкту (собівартість нової продукції) в розрізі елементів витрат, а саме:

- матеріальні витрати (витрати сировини, основних та допоміжних матеріалів, тари та пакування, енергоресурсів на технологічні цілі);
- витрати на оплату праці,
- відрахування на соціальні заходи (єдиний соціальний внесок),
- амортизація
- інші витрати.

Визначимо спочатку прямі матеріальні витрати (витрати на сировину та матеріали) виходячи з рецептури впроваджуваної продукції (табл. 5.2).

Таблиця 5.2 – Розрахунок витрат сировини та матеріалів

Сировина та матеріали	Кількість на 1 тонну	Ціна, грн/кг	Вартість на 1 тонну, грн
Борошно пшеничне цільнозернове	990,8	25	24770,0
Вода питна	495,4	2,5	1238,5
Квіти волошки сухі	14,9	180	2682,0
Натрій альгінат	7,93	620	4916,6
Цинку ацетат	0,297	1520	451,4
Всього:			34058,5

Загальна вартість сировини та матеріалів на плановий обсяг виробництва складе $34058,5 * 60 * 3,6 / 1000 = 2043,5$ тис. грн.

До складу прямих матеріальних витрат включаються також витрати на транспортування сировини, тару та пакування, частина технологічних та організаційних витрат, витрати на допоміжні матеріали, невиправний брак. Дана частина витрат через ряд об'єктивних причин не може бути визначена прямим

шляхом (через нормування), а тому доцільним в даному випадку є непряме визначення зазначених витрат.

Заплануємо зазначені витрати в розмірі 20% від прямих витрат на сировину (визначені прямим шляхом):

$$МВ_{ін} = 2043,5 * 0,2 = 408,7 \text{ тис. грн.}$$

Таким чином, загальний розмір прямих матеріальних витрат складе:

$$МВ = 2043,5 + 408,7 = 2452,2 \text{ тис. грн.}$$

Витрати на оплату праці та відповідні відрахування на соціальні заходи з урахуванням незначного планового зростання обсягів виробленої продукції, не зміняться, за виключенням додаткових витрат на оплату праці та відрахування на соціальні заходи, викликані установкою нового устаткування, що буде визначено нижче.

Зміна амортизаційних витрат також викликана установкою нового устаткування та буде визначена нижче.

Виходячи із складу можливих витрат, які включаються до «інших» та сутності впроваджуваного проєкту, даний елемент витрат включатиме роялті – плату (щорічну) за використання об'єкту інтелектуальної власності, тобто плату за впровадження винаходу у виробництво. З огляду на практику залучення подібних об'єктів інтелектуальної власності (винаходи, корисні моделі) заплануємо даний вид витрат в розмірі 5% від обсягів виробленої продукції, що складе $4800 * 0,04 = 240,0$ тис. грн.

Далі визначимо зміну поточних витрат, викликану установкою нового устаткування, а саме:

- амортизація устаткування;
- витрати на поточний ремонт устаткування;
- витрати на утримання та експлуатацію устаткування;
- витрати на енергоресурси, що споживаються устаткуванням (відповідно до норм споживання, терміну використання та тарифів);
- витрати на оплату праці (відповідно до норм обслуговування устаткування та тарифних ставок);
- відрахування на соціальні заходи (22% від витрат на оплату праці).

Техніко-економічна характеристика впроваджуваного устаткування наведена в табл. 5.3.

Таблиця 5.3 – Техніко-економічна характеристика впроваджуваного устаткування

Показник	Устаткування	
	Реактор з паровою рубашкою, мішалкою, фільтрами	Реактор для роботи з екстрактом
Технічна норма продуктивності	50	50
Споживання електроенергії, кВт/год	4,5	4,5
Чисельність обслуговуючого персоналу (норма обслуговування), осіб	0,5	0,5
Ціна придбання устаткування, грн.	80000	65000
Кількість одиниць, шт.	1	1

Нормативно-довідкова інформація, використовувана при розрахунках представлена в табл. 5.4.

Таблиця 5.4 – Нормативно-довідкова інформація використовувана для розрахунків

Показники	Значення
1. Норматив відрахувань у соціальні фонди (єдиний соціальний внесок), % від основної й додаткової зарплати.	22
2. Норма амортизації устаткування, %	20
3. Норма витрат на ремонтні роботи устаткування, %	3,0
4. Норма витрат по утриманню й експлуатації устаткування, %	1,5
5. Річний фонд робочого часу, годин	1200
6. Собівартість 1 кВт/год електроенергії, грн	7,0
7. Годинна тарифна ставка робітника, грн	62,8

Для розрахунку витрат по експлуатації устаткування зробимо розрахунок капітальних вкладень (інвестицій) по устаткуванню.

Капіталовкладення по устаткуванню (I_y) будуть сумою наступних видів витрат:

- вартість устаткування (C);
- транспортні витрати (Tr) – 3% від вартості устаткування;
- монтажні роботи (Mn) – 4% від вартості устаткування;
- інші витрати (In) – 3% від вартості устаткування;

$$I_y = (80000 + 65000) + (80000 + 65000) * 0,03 + (80000 + 65000) * 0,04 + (80000 + 65000) * 0,03 = 159500 \text{ грн.}$$

Амортизація впроваджуваного устаткування:

$$A_y = 159500 * 0,20 = 31900 \text{ грн.}$$

Витрати на ремонтні роботи із впроваджуваного устаткування:

$$P_y = 159500 * 0,03 = 4785 \text{ грн.}$$

Витрати по утримуванню й експлуатації впроваджуваного устаткування:

$$C_{ue} = 159500 * 0,015 = 2393 \text{ грн.}$$

Витрати по електроенергії, що споживається устаткуванням визначимо в наступній табл. (табл. 5.5).

Таблиця 5.5 – Витрати по електроенергії, що споживається устаткуванням

Найменування енергоресурсу	Од. вим.	Річне споживання	Вартість одиниці, грн	Річні витрати, грн
Електроенергія	кВт/год	$1200 * (4,5 + 4,5) = 10800$	7,00	75600

Основна і додаткова заробітна плата робітників, що обслуговують устаткування (Зод):

$$Z_{od} = N_{обсл} * T_{Сгод} * (1 + K_{пд}) * F_p * (1 + K_d),$$

де $T_{Сгод}$ – годинна тарифна ставка, грн.

F_p – річний фонд робочого часу одного працівника, годин

$K_{пд}$ – коефіцієнт для визначення премій і доплат, 0,2

K_d – коефіцієнт для визначення додаткової заробітної платні, 0,15.

$$Z_{od} = 62,8 * (0,5 + 0,5) * (1 + 0,15) * (1 + 0,2) * 1200 = 207994 \text{ грн.}$$

Відрахування до соціальних фондів на основі заробітної платні робітників, що обслуговують устаткування (єдиний соціальний внесок) ($V_{сф}$):

$$V_{сф} = 207994 * 0,22 = 45759 \text{ грн.}$$

В табл. 5.6 визначимо сумарні поточні витрати по устаткуванню.

Таблиця 5.6 – Сумарні витрати за рік по впроваджуваному устаткуванню

Найменування	Сума, грн
Амортизація устаткування	31900
Витрати на ремонтні роботи по устаткуванню	4785
Витрати по утриманню й експлуатації устаткування	2393
Витрати по електроенергії, що споживається устаткуванням	75600
Основна й додаткова зарплата робітників, що обслуговують устаткування	207994
Відрахування в соціальні фонди на основі зарплати робітників, що обслуговують устаткування (єдиний соціальний внесок)	45759
Разом	368430

До складу виробничої собівартості продукції окрім визначених вище витрат, включаються «загальновиробничі витрати» – комплексні (багатоелементні) витрати, розмір яких визначимо непрямым шляхом в розмірі 30% від суми поточних витрат, розрахованих вище, за виключенням прямих матеріальних витрат та роялті (не є структурним елементом виробничої собівартості):

$$Вз = 368430 * 0,3 / 1000 = 110529 \text{ грн} = 110,5 \text{ тис. грн.}$$

Виробнича собівартість

Виробничу собівартість визначимо як суму усіх попередніх витрат (витрат по усіх попередніх статтях окрім роялті).

$$Свир = 2452,2 + 368430 / 100 + 110,5 = 2931,2 \text{ тис. грн.}$$

Адміністративні витрати, витрати на збут, інші витрати основної діяльності

Адміністративні витрати (Вадм), витрати на збут (Взб), інші операційні витрати (Він) визначимо також непрямым шляхом на основі середньогалузевого покриття даних витрат: адміністративні витрати 5% від виробничої собівартості, витрати на збут 15% від виробничої собівартості та інші операційні витрати 3% від виробничої собівартості.

$$Вадм = 2931,2 * 0,05 = 146,6 \text{ тис. грн.}$$

$$Взб = 2931,2 * 0,15 = 439,7 \text{ тис. грн.}$$

$$Він = 2931,2 * 0,03 = 87,9 \text{ тис. грн.}$$

Розрахунок повної собівартості продукції представимо в табл. 5.7.

Таблиця 5.7 – Розрахунок повної собівартості продукції

Стаття витрат	Сума, тис. грн
Сировина та інші прямі матеріальні витрати	2452,2
Енергоресурси на технологічні цілі	75,6
Основна і додаткова заробітна плата	208,0
Відрахування на соціальні заходи	45,8
Амортизація обладнання	31,9
Загальновиробничі витрати	110,5
Інші витрати	7,2
<i>Виробнича собівартість</i>	2931,2
Адміністративні витрати	146,6
Витрати на збут	439,7
Інші операційні витрати (в т.ч. роялті)	327,9
<i>Повна собівартість</i>	3845,3

Визначення прибутку

Плановий прибуток визначимо як різницю між обсягами реалізації продукції (РП) та повною собівартістю (Спов) за формулою:

$$\mathbf{П = РП - Спов}$$

$$П = 4800,0 - 3845,3 = 954,7 \text{ тис. грн.}$$

Планова рентабельність продукції складе:

$$Рпр = П/Сповн * 100\% = 954,7/3845,3 * 100\% = 24,8\%.$$

Плановий чистий прибуток в результаті реалізації проєкту складе:

$$\mathbf{ЧП = П - П * 0,18,}$$

де 0,18 – відсоткова ставка податку на прибуток, %

$$\mathbf{ЧП = 954,7 - 954,7 * 0,18 = 782,8 \text{ тис. грн.}}$$

Розрахунок інноваційного бюджету

Для оцінки економічної ефективності проєкту визначимо загальну суму інвестиційних витрат (Ізаг).

$$\mathbf{Ізаг = Іін + Івир}$$

де Іін – інноваційний бюджет;

Івир – інвестиції в виробництво для впровадження результатів НДР.

Інноваційний бюджет (Іін) визначимо наступним чином:

$$\mathbf{Іін = Вкон + Цндр + Векс + Всерт + Впат,}$$

де Вкон – витрати на формування концепції (30% від Цндр);

Цндр – ціна НДР;

Векс – витрати на експериментальні дослідження (50% від Цндр);

Всерт – витрати на сертифікацію (10% від Цндр);

Впат – витрати на патентування (20% від Цндр).

Основою інноваційного бюджету є ціна НДР (Цндр).

Ціну НДР визначимо за формулою:

$$\mathbf{Цндр = Вндр + П + ПДВ,}$$

де Вндр – витрати на проведення НДР;

П – прибуток від НДР (планова рентабельність 20%);

ПДВ – податок на додану вартість (20%).

Вндр визначаємо на основі витрат на проведення НДР, які складаються із наступних статей: матеріали, паливо та енергія, заробітна плата (основна и додаткова), відрахування на соціальні заходи, амортизаційні відрахування, інші і накладні витрати.

Витрати на сировину

Витрати на сировину визначаємо виходячи із необхідних матеріалів для проведення дослідів. Результати наведені в табл. 5.8.

Таблиця 5.8 – Розрахунок вартості сировини

Вид сировини та матеріалів	Витрати, кг	Ціна за одиницю, грн	Загальна вартість, грн
Борошно пшеничне з твердих сортів пшениці «ВІЛІЯ»	1	36	36,0
Борошно пшеничне цільнозернове з твердих сортів пшениці Trapeza	1	70,6	70,6
Вода питна	2	2,5	5,0
Квіти волошки сухі	0,05	180	9,0
Натрій альгінат	0,01	620	6,2
Цинку ацетат	0,001	1520	1,5
Разом			127

Затрати на допоміжні матеріали, реактиви посуд та приладдя:

реактиви:

- реактив Фоліна-Чокальтеу (чда) – 100 см³: 80 грн;
- натрій гідроксид 0,1 М – 1 ампула (фіксанал): 35 грн;
- натрій карбонат чда – 50 г: 50 грн;
- галова кислота – 10 г: 60 грн;
- фенолфталеїн – 10 г; 30 грн;
- натрій альгінат – 20 г: 20 грн;
- цинку ацетат – 1 г: 10 грн.

посуд:

- колба круглодонна К-100 29/32 ТС – 2 шт.: 200 грн;
- холодильник кульковий зі шліфами – 2 шт.: 180 грн;
- воронка фільтрувальна Шота – 2 шт.: 30 грн;
- колба мірна: ємність 50 см³ – 2 шт.; 100 см³ – 2 шт.; 25 см³ – 4 шт.: 550 грн;
- колба конічна ємність 100 см³ – 10 шт.: 850 грн;
- пробірка хімічна тип П-2 – 40 шт.: 250 грн;
- воронка скляна – 2 шт.: 80 грн;

- піпетки мірні з градуванням: 1 см³ – 3 шт., 2 см³ – 4 шт., 5 см³ – 3 шт., 10 см³ – 2 шт.: 150 грн;
- бюретка скляна на 25 см³ – 1 шт.: 30 грн;
- центрифужні стаканчики – 4 шт.: 100 грн;
- штатив лабораторний полімерний – 4 шт.: 320 грн;
- бюкс алюмінієвий №5 (D=50 мм, h=40 мм) – 10 шт.; 650 грн;
- стаканчик для зважування (бюкс) з кришечкою 30×50мм, висока форма – 10 шт.: 400 грн;
- стаканчики скляні ємність 100 см³ – 10 шт.: 300 грн.

Загальна вартість реактивів та посуду: 80+35+50+60+30+20+10+200+180+30+550+850+250+80+150+30+100+320+650+400+300 = 4375 грн.

Загальні затрати на сировину і додаткові матеріали для проведення дослідів складуть:

Вмат заг = 127 + 4375 = 4502 грн.

Витрати на електроенергію

Витрати на електроенергію визначимо за формулою:

$$\text{Вел} = \Sigma (\tau * \eta) * T,$$

де τ – кількість годин роботи приладу, год

η – паспортна потужність електродвигуна приладу (еквівалент споживання електроенергії), кВт

T – тариф на електроенергію (7,00) грн / кВт*год

В табл. 5.9 визначимо витрати на електроенергію.

Таблиця 5.9 – Витрати на електроенергію

Найменування устаткування	Потужність електродвигуна (або еквівалент споживання електроенергії), кВт	Час експлуатації обладнання, год	Витрати електроенергії, кВт*год
Колбонагрівач, 500мл Модель 98-II-B	0,5	2,0	1
Центрифуга ОПН-8	1,0	2,0	2
Сушильна шафа лабораторна ШСУ 27	1,5	3,0	4,5
Автоматичний галогенний аналізатор вологості Goуоjo	0,2	1,5	0,3
Фотоколориметр КФК-3	0,1	1,5	0,15
Спектрофотометр UV-110	0,1	1,5	0,15
Ваги аналітичні ANC 120C	-	1,0	0
Лабораторні ваги ФЕН-С-100	-	1,0	0
Плита електрична однокомфоркова	1,0	4,0	4
Водяна баня	1,5	4,0	6
Разом			18,1

Вел = 18,1*7,00 = 79 грн.

Витрати на заробітну

плату

Витрати по заробітній платі визначаються як сума заробітної плати усіх учасників НДР. Склад учасників, ступінь їх участі у НДР та заробітна плата наведені у табл. 5.10.

Таблиця 5.10 – Розрахунок оплати праці усіх учасників НДР

Учасники НДР	Заробітна плата, грн/міс	Тривалість роботи, міс	Ступінь участі, %	Оплата праці за НДР, грн
Студент-дослідник	8800	3	100	26400
Науковий керівник	16000	3	20	9600
Науковий керівник з економічної кафедри	16000	3	5	2400
Лаборант	10000	3	50	15000
Всього				53400
Єдиний соціальний внесок 22%				11748

Амортизаційні відрахування

Обладнанням користуються в лабораторії університету протягом 3 місяців. Норма амортизації складає 20% на рік від вартості технологічних машин та механізмів і 5% від вартості приміщення.

$$A = A_o + A_{\pi}$$

де A_o – амортизаційні відрахування при використанні обладнання;

A_{π} – амортизаційні відрахування при використанні приміщення.

$$A_o = C_o * 0,2$$

де C_o – ціна обладнання

$$C_o = C_{\text{зміш}} + C_{\text{терм}}$$

В таблиці 5.11 наведена вартість лабораторного обладнання.

Таблиця 5.11 – Вартість лабораторного обладнання

№	Назва обладнання	Вартість лабораторного обладнання, грн
1	Колбонагрівач, 500мл Модель 98-II-B	5000
2	Центрифуга ОПН-8	6000
3	Сушильна шафа лабораторна ШСУ 27	12000
4	Автоматичний галогенний аналізатор вологості Goyojo	18000
5	Фотоколориметр КФК-3	15000
6	Спектрофотометр UV-110	15000
7	Ваги аналітичні ANC 120C	1500
8	Лабораторні ваги ФЕН-С-100	1000
9	Плита електрична однокомфоркова	4000
10	Водяна баня	5000
	Разом	82500

Амортизація обладнання становитиме:

$$A_o = 82500 * 0,2 = 16500 \text{ грн/рік.}$$

Амортизація приміщення (річна)

$$A_{\text{п}} = C_{\text{п}} * S * 0,05$$

де $C_{\text{п}}$ – ціна за 1 м² приміщення (15000 грн.)

S – площа лабораторії (46 м²)

$$A_{\text{п}} = 15000 * 46 * 0,05 = 34500 \text{ грн.}$$

Виходячи з того що обладнання і лабораторія використовується 3 місяці, амортизаційні відрахування, які включатимуться у витрати НДР, складуть:

$$A_o = 16500 * 3/12 = 4125 \text{ грн.}$$

$$A_{\text{п}} = 34500 * 3/12 = 8625 \text{ грн}$$

$$A = 4125 + 8625 = 12750 \text{ грн.}$$

Інші витрати

Інші витрати заплануємо в розмірі 10% від суми розрахованих вище витрат НДР:

$$В_{\text{ін}} = 0,1 * (4802 + 78 + 53400 + 11748 + 12750) = 8248 \text{ грн.}$$

Накладні витрати заплануємо в розмірі 20% від суми витрат НДР за статтями 1-6:

$$В_{\text{накл}} = 0,2 * (4802 + 78 + 53400 + 11748 + 12750 + 8248) = 18145 \text{ грн.}$$

В таблиці 5.12 визначимо загальні інноваційні витрати по проекту.

Таблиця 5.12 – Витрати на проведення НДР

№	Найменування	Сума, грн
1	Сировина і матеріали	4502
2	Електроенергія	78
3	Заробітна плата	53400
4	Відрахування на соціальні заходи	11748
5	Амортизація	12750
6	Інші витрати	8248
7	Накладні витрати	18145
Разом		108871

Таким чином, витрати НДР складуть 108871 грн.

Розрахуємо ціну НДР.

Ціна НДР складає:

$$C_{\text{ндр}} = В_{\text{ндр}} + П_{\text{ндр}} + ПДВ_{\text{ндр}}$$

$$\text{Пндр} = \text{Вндр} * 0,2 = 108871 * 0,2 = 21774 \text{ грн.}$$

$$\text{ПДВндр} = (\text{Вндр} + \text{Пндр}) * 0,2 = (108871 + 21774) * 0,2 = 26129 \text{ грн.}$$

$$\text{Цндр} = 108871 + 21774 + 26129 = 156774 \text{ грн.}$$

Визначимо нижче інші складові інноваційного бюджету.

$$\text{Вкон} = 156674 * 0,3 = 47032 \text{ грн.}$$

$$\text{Векс} = 156674 * 0,5 = 78387 \text{ грн.}$$

$$\text{Всерт} = 156674 * 0,1 = 15677 \text{ грн.}$$

$$\text{Впат} = 156674 * 0,2 = 31354 \text{ грн.}$$

Інноваційний бюджет складе:

$$I_{\text{ін}} = 156674 + 47032 + 78387 + 15677 + 31354 = 329226 \text{ грн} = 329,2 \text{ тис. грн.}$$

Визначення інвестицій для впровадження у виробництво:

$$I_{\text{вир}} = I_{\text{овф}} + I_{\text{ок}} + I_{\text{рек}}$$

де $I_{\text{оз}}$ – інвестиції в основні засоби;

$I_{\text{ок}}$ – інвестиції у оборотні кошти;

$$I_{\text{оз}} = I_{\text{буд}} + I_{\text{уст}}$$

де $I_{\text{буд}}$ – інвестиції в будівництво ($I_{\text{буд}} = 0$);

$I_{\text{уст}}$ – інвестиції в устаткування (159,5 тис. грн).

Інвестиції у оборотні кошти заплануємо у розмірі, що відповідає двомісячній потребі (плановий коефіцієнт оборотності оборотних коштів 6):

$$I_{\text{ок}} = 4800/6 = 800,0 \text{ тис. грн.}$$

Інвестиції у виробництво:

$$I_{\text{вир}} = 800,0 + 159,5 = 959,5 \text{ тис. грн.}$$

Загальна сума інвестиційних витрат:

$$I = I_{\text{ін}} + I_{\text{вир}} = 959,5 + 329,2 = 1288,7 \text{ тис. грн.}$$

Економічну ефективність та інвестиційну привабливість впровадження проекту оцінимо за показником строку окупності інвестицій (Т):

$$T = I/\text{ЧП} \leq 3$$

де I – інвестиції на реалізацію проекту;

ЧП – чистий прибуток від реалізації проекту.

Якщо дане співвідношення виконується то можна вважати інвестиції ефективними.

В даному випадку $T = 1288,7/782,8 = 1,65$ року.

Таким чином, можна стверджувати, що проєкт є ефективним.

В таблиці 5.13 наведемо основні показники реалізації проєкту.

Таблиця 5.13 – Основні техніко-економічні показники проєкту

Показник	Значення
1.Обсяг реалізації продукції, тис. грн	4800,0
2. Інвестиції в розробку інновації, тис. грн	329,2
3. Інвестиції для впровадження інновацій у виробництво, тис. грн, в т.ч.	959,5
інвестиції в основні засоби, тис. грн	159,5
інвестиції в оборотні кошти, тис. грн	800,0
4. Собівартість продукції, тис. грн	3845,3
5. Прибуток від реалізації проєкту, тис. грн	954,7
6. Чистий прибуток від реалізації проєкту, тис. грн	782,8
7. Рентабельність продукції, %	24,8
8. Термін окупності інвестицій, років	1,65
9. Рентабельність інвестицій, %	60,7

Висновки до розділу 5

Проведені в роботі розрахунки свідчать про високу економічну ефективність та інвестиційну привабливість запропонованого проєкту, а саме:

– обсяг реалізованої продукції становитиме 4800,0 тис. грн при її собівартості 3845,3 тис. грн, що дозволить отримати прибуток в розмірі 954,7 тис. грн;

– необхідні для впровадження проєкту інвестиційні витрати в розмірі 1288,7 тис. грн окупляться протягом 1,65 року, тобто менше 3 років, що є ознакою високої інвестиційної привабливості проєкту.

Таким чином, можна зробити висновок про господарську доцільність практичної реалізації запропонованого проєкту.

РОЗДІЛ 6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

6.1 Охорона праці

Охорона праці на підприємствах макаронної галузі є невід'ємною складовою системи управління виробництвом та спрямована на забезпечення безпечних і здорових умов праці, збереження життя та працездатності працівників, а також попередження виробничого травматизму і професійних захворювань. Правові та організаційні засади охорони праці в Україні визначаються Законом України «Про охорону праці» № 2694-ХІІ [64]. Відповідно до вимог законодавства роботодавці зобов'язані створити на кожному робочому місці умови праці відповідно до нормативно-правових актів, забезпечити функціонування системи управління охороною праці, проводити навчання та інструктажі працівників, організувати медичні огляди, а також здійснювати контроль за дотриманням вимог безпеки праці. На підприємствах макаронного виробництва особливого значення набуває профілактика виробничих ризиків, пов'язаних із роботою технологічного обладнання, використанням електроенергії, впливом шуму, пилу та несприятливих параметрів виробничого середовища.

Вимоги безпеки під час виробництва макаронних виробів регламентуються НПАОП 15.8-1.27-02 «Правила безпеки для виробництва хліба, хлібобулочних та макаронних виробів» [65]. Виробничий процес включає операції приймання та зберігання борошна, підготовки сировини, замішування тіста, формування виробів, сушіння, охолодження, фасування та пакування продукції. Кожен із зазначених етапів характеризується наявністю певних небезпечних факторів. Найбільш поширеними є травмування внаслідок контакту з рухомими частинами машин і механізмів, ураження електричним струмом, підвищений рівень шуму, запиленість повітря робочої зони борошняним пилом, а також можливість виникнення пожеж і вибухів пилоповітряних сумішей. З метою мінімізації ризиків усі технологічні процеси повинні бути максимально механізованими та автоматизованими, а доступ персоналу до небезпечних зон обладнання має бути обмежений.

Особливу увагу на макаронному виробництві приділяють безпечній експлуатації технологічного обладнання. Тістомісильні машини, преси, формувальні агрегати, сушильні камери, транспортери та пакувальні лінії повинні

відповідати вимогам ДСТУ 2583:1994 «Машини та устаткування для хлібопекарської промисловості. Вимоги безпеки» [66], ДСТУ prEN 1672-1-2001 та ДСТУ EN 1672-2:2018. Конструкція обладнання повинна виключати можливість випадкового контакту працівників із рухомими частинами, забезпечувати безпечне проведення санітарної обробки та технічного обслуговування. Машини мають бути оснащені стаціонарними або знімними захисними огороженнями, блокувальними пристроями, системами аварійної зупинки та світловою сигналізацією. Особливо небезпечними є тістомісильні машини та преси, у яких існує ризик травмування рук працівників під час подачі сировини або очищення робочих органів. Тому очищення, ремонт та налагодження обладнання дозволяється виконувати лише після його повного відключення від джерел енергії.

Важливим аспектом охорони праці є забезпечення електробезпеки. На підприємствах макаронної промисловості використовується значна кількість електрифікованого обладнання, тому ризик ураження електричним струмом є одним із ключових виробничих факторів. Відповідно до ДСТУ 7237:2011 усі електроустановки повинні бути обладнані системами захисного заземлення, занулення, автоматичного вимкнення живлення та пристроями захисту від перевантаження і короткого замикання. Електричні шафи та щити повинні бути закритими, мати відповідне маркування та бути недоступними для сторонніх осіб. Працівники, діяльність яких пов'язана з експлуатацією електрообладнання, повинні проходити спеціальне навчання, перевірку знань та інструктажі з електробезпеки. Особливе значення має контроль стану електричних мереж у приміщеннях із підвищеною вологістю, де ризик ураження електричним струмом суттєво зростає.

Одним із характерних шкідливих виробничих факторів на макаронному виробництві є борошняний пил. Найбільша його концентрація спостерігається під час приймання борошна, транспортування, просіювання, дозування та завантаження сировини до тістомісильних машин. Тривале вдихання борошняного пилу може викликати подразнення слизових оболонок, алергічні реакції, професійні захворювання органів дихання та зниження працездатності працівників. Крім того, дрібнодисперсний органічний пил у певних концентраціях здатний

утворювати вибухонебезпечні суміші з повітрям. Контроль якості повітря робочої зони здійснюється відповідно до вимог ДСТУ EN 482:2022. Для зниження запиленості застосовують аспіраційні установки, місцеві відсмоктувачі, герметизацію обладнання та механізовані системи транспортування борошна. Ефективним заходом є також регулярне вологе прибирання виробничих приміщень, яке дозволяє запобігати накопиченню пилу на поверхнях обладнання та конструкціях будівель.

Важливу роль у створенні безпечних умов праці відіграє забезпечення нормативних параметрів мікроклімату. Виробничі приміщення макаронного підприємства повинні відповідати вимогам ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень» [67]. Параметри температури, відносної вологості та швидкості руху повітря мають підтримуватися на рівні, який забезпечує комфортні умови праці та не створює додаткового фізіологічного навантаження на працівників. Особливу увагу необхідно приділяти ділянкам сушіння макаронних виробів, де внаслідок роботи сушильного обладнання можливе підвищення температури повітря. Для підтримання нормативного мікроклімату використовують системи вентиляції, кондиціонування та опалення, які проектуються відповідно до вимог ДБН В.2.5-67:2013 та ДСТУ Б А.3.2-12:2009. Ефективна вентиляція не лише забезпечує комфортні умови праці, а й сприяє видаленню пилу та надлишкової вологи з виробничих приміщень.

Під час роботи технологічного обладнання виникають шум і вібрація, які за тривалого впливу можуть негативно позначатися на стані здоров'я працівників. Допустимі рівні шуму регламентуються ДСН 3.3.6.037-99, а вібрації – ДСН 3.3.6.039-99. Джерелами шуму на макаронному виробництві є транспортери, компресори, вентилятори, сушильні установки, фасувальні автомати та інше обладнання. Тривалий вплив підвищеного шуму може спричинити погіршення слуху, підвищену втомлюваність, зниження концентрації уваги та продуктивності праці. Для зниження рівня шуму використовують шумопоглинальні матеріали, звукоізоляційні кожухи, гнучкі амортизувальні кріплення обладнання, а також здійснюють своєчасне технічне обслуговування машин і механізмів. Для

працівників, які працюють у зонах підвищеного шуму, передбачено використання індивідуальних засобів захисту органів слуху.

Значне місце в системі охорони праці займає забезпечення працівників засобами індивідуального захисту. Відповідно до НПАОП 15.0-3.01-07 та НПАОП 0.00-7.17-18 працівники макаронного виробництва повинні безоплатно забезпечуватися спеціальним одягом, спеціальним взуттям та іншими засобами захисту залежно від характеру виконуваних робіт. До обов'язкових засобів індивідуального захисту належать халати або костюми, головні убори, захисне взуття, рукавички та за необхідності респіратори для захисту органів дихання від борошняного пилу. Засоби індивідуального захисту повинні відповідати встановленим вимогам, підтримуватися в належному санітарному стані та своєчасно замінюватися у разі зношення.

Важливою складовою виробничої безпеки є забезпечення працівників якісною питною водою та належними санітарно-побутовими умовами. Вода, яка використовується для технологічних потреб і споживання персоналом, повинна відповідати вимогам ДСанПіН 2.2.4-171-10 та ДСТУ 7525:2014. На підприємстві повинні бути обладнані гардеробні, душові, санітарні вузли, кімнати для приймання їжі та відпочинку працівників відповідно до вимог ДБН В.2.2-28:2010. Належний санітарно-побутовий рівень є важливим чинником профілактики професійних захворювань та підтримання працездатності персоналу.

Отже, дотримання вимог законодавства України та нормативних документів у сфері охорони праці, своєчасне проведення профілактичних заходів, належна експлуатація обладнання, контроль параметрів виробничого середовища та забезпечення працівників засобами захисту дозволяють мінімізувати професійні ризики, запобігати виробничому травматизму та створювати безпечні умови праці на підприємствах з виробництва макаронних виробів.

6.2 Охорона навколишнього середовища

Екологічна безпека макаронного виробництва забезпечується шляхом раціонального використання природних ресурсів, запобігання забрудненню атмосферного повітря, водних об'єктів і ґрунтів, а також належного поводження з відходами. Основними нормативно-правовими актами, що регулюють

природоохоронну діяльність підприємств в Україні, є Закон України № 1264-XII «Про охорону навколишнього природного середовища» [68], Закон України № 2320-IX «Про управління відходами» [69], Закон України № 2707-XII «Про охорону атмосферного повітря» [70] та Закон України № 1393-XIV «Про вилучення з обігу, переробку, утилізацію, знищення або подальше використання неякісної та небезпечної продукції» [71].

Виробництво макаронних виробів належить до відносно екологічно безпечних видів харчових виробництв, оскільки не супроводжується утворенням значних обсягів токсичних відходів чи небезпечних викидів. Проте в процесі приймання сировини, підготовки борошна, замішування тіста, сушіння, фасування та пакування продукції утворюються відходи виробництва, стічні води та викиди в атмосферне повітря, які потребують належного контролю та управління.

Основними відходами макаронного виробництва є відходи сировини та готової продукції. До них належать залишки борошна, просівки, змети борошняного пилу, некондиційні макаронні вироби, крихта, обрізки тіста, продукція з порушеними показниками якості, а також залишки сировини після завершення виробничого циклу. За умови відповідності вимогам безпечності такі відходи можуть бути повторно використані у виробництві або передані для використання як кормова сировина. Непридатні до подальшого використання відходи підлягають передачі спеціалізованим підприємствам відповідно до вимог Закону України «Про управління відходами». Підприємство зобов'язане вести облік утворення відходів, забезпечувати їх роздільне збирання та тимчасове зберігання у спеціально відведених місцях.

Окрему групу становлять відходи пакувальних матеріалів. У процесі виробництва та пакування макаронних виробів утворюються відходи паперу, картону, поліетиленової плівки, поліпропіленових мішків, стрейч-плівки, піддонів та інших пакувальних матеріалів. Відповідно до принципів ієрархії управління відходами, визначених чинним законодавством, перевага повинна надаватися їх повторному використанню та рециклінгу. Такі відходи необхідно збирати окремо за видами матеріалів та передавати ліцензованим суб'єктам господарювання для подальшого відновлення або перероблення.

Під час експлуатації виробничого обладнання також можуть утворюватися окремі види небезпечних відходів, зокрема відпрацьовані мастила, люмінесцентні лампи, акумулятори, електронні компоненти та забруднені обтиральні матеріали. Такі відходи не допускається змішувати з побутовими або виробничими відходами. Їх збирання, зберігання, транспортування та утилізація повинні здійснюватися відповідно до вимог природоохоронного законодавства спеціалізованими організаціями, які мають відповідні дозвільні документи.

Основним джерелом викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря на макаронному виробництві є борошняний пил, який утворюється під час приймання, транспортування, просіювання та дозування борошна. Потрапляючи у повітря робочої зони та навколишнє середовище, пил може негативно впливати на стан атмосферного повітря та створювати додаткове навантаження на системи вентиляції. Для мінімізації викидів застосовують герметичні транспортні системи, циклони, фільтри, аспіраційні установки та місцеві відсмоктувачі. Відповідно до вимог Закону України «Про охорону атмосферного повітря» підприємство повинно забезпечувати дотримання встановлених нормативів викидів забруднюючих речовин та здійснювати контроль ефективності пилогазоочисного обладнання.

На окремих підприємствах джерелами викидів можуть бути котельні установки, які використовуються для забезпечення технологічних процесів тепловою енергією. У процесі спалювання природного газу утворюються оксиди азоту, оксид карбону та діоксид карбону. Для зменшення негативного впливу на атмосферне повітря необхідно застосовувати енергоефективне обладнання, своєчасно проводити його технічне обслуговування та забезпечувати оптимальні режими горіння палива.

У процесі виробництва макаронних виробів утворюються також виробничі та господарсько-побутові стічні води. Основна кількість стоків формується під час миття технологічного обладнання, інвентарю, тари, виробничих приміщень та санітарно-побутових приміщень. Такі стічні води можуть містити завислі речовини, залишки борошна, крохмалю, органічні речовини та мийні засоби. Для запобігання забрудненню водних об'єктів скидання стічних вод повинно здійснюватися виключно через централізовані системи водовідведення або після

відповідного очищення. Не допускається потрапляння виробничих відходів, концентрованих мийних розчинів та інших забруднюючих речовин безпосередньо у водойми або ґрунт.

З метою зменшення навантаження на навколишнє середовище на підприємстві необхідно впроваджувати ресурсозберігаючі технології. До таких заходів належать оптимізація витрат води та електроенергії, використання енергоощадного обладнання, повторне використання придатних виробничих відходів, скорочення втрат сировини та впровадження систем екологічного менеджменту. Важливим напрямом є також використання пакувальних матеріалів, придатних до перероблення або повторного використання.

Територія підприємства повинна утримуватися відповідно до вимог Державних санітарних норм та правил утримання територій населених місць. Відходи необхідно збирати у спеціальні контейнери, що мають кришки та забезпечують захист від атмосферних опадів і доступу тварин. Майданчики для накопичення відходів повинні мати тверде водонепроникне покриття та регулярно очищуватися. Забороняється спалювання відходів на території підприємства, а також їх несанкціоноване розміщення поза спеціально відведеними місцями.

Отже, дотримання вимог екологічного законодавства, належне управління відходами, контроль викидів в атмосферне повітря та раціональне використання природних ресурсів забезпечують мінімальний вплив макаронного виробництва на навколишнє природне середовище та сприяють сталому розвитку підприємства.

Висновки до розділу 6

1. Безпечне функціонування макаронного виробництва забезпечується комплексом організаційних, технічних і санітарно-гігієнічних заходів, спрямованих на мінімізацію впливу небезпечних і шкідливих виробничих факторів на працівників. Основними з них є рухомі частини технологічного обладнання, борошняний пил, виробничий шум, вібрація та електричний струм. Дотримання вимог чинного законодавства та нормативних документів з охорони праці, належна експлуатація обладнання, підтримання нормативних параметрів мікроклімату, використання ефективних систем вентиляції та забезпечення працівників засобами

індивідуального захисту дозволяють створити безпечні умови праці, знизити професійні ризики та запобігти виробничому травматизму.

2. Основний екологічний вплив макаронного підприємства пов'язаний з утворенням борошняного пилу, виробничих і пакувальних відходів, а також стічних вод після санітарної обробки обладнання та приміщень. Водночас макаронне виробництво належить до відносно екологічно безпечних харчових виробництв, оскільки не супроводжується утворенням значних обсягів токсичних відходів чи небезпечних викидів. Раціональне управління відходами, застосування аспіраційних і вентиляційних систем, контроль якості стічних вод, впровадження ресурсозберігаючих технологій та дотримання вимог екологічного законодавства забезпечують мінімізацію негативного впливу виробництва на навколишнє природне середовище та сприяють його сталому розвитку.

ВИСНОВКИ

Макаронні вироби є однією з найбільш технологічно зручних матриць для функціонального збагачення, що зумовлено їх стабільною структурою, тривалим терміном зберігання та високим споживчим попитом.

Використання цільнозернового борошна з твердих сортів пшениці, попри дещо нижчі показники вмісту клейковини та структурно-механічної стабільності порівняно з рафінованим борошном з ендосперму, забезпечує підвищення харчової та фізіологічної цінності готового продукту за рахунок збільшеного вмісту харчових волокон, ліпідів та біологічно активних компонентів. Це підтверджує доцільність його застосування як базової сировини для створення функціональних макаронних виробів.

Дослідження фенольного комплексу пелюсток синьої волошки показало наявність значної кількості поліфенолів та антоціанів, що обумовлює їх високу антиоксидантну активність і перспективність використання як природного функціонального інгредієнта. Водночас встановлено, що внесення фенольних сполук у макаронну систему дещо змінює колір виробів, підвищує кислотність та призводить до збільшення втрат сухих речовин під час варіння. Це підтверджує необхідність технологічного регулювання структури виробів.

Важливу роль у стабілізації технологічних властивостей локшини відіграє альгінат натрію як природний гідроколоїд, додавання якого у визначеній концентрації забезпечує покращення структурно-механічних характеристик тіста, підвищення водоутримувальної здатності, зменшення втрат сухих речовин і покращення органолептичних властивостей готового продукту.

Окремо встановлено ефективність введення мікроелемента цинку у складі технологічної системи, що дозволяє підвищити фізіологічну цінність продукту та розширити його функціональну спрямованість. Найкращі органолептичні та фізико-хімічні показники були досягнуті при комплексному поєднанні екстракту волошки, альгінату натрію та ацетату цинку, що підтверджує ефективність розробленого багатокomпонентного підходу.

Розроблена технологія виробництва локшини передбачає послідовну та контрольовану інтеграцію функціональних інгредієнтів у виробничий процес, що дозволяє отримати продукт із прогнозованими якісними характеристиками.

Розроблено план НАССР виробництва локшини з підвищеною харчовою цінністю. Визначені критичні контрольні точки, зокрема процес сушіння та дозування мікроелемента, забезпечують керованість ризиків хімічного та мікробіологічного походження, а впровадження операційних програм-передумов гарантує стабільність виробничого процесу.

Розділ, присвячений охороні праці та навколишнього середовища, засвідчив, що запропонована технологія може бути реалізована з дотриманням вимог безпеки праці персоналу та мінімізацією негативного впливу на довкілля.

Економічна оцінка проєкту підтвердила його високу інвестиційну привабливість і доцільність впровадження у виробництво. Розрахункові показники свідчать про можливість отримання стабільного прибутку та окупність інвестицій у прийнятні терміни, що додатково підтверджує практичну значущість розробки.

Розробка локшини підвищеної харчової цінності з використанням цільозернового борошна твердих сортів пшениці, фенольних сполук пелюсток синьої волошки, альгінату натрію та ацетату цинку є науково обґрунтованою, технологічно здійсненою, безпечною та економічно доцільною. Отримані результати формують підґрунтя для подальшого розвитку напрямку функціональних макаронних виробів із заданими біологічними та технологічними властивостями.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Functionalization of pasta through the incorporation of bioactive compounds from agri-food by-products: Fundamentals, opportunities, and drawbacks / S. Carpentieri et al. Trends in Food Science & Technology. 2022. Vol. 122. P. 49-65. doi.org/10.1016/j.tifs.2022.02.011.
2. Factors Affecting the Nutritional, Health, and Technological Quality of Durum Wheat for Pasta-Making: A Systematic Literature Review / S. Zingale et al. Plants. 2023. Vol. 12, no. 3. P. 530. URL: <https://doi.org/10.3390/plants12030530>
3. Sissons M. Development of Novel Pasta Products with Evidence Based Impacts on Health. A Review. Foods. 2022. Vol. 11, no. 1. P. 123. URL: <https://doi.org/10.3390/foods11010123>
4. Nutritional, Chemical, and Functional Properties of Wholegrain Einkorn Pasta Through Cooking and Digestion: A Comparative Study with Wholegrain Durum Wheat Pasta / D. Mercatante et al. Foods. 2025. Vol. 14, no. 3. P. 370. URL: <https://doi.org/10.3390/foods14030370>
5. New ingredients and alternatives to durum wheat semolina for a high quality dried pasta / A. Romano et al. Current Opinion in Food Science. 2021. Vol. 41. P. 249-259. URL: <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2021.07.005>
6. Nutritional and Antioxidant Enhancement of Pasta Enriched with Parota Flour (*Enterolobium cyclocarpum*): A Functional Food Approach / V. M. Moo-Huchin et al. Foods. 2025. Vol. 14, no. 9. P. 1521. URL: <https://doi.org/10.3390/foods1409152>
7. Functional pasta with tomato by-product as a source of antioxidant compounds and dietary fibre / P. Lucia et al. Czech Journal of Food Sciences. 2017. Vol. 35, No. 1. P. 48-56. URL: <https://doi.org/10.17221/171/2016-cjfs>
8. Melini V., Melini F., Acquistucci R. Phenolic Compounds and Bioaccessibility Thereof in Functional Pasta. Antioxidants. 2020. Vol. 9, no. 4. P. 343. URL: <https://doi.org/10.3390/antiox9040343>
9. Pasta Fortified with Wild Garlic (*Allium ursinum* L.) as a Functional Food Rich in Phenolic Compounds / C. A. Rosan et al. Polish Journal of Food and Nutrition Sciences. 2025. P. 193–207. URL: <https://doi.org/10.31883/pjfn/207619>

10. Development of functional pasta enriched with green leafy vegetables: impact on liposoluble compounds, nutritional, technological and sensorial quality / A. Fratianni et al. International Journal of Food Science & Technology. 2023. URL: <https://doi.org/10.1111/ijfs.16682>

11. Murray J. C., Kiszonas A. M., Morris C. F. Pasta Production: Complexity in Defining Processing Conditions for Reference Trials and Quality Assessment Methods. Cereal Chemistry Journal. 2017. Vol. 94, no. 5. P. 791-797. URL: <https://doi.org/10.1094/cchem-04-17-0072-rw>

12. Cooking Pasta and Noodles [Електронний ресурс]. URL: <https://www.isbe.net/CTEDocuments/FCS-650213.pdf>

13. Порсюрова І. П., Чуйко М. М. Маркетинговий стратегічний аналіз цін споживчого ринку макаронних виробів в Україні та ЄС. Вісник економіки транспорту і промисловості. 2025. № 89. С. 208-223. <https://doi.org/10.18664/btie.89.330719>.

14. Bepary R. H. Preparation of Different Types of Pasta [Electronic resource]. 2012. Available at: ResearchGate

15. ДСТУ 7043:2020 «Вироби макаронні. Загальні технічні умови»

16. Левун С. Сучасний стан і тенденції розвитку міжнародного та вітчизняного ринку макаронних виробів. 2024. С. 55-60 [Електронний ресурс]. URL: <https://ur.knute.edu.ua/server/api/core/bitstreams/130a3217-94cc-4164-8db0-0962c414a8a3/content>

17. Аналіз та прогноз ринку макаронних виробів 2026-2033. [Електронний ресурс]. URL: <https://www.coherentmarketinsights.com/market-insight/pasta-market-3071>

18. Ринок пасти 2026 р. [Електронний ресурс]. URL: <https://www.marketresearchfuture.com/reports/pasta-market-2428>

19. Ринок макаронів змінюється: імпорт зростає, але українські бренди залишаються серед найулюбленіших [Електронний ресурс]. URL: <https://agronews.ua/news/rynok-makaroniv-zminuyetsya-import-zrostaye-ale-ukrayinski-brendy-zalyshayutsya-sered-najulyublenishyh/>

20. Назаренко В. О., Юдічева О. П., Жук В. А. Формування якості товарів. Частина 1. Навчальний посібник. – К.: Центр учбової літератури, 2012. – 386 с.
21. Pasta: Raw materials, processing and quality improvement / G. S. Kumar et al. The Pharma Innovation. 2021. Vol. 10, no. 5S. P. 185–197. URL: <https://doi.org/10.22271/tpi.2021.v10.i5sc.6205>
22. Дричик М. Ю. Удосконалення системи управління безпечністю виробництва довгорізаних макаронних виробів для оператора ринку ТОВ «Рівненська макаронна фабрика» / Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавра зі спеціальності 181 «Харчові технології». К.: НУХТ, 2022. 102 с.
23. Gull A., Prasad K., Kumar P. Nutritional, antioxidant, microstructural and pasting properties of functional pasta. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences. 2018. Vol. 17, no. 2. P. 147–153. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2016.03.002>
24. Polysaccharide-Enriched Bakery and Pasta Products: Advances, Functional Benefits, and Challenges in Modern Food Innovation / J. Petrović et al. Applied Sciences. 2025. Vol. 15, no. 21. P. 11839. doi.org/10.3390/app152111839
25. Brennan C. S., Tudorica C. M. Fresh Pasta Quality as Affected by Enrichment of Nonstarch Polysaccharides. Journal of Food Science. 2007. Vol. 72, no. 9. P. S659–S665. URL: <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2007.00541.x>
26. Göksel Saraç M. Evaluation of non-starch polysaccharide addition in Turkish noodles: ELECTRE techniques approach. Journal of Texture Studies. 2021. Vol. 52, no. 3. P. 368–379. URL: <https://doi.org/10.1111/jtxs.12588>
27. Application of Inulin in Pasta: The Influence on Technological and Nutritional Properties and on Human Health. Biology and Life Sciences Forum. 2023. Vol. 26(1). Article 88. <https://doi.org/10.3390/foods11030256>
28. The effects of ω -3 fatty acids and inulin addition to spelt pasta quality / J. Filipović та ін. LWT - Food Science and Technology. 2015. Т. 63, № 1. С. 43–51. URL: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.03.082>
29. ГСТУ 46.004-99 «Борошно пшеничне. Технічні умови»

30. ДСТУ ISO 712:2015 «Зернові та продукти з них. Визначення вмісту вологи. Контрольний метод (ISO 712:2009, IDT)»
31. ДСТУ ISO 21415-1:2009 Пшениця і пшеничне борошно. Вміст клейковини. Частина 1. Визначання сирої клейковини ручним способом (ISO 21415-1:2006, IDT)
32. Sánchez-Rangel J. C., Benavides J., Heredia J. B., Cisneros-Zevallos L., Jacobo-Velázquez D. A. The Folin–Ciocalteu assay revisited: improvement of its specificity for total phenolic content determination // *Analytical Methods*. 2013. Vol. 5(21). P. 5990-5999.
33. Determination of Total Monomeric Anthocyanin Pigment Content of Fruit Juices, Beverages, Natural Colorants, and Wines by the pH Differential Method: Collaborative Study / J. Lee et al. *Journal of AOAC INTERNATIONAL*. 2005. Vol. 88, no. 5. P. 1269–1278. URL: <https://doi.org/10.1093/jaoac/88.5.1269>
34. ДСТУ 7043:2020 «Вироби макаронні. Загальні технічні умови»
35. ДСТУ 7348:2013 «Вироби макаронні. Правила приймання і методи визначання якості»
36. STANDARD FOR WHEAT FLOUR CXS 152-1985. Електронний ресурс]. URL: <https://iawg-fsq.org/docs/c665b9e4-2b32-4659-bcbb-75671a107437>
37. Jones C. *Pasta and Noodles*. Macmillan Education Australia, 2008
38. *Pasta and noodle technology* / ed. by K. J. E, M. R. B, D. J. W. St. Paul, Minn : American Association of Cereal Chemists, 1996. 356 p.
39. Макаронне виробництво: традиції та інновації. Вітчизняний тасвітний досвід [Електронний ресурс] : наук.-допом. бібліогр. покажч. / [упоряд. О. В. Олабоді] ; Нац. ун-т харч. технол., Наук.-техн. б-ка. – Київ, 2018. – 70 с.
40. Кунділовська Т. А., Єштокіна Т. Ю. Оцінка відповідності та ідентифікація макаронних виробів / *Вісник Львівського торговельно-економічного університету. Технічні науки*. 2019. Вип. 22. С. 104-112.
41. Ruiz M., Giraldo P. The influence of allelic variability of prolamins on gluten quality in durum wheat: An overview. *Journal of Cereal Science*. 2021. Vol. 101. P. 103304. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2021.103304>

42. Assessing the Rheological Properties of Durum Wheat Semolina: A Review / C. Cecchini et al. *Foods*. 2021. Vol. 10, no. 12. P. 2947. URL: <https://doi.org/10.3390/foods10122947>.
43. Nutritional value and end-use quality of durum wheat / P. Saini et al. *Cereal Research Communications*. 2022. URL: <https://doi.org/10.1007/s42976-022-00305-x>
44. Himani and Shashi Madan. Analysis of carbohydrate changes in durum wheat (*Triticum durum* L.) genotypes *International Journal of Chemical Studies* 2018; 6(1): 1951-1954
45. INVESTIGATION OF THE BAKERY PROPERTIES OF WHOLEMEAL FLOUR OBTAINED FROM BLACK WHEAT / D. Zhygunov et al. *Food Science and Technology*. 2019. Vol. 13, no. 3. URL: <https://doi.org/10.15673/fst.v13i3.1474>.
46. TAKEDA K. Blue metal complex pigments involved in blue flower color. *Proceedings of the Japan Academy, Series B*. 2006. Vol. 82, no. 4. P. 142–154. URL: <https://doi.org/10.2183/pjab.82.142>
47. Chemical features and bioactivities of cornflower (*Centaurea cyanus* L.) capitula: The blue flowers and the unexplored non-edible part / L. Lockowandt et al. *Industrial Crops and Products*. 2019. Vol. 128. P. 496–503. URL: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.11.059>
48. Alginate Particles for Encapsulation of Phenolic Extract from *Spirulina* sp. LEB-18: Physicochemical Characterization and Assessment of In Vitro Gastrointestinal Behavior / A. R. Machado et al. *Polymers*. 2022. Vol. 14, no. 21. P. 4759. URL: <https://doi.org/10.3390/polym14214759>
49. Use of sodium alginate for improving the quality of high-fiber pasta supplemented with sim pomace / D. Q. Long et al. *Food Hydrocolloids for Health*. 2025. P. 100210. URL: <https://doi.org/10.1016/j.fhfh.2025.100210>
50. Hall A. G., King J. C. Zinc Fortification: Current Trends and Strategies. *Nutrients*. 2022. Vol. 14, no. 19. P. 3895. URL: <https://doi.org/10.3390/nu14193895>
51. Alshami B., Zam W., Khaddam W. SODIUM ALGINATE FILM INCORPORATED WITH ZINC OXIDE NANOPARTICLES AS ANTIBACTERIAL AGENT. *Bulletin of Pharmaceutical Sciences Assiut University*. 2023. Vol. 46, no. 2. P. 0. URL: <https://doi.org/10.21608/bfsa.2023.327344>

52. Gelatin-Based Zinc-Loaded Hydrogels Constructed with the Assistance of Sodium Alginate and Zinc Sulfate Solution Soaking Method / H. Chen et al. Foods. 2025. Vol. 14, no. 21. P. 3642. URL: <https://doi.org/10.3390/foods14213642>

53. Early pharmacological evaluation of zinc-polyphenol complexes against foodborne veterinary pathogens: Computational, antimicrobial and toxicological insights / T. Panayi et al. The Veterinary Journal: Pharmacology & Toxicology. 2026. Vol. 1, no. 1. P. 100002. URL: <https://doi.org/10.1016/j.tvjpt.2026.100002>

54. Green Synthesis of Nanoparticles Containing Zinc Complexes and Their Incorporation in Topical Creams with Antimicrobial Properties / E. I. Muresan et al. Applied Sciences. 2024. Vol. 14, no. 11. P. 4612. URL: <https://doi.org/10.3390/app14114612>

55. Theoretical Three-Dimensional Zinc Complexes with Glutathione, Amino Acids and Flavonoids / J. M. Pérez de la Lastra et al. Stresses. 2021. Vol. 1, no. 3. P. 123–141. URL: <https://doi.org/10.3390/stresses1030011>

56. Закон України 771/97-ВР «Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів»

57. ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною»

58. Регламент (ЕС) No 1935/2004 про матеріали та вироби, призначені для контакту з харчовими продуктами

59. Посібник з питань безпечності харчових продуктів. Глава 3 «Система управління безпечністю харчових продуктів: підходи та техніки» Міжнародна фінансова коропрація (IFC). 2020. 170 с.

60. Закон України № 2042-VIII «Про державний контроль за дотриманням законодавства про харчові продукти, корми, здоров'я та благополуччя тварин»

61. Закон України від 06.12.2018 № 2639-VIII Про інформацію для споживачів щодо харчових продуктів

62. Наказ Міністерства аграрної політики та продовольства України № 590 «Про затвердження Вимог щодо розробки, впровадження та застосування постійно діючих процедур, заснованих на принципах системи НАССР»

63. Дричик, М. Ю. Система ТАССР для виробництва макаронних виробів за методологією PAS 96:2017 [Текст] / М. Ю. Дричик, О. С. Шульга // Наукові праці Національного університету харчових технологій. 2024. Т. 30, № 1. С. 55-67
64. Закон України «Про охорону праці» № 2694-ХІІ
65. НПАОП 15.8-1.27-02 «Правила безпеки для виробництва хліба, хлібобулочних та макаронних виробів»
66. ДСТУ 2583:1994 «Машини та устаткування для хлібопекарської промисловості. Вимоги безпеки»
67. ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень»
68. Закон України № 1264-ХІІ «Про охорону навколишнього природного середовища»
69. Закон України № 2320-ІХ «Про управління відходами»
70. Закон України № 2707-ХІІ «Про охорону атмосферного повітря»
71. Закон України № 1393-ХІV «Про вилучення з обігу, переробку, утилізацію, знищення або подальше використання неякісної та небезпечної продукції»

Додаток А Опис сировини і матеріалів

Опис рецептурного інгредієнту «Борошно пшеничне твердих сортів пшениці»

Вид та назва компоненту	Борошно вищого гатунку з м'якої склоподібної пшениці
Позначення та назва НД, які встановлюють вимоги до якості та безпечності	ГСТУ 46.004-99 Борошно пшеничне. Технічні умови
Органолептичні характеристики інгредієнту	Колір: кремовий з жовтим відтінком (з ендосперму), світло-бежевий із сіруватим відтінком (цільнозернове). Запах: властивим пшеничному борошну, без сторонніх запахів, не затхлий, непліснявий. Смак: властивий пшеничному борошну, без сторонніх присмаків, не кислий, негіркий.
Фізико-хімічні характеристики інгредієнту	Вміст мінеральної домішки – при розжовуванні борошна не повинно відчуватись хрускоту. Вологість, %, не більше – 15,5. Зольність у перерахунку на суху речовину, %, не більше – 0,55 (з ендосперму), 1,6 % (цільнозернове). Крупність помелу, %: - 160-250 мкм (з ендосперму, тонкий та середній помел), - 50-1000 мкм (цільнозернове). Для борошна твердої пшениці з ендосперму крупність помелу Клейковина сира: - кількість, %, не менше – 30,0 (з ендосперму), 25,0 (цільнозернове); - якість – не нижче 2-ої групи. Число падіння, с, не менше – 160. Металомагнітна домішка, мг в 1 кг борошна: - розміром окремих частинок у найбільшому лінійному вимірюванні, не більше 0,3мм і (або) масою не більше 0,4 мг, не більше – 3; - розміром і масою окремих частинок більше вказаних вище – не допускається. Зараженість і забрудненість шкідниками хлібних запасів – не допускається.
Біологічні характеристики, які стосуються безпечності продукту	Загальна кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів, КУО/1 г, не більше – $5 \cdot 10^4$. Бактерії групи кишкових паличок (коліформи), в 0,01 г – не допускаються. Плісняві гриби, КУО/1 г, не більше – $5 \cdot 10^2$. Дріжджі, КУО/1 г, не більше – $5 \cdot 10^2$. Патогенні мікроорганізми, в т.ч. бактерії роду <i>Salmonella</i> , в 25 г – не допускаються.
Хімічні та фізичні характеристики, які стосуються безпечності продукту	Токсичні елементи, мг/кг, не більше: - свинець – 0,5. - миш'як – 0,2. - кадмій – 0,1. - ртуть – 0,02. - мідь – 10. - цинк – 50. Мікотоксини, на суху речовину, мг/кг, не більше ніж: - афлатоксин В ₁ – 0,005; - зеараленон – 1,0. - Т-2-токсин – 0,1. - дезоксініваленон /вомітоксин/ – 0,5. Пестициди, мг/кг, не більше ніж: алдрин, афуган, афос, гептахлор, 2,4-Д і препарати на їх основі, 2,4-ДМ, ДДВФ, діурон, ДНОК, лінурон, метилмеркаптофос, метафос, дихлоральсечовина, нитрафен, нітроген, пентахлорфенолят натрію, препарат 242 пікрин, ртутьвмісні пестициди, тіофос, тирам, фенагон – не допускаються, дихлорпроп – 0,05, дихлоретан – 5,0, карбофос – 1,0, метатіон – 0,3, сульфуркарбоніві емульсії – 1,0, чотирехлористий карбон – 10,0. Радіонукліди, Бк/кг, не більше ніж: - ¹³⁷ Cs (цезій-137) – 20; - ⁹⁰ Sr (стронцій-90) – 5,0.
Склад багатокomпонентних	–

інгредієнтів, включаючи добавки та допоміжні матеріали	
Походження	Україна. Природне (рослинне)
Спосіб виробництва	Сушіння, очищення, ГТО, розмелювання, просіювання
Методи пакування та постачання	Борошно пшеничне пакують в тканинні мішки не нижче 3 категорії або в 4-5 шарові паперові мішки з мішками-вкладишами, або в паперові мішки і пакети, або в мішки з поліпропіленових ниток. Мішки для пакування повинні бути цілими, міцними, чистими, сухими, не зараженими шкідниками і не повинні мати сторонніх запахів. Борошно завантажують у алюмінієві цистерни борошновозів об'ємом 40, 60-62 м ³ . Транспортують авто- або залізничним транспортом, а також борошно везами.
Умови зберігання	Зберігання пшеничного борошна здійснюють безтарним способом у силосах з дотриманням температурного режиму 15-20 °С і контролем рівня вологості $\omega = 60-65 \%$. У кожному силосі зберігають борошно одного сорту і при можливості одної партії. Місткість складу повинна забезпечувати 6-7 добовий запас борошна для роботи підприємства.
Строк придатності до споживання / використання	Гарантійний термін зберігання борошна – 12 місяців з дня виготовлення.
Маркування	Транспортне маркування здійснюється державною мовою.
Підготування та/або оброблення перед використанням або переробленням	Просіювання і магнітне очищення.
Специфікації закуплених компонентів, які пов'язані з їх використанням за призначеністю	У специфікації на пшеничне борошно вищого сорту мають бути прописані показники якості, безпечності, органолептичні і мікробіологічні показники, метод отримання олії, вимоги до зберігання, транспортування і маркування згідно нормативної документації.

Опис рецептурного інгредієнту «Квіти волошки (пелюстки)»

Характеристика	Опис
Вид та назва компоненту	Квіти волошки синьої (<i>Centaurea cyanus</i>)
Позначення та назва НД, які встановлюють вимоги до якості та безпечності	Державна фармакопея України
Органолептичні характеристики інгредієнту	- Зовнішній вигляд: цільні або подрібнені квіткові кошики без стебел - Колір: синій, синьо-блакитний - Запах: слабкий, приємний, характерний для квітів - Смак: нейтральний, без гіркоти
Фізико-хімічні характеристики інгредієнту	- Масова частка вологи: не більше 14% - Масова частка домішок: не більше 2% - Розмір часточок для подрібнених квітів: 2-5 мм
Біологічні характеристики, які стосуються безпечності продукту	- МАФАНМ: не більше 5×10^4 КУО/г - БГКП (коліформи): не допускаються в 0,1 г - Патогенні мікроорганізми, в т.ч. <i>Salmonella</i> : не допускаються в 25 г - Плісневі гриби: не більше 100 КУО/г - Дріжджі: не більше 100 КУО/г
Хімічні та фізичні характеристики, які стосуються безпечності продукту	Токсичні елементи, мг/кг, не більше: - Свинець – 6,0 - Кадмій – 1,0 - Миш'як – 0,5 - Ртуть – 0,1 Пестициди, мг/кг, не більше: - ДДТ (сума ізомерів та метаболітів) – 1,0. - альдрин – 0,05. - діельдрин – 0,05. - ендрин – 0,05. - гептахлор – 0,05. - гептахлорепоксид – 0,05. - гексахлорциклогексан (ГХЦГ, сума ізомерів) – 0,3. - ліндан (γ -ГХЦГ) – 0,2. Радіонукліди, Бк/кг, не більше: - Цезій-137 – 40 - Стронцій-90 – 20
Походження	Україна. Природне.
Спосіб виробництва	Збір квітів у період цвітіння, очищення від сторонніх домішок, сушіння при температурі не вище 40°C
Методи пакування та постачання	У чистих сухих паперових або поліетиленових пакетах, картонних коробках з внутрішнім пакетом. Маса нетто від 0,1 до 10 кг
Умови зберігання	У сухих, чистих, добре вентиляованих приміщеннях при температурі не вище 25°C та відносній вологості повітря не більше 70 %, захищених від прямих сонячних променів
Строк придатності до споживання/використання	12 місяців від дати виготовлення при дотриманні умов зберігання
Маркування	- Назва продукту - Дата виготовлення- Термін придатності - Умови зберігання - Маса нетто - Інформація про виробника - Номер партії
Підготування та/або оброблення перед використанням або переробленням	Перед використанням перевірити відсутність сторонніх домішок. При необхідності подрібнити до потрібного розміру
Специфікації закуплених компонентів, які пов'язані з їх використанням за призначеністю	- Сертифікат якості - Висновок санітарно-епідеміологічної експертизи - Протокол випробувань на показники безпечності

Опис рецептурного інгредієнту «Вода питна»

Вид та назва компоненту	Вода питна централізованого питного водопостачання населення (водопровідна питна вода)
Позначення та назва НД, які встановлюють вимоги до якості та безпечності	ДСанПіН 2.2.4-171-10 Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною
Органолептичні характеристики інгредієнту	Запах: при t 20° С, бали ≤ 2; при t 60° С, бали ≤ 2. Забарвленість, градуси ≤ 20-35. Каламутність, нефелометрична одиниця каламутності (1 НОК = 0,58 мг/л) ≤ 1,0-3,57; ≤ 2,6-3,57 – для підземного вододжерела. Смак і присмак, бали ≤ 2.
Фізико-хімічні характеристики інгредієнту	Неорганічні компоненти: - водневий показник, од. рН 6,5-8,5. - залізо загальне, мг/л ≤ 0,2-1,0. - загальна жорсткість, ммоль/л ≤ 7,0-10,0. - марганець, мг/л ≤ 0,05-0,5. - мідь, мг/л ≤ 1,0. - поліфосфати (за PO ₄ ³⁻), мг/л ≤ 3,5. - сульфати, мг/л ≤ 250-500. - сухий залишок, мг/л ≤ 1000-1500. - хлор залишковий вільний, мг/л ≤ 0,5. - хлориди, мг/л ≤ 250-350. - цинк, мг/л ≤ 1,0. Органічні компоненти: - хлор залишковий зв'язаний, мг/л ≤ 1,2. Сумарна альфа- і бета-активність : - сумарна альфа-активність, Бк/дм ³ ≤ 0,1. - сумарна бета-активність, Бк/дм ³ ≤ 1,0.
Біологічні характеристики, які стосуються безпечності продукту	Мікробіологічні показники: - загальне мікробне число при t 37° С - 24 год, КУО/см ³ ≤ 100 (≤ 50). - загальні коліформи, КУО/100 см ³ – відсутність. - <i>E.coli</i> , КУО/100 см ³ – відсутність. - ентерококи, КУО/100 см ³ – відсутність. - патогенні ентеробактерії, наявність в 1 дм ³ – відсутність. - коліфаги, БУО/дм ³ – відсутність. - ентеровіруси, аденовіруси, антигени ротавірусів, реовірусів, вірусу гепатиту А та інші, наявність в 10 дм ³ – відсутність. Паразитологічні показники: - патогенні кишкові найпростіші: ооцисти криптоспоридій, ізоспор, цисти лямблій, дизентерійних амеб, балантидія кишкового та інші, клітини, цисти в 50 дм ³ – відсутність. - кишкові гельмінти, клітини, яйця, личинки в 50 дм ³ – відсутність.
Хімічні та фізичні характеристики, які стосуються безпечності продукту	Неорганічні компоненти: - алюміній, мг/л ≤ 0,2 (0,5). - амоній, мг/л ≤ 0,5-2,6. - діоксид хлору, мг/л ≤ 1,0. - кадмій, мг/л ≤ 0,001. - кремній, мг/л ≤ 10. - миш'як, мг/л ≤ 0,01. - молібден, мг/л ≤ 0,07. - натрій, мг/л ≤ 200. - нітрати (за NO ₃), мг/л ≤ 50. - нітрити, мг/л ≤ 0,5 (0,1). - озон залишковий, мг/л – 0,1-0,3. - ртуть, мг/л ≤ 0,0005. - свинець, мг/л ≤ 0,01. - фториди для кліматичних зон: IV ≤ 0,7; III ≤ 1,2; II ≤ 1,5. - хлорити, мг/л ≤ 0,2. Органічні компоненти: - поліакриламід залишковий, мг/л ≤ 2,0. - формальдегід, мг/л ≤ 0,05.

Хімічні та фізичні характеристики, які стосуються безпеки продукту	Радіаційні показники безпеки питної води: - сумарна активність природної суміші ізотопів U, Бк/дм ³ ≤ 1. - питома активність ²²⁶ Ra, Бк/дм ³ ≤ 1. - питома активність ²²⁸ Ra, Бк/дм ³ ≤ 1. - питома активність ²²² Rn, Бк/дм ³ ≤ 100. - питома активність ¹³⁷ Cs, Бк/дм ³ ≤ 2. - питома активність ⁹⁰ Sr, Бк/дм ³ ≤ 2.
Склад багатокомпонентних інгредієнтів, включаючи добавки та допоміжні матеріали	–
Походження	Україна. Природне
Спосіб виробництва	Добування, очищення
Методи пакування та постачання	Транспортується трубопроводами
Умови зберігання	У чистих закритих резервуарах при температурі від 5° С до 20° С в місцях, захищених від попадання прямих сонячних променів.
Строк придатності до споживання / використання	Термін зберігання питної води у стаціонарних ємкостях не повинен перевищувати 24 години, а у транспортних ємкостях (автоцистернах) – 6 годин.
Маркування	Вода вопрводна питна
Підготовка та/або оброблення перед використанням або переробленням	Водопровідна питна вода, яка пройшла додаткову обробку – очищення в пісочному фільтрі

Опис рецептурного інгредієнту
«Альгінат натрію»

Вид та назва компоненту	Харчова добавка – стабілізатор, загущувач, гелеутворювач. Альгінат натрію (Sodium Alginate, E401)
Позначення та назва НД, які встановлюють вимоги до якості та безпечності	Декларація виробника Commission Regulation (EU) No 231/2012; JECFA Monograph; Food Chemicals Codex (FCC)
Органолептичні характеристики інгредієнту	Біл-кремовий порошок без стороннього запаху та смаку
Фізико-хімічні характеристики інгредієнту	Масова частка основної речовини $\geq 90,8\%$ В'язкість – 20-1000 мПа·с (залежно від марки); Розмір частинок – 80 mesh; Втрата маси при висушуванні $\leq 15\%$; рН (1 % розчин) – 6,0-8,0; Нерозчинні у воді речовини $\leq 3\%$; Кальцій (Ca) $\leq 0,3\%$; Розчинність – нерозчинний у спирті, добре набухає та розчиняється у воді; Сторонні механічні та металоманітні домішки – не дозволено.
Біологічні характеристики, які стосуються безпечності продукту	КМАФАнМ ≤ 5000 КУО/г; Дріжджі ≤ 500 КУО/г; Плісняві гриби ≤ 500 КУО/г; <i>Salmonella spp.</i> – відсутність у 25 г; <i>Escherichia coli</i> – відсутність у 1 г.
Хімічні та фізичні характеристики, які стосуються безпечності продукту	Токсичні елементи ≤ 20 мг/кг / ppm: - свинець ≤ 5 мг/кг / ppm; - кадмій ≤ 1 мг/кг / ppm; - ртуть ≤ 1 мг/кг, кг / ppm; - миш'як ≤ 3 мг/кг / ppm.
Склад багатокомпонентних інгредієнтів, включаючи добавки та допоміжні матеріали	Однокомпонентний продукт: натрієва сіль альгінової кислоти, отримана з бурих водоростей
Походження	Китай. Природне. Отримують із бурих морських водоростей родів <i>Laminaria</i> , <i>Macrocystis</i> , <i>Ascophyllum</i>
Спосіб виробництва	Екстрагування альгінатів із водоростей, очищення, осадження та висушування з подальшим подрібненням
Методи пакування та постачання	Багатошарові паперові мішки з поліетиленовим вкладишем або полімерні мішки по 20-25 кг
Умови зберігання	У сухих, чистих, вентиляваних приміщеннях за відносної вологості повітря не більше 75 %
Строк придатності до споживання / використання	12-24 місяці
Маркування	Назва, Е-код E401, номер партії, дата виробництва, маса нетто, умови зберігання, виробник
Підготування та/або оброблення перед використанням або переробленням	Поступове внесення у воду або іншу рідку фазу при інтенсивному перемішуванні до повного розчинення

Опис рецептурного інгредієнту
«Ацетат цинку дигідрат»

Вид та назва компоненту	Ацетат цинку дигідрат (Zinc Acetate, E650)
Позначення та назва НД, які встановлюють вимоги до якості та безпечності	Декларація виробника Commission Regulation (EU) No 231/2012; JECFA Monograph; Food Chemicals Codex (FCC), Food Chemicals Codex (FCC); USP; Regulation (EU) No 1170/2009
Органолептичні характеристики інгредієнту	Білуватий кристалічний порошок або гранули з ледь помітним оцтовим запахом
Фізико-хімічні характеристики інгредієнту	Вміст ацетату цинку $\geq 98,0$ %; Вміст Zn – 28-30 %; рН (5 % розчин) – 6,0-8,0; Втрата маси при висушуванні ≤ 18 % (для дигідрату); Розчинність – добре розчинний у воді. Відсутність механічних домішок, нерозчинних включень та ознак злежування
Біологічні характеристики, які стосуються безпечності продукту	КМАФАнМ ≤ 1000 КУО/г; Дріжджі та плісняві гриби ≤ 100 КУО/г; Патогенні мікроорганізми, у т.ч. <i>Salmonella spp.</i> , – відсутні.
Хімічні та фізичні характеристики, які стосуються безпечності продукту	Токсичні метали: - свинець ≤ 3 мг/кг; - кадмій ≤ 1 мг/кг; - миш'як ≤ 3 мг/кг; - ртуть ≤ 1 мг/кг
Склад багатокомпонентних інгредієнтів, включаючи добавки та допоміжні матеріали	Однокомпонентний продукт: ацетат цинку (безводний або дигідрат)
Походження	Мінеральне. Отримують взаємодією оцтової кислоти з оксидом або карбонатом цинку
Спосіб виробництва	Хімічний синтез із подальшою кристалізацією, очищенням та сушінням
Методи пакування та постачання	Поліетиленові пакети, банки або мішки з вкладишем по 1-25 кг
Умови зберігання	У сухих приміщеннях у щільно закритій тарі при температурі 15-25 °С, захищеній від вологи, вологість не вище 75 %
Строк придатності до споживання / використання	12-24 місяці
Маркування	Назва, Е-код E650, номер партії, дата виробництва, маса нетто, виробник, умови зберігання
Підготування та/або оброблення перед використанням або переробленням	Розчинення у воді або водному екстракті до отримання однорідного розчину

**Опис пакувального матеріалу
«Плівка полімерна багатошарова»**

Вид та назва компоненту	Багатошарова металізована плівка на основі металізованого BOPP (BOPPmet t) та поліетилену (PE)
Позначення та назва НД, які встановлюють вимоги до якості та безпечності	Декларація відповідності виробника для матеріалів, що контактують із харчовими продуктами Регламент (ЄС) № 1935/2004; Регламент (ЄС) № 10/2011
Органолептичні характеристики інгредієнту	Металізована непрозора плівка сріблястого кольору, без стороннього запаху, розшарувань та механічних пошкоджень
Фізико-хімічні характеристики інгредієнту	<p>Фізико-механічні показники:</p> <ul style="list-style-type: none"> - міцність на розрив (MD – поздовжній напрямок) – 150 МПа - міцність на розрив (TD – поперечний напрямок) – 250 МПа - відносне подовження при розриві (MD) ~200 % - відносне подовження при розриві (TD) ~60 % - термічна усадка (MD) ≤ 4,0 % - термічна усадка (TD) ≤ 3,0 % <p>Оптичні властивості:</p> <ul style="list-style-type: none"> - прозорість () ≤ 2,5 % - глянець ~85-90 % - світлопропускання: ≥ 85 % <p>Поверхневі властивості:</p> <ul style="list-style-type: none"> - поверхнева енергія (корона-обробка) ≥ 38 дун/см - коефіцієнт тертя (COF) ~0,3 - тип поверхні – одна сторона коронно активована (для друку/ламінування) <p>Бар'єрні властивості:</p> <ul style="list-style-type: none"> - WVTR (водопаропроникність, 38 °C / 90% RH) < 7 g/m²·24 h - O₂ проникність (типово) ~120–200 cm³/m²·24 h (залежить від товщини) <p>Теплові властивості:</p> <ul style="list-style-type: none"> - температура зварювання: 105–140 °C - зварна міцність шва ~300 g/15 mm - термостійкість при обробці – стабільна в діапазоні пакувальних температур. <p>Геометричні / технологічні параметри:</p> <ul style="list-style-type: none"> - товщина плівки – 50-90 мкм - ширина рулону – до 2000 мкм - вихід (yield) ~22-73 m²/kg (залежно від товщини). <p>Загальні технологічні характеристики:</p> <ul style="list-style-type: none"> - харчовий допуск – дозволена для харчової упаковки - сумісність – друк, ламінування, пакувальні автомати - особливості – висока жорсткість, низька вологопроникність, добра стабільність розмірів. <p>Відсутність сторонніх включень, пошкоджень металізованого шару, проколів і розривів.</p>
Біологічні характеристики, які стосуються безпечності продукту	Патогенні мікроорганізми відсутні; матеріал не підтримує розвиток мікрофлори
Хімічні та фізичні характеристики, які стосуються безпечності продукту	<p>Загальна міграція речовин (OML) – не більше 10 мг/дм² контактної поверхні або 60 мг/кг харчового продукту.</p> <p>За результатами випробувань у модельних середовищах (3 % оцтова кислота, 10 %, 20 %, 50 %, 95 % етанол, ізооктан) показники загальної міграції не перевищують встановлених нормативів.</p> <p>Специфічна міграція металів відповідає вимогам Регламенту (ЄС) № 10/2011: алюміній ≤1 мг/кг, барій ≤1 мг/кг, кобальт ≤0,05 мг/кг, мідь ≤5 мг/кг, залізо ≤48 мг/кг, літій ≤0,6 мг/кг, марганець ≤0,6 мг/кг, нікель ≤0,02 мг/кг, цинк ≤5 мг/кг, вольфрам ≤0,05 мг/кг.</p> <p>Фактична міграція зазначених елементів під час випробувань не виявлена або була нижчою за межу визначення методу.</p>
Склад багатокомпонентних інгредієнтів, включаючи добавки та допоміжні матеріали	Металізований БОПП + адгезійний шар + ПЕ
Походження	Синтетичне полімерне пакування з вакуумно нанесеним алюмінієвим шаром
Спосіб виробництва	Вакуумна металізація БОПП алюмінієм з подальшим ламінуванням з ПЕ
Методи пакування та постачання	У рулонах на картонних втулках із захистом від механічних пошкоджень та вологи

Умови зберігання	У сухих, затемнених і захищених від пилу приміщеннях за температури до 35 °С та відносної вологості 60 %.
Строк придатності до споживання / використання	12-24 місяці від дати виготовлення
Маркування	Назва матеріалу, виробник, номер партії, дата виготовлення, ширина рулону, маса нетто
Підготування та/або оброблення перед використанням або переробленням	Не потребує спеціальної підготовки; перед використанням здійснюють контроль цілісності металізованого шару та якості зварювання. Рекомендується витримувати у виробничих умовах протягом щонайменше 24 годин перед початком виробництва.

Протокол ідентифікації та оцінювання небезпечних чинників

Додаток Б

Номер та назва стадії (операції)	Небезпечні чинники, що виникають, посилюються або контролюються на цій стадії (Б – біологічні, Х – хімічні, Ф – фізичні)	Джерела (причини, умови) виникнення чи посилення небезпечного чинника	Прийнятний рівень небезпечного чинника у кінцевому продукті	Обґрунтування прийнятного рівня	Заходи керування	Результати оцінки ризику			Суттєвість НЧ
						Істотність впливу, С	Ймовірність виникнення, В	Ступінь ризику, К	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.1 Приймання борошна пшеничного	Б – небезпечні мікроорганізми	При порушенні температурно-вологісних умов зберігання і транспортування	БГ КП (коліформи), в 0,01 г – не допускаються. Плісняві гриби, не більше – $5 \cdot 10^6$ КУО/1 г. Патогенні мікроорганізми, в т.ч. бактерії роду <i>Salmonella</i> , в 25 г – не допускаються.	ГСТУ 46.004-99 Борошно пшеничне. Технічні умови	Гарантії постачальника. Вхідний контроль. Лабораторний аутсорсинг.	3	0,1	0,3	Не суттєвий
	Х – токсичні елементи, мікотоксини, радіонукліди, пестициди	З сировини, при порушенні умов виробництва, зберігання, транспортування	Токсичні елементи, мг/кг, не більше: Pb – 0,5; Cd – 0,1; As – 0,2; Hg – 0,02; Cu – 10; Zn – 50. Мікотоксини, мг/кг, не більше: афлатоксин В ₁ – 0,005; зеараленон – 1,0; Т-2 токсин – 0,1; дезоксініваленон (вомітоксин) – 0,5. Радіонукліди, Бк/кг, не більше: ¹³⁷ Cs – 20; ⁹⁰ Sr – 50. Пестициди мг/кг не більше: лихопопрол – 0,05; лихопетан – 5,0; карбофос – 1,0; метатіон – 0,3; сульфидкарбонати емulsion – 1,0; чотирьохлористий карбон – 10,0.	ГСТУ 46.004-99 Борошно пшеничне. Технічні умови	Гарантії постачальника. Вхідний контроль. Лабораторний аутсорсинг.	3	0,1	0,3	Не суттєвий

КРМ.ХХЕтаБ.1.795-03.1.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.1 Приймання борошна пшеничного	Ф – мінеральні, металомагнітні домішки	При порушенні умов виробництва, зберігання, транспортування	Мінеральна домішка – при розжовуванні борошна не повинно відчуватися хрускоту. Металомагнітна домішка (розмір окремих частинок в найбільшому лінійному вимірі 0,3 мм і / або маса не більше 0,4 мг) – не більше 3,0 мг на 1 кг борошна.	ГСТУ 46.004-99 Борошно пшеничне. Технічні умови	Гарантії постачальника. Вхідний контроль.	3	0,1	0,3	Не суттєвий
	А – глютен	Початково у сировині	24 %	ГСТУ 46.004-99 Борошно пшеничне. Технічні умови	Гарантії постачальника. Вхідний контроль	3	0,1	0,3	Не суттєвий
1.2 Зберігання борошна	Б – плісняві гриби	При порушенні температурно- вологісних умов зберігання	Плісняві гриби, не більше – $5 \cdot 10^2$ КУО/1 г.	ГСТУ 46.004-99 Борошно пшеничне. Технічні умови	Умови зберігання $t = 15-20 \text{ }^\circ\text{C}$, $w = 60-65 \%$	2	0,2	0,4	Не суттєвий
	Х – мікотоксини		Мікотоксини, мг/кг, не більше: афлатоксин В ₁ – 0,005; зеараленон – 1,0; Т-2 токсин – 0,1; дезоксініваленон (вомітоксин) – 0,5			3	0,1	0,3	Не суттєвий
	Ф – відсутні	–	–	–	–	–	–	–	–
	А – відсутні	–	–	–	–	–	–	–	–

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.3 Просіювання борошна і магнітне очищення	Б – відсутні	–	–	–	–	–	–	–	–
	Х – мийні та дезінфікувальні засоби	Залишки мийних та дезінфікувальних засобів у ємності	Залишкові кількості мийних і дезінфікувальних засобів не допускаються	Програми- передумови	Використання нетоксичних миючих засобів, які дозволені МОЗ України. Дотримання режимів миття та дезінфекції, контроль концентрації приготування миючих засобів	2	0,1	0,2	Не суттєвий
	Ф – домішки феромагнітні, механічні	При порушенні роботи і цілісності сит / магнітного уловлювача.	Мінеральна домішка – при розжовуванні борошна не повинно відчуватися хрускоту. Металомагнітна домішка (розмір окремих частинок в найбільшому лінійному вимірі 0,3 мм і / або маса не більше 0,4 мг) – не більше 3,0 мг на 1 кг борошна.	ТІ	дотв. сит = 1,0-1,6 мм, магнітні уловлювачі, перевірка магнітної індукції і вантажопідйомності магніту	3	0,2	0,6	Суттєвий
1.4 Дозування борошна	А – відсутні	–	–	–	–	–	–	–	–
	Б – відсутні	–	–	–	–	–	–	–	–
	Х – відсутні	–	–	–	–	–	–	–	–
	Ф – відсутні	–	–	–	–	–	–	–	–
1.4 Змішування борошна з функціональним розчином	А – відсутні	–	–	–	–	–	–	–	–
	Б – відсутні	–	–	–	–	–	–	–	–
	Х – відсутні	–	–	–	–	–	–	–	–
	Ф – відсутні	–	–	–	–	–	–	–	–

1.6 Пресування тіста	Б – відсутні	–	–	–	–	–	–	–	–
	Х – мийні та дезінфікувальні засоби	Залишки мийних та дезінфікувальних засобів у пресі	Залишкові кількості мийних і дезінфікувальних засобів не допускаються	Програми-передумови	Використання нетоксичних миючих засобів, які дозволені МОЗ України. Дотримання режимів миття та дезінфекції, контроль концентрації приготування миючих засобів	2	0,1	0,2	Не суттєвий
	Ф – відсутні	–	–	–	–	–	–	–	–
1.7 Різання та укладання сирії локшини	А – відсутні	–	–	–	–	–	–	–	–
	Б – відсутні	–	–	–	–	–	–	–	–
	Х – відсутні	–	–	–	–	–	–	–	–
	Ф – відсутні	–	–	–	–	–	–	–	–
1.8 Обдування сирії локшини	А – відсутні	–	–	–	–	–	–	–	–
	Б – відсутні	–	–	–	–	–	–	–	–
	Х – відсутні	–	–	–	–	–	–	–	–
	Ф – відсутні	–	–	–	–	–	–	–	–
1.9 Сушіння сирії локшини	А – відсутні	–	–	–	–	–	–	–	–
	Б – небезпечні мікроорганізми	При порушенні температури, вологості і тривалості сушіння	БГКП (коліформи), в 0,1 г – не дозволено. Плісняві гриби, КУО в 1 г, не більше – 1×10^2 . Патогенні мікроорганізми, в т.ч. бактерії роду <i>Salmonella</i> , в 25 г – не дозволено.	ТІ, ДСТУ 7043:2020 «Вироби макаронні. Загальні технічні умови»	$t = 60-65 \text{ }^\circ\text{C}$, $\omega = 70-75\%$, $\tau = 4-5 \text{ год}$ $\omega_{\text{локшини}} \leq 13 \%$	3	0,2	0,6	Суттєвий
	Х – відсутні	–	–	–	–	–	–	–	–
	Ф – відсутні	–	–	–	–	–	–	–	–
	А – відсутні	–	–	–	–	–	–	–	–

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.10 Охолодження локшини	Б – небезпечні мікроорганізми	При порушенні температури, вологості і тривалості охолодження	БГКП (коліформи), в 0,1 г – не дозволено. Плісняві гриби, КУО в 1 г, не більше – 1×10^2 . Патогенні мікроорганізми, в т.ч. бактерії роду <i>Salmonella</i> , в 25 г – не дозволено.	ТІ, ДСТУ 7043:2020 «Вироби макаронні. Загальні технічні умови»	$t = 25-30 \text{ }^\circ\text{C}$, $\omega = 60-70 \%$ $\tau = 1 \text{ год}$	3	0,1	0,3	Не суттєвий
	Х – відсутні	–	–	–	–	–	–	–	–
	Ф – відсутні	–	–	–	–	–	–	–	–
	А – відсутні	–	–	–	–	–	–	–	–
1.11 Фасування локшини у полімерну плівку	Б – відсутні	–	–	–	–	–	–	–	–
	Х – відсутні	–	–	–	–	–	–	–	–
	Ф – сторонні предмети, скло, металеві частини	Порушення умов пакування	Сторонніх предметів не дозволено	ТІ, ДСТУ 7043:2020 «Вироби макаронні. Загальні технічні умови»	Детектори сторонніх предметів, металомагнітний уловлювач	3	0,1	0,3	Не суттєвий
	А – відсутні	–	–	–	–	–	–	–	–
1.12 Зберігання локшини	Б – небезпечні мікроорганізми	Порушення гігієнічних умов на виробництві і температурно- вологісних умов зберігання	БГКП (коліформи), в 0,1 г – не дозволено. Плісняві гриби, КУО в 1 г, не більше – 1×10^2 . Патогенні мікроорганізми, в т.ч. бактерії роду <i>Salmonella</i> , в 25 г – не дозволено.	ДСТУ 7043:2020 «Вироби макаронні. Загальні технічні умови»	Дотримання гігієнічних умов, температурно- вологісних умов і тривалості зберігання, герметичності пакування	3	0,1	0,3	Не суттєвий
	Х – відсутні	–	–	–	–	–	–	–	–
	Ф – відсутні	–	–	–	–	–	–	–	–
	А – відсутні	–	–	–	–	–	–	–	–

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2.1 Приймання сухих квітів волошки	Б – небезпечні мікроорганізми	При порушенні температурно-вологісних умов зберігання і транспортування	- МАФАнМ: не більше 5×10^4 КУО/г - БГКП (коліформи): не допускаються в 0,1 г - Патогенні мікроорганізми, в т.ч. <i>Salmonella</i> : не допускаються в 25 г - Плісеневі гриби: не більше 100 КУО/г - Дріжджі: не більше 100 КУО/г	Державна фармакопея України	Гарантії постачальника. Вхідний контроль. Лабораторний аутсорсинг	3	0,1	0,3	Не суттєвий
	Б – небезпечні мікроорганізми	У сировині залишки агротехнічних засобів	Токсичні елементи, мг/кг, не більше: - свинець – 6,0; - кадмій – 1,0; - миш'як – 0,5; - ртуть – 0,1. Пестициди, мг/кг, не більше: - ДДТ (сума ізомерів та метаболітів) – 1,0. - альдрин – 0,05. - діельдрин – 0,05. - ендрин – 0,05. - гептахлор – 0,05. - гептахлорепоксид – 0,05. - гексахлорциклогексан (ГХЦГ, сума ізомерів) – 0,3. - ліндан (γ-ГХЦГ) – 0,2. Радіонукліди, Бк/кг, не більше: - цезій-137 – 40; - стронцій-90 – 20.	Державна фармакопея України	Гарантії постачальника. Вхідний контроль. Лабораторний аутсорсинг	3	0,2	0,6	Суттєвий
	Ф – відсутні	–	–	–	–	–	–	–	–
А – відсутні	–	–	–	–	–	–	–	–	–

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2.2 Зберігання сухих квітів волошки	Б– відсутні	–	–	–	–	–	–	–	–
	Х– відсутні	–	–	–	–	–	–	–	–
	Ф – відсутні	–	–	–	–	–	–	–	–
	А – відсутні	–	–	–	–	–	–	–	–
2.3 Дозування сухих квітів волошки	Б– відсутні	–	–	–	–	–	–	–	–
	Х– відсутні	–	–	–	–	–	–	–	–
	Ф – відсутні	–	–	–	–	–	–	–	–
	А – відсутні	–	–	–	–	–	–	–	–
2.4 Перемішування сухих квітів волошки з водою	Б– відсутні	–	–	–	–	–	–	–	–
	Х– відсутні	–	–	–	–	–	–	–	–
	Ф – відсутні	–	–	–	–	–	–	–	–
	А – відсутні	–	–	–	–	–	–	–	–
2.5 Охолодження екстракту	Б– відсутні	–	–	–	–	–	–	–	–
	Х– відсутні	–	–	–	–	–	–	–	–
	Ф – відсутні	–	–	–	–	–	–	–	–
	А – відсутні	–	–	–	–	–	–	–	–
2.6 Фільтрування екстракту	Б – відсутні	–	–	–	–	–	–	–	–
	Х – відсутні	–	–	–	–	–	–	–	–
	Ф – домішки феромагнітні	При порушенні роботи і цілісності сит	Металомагнітна домішка не допускається	ТІ	dotв. сит = 1,0-1,6 мм	3	0,1	0,3	Не суттєвий
2.7 Перемішування екстракту з ацетатом цинку	А – відсутні	–	–	–	–	–	–	–	–
	Б – відсутні	–	–	–	–	–	–	–	–
	Х – ацетат цинку	При виході з ладу роботи дозатора	0,1 г ацетату цинку на 100 см ³	ТУ У, ТІ	Робота дозатора	3	0,1	0,3	Не суттєвий
	Ф – відсутні	–	–	–	–	–	–	–	–
2.8 Перемішування з альгінатом натрію	А – відсутні	–	–	–	–	–	–	–	–
	Х– відсутні	–	–	–	–	–	–	–	–
	Ф – відсутні	–	–	–	–	–	–	–	–
2.9 Дозування функціональної суміші	А – відсутні	–	–	–	–	–	–	–	–
	Б– відсутні	–	–	–	–	–	–	–	–
	Х– відсутні	–	–	–	–	–	–	–	–
	Ф – відсутні	–	–	–	–	–	–	–	–

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3.1 Очищення води	Б – небезпечні мікроорганізми, віруси, паразити	У разі забруднення фільтру	Загальні коліформи, КУО/100 см ³ – відсутність. <i>E.coli</i> , КУО/100 см ³ – відсутність. Ентерококи, КУО/100 см ³ – відсутність. Патогенні ентеробактерії, наявність в 1 дм ³ – відсутність. Коліфаги, БУО/дм ³ – відсутність. Ентеровіруси, аденовіруси, антигени ротавірусів, реовірусів, вірусу гепатиту А та інші, наявність в 10 дм ³ – відсутність. Паразитологічні показники: - патогенні кишкові найпростіші: ооцисти криптоспоридій, ізоспор, цисти лямблій, дизентерійних аміб, блантидія кишкового та інші, клітини, цисти в 50 дм ³ – відсутність. - кишкові гельмінти, клітини, яйця, личинки в 50 дм ³ – відсутність.	ДСанПіН 2.2.4- 171-10 Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною	Чистота піщаного фільтру	3	0,1	0,3	Не суттєвий

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3.1 Очищення води	X – неорганічні, органічні, радіологічні компоненти	У разі забруднення фільтру	Неорганічні компоненти: - Al, мг/л ≤ 0,2 (0,5). - NH ₃ , мг/л ≤ 0,5-2,6. - діоксид хлору, мг/л ≤ 1,0. - Cd, мг/л ≤ 0,001. - Si, мг/л ≤ 10. - As, мг/л ≤ 0,01. - Mo, мг/л ≤ 0,07. - Na, мг/л ≤ 200. - нітрати (за NO ₃), мг/л ≤ 50. - нітрити, мг/л ≤ 0,5 (0,1). - озон залишковий, мг/л – 0,1-0,3. - Hg, мг/л ≤ 0,0005. - Pb, мг/л ≤ 0,01. - фториди для кліматичних зон: IV ≤ 0,7; III ≤ 1,2; II ≤ 1,5. - хлорити, мг/л ≤ 0,2. Органічні компоненти: - поліакриламід залишковий, мг/л ≤ 2,0. - формальдегід, мг/л ≤ 0,05. Радіаційні показники безпеки питної води: - сумарна активність природної суміші ізотопів U, Бк/дм ³ ≤ 1. - питома активність ²²⁶ Ra, Бк/дм ³ ≤ 1. - питома активність ²²⁸ Ra, Бк/дм ³ ≤ 1. - питома активність ²²² Rn, Бк/дм ³ ≤ 100. - питома активність ¹³⁷ Cs, Бк/дм ³ ≤ 2. - питома активність ⁹⁰ Sr, Бк/дм ³ ≤ 2.	ДСанПіН 2.2.4- 171-10 Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною	Чистота піщаного фільтру	3	0,1	0,3	Не суттєвий

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3.1 Очищення води	Ф – шматки ржі	У разі неефективності і забруднення фільтру	Сторонні домішки – не дозволені	ДСанПіН 2.2.4-171-10 Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною	Ефективність і чистота піщаного фільтру	3	0,1	0,3	Не суттєвий
	А – відсутні	–	–	–	–	–	–	–	–
3.2 Резервування води	Б – БГКП	У разі недостатньої дезінфекції резервуарів	Загальні коліформи, КУО/100 см ³ – відсутність. <i>E.coli</i> , КУО/100 см ³ – відсутність.	ДСанПіН 2.2.4-171-10 Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною					
	Х – мийні та дезінфікувальні засоби	Залишки мийних та дезінфікувальних засобів у резервуарі	Залишкові кількості мийних і дезінфікувальних засобів не допускаються	Програми-передумови	Використання нетоксичних миючих засобів, які дозволені МОЗ України. Дотримання режимів миття та дезінфекції, контроль концентрації приготування миючих засобів	2	0,1	0,2	Не суттєвий
	Ф – відсутні	–	–	–	–	–	–	–	–
3.3 Дозування води	А – відсутні	–	–	–	–	–	–	–	–
	Х – відсутні	–	–	–	–	–	–	–	–
	Ф – відсутні	–	–	–	–	–	–	–	–
	А – відсутні	–	–	–	–	–	–	–	–

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
4.1 Приймання ацетату цинку	Б – небезпечні мікроорганізми	У результаті порушення технології та перехресної контамінації	КМАФАнМ ≤1000 КУО/г; Дріжджі та плісняві гриби ≤100 КУО/г; Патогенні мікроорганізми, у т.ч. <i>Salmonella spp.</i> , – відсутні.	Декларація виробника	Гарантії постачальника. Вхідний контроль. Лабораторний аутсорсинг	3	0,1	0,3	Не суттєвий	
	Х – токсичні метали		Токсичні метали: - свинець ≤3 мг/кг; - кадмій ≤1 мг/кг; - миш'як ≤3 мг/кг; - ртуть ≤1 мг/кг			3	0,1	0,3	Не суттєвий	
	Ф – відсутні		–			–	–	–	–	–
	А – відсутні		–			–	–	–	–	–
4.2 Зберігання ацетату цинку	Б – відсутні	–	–	–	–	–	–	–	–	
	Х – відсутні	–	–	–	–	–	–	–	–	
	Ф – відсутні	–	–	–	–	–	–	–	–	
	А – відсутні	–	–	–	–	–	–	–	–	
4.3 Дозування ацетату цинку	Б – відсутні	–	–	–	–	–	–	–	–	
	Х – ацетат цинку	При виході з ладу роботи дозатора	С = 50 г на 100 кг борошна; 0,1 г на 100 см ³ екстракту	ТУ У, ПІ	Робота дозатора	3	0,2	0,6	Суттєвий	
	Ф – відсутні	–	–	–	–	–	–	–	–	
	А – відсутні	–	–	–	–	–	–	–	–	
5.1 Приймання альгінату натрію	Б – небезпечні мікроорганізми	У результаті порушення умов зберігання	КМАФАнМ ≤5000 КУО/г; Дріжджі ≤500 КУО/г; Плісняві гриби ≤ 500 КУО/г; <i>Salmonella spp.</i> – відсутність у 25 г; <i>Escherichia coli</i> – відсутність у 1 г.	Декларація виробника	Гарантії постачальника. Вхідний контроль. Лабораторний аутсорсинг	3	0,1	0,3	Не суттєвий	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
5.1 Приймання альгінату натрію	Б – небезпечні мікроорганізми	У результаті порушення технології та перехресної контамінації	КМАФАнМ ≤5000 КУО/г; Дріжджі ≤500 КУО/г; Плісняві гриби ≤ 500 КУО/г; <i>Salmonella spp.</i> – відсутність у 25 г; <i>Escherichia coli</i> – відсутність у 1 г.	Декларація виробника	Гарантії постачальника. Вхідний контроль. Лабораторний аутсорсинг	3	0,1	0,3	Не суттєвий		
	Х – токсичні метали		Токсичні елементи ≤ 20 мг/кг / ppm: - свинець ≤5 мг/кг / ppm; - кадмій ≤1 мг/кг / ppm; - ртуть ≤1 мг/кг, кг / ppm; - миш'як ≤3 мг/кг / ppm;			3	0,1	0,3	Не суттєвий		
	Ф – відсутні		–			–	–	–	–	–	–
	А – відсутні		–			–	–	–	–	–	–
5.2 Зберігання альгінату натрію	Б – відсутні	–	–	–	–	–	–	–	–		
	Х – відсутні	–	–	–	–	–	–	–	–		
	Ф – відсутні	–	–	–	–	–	–	–	–		
	А – відсутні	–	–	–	–	–	–	–	–		
5.3 Просіювання альгінату натрію	Б – відсутні	–	–	–	–	–	–	–	–		
	Х – відсутні	–	–	–	–	–	–	–	–		
	Ф – домішки феромагнітні, механічні	При порушенні роботи і цілісності сит / магнітного уловлювача.	Металомагнітна домішка – не допускається	ГП	dotв. сит = 1,0-1,6 мм, магнітні уловлювачі	3	0,1	0,3	Не суттєвий		
	А – відсутні	–	–	–	–	–	–	–	–		
5.4 Дозування альгінату натрію	Б – відсутні	–	–	–	–	–	–	–	–		
	Х – відсутні	–	–	–	–	–	–	–	–		
	Ф – відсутні	–	–	–	–	–	–	–	–		
	А – відсутні	–	–	–	–	–	–	–	–		

Таблиця 1 – Характеристика локшини з борошна твердої пшениці

Показники	Контрольний зразок локшини		Локшина з екстрактом квітів волошки		Локшина з альгінатом натрію		Локшина з екстрактом квітів волошки, альгінатом натрію і цинком	
	борошно з ендосперму	цільнозернове борошно	борошно з ендосперму	цільнозернове борошно	борошно з ендосперму	цільнозернове борошно	борошно з ендосперму	цільнозернове борошно
Вологість, %	12,60	12,54	11,19	10,78	11,51	10,84	12,37	11,25
Титрована кислотність, град	3,1	3,3	3,4	3,5	3,2	3,3	3,3	3,5
Коефіцієнт збільшення маси виробів після варіння	1,68	1,23	1,36	1,11	1,71	1,33	1,70	1,53
Втрати сухих речовин, %	5,30	6,79	5,94	6,80	4,69	5,78	5,17	6,00

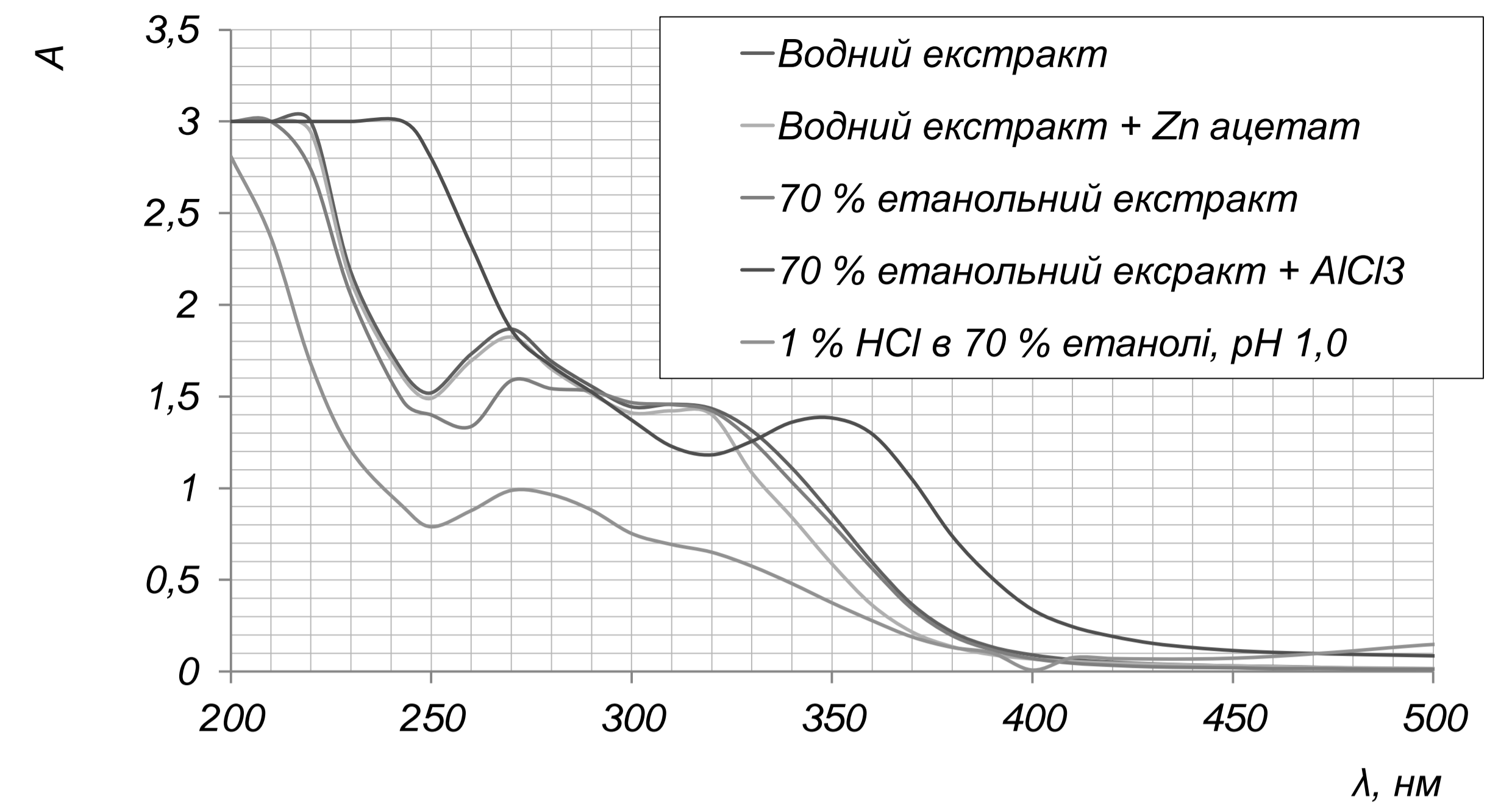


Рис. 1. УФ-спектри поглинання екстрактів пелюсток квітів волошки синьої

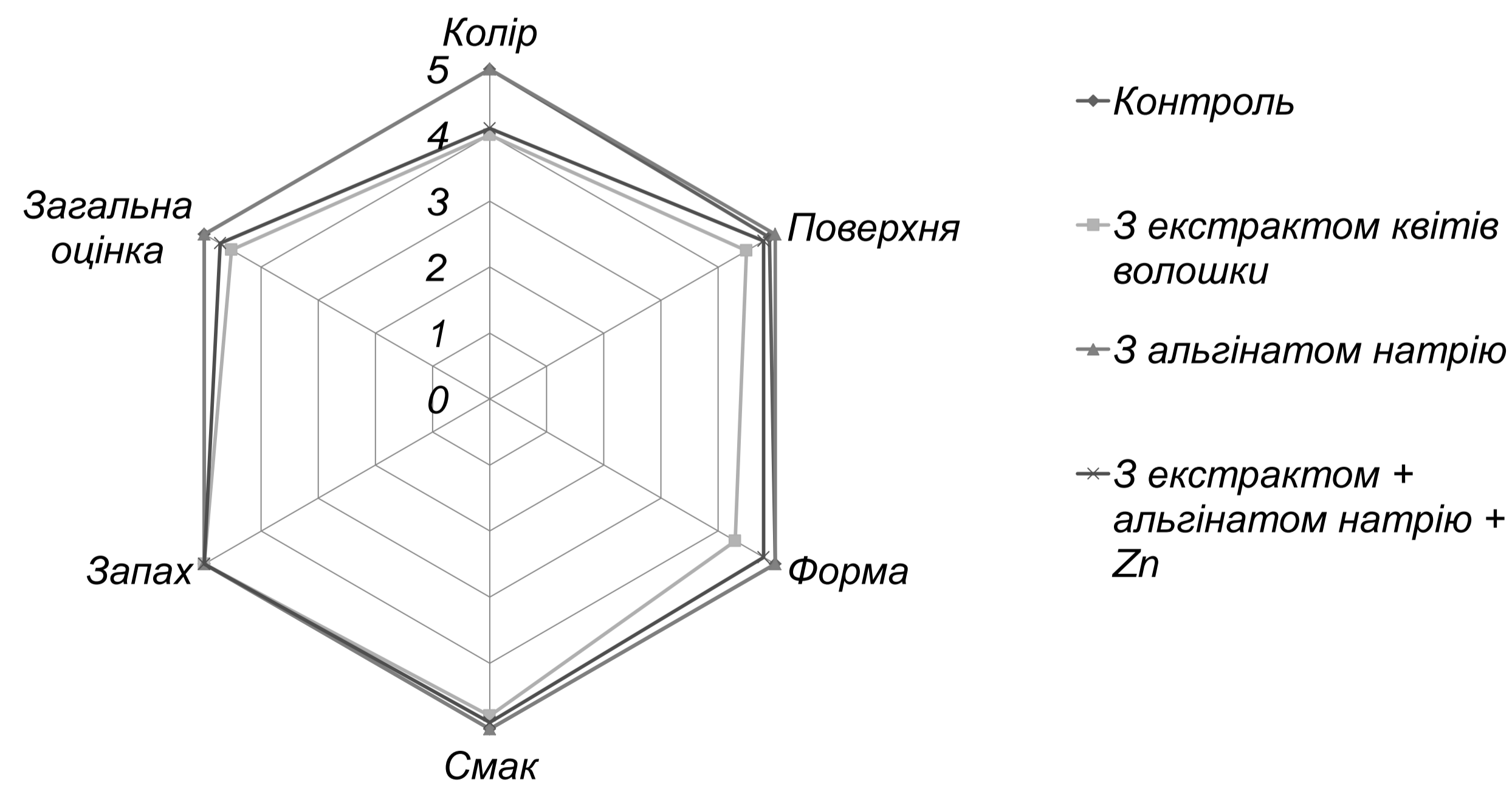


Рис. 2. Органолептична оцінка сухої локшини з борошна ендосперму твердої пшениці

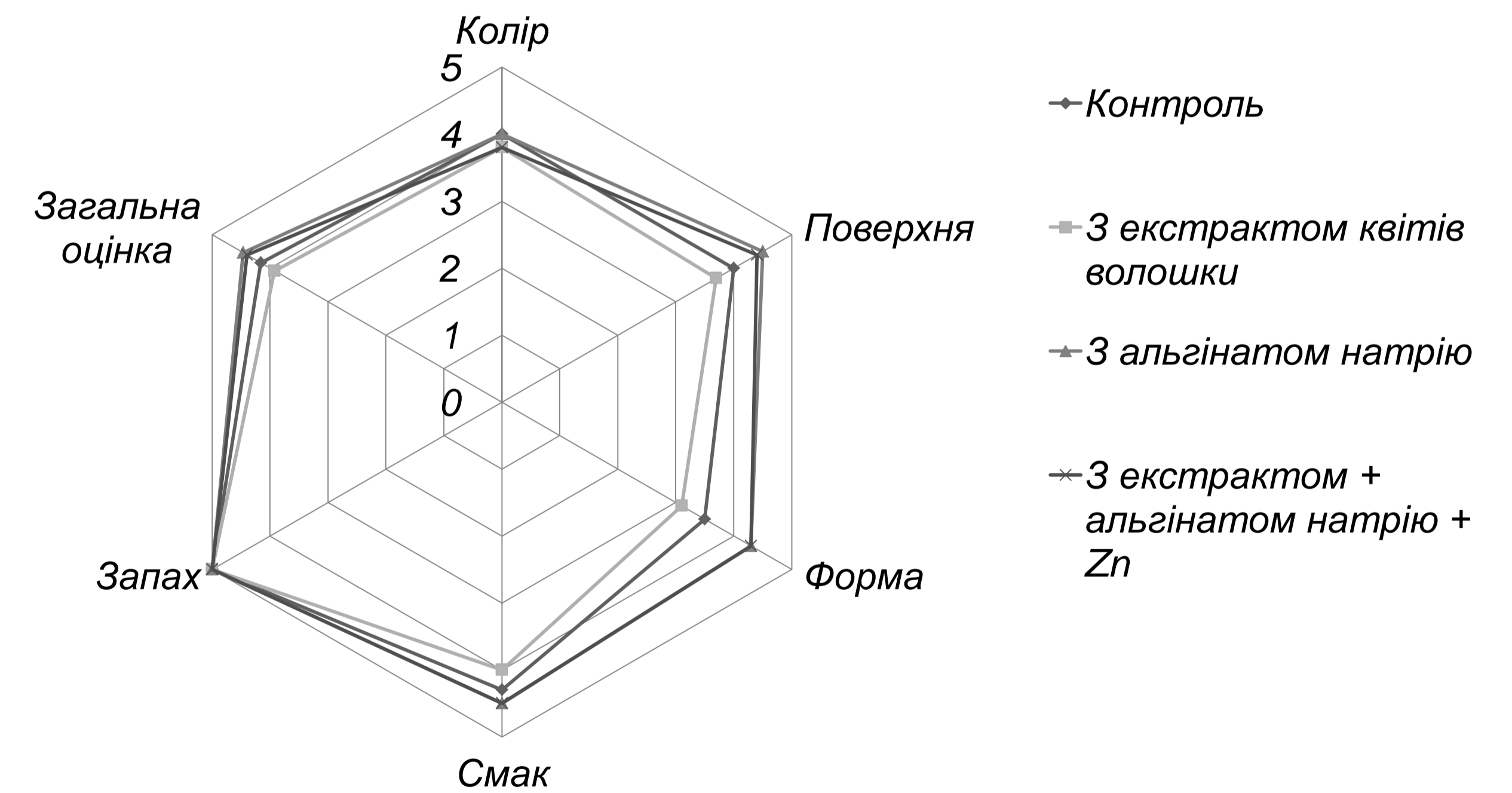
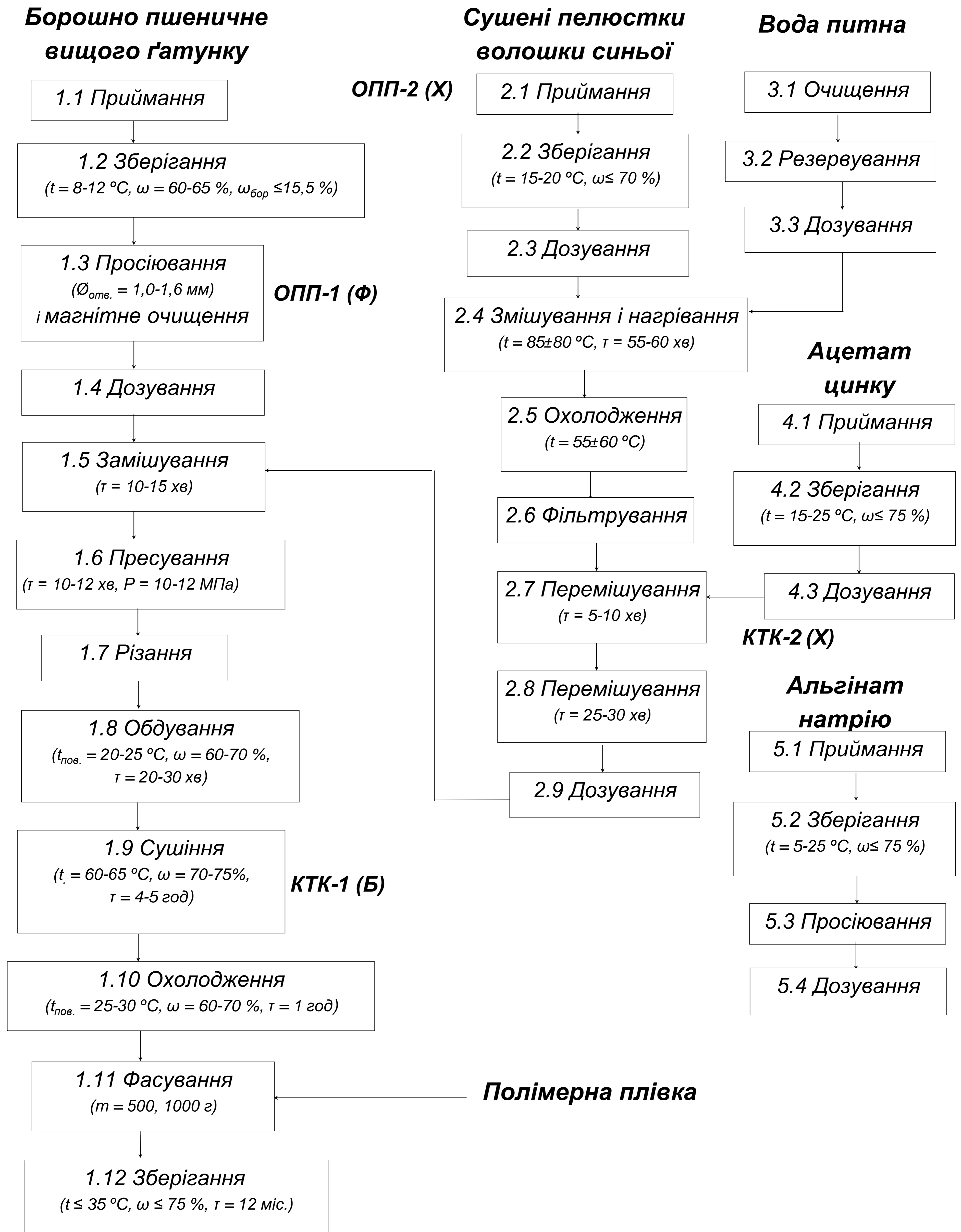


Рис. 3. Органолептична оцінка сухої локшини з цільнозернового борошна твердої пшениці

Технологічна експертиза та безпека харчової продукції				
КРМ.ХХЕтаБ.0.795-03.1.9				
Зм. Кол.	Лист № док.	Підпис	Дата	
Розроб.	Конуп С.В.	підписано	10.12.26	
Керівник	Гураль Л.С.	підписано	10.12.26	
Зав.кадр.	Капустян А.І.	підписано	10.12.26	
Науково-дослідна частина				ОНТУ 2026



Блок-схема виробництва локшини підвищеної харчової цінності

Технологічна експертиза та безпека харчової продукції					
Зм.	Кол.	Лист	№ док.	Підпис	Дата
КРМ.ХХЕтаБ.0.795-03.1.9					
Розроб.	Конуп С.В.	підпис	10.06.26	Технологічна експертиза виробництва локшини підвищеної харчової цінності	Стадія
Керівник	Гураль Л.С.	підпис	10.06.26	Блок-схема технологічного процесу виробництва локшини підвищеної харчової цінності	Лист
Зав.каф.	Капустяк А.І.	підпис	10.06.26		2
					Листів
					4
					ОНТУ 2026

Опис продукту «Локшина підвищеної харчової цінності»

Інформація, що зазначається	Пояснення
Офіційна назва продукту	Локшина підвищеної харчової цінності
Нормативний документ, за яким виробляється продукт	ДСТУ 7043:2020 «Вироби макаронні. Загальні технічні умови»
Перелік сировини, матеріалів, що використовуються під час виробництва	Цільнозернове борошно твердої пшениці, водний екстракт квітів волошки, альгінат натрію, ацетат цинку
Органолептичні характеристики	Згідно з ДСТУ 7348 Колір: однотонний з бежевим відтінком, відповідний сорту борошна та екстракту волошки, без слідів непромішування. Поверхня: гладенька, дозволено незначну шорсткість. Форма: відповідає типу виробу. Смак і запах: властивий виду виробів, без стороннього присмаку і запаху. Стан виробів після варіння: зварені до готовності виробу повинні зберігати форму, не злипатись, не утворювати грудочок.
Фізико-хімічні характеристики	Згідно з ДСТУ 7348 Масова волога, %, не більше ніж – 13,0; Кислотність, град, не більше ніж – 4; Масова частка деформованих виробів, %, не більше ніж – 2,0; Масова частка крихти, %, не більше ніж – 1,5; Металомагнітні домішки, мг – 3,0 – якщо розміри окремих часток не більше ніж 0,3 мм в найбільшому лінійному вимірі. Наявність шкідників хлібних запасів – не дозволено.
Біологічні характеристики	Загальна кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів, КУО в 1 г, не більше – 1×10^3 . Бактерії групи кишкових паличок (коліформи), в 0,1 г – не дозволено. Плісняві гриби, КУО в 1 г, не більше – 1×10^2 . Дріжджі, КУО в 1 г, не більше – 1×10^2 . Патогенні мікроорганізми, в т.ч. бактерії роду <i>Salmonella</i> , в 25 г – не дозволено.
Вимоги до безпечності	Токсичні елементи, мг/кг, не більше: - свинець – 0,5; - кадмій – 0,1; - миш'як – 0,2; - ртуть – 0,03. Радіонукліди, Бк/кг, не більше ніж: - ^{137}Cs – 30; - ^{90}Sr – 10. Мікотоксини, мкг/кг, не більше ніж: - дезоксиніваленон (макаронні вироби сухі) – 750.
Споживче пакування	Вироби макаронні випускають фасованими у полімерну плівку із базових марок поліетилену та поліпропілену, з алюмінієвої фольги, та інших пакувальних матеріалів. Плівку заклеюють або термозварюють, можуть художньо оформлювати. Маса нетто одиниці пакування – по 500 і 1000 г.
Транспортне пакування	Макаронні вироби, фасовані в споживчу тару, укладають у транспортну тару: ящики з гофрованого картону, дощаті чи фанерні. Також дозволено укладати фасовані макаронні вироби в тару-обладнання або в контейнери. Не дозволено упакувати коробки, пакети та пачки з непросохлими етикетками.
Вимоги до маркування	Маркування споживчої тари для макаронних виробів має мати текст маркування державною мовою, що містить таку інформацію: - назву продукції, групу, клас і вид; - назву та повну адресу і телефон виробництва, адресу потужностей (об'єкта) виробництва; - масу нетто, кг; - склад продукту в порядку переваги складників, які використовували у його виробництві; - калорійність та поживну цінність виробу на 100 грамів харчового продукту; - кінцеву дату споживання «Вжити до» або мінімальний термін придатності; - номер партії виробництва; - умови зберігання; - штрихове кодування (у разі обов'язкового введення); - товарний знак, торгову марку (за наявності); - спосіб приготування; - позначення стандарту. Маркування на споживче пакування наносять безпосередньо на пакувальний матеріал виразного відбитка трафаретом чи штампувальною фарбою, яка не змивається і не має запаху. На кожен одиницю транспортної тари штампом або наклеюванням ярлика наносять маркування, а також: - масу бруто, кг; - кількість фасованих (упакованих) одиниць і масу нетто фасованої (упакованої) одиниці (для фасованої продукції). Номер укладальника чи зміни зазначають на ярлику, вкладеному всередину коробок, пачок, пакетів, ящиків тощо, чи проставляють штампелем на зовнішній стороні тари.
Умови зберігання та строк придатності	Макаронні вироби потрібно зберігати у складських приміщеннях на стелажах або піддонах: у ящиках з гофрокартону – не більше ніж у 6 рядів; у мішках – не більше ніж у 10 рядів. Приміщення для зберігання макаронних виробів повинні бути чистими, сухими, добре вентильованими, не зараженими шкідниками хлібних запасів, захищеними від дії атмосферних опадів, з відносною вологістю повітря не більшою ніж 75 % і температурою не вищою ніж 35 °С. Не дозволено зберігати макаронні вироби в приміщеннях разом із товарами, що мають специфічний запах. Оберігати від потрапляння прямих сонячних променів. Строки придатності – 12 місяці від дати виробництва.
Транспортування та реалізація	Макаронні вироби транспортують у критих транспортних засобах усіх видів відповідно до правил перевезення вантажів, що діють на транспорті кожного виду, які забезпечують зберігання продукції. Під час перевезення макаронних виробів транспортні засоби мають бути чистими, не зараженими шкідниками хлібних запасів, без стороннього запаху.
Дані про передбачуваного споживача та специфічну групу споживачів	Локшина підвищеної харчової цінності призначена для широкого кола споживачів, зокрема дітей віком від 3 років, підлітків, дорослих та осіб похилого віку. Продукт може використовуватися як складова щоденного раціону населення з метою додаткового надходження біологічно активних сполук рослинного походження і цинку. Специфічних груп споживачів або особливих обмежень щодо вживання продукт не має, за винятком осіб з індивідуальною непереносимістю глютену пшеничного борошна та целіакією.
Потенційно можливе використання не за призначенням	Потенційно можливе нецільове використання: вживання без попереднього приготування у сухому вигляді, використання як корму для тварин.
Спосіб вживання	Локшину варять у підсоленій киплячій воді до готовності упродовж 6 хв.

Технологічна експертиза та безпека харчової продукції			
КРМ.ХХЕтаБ.0.795-03.1.9			
Зм. Кол.	Лист № док.	Підпис	Дата
Розроб.	Конуп С.В.	підписанс	10.06.26
Керівник	Гураль Л.С.	підписанс	10.06.26
Зав.каф.	Капустян А.І.	підписанс	10.06.26
Технологічна експертиза виробництва локшини підвищеної харчової цінності			Стадія
			Лист
			Листів
Опис продукту згідно НАССР «Локшина підвищеної харчової цінності»			3
			4
			ОНТУ 2026

План НАССР

КТК № _ /стадія процесу	Небезпечний (-i) чинник(и), яким(и) керують у КТК	Захід (-оди) керування	Критична межа	Процедура моніторингу				Протоколи	Коригування та коригувальні дії (відповідальність) протоколи
				Вимірювання або спостереження	Прилади, використ. для моніторингу	Частота	Хто виконує моніторинг/оцінює результат		
КТК-1 1.9 Сушіння сирової локшини	Б – небезпечні мікроорганізми (БГКП, плісняві гриби, патогенні мікроорганізми, в т.ч. бактерії роду Salmonella)	Контроль параметрів процесу сушіння і вологості готового продукту	$t = 60-65\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\omega = 70-75\%$, $t = 4-5\text{ год}$ $\omega_{\text{локшини}} \leq 13\%$	Автоматична реєстрація температури і тривалості сушіння, визначення вологості спагеті	Термодатчики, датчики часу, автоматична реєстрація показників, вологомір	Постійний контроль температури і тривало три сушіння, вологості спагеті	Оператор сушарки, технолог, лаборант	Журна контролю технологічного процесу, термограми з реєстрацією на диску, технологічні карти. Журнал контролю якості готової продукції	Автоматична зупинка процесу сушіння, налагодження роботи сушарки і налаштування на посиленій контроль. Недосушену локшину відбраковують
КТК-2 4.3 Дозування ацетату цинку	Б – ацетату цинку	Контроль процесу дозування	$C = 50\text{ г на }100\text{ кг борошна}$; $0,1\text{ г на }100\text{ см}^3\text{ екстракту}$	Зважування	Ваговий дозатор		Оператор дозатора, технолог, лаборант	Журна контролю технологічного процесу	Зупинка роботи дозатора, налагодження його роботи, налаштування на посиленій контроль, відбракування локшини

Операційні програми-передумови

ОПП № _ /стадія процесу	Небезпечний (-i) чинник(и), яким(и) керують у ОПП	Захід (-оди) керування	Процедура моніторингу				Протоколи	Коригування та коригувальні дії (відповідальність) протоколи
			Вимірювання або спостереження	Прилади, використ. для моніторингу	Частота	Хто виконує моніторинг/оцінює результат		
ОПП-1 1.3 Просіювання борошна і магнітне очищення	Ф – металеві уламки, металомагнітні домішки	Контроль цілісності сит, металомагнітний уловлювач	Візуальний огляд. Кількість металомагнітних предметів, магнітна індукція і вантажопідйомність магніту	Ваги	Кожна партія	Оператор обладнання, майстер цеху, лаборант	Журнал контролю металомагнітних домішок і сторонніх предметів	Налаштування роботи металоуловлювача. Повторне очищення.
ОПП-2 2.1 Приймання сушених пелюсток волошки сьньої	Х – пестициди, токсичні метали, радіонукліди	Гарантії постачальника. Вхідний контроль. Лабораторний аутсорсинг.	Перевірка супровідних документів. Випробування в акредитованих лабораторіях.	Перевірка супровідних документів, експрес-аналіз. Хроматографи, спектрометри	Кожна партія – за документами 1 раз у півроку	Інженер з контролю якості, лаборант Хімік-аналітик	Журнал вхідного контролю сировини і матеріалів Акт експертизи, протокол випробування	Бракування партії та повернення постачальнику

				Технологічна експертиза та безпека харчової продукції			
				КРМ.ХХЕтаБ.0.795-03.1.9			
Зм.	Кол.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		
Розроб.	Конуп С.В.	Підписано	10.06.26			Технологічна експертиза виробництва локшини підвищеної харчової цінності	Стадія
Керівник	Гурель Л.С.	Підписано	10.06.26				Лист
Зав.кадр.	Капустян А.І.	Підписано	10.06.26				Листів
						План НАССР виробництва локшини підвищеної харчової цінності	4
							4
							ОНТУ 2026