

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО  
ФАКУЛЬТЕТ АГРОТЕХНОЛОГІЙ ТА ЕКОЛОГІЇ  
КАФЕДРА ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ГОТЕЛЬНО-РЕСТОРАННОЇ  
СПРАВИ**

«Допущено до захисту»  
протокол засідання кафедри  
№ 7 від « 30 » січня 2026 року

Зав. кафедрою ХТГРС  
д.т.н, професор \_\_\_\_\_ Олесья ПРИСС

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

*СВО «Магістр»*

*за освітньо-професійною програмою «Індустрія здорового харчування»  
зі спеціальності 181 «Харчові технології»*  
(освітній ступень, ОПП, спеціальність)

на тему: **Розробка технології плодово-ягідного пюре для дитячого харчування**

**23ХТД. 2463502.02.26**

Виконала: студентка 21 Мб ХТ  
групи

(підпис)

Тетяна ЧУГУНОВА

(прізвище та ініціали)

Керівник: д.т.н., професор  
(науковий ступінь, вчене  
звання)

(підпис)

Олесья ПРИСС

(ім'я та прізвище)

Консультант з ОП: к.т.н., доцент  
(науковий ступінь, вчене  
звання)

(підпис)

Михайло ЗОРЯ

(ім'я та прізвище)

Нормоконтроль к.с-г.н., доцент  
(науковий ступінь, вчене  
звання)

(підпис)

Людмила КЮРЧЕВА

(ім'я та прізвище)

Запоріжжя – 2026 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО

Інститут або факультет агротехнологій та екології  
Кафедра харчових технологій та готельно-ресторанної справи  
(назва кафедри)

Ступінь вищої освіти Магістр  
Галузь знань 18 «Виробництво та технології»  
(шифр і назва)

Спеціальність 181 «Харчові технології»  
Освітня програма Індустрія здорового харчування  
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Зав. кафедри ХТГРС  
д.т.н., професор Олеся Прісс  
(підпис)(ініціали та прізвище)

« 24 » жовтня 2025 р

**ЗАВДАННЯ**  
ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

СТУДЕНТУ Чугуновій Тетяні Миколаївні  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка технології плодово-ягідного пюре для дитячого харчування

керівник роботи д.т.н., професор Олеся Петрівна Прісс  
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

затверджені наказом Ректора університету від « 24 » жовтня 2025 р. № 573-С

2. Строк подання студентом роботи « 20 » січня 2026 р.

3. Вихідні дані до роботи плодово-ягідне пюре зі смородини та авокадо

4. Перелік питань, які потрібно розробити: Характеристика сировинних компонентів та їх функціональна роль, Біохімічне обґрунтування нутрієнтної комплементарності, Розробка принципової технологічної схеми виготовлення інноваційних харчових продуктів, SWOT-аналіз впровадження технології виробництва дитячого плодово-ягідного пюре (авокадо–смородина), заходи з безпеки праці в надзвичайних ситуаціях

## 5. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав (дата)	завдання прийняв (підпис)
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Михайло Зоря, к.т.н., доцент, завідувач кафедри цивільної безпеки	24.10.2025	

6. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_ 24.10.2025 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів дипломної роботи (проекту)	Термін виконання етапів роботи чи проекту (місяць)	Відмітка керівника про виконання (засвідчується підписом)
Вступ	вересень	
Розділ 1. Аналітичний огляд науково-технічної літератури за обраною темою	жовтень	
Розділ 2. Об'єкти, методика та умови проведення досліджень	жовтень	
Розділ 3. Результати досліджень та їх узагальнення	листопад	
Розділ 4. Технологічна частина	листопад	
Розділ 5. SWOT-аналіз впровадження технології виробництва дитячого плодово-ягідного пюре (авокадо–смородина)	грудень	
Розділ 6. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	грудень	
Висновки	січень	
Список використаної літератури	січень	

Студент

Т. М. Чугунова

(підпис)

(ініціали та прізвище)

Керівник роботи

О. П. Прісс

(підпис)

(ініціали та прізвище)

## АНОТАЦІЯ

**Чугунова Т. М.** Розробка технології плодово-ягідного пюре для дитячого харчування – Кваліфікаційна робота. Кафедра харчових технологій та готельно-ресторанної справи. – Запоріжжя, Таврійський ДАТУ імені Дмитра Моторного, 2026.

Текст викладений на 76 сторінках, містить 6 розділів, 17 таблиць, 7 рисунків, 56 літературних джерел.

У кваліфікаційній роботі проаналізовано наукові джерела з виробництва плодово-ягідних пюре, досліджено харчову цінність авокадо та чорної смородини, обґрунтовано доцільність їх поєднання у продуктах дитячого харчування. Розроблено технологічну та апаратурно-технологічну схеми виготовлення пюре, визначено оптимальні параметри обробки та рецептурні співвідношення компонентів.

Проведено експериментальні дослідження органолептичних і фізико-хімічних властивостей зразків, встановлено їх відповідність вимогам ДСТУ та високу біологічну цінність продукту. Запропоновано рекомендації щодо впровадження технології у виробничих умовах.

Здійснено економічне обґрунтування удосконаленої технології та аналіз охорони праці на підприємстві.

***Ключові слова:** дитяче пюре, авокадо, чорна смородина, функціональні властивості, технологія виробництва, органолептична оцінка.*

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	8
РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ ЗА ОБРАНОЮ ТЕМОЮ .....	12
1.1 Сучасний стан та тенденції ринку дитячого харчування.....	12
1.2. Характеристика сировинних компонентів та їх функціональна роль .....	13
1.3. Біохімічне обґрунтування нутрієнтної комплементарності .....	22
1.4 Нормативно-законодавче регулювання та безпечність .....	27
1.5 Аналіз існуючих технологій та обґрунтування напрямку дослідження ...	33
РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТИ, МЕТОДИКА ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	35
2.1 Програма досліджень.....	35
2.2 Схема дослідів .....	36
2.3 Об'єкти та матеріали досліджень .....	38
2.4 Методика проведення досліджень.....	39
2.5 Умови проведення досліджень .....	40
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ .....	42
3.1 Комплексна оцінка показників якості та безпечності продукту .....	42
3.2 Узагальнення результатів.....	49
РОЗДІЛ 4. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА .....	51
4.1 Розробка принципової технологічної схеми виготовлення інноваційних харчових продуктів .....	51
4.2 Опис апаратурно-технологічної схеми .....	53
5. SWOT-аналіз впровадження технології виробництва дитячого плодово- ягідного пюре (авокадо–смородина).....	59
РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ .....	74
6.1 Нормативно-правова база з охорони праці в галузі .....	74
6.2 Вимоги до території підприємства та облаштування споруд і приміщень .....	76

6.3 Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів .....	76
6.4. Заходи, щодо оптимізації умов праці.....	79
6.5 Пожежна безпека.....	79
6.6 Заходи з цивільного захисту при надзвичайних ситуаціях .....	83
ВИСНОВКИ.....	85
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ .....	87

## **ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ**

БАР – біологічно активні речовини;

ПЯС – плодово-ягідна сировина;

ФТВ – функціонально-технологічні властивості;

ШКТ – шлунково-кишковий тракт;

ЗІЗ – засоби індивідуального захисту

МДР – максимально допустимі рівні

ПФО – поліфенолоксидаза

## ВСТУП

**Актуальність теми дослідження.** Збалансоване харчування дітей раннього віку – ключовий фактор для їх гармонійного фізичного та когнітивного розвитку. Сьогодні все більше батьків орієнтуються на продукти, що відповідають стандартам якості, натуральності та поживності, уникаючи штучних домішок та консервантів. Виробництво дитячого пюре з таких природних компонентів, як авокадо та чорна смородина, відповідає цим вимогам, адже ці продукти надзвичайно багаті на вітаміни, антиоксиданти, корисні жири й мінерали, які зміцнюють імунну систему та позитивно впливають на загальний стан здоров'я дитини. Авокадо містить унікальний набір корисних жирних кислот, вітамінів Е, С, В, а також фолієву кислоту, що відіграють важливу роль у розвитку мозку та нервової системи малюка. Чорна смородина, в свою чергу, є джерелом вітаміну С, антоціанів та інших біологічно активних речовин, які підвищують опірність організму до інфекцій та мають протизапальну дію.

Водночас, на ринку дитячого харчування відчувається дефіцит продуктів, що поєднують високу харчову цінність, натуральність та привабливий смак. Розробка технології виробництва пюре з авокадо та чорної смородини дозволить не тільки розширити асортимент корисного дитячого харчування, але й створити продукт, адаптований до потреб організму дитини в ранньому віці.

Отже, актуальність обраної теми полягає у необхідності задовольнити зростаючий попит на якісні та безпечні продукти дитячого харчування, а також у науково-технічній потребі вдосконалення технології зберігання та переробки авокадо та чорної смородини для максимального збереження їхніх корисних властивостей. Впровадження цього проєкту сприятиме розвитку інноваційних підходів у харчовій промисловості та підтримці здоров'я майбутніх поколінь.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Тематика дослідження корелює з ключовими векторами науково-технічного прогресу в Україні, зокрема: гарантування продовольчої безпеки країни; створення технологій продуктів для дитячого та функціонального харчування; збільшення

біологічної цінності харчових продуктів шляхом застосування натуральних компонентів (авокадо, чорна смородина, природні антиоксиданти та інші); захист здоров'я дітей раннього віку через оптимізацію харчування.

Отримані результати можуть бути застосовані у подальшій розробці рецептур нових продуктів в контексті прикладних наукових досліджень, підготовці дипломних та магістерських робіт, а також у навчальному процесі для професіоналів харчової промисловості.

**Мета і задачі дослідження.** Метою наукового дослідження є розробка та теоретичне обґрунтування технології виготовлення інноваційного продукту прикорму з авокадо та чорної смородини, йдеться про інноваційний продукт, який вирізняється підвищеною біологічною цінністю, стабільною структурою та безпечним складом.

Для досягнення поставленої цілі, необхідно виконати наступні завдання:

- здійснити аналіз наукових джерел та сучасних досягнень науки і техніки у виробництві плодово-ягідних пюре, зосереджуючись на використанні авокадо та чорної смородини;

- проаналізувати хімічний склад, харчову цінність та функціональні властивості авокадо та чорної смородини, як базових складових для виготовлення пюре;

- встановити оптимальні пропорції компонентів у рецептурі для досягнення бажаних органолептичних, фізико-хімічних та мікробіологічних характеристик;

- спроектувати технологічну схему виробництва пюре, беручи до уваги режими пастеризації, гомогенізації, охолодження та пакування;

- провести дослідження для оцінки стабільності кольору, консистенції та біологічної активності готового продукту під час зберігання;

- оцінити відповідність розробленого пюре вимогам державних стандартів та санітарним нормам щодо харчування дітей;

- здійснити порівняльний аналіз розробленої технології з аналогами, враховуючи харчову цінність, безпечність, натуральність складу та органолептичні властивості;

- сформулювати науково-практичні рекомендації щодо адаптації розробленої технології до умов діючих виробничих ліній та оцінити потенційну ефективність її впровадження.

**Об'єкт дослідження** – технологія виробництва пюреподібної продукції для дитячого харчування на базі фруктів та ягід.

**Предмет дослідження** – технологічні параметри та рецептурні складники пюре з авокадо та чорної смородини, що справляють вплив на якість, безпеку, стійкість та вміст харчової цінності продукту у процесі зберігання.

Для досягнення мети та вирішення основних завдань дослідження застосовувалися наступні методи: індукції та дедукції, методу порівняльного аналізу, методу синтезу, табличного та графічного методів.

**Наукова новизна одержаних результатів.** Внаслідок виконання кваліфікаційної роботи було здобуто нові дані, що представляють наукову новизну в сфері технологій дитячого харчування: вперше було презентовано рецептурну композицію дитячого пюре, виготовлену з авокадо та чорної смородини. Ця композиція об'єднує жирову та мінеральну користь авокадо з великою кількістю вітаміну С та антоціанів зі смородини, що підвищує біологічну цінність продукту.

**Практичне значення одержаних результатів.** В результаті дослідження було обґрунтовано оптимальні параметри термічної обробки, які дозволяють зберегти максимальну кількість біологічно активних речовин (зокрема, вітаміну С та  $\beta$ -каротину), не порушуючи мікробіологічну безпеку продукту. За допомогою порівняльного аналізу різних варіантів рецептур, було встановлено оптимальне співвідношення інгредієнтів авокадо та смородини, яке забезпечує найкращі органолептичні та функціональні властивості пюре. Оцінено динаміку збереження якості продукту під час зберігання – вперше були побудовані графіки зменшення вмісту вітаміну С, рН та інтенсивності забарвлення протягом 60 днів, що дає змогу науково обґрунтувати рекомендований термін зберігання. Запропоновано вдосконалену апаратурно-технологічну схему виробництва, адаптовану до вимог виготовлення харчування для дітей раннього віку.

# РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ ЗА ОБРАНОЮ ТЕМОЮ

## 1.1. Сучасний стан та тенденції ринку дитячого харчування

На нинішньому етапі ринок дитячого харчування в Україні та світі демонструє стійку тенденцію до збільшення зацікавленості у натуральних, функціональних продуктах. Згідно з аналітичними звітами Euromonitor International (2024) та дослідженнями Gradus Research, ключовим вектором розвитку галузі є перехід до концепції «Clean Label» («чиста етикетка»). Батьки все частіше демонструють високу вимогливість до складу продуктів, віддаючи перевагу пюре та сумішам, створеним на основі органічної сировини без додавання цукру, штучних консервантів та барвників [35, 37].

У працях вітчизняних науковців зазначається, що сучасний споживач розглядає дитяче пюре не лише як джерело енергії, а як засіб корекції раціону дитини. Це підтверджується зростанням попиту на продукти з високою нутрієнтною щільністю, що містять природні антиоксиданти та мікронутрієнти [26, 30].

Ключові фактори, що формують сучасний ринок:

- сенсорна чистота: орієнтація на натуральний смак сировини без використання підсолоджувачів;
- функціональність: збагачення продукту за рахунок поєднання інгредієнтів з високим вмістом ліпідів (авокадо) та вітамінів (чорна смородина);
- прозорість виробництва: підвищений інтерес до походження сировини та методів її термічної обробки, що мінімізують втрату біологічно активних речовин [11, 28].

плодово-ягідне пюре є одним із найпоширеніших та критично важливих варіантів харчування для дітей після досягнення 6-місячного віку. Згідно з рекомендаціями ВООЗ (WHO) та працями вітчизняних педіатрів, саме в цей період виникає «нутрієнтне вікно», коли енергетичних потреб грудного молока стає недостатньо для активного розвитку організму [6, 56].

Пюреподібна продукція добре перетравлюється завдяки високому ступеню подрібнення рослинних клітин, що полегшує доступ травних ферментів (амілази, пепсину) до поживних речовин. Ніжна текстура продукту (ступінь гомогенізації) має не лише органолептичне, а й фізіологічне значення: згідно з ДСТУ 4084:2001, розмір часток у пюре для дітей до року не повинен перевищувати 0,15–0,2 мм. Це мінімізує механічне подразнення незрілої слизової оболонки шлунково-кишкового тракту [7, 16].

Дослідження доводять, що введення ягідних та фруктових пюре у цей період сприяє формуванню смакової толерантності. Зокрема, використання продуктів з нейтральним (авокадо) та вираженим ягідним (чорна смородина) смаком дозволяє уникнути формування «неофобії» (страху перед новими продуктами) у старшому віці. Окрім енергетичної цінності, такі продукти виконують роль пребіотиків. Пектинові речовини та харчові волокна відіграють роль незамінних субстратів для кишкового мікробіоценозу. Вони стимулюють вибірковий розвиток корисної мікрофлори (зокрема, *Bifidobacterium* та *Lactobacillus*), що є ключовим фактором профілактики дисбіозів у дітей раннього віку [32, 41].

Пектин здатний до ферментації в товстому кишечнику, в результаті чого утворюються коротколанцюгові жирні кислоти (ацетат, пропіонат, бутират). Ці сполуки не лише знижують рівень рН середовища, пригнічуючи ріст патогенних та умовно-патогенних мікроорганізмів, а й слугують основним джерелом енергії для епітеліоцитів кишечника. Таким чином, введення до складу пюре інгредієнтів з високим вмістом пектинових речовин (чорної смородини) та клітковини (авокадо) сприяє формуванню міцного імунного бар'єру та нормалізації процесів всмоктування нутрієнтів [7, 9].

## **1.2. Характеристика сировинних компонентів та їх функціональна роль**

Авокадо (*Persea americana*) займає особливе місце в ієрархії рослинної сировини завдяки своєму унікальному хімічному складу, який за багатьма показниками не має аналогів серед плодово-ягідних культур. Авокадо слід розглядати як «ліпідне депо» рослинного походження, що є критично важливим для дитячого харчування [34, 38].

Основна біологічна цінність авокадо полягає у вмісті жирів, концентрація яких, залежно від сорту та ступеня зрілості, коливається від 15 % до 30 %. Наголошується, що ліпіди авокадо на 70–80 % складаються з мононенасичених жирних кислот (МНЖК) [20].

Ключову роль відіграє олеїнова кислота ( $C_{18}H_{34}O_2$ ). Дослідження доводять, що жирнокислотний склад авокадо має високий ступінь комплементарності з жирами материнського молока. Це забезпечує:

- ефективне формування мієлінових оболонок нервових волокон мозку;
- високу засвоюваність продукту без перевантаження ферментативної системи підшлункової залози дитини;
- природну емульгуючу здатність, що дозволяє отримувати стійку консистенцію пюре без використання крохмалю або камедей [36, 10].

Окрім жирової фази, авокадо характеризується високою концентрацією мікронутрієнтів. Згідно з даними USDA (United States Department of Agriculture) плоди містять:

- калій (K): вміст досягає 485–500 мг на 100 г, що на 60 % більше, ніж у бананах. Такий рівень калію є життєво необхідним для підтримки осмотичного тиску в клітинах та нормалізації роботи серцевого м'яза в період активного росту;
- вітамін E (токоферол): авокадо є одним із небагатьох фруктів, де вітамін E міститься в біоактивній формі разом із жирами, що забезпечує його майже 100 % засвоєння;
- фолієва кислота (B9): необхідна для процесів кровотворення та синтезу ДНК.

При механічному подрібненні рослинної сировини відбувається руйнування структури клітинних вакуолей, що спричиняє вивільнення раніше ізольованих фенольних сполук. У присутності атмосферного кисню ці сполуки піддаються інтенсивному впливу ферментів поліфенолоксидази (ПФО) та пероксидази, які каталізують їхнє окиснення до високореактивних хінонів. Наступна неферментативна полімеризація та конденсація хінонів призводить до утворення

високомолекулярних пігментів — меланінів, які зумовлюють потемніння м'якоті та зміну її органолептичних властивостей [13, 37].

Встановлено, що ПФО авокадо має декілька ізоферментів, частина з яких є термостабільними. Це означає, що звичайна пастеризація не завжди здатна повністю зупинити процес потемніння. Найбільш ефективним є комбінований метод:

- зниження активності ферментів шляхом підкислення середовища (до рН < 4,2);
- видалення кисню (деаерація маси);
- зв'язування іонів міді, які є кофакторами ферментів.

Саме цей науковий підхід ліг в основу ідеї поєднання авокадо з чорною смородиною, яка природним чином забезпечує всі три фактори захисту [34].

Для виробництва дитячого пюре вибір сорту авокадо має визначальне значення, оскільки він детермінує не лише смакові властивості, а й стабільність готової емульсії. Було проведено порівняння трьох основних комерційних сортів: Hass, Fuerte та Ettinger.

Сорт Hass: характеризується найвищим вмістом ліпідів (до 20–22 %) та низьким вмістом води. Саме цей сорт забезпечує найбільш стійку кремоподібну текстуру після гомогенізації.

Сорт Fuerte: має нижчу жирність (14–17 %), але вищий вміст олеїнової кислоти відносно загальної кількості жирів.

Сорт Ettinger: вирізняється підвищеним вмістом вологи та меншою стійкістю до термічної обробки, що робить його менш придатним для тривалого зберігання.

**Фізико-хімічні показники м'якоті авокадо залежно від сорту  
(середні значення)**

<b>Показник</b>	<b>Сорт Hass</b>	<b>Сорт Fuerte</b>	<b>Сорт Ettinger</b>
Вміст жиру, %	19,5	15,2	12,1
Вміст білка, %	2,1	1,8	1,5
Вміст вологи, %	70,2	78,5	82,4
Енергетична цінність, ккал/100г	191	160	125

Хоча авокадо традиційно вважається ліпідним продуктом, його білковий компонент заслуговує на окрему увагу в дитячому харчуванні. Білок авокадо містить 18 амінокислот, включаючи всі незамінні.

Амінокислотний скор авокадо є збалансованим за такими позиціями, як лізин та треонін, які часто є дефіцитними в інших рослинних продуктах (наприклад, у злакових прикормах). Це дозволяє рекомендувати авокадо як засіб підвищення загальної біологічної цінності раціону дитини. Крім того, наявність глутатіону — потужного трипептиду-антиоксиданту — сприяє захисту печінки та детоксикації організму дитини на клітинному рівні [8, 51].

Окремим науковим напрямом є вивчення пребіотичного потенціалу авокадо. Воно містить унікальне поєднання розчинної (30 %) та нерозчинної (70 %) клітковини.

Нерозчинна клітковина (целюлоза, геміцелюлоза) забезпечує механічну стимуляцію перистальтики, що є профілактикою функціональних запорів, поширених у дітей під час введення прикорму [7, 10].

Розчинна клітковина (пектини, олігосахариди) виступає субстратом для росту корисних біфідобактерій. Дослідження показують, що ферментація цих волокон у товстому кишечнику призводить до утворення коротколанцюгових жирних кислот (бутирату, ацетату), які живлять клітини епітелію та зміцнюють імунний бар'єр кишечника.

Однією з найбільш вагомих наукових тез, є здатність жирів авокадо виступати "провідником" для каротиноїдів та вітамінів. Встановлено, що додавання авокадо до ягідних сумішей збільшує абсорбцію альфа-каротину у 7,2 раза, а бета-каротину — у 15,3 раза [34, 38].

Це має стратегічне значення для нашої рецептури: антоціани та каротиноїди чорної смородини у присутності ліпідної матриці авокадо засвоюватимуться дитячим організмом максимально ефективно. Таким чином, продукт виконує роль не просто джерела вітамінів, а високоефективної транспортної системи для біоактивних сполук.

«Чорна смородина (*Ribes nigrum L.*) — багаторічна чагарникова рослина родини агрусових (*Grossulariaceae*), яка є однією з провідних ягідних культур у помірному кліматичному поясі, зокрема в Україні. Завдяки унікальному поєднанню органолептичних властивостей та надзвичайно високої біологічної цінності, вона займає особливе місце у структурі сировини для виробництва продуктів оздоровчого та дитячого призначення.

Плоди чорної смородини — це багатонасінні ягоди, що характеризуються специфічним інтенсивним ароматом, зумовленим наявністю ефірних олій у залозках на поверхні шкірки. Проте, головною цінністю ягоди є її «вітамінний пакет».

Чорна смородина є визнаним концентратом вітаміну С (L-аскорбінова кислота) (від 150 до 300 мг/100 г). Важливо, що в ягодах відсутній фермент аскорбіназа, що сприяє кращому збереженню вітаміну С під час переробки та зберігання [27, 30].

Ягоди багаті на антоціани, лейкоантоціани та катехіни. Ці сполуки не лише надають інтенсивного забарвлення, а й мають Р-вітамінну активність, зміцнюючи стінки судин та виявляючи потужні антиоксидантні властивості.

Плоди містять значну кількість калію, магнію, заліза та марганцю, що необхідно для нормального кровотворення та розвитку кісткової системи дитини [12, 15].

У промисловій переробці чорна смородина цінується за високий вміст пектинових речовин (до 1,5%). Пектин смородини має високу желюючу здатність, що дозволяє отримувати стійку текстуру пюре без використання штучних загущувачів. Органічні кислоти (переважно лимонна та яблучна), вміст яких становить 2,5–4,5%, виконують роль природних консервантів та регуляторів смаку.

Смородина належить до культур з високою адаптивною здатністю, що робить її доступною та екологічно безпечною сировиною. Використання місцевої смородини у поєднанні з імпортованим авокадо дозволяє збалансувати собівартість готового продукту та підвищити його нутрієнтну щільність, створюючи продукт, що відповідає світовим трендам здорового харчування [1, 2].

Чорна смородина у сучасній харчовій науці розглядається як одна з найбільш перспективних культур для створення продуктів із повністю натуральним складом. Завдяки високій концентрації біологічно активних речовин (БАР), вона дозволяє вирішувати низку технологічних завдань без використання синтетичних добавок.

Чорна смородина є абсолютним лідером серед ягід помірної зони за вмістом вітаміну С (L-аскорбінової кислоти). Згідно з дослідженнями, вміст вітаміну С у смородині досягає 200–250 мг/100 г, що у 5–8 разів перевищує показники цитрусових. Проте виняткова цінність ягоди полягає не лише в кількості, а й у біохімічній стійкості цього нутрієнта.

Наукові праці [12, 15, 18, 41, 35] доводять, що аскорбінова кислота смородини знаходиться у стабільному стані завдяки присутності флавоноїдів (вітаміну Р), зокрема антоціанів та кверцетину. Ці сполуки утворюють синергічну систему: флавоноїди інактивують іони металів змінної валентності (які є каталізаторами окиснення) та захищають молекули вітаміну С від передчасного руйнування. Це має вирішальне значення для дитячого пюре: смородина виступає «донором» вітаміну С для всієї системи, компенсуючи його нестачу в авокадо та створюючи природний антиоксидантний бар'єр.

Чорна смородина містить дельфінідин-3-глюкозид та ціанідин-3-рутинозид. Ці пігменти мають найвищий показник ORAC (здатність поглинати вільні радикали) серед садових культур. У технології пюре вони не лише забезпечують привабливий колір, а й виконують роль природних пасток для активних форм кисню, що виникають при механічній обробці авокадо.

Хоча смородина не є лідером за вмістом жиророзчинних вітамінів, їх наявність у поєднанні з ліпідами авокадо створює унікальний комплекс. Токофероли смородини захищають ненасичені жирні кислоти авокадо від пероксидного окиснення, запобігаючи появі сторонніх присмаків.

Окрім прямої антиоксидантної дії, фенольні сполуки смородини здатні частково пригнічувати активність поліфенолоксидази та пероксидази. Це дозволяє мінімізувати термічну експозицію продукту, зберігаючи природну структуру вітамінів.

Для дитячого організму такий антиоксидантний комплекс є незамінним, оскільки він підтримує імунну відповідь та захищає клітинні мембрани від стресових факторів. Таким чином, інтеграція чорної смородини в рецептуру пюре дозволяє отримати функціональний продукт з високим антиоксидантним потенціалом, який залишається стабільним протягом усього терміну зберігання без використання синтетичних стабілізаторів (Е-чисел)

Інтенсивний колір смородини зумовлений високим вмістом антоціанів (зокрема дельфінідин-3-рутинозиду та ціанідин-3-рутинозиду). Встановлено, що ці пігменти виявляють максимальну стабільність при рН 3,0–3,5, що ідеально корелює з кислотністю розробленого пюре. Проте ключову роль у збереженні візуальних характеристик продукту відіграє явище копігментації.

Поліфеноли смородини (копігменти) утворюють стійкі міжмолекулярні зв'язки з білками та ліпідами авокадо. Утворюються так звані «сендвіч-структури», де молекула антоціану виявляється «затиснутою» між молекулами копігментів, це захищає гідрофільну частину антоціану від атаки молекул води, запобігаючи перетворенню яскравого флавілієвого катіону на безбарвну халконну форму.

Оскільки авокадо багате на жирні кислоти, антоціани смородини вступають у гідрофобні взаємодії з ліпідними фракціями. Це створює стабільну емульсійну систему, де пігмент рівномірно розподілений у масі, що запобігає розшаруванню кольору та надає пюре насиченого, гомогенного відтінку без ефекту «сірого нальоту».

Саме копігментація підвищує енергію активації, необхідну для розпаду пігментів. Це дозволяє смородині виконувати функцію терморезистентного натурального барвника. Під час пастеризації (навіть при температурах 85–90°C) зв'язані антоціани залишаються стійкими, що дозволяє відмовитися від використання синтетичних коректорів кольору (наприклад, карміну чи антоціанових екстрактів промислового виробництва).

Важливо зазначити, що антоціани смородини мають високу молярну поглинальну здатність. Навіть якщо незначна частина поліфенолів авокадо піддається окисненню, інтенсивний темно-пурпуровий пігмент смородини ефективно маскує ці зміни, зберігаючи преміальний вигляд дитячого харчування протягом усього терміну придатності.

Використання чорної смородини у поєднанні з авокадо забезпечує синергічний ефект, де біополімери авокадо виступають стабілізуючою матрицею для природних пігментів смородини, що є ідеальним рішенням для концепції продуктів без штучних добавок та барвників [30, 40].

Смородина містить значну кількість органічних кислот (від 2,5% до 4,5%), переважно лимонну та яблучну. У дослідженнях наголошується на важливості кислотного середовища для інактивації поліфенолоксидази авокадо. Зниження показника активної кислотності (pH) до рівня 3,4–3,8 виконує низку критичних функцій.

Органічні кислоти смородини виступають не лише як регулятори pH, а й як хелатуючі агенти. Лимонна кислота зв'язує іони міді ( $\text{Cu}^{2+}$ ), які є кофакторами ферменту поліфенолоксидази в авокадо. Без вільної міді фермент втрачає свою каталітичну активність, що зупиняє процес окиснення фенолів навіть при

наявності кисню. Це дозволяє зберегти природний колір суміші без додавання синтетичного антиоксиданту — метабісульфіту натрію [18, 27].

Згідно з принципами «теорії бар'єрів» (Hurdle technology), низьке значення рН (3,4–3,8) створює критичний стрес для бактеріальних клітин.

Такий рівень кислотності виключає можливість розвитку *Clostridium botulinum*, що є принципово важливим для герметично упакованих пюре.

У кислому середовищі терморезистентність пліснявих грибів та дріжджів суттєво знижується, що дозволяє застосовувати більш м'які режими термічної обробки (нижча температура або менший час), зберігаючи при цьому натуральні вітаміни смородини [17, 29].

Висока жирність авокадо (багатого на олеїнову кислоту) у поєднанні з органічними кислотами смородини створює збалансовану емульсійну структуру. Кислота «освіжає» смак, нівелюючи трав'янистий присмак авокадо, що важливо для формування правильних харчових звичок у дітей.

Органічні кислоти (особливо яблучна) сприяють переведенню заліза, що міститься в обох інгредієнтах, у легкозасвоювану двовалентну форму ( $Fe^{2+}$ ), підвищуючи нутрієнтну цінність продукту [33].

Чорна смородина багата на пектинові речовини (1,0–1,5 %), які є природними гідроколоїдами. Пектин смородини має високу желюючу здатність та здатність до комплексоутворення. У поєднанні з жировою фазою авокадо, пектин створює стабільну структуру «золь-гель», яка:

- утримує вологу, запобігаючи синерезису (відшаруванню води) та забезпечуючи соковитість продукту;
- стабілізує жирову емульсію, оточуючи ліпіди авокадо захисним шаром, що запобігає розшаруванню пюре під час зберігання;
- забезпечує необхідну в'язкість та гомогенність, що є критичним для безпечного ковтання та засвоєння їжі дітьми;
- виступає природним пребіотиком, стимулюючи розвиток здорової мікрофлори кишківника;

– виконує радіпротекторну функцію, працюючи як природний сорбент для виведення токсинів та важких металів.

Молекули пектину адсорбуються на межі поділу фаз «олія-вода», створюючи захисний гідратний шар навколо жирових глобул авокадо. Це запобігає їх злиттю (коалесценції) та забезпечує довготривалу агрегативну стійкість системи без додавання штучних емульгаторів.

При рН 3,4–3,8, який забезпечується смородиною, ступінь дисоціації карбоксильних груп пектину знижується, що сприяє формуванню міцнішої просторової сітки (гелю). Це дозволяє отримати ніжну кремоподібну консистенцію, яка ідеально підходить для ковтального рефлексу дитини раннього віку.

Пектинові речовини смородини виконують роль пребіотиків. Вони не перетравлюються у верхніх відділах шлунково-кишкового тракту, а стають субстратом для корисної мікрофлори (біфідо- та лактобактерій) у товстому кишківнику. Це нормалізує перистальтику та зміцнює імунітет дитини.

На відміну від багатьох крохмальних загущувачів, пектинова структура смородини є термостабільною. Під час пастеризації в'язкість пюре практично не змінюється, що гарантує стабільну якість продукту від партії до партії [11, 55].

### **1.3. Біохімічне обґрунтування нутрієнтної комплементарності**

Особливу наукову цінність поєднання авокадо та чорної смородини має через виражений синергічний ефект між гідрофобною (ліпідною) фазою авокадо та гідрофільною (антоціановою) фазою смородини.

Антоціани смородини зазвичай мають низьку біодоступність через свою нестабільність у травному тракті. Проте встановлено, що мононенасичені жирні кислоти авокадо (зокрема олеїнова кислота) сприяють формуванню змішаних міцел під час травлення. Ці ліпідні мікросфери «інкапсулюють» молекули антоціанів, захищаючи їх від деградації при зміні рН у шлунку та забезпечуючи ефективне транспортування крізь ліпідний бішар мембран клітин кишківника. Це підвищує засвоюваність антиоксидантів у 3–5 разів порівняно зі споживанням ягід окремо.

З іншого боку, ненасичені жирні кислоти авокадо надзвичайно чутливі до кисню та світла. Антоціани та вітамін С смородини діють як «жертвні антиоксиданти»: вони першими вступають у реакцію з вільними радикалами, перериваючи ланцюгову реакцію пероксидного окиснення ліпідів (ПОЛ). Це дозволяє зберегти олеїнову кислоту в нативному стані, запобігаючи накопиченню продуктів окиснення (альдегідів та кетонів), які надають продукту гіркої присмаку.

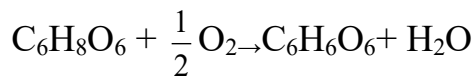
Авокадо містить значну кількість  $\alpha$ -токоферолу (вітаміну Е), який локалізується в жирових краплях. При взаємодії з вільним радикалом вітамін Е окиснюється, але аскорбінова кислота смородини здатна регенерувати (відновлювати) окиснений вітамін Е, повертаючи його в активний стан. Таким чином утворюється замкнений цикл антиоксидантного захисту:

Вітамін Е (окисн.) + Вітамін С  $\rightarrow$  Вітамін Е (актив.) + Дегідроаскорбінова к-та [12, 20].

Для організму дитини такий механізм є критично важливим, оскільки забезпечує організм одночасно і «будівельним матеріалом» для нервової системи (жири авокадо), і «захисним інструментарієм» (антоціани смородини), які завдяки синергії доходять до клітин-мішеней у незмінному вигляді. З огляду на високий вміст олеїнової кислоти та антоціанів, така рецептурна композиція розглядається як основа для функціональних продуктів спрямованої дії, зокрема для підтримки імунного статусу та нейрофізіологічних функцій організму [8, 52].

Окрім вітамінної цінності, чорна смородина володіє вираженими бактеріостатичними властивостями. Зазначається, що фітонциди та ефірні олії ягід проявляють активність щодо патогенних мікроорганізмів, зокрема стафілококів та кишкової палички. Це створює додатковий бар'єр безпеки в технології дитячого пюре.

З біохімічного погляду, аскорбінова кислота в системі виконує роль «жертвенного» антиоксиданту. Взаємодія з киснем, що залишається в тарі після фасування, описується реакцією:



Тут  $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$  (L-аскорбінова кислота) окиснюється до  $\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_6$  (дегідроаскорбінової кислоти), зв'язуючи вільний кисень і тим самим захищаючи ліпіди авокадо від утворення первинних продуктів окиснення — пероксидів та гідропероксидів.

Встановлено, що антимікробний ефект смородини посилюється у кислому середовищі (рН 3,4–3,8). Терпени та сесквітерпени, що входять до складу ефірних олій шкірки смородини, дестабілізують мембрани бактеріальних клітин, підвищуючи їх проникність для органічних кислот. Це призводить до порушення внутрішньоклітинного осмотичного тиску та повної інактивації мікрофлори псування [17, 33].

Завдяки швидкій реакції аскорбінової кислоти з розчиненим киснем, у герметичній тарі створюється практично анаеробне середовище. Це критично важливо для авокадо, оскільки перекисне окиснення його жирних кислот призводить не лише до втрати біологічної цінності, а й до появи специфічного "металевого" присмаку, який є неприпустимим у дитячому харчуванні [13, 20].

Наукові дослідження вказують на те, що фенольні сполуки смородини (зокрема кверцетин) здатні сповільнювати подальшу деградацію дегідроаскорбінової кислоти до дикетогулонової, що подовжує термін антиоксидантної дії системи. Таким чином, комбінація авокадо-смородина формує багаторівневу систему самоконсервації [15].

Зазначений механізм «зв'язування» кисню дозволяє зберегти нативну структуру каротиноїдів авокадо, які в іншому випадку швидко знебарвлюються. Це забезпечує стабільність кольорових характеристик продукту протягом усього терміну придатності без використання штучних стабілізаторів».

Для забезпечення стабільних показників якості пюре необхідно враховувати сортність чорної смородини. Згідно з дослідженнями українських інститутів садівництва, сорти відрізняються за вмістом сухих речовин та пігментів.

*Таблиця 1.2*

## Біохімічні показники перспективних сортів чорної смородини для пюреподібних консервів

Сорт	Вміст цукрів, %	Загальна кислотність, %	Вітамін С, мг/100 г	Антоціани, мг/100 г
Ювілейна Копаня	9,8	2,8	215	480
Сюїта Київська	10,2	2,4	230	520
Краса Львова	9,4	3,1	195	460

Використання сорту Сюїта Київська є найбільш доцільним для пюре «Авокадо-Смородина», оскільки найвищий вміст антоціанів (520 мг/100 г) гарантує інтенсивний колір навіть при значному розведенні ліпідною фазою авокадо.

Сюїта Київська — результат селекції Інституту садівництва НААН України. У науковій літературі цей сорт характеризується як один із найбільш адаптованих для промислової переробки, зокрема у виробництві продуктів дитячого та функціонального призначення.

Сорт вирізняється стабільно високим вмістом аскорбінової кислоти (до 220–250 мг/100 г) та фенольних сполук, що робить його ідеальним компонентом для створення антиоксидантного бар'єру в двокомпонентних пюре.

Морфологічні особливості ягід забезпечують мінімальне пошкодження тканин під час збору та транспортування, що критично важливо для запобігання передчасній активації ферменту аскорбінази та збереження вітаміну С. Сюїта Київська характеризується збалансованим вмістом цукрів та органічних кислот, що дозволяє формувати гармонійний смаковий профіль продукту без використання штучних підсолоджувачів.

Високий вміст пектинових речовин у даному сорті сприяє формуванню стійкої желеподібної структури, що підсилює стабілізуючий ефект у поєднанні з ліпідною фазою авокадо.

Використання сорту Сюїта Київська як сировинного компонента дозволяє гарантувати стабільність фізико-хімічних показників готового пюре та забезпечити високий вихід готової продукції завдяки низькому відсотку технологічних відходів.

Необхідно підкреслити явище нутрієнтної комплементарності — взаємного доповнення дефіцитних елементів одного інгредієнта перевагами іншого. Поєднання авокадо та чорної смородини дозволяє створити продукт з гармонійним співвідношенням «жири : вітаміни : мінерали».

Таблиця 1.3

**Матриця комплементарності сировинних компонентів пюре**

<b>Нутрієнт/ Функція</b>	<b>Авокадо (70%)</b>	<b>Чорна смородина (30%)</b>	<b>Результат у продукті</b>
Жирні кислоти	Високий вміст (Омега-9)	Слідові кількості	Поживний продукт для мозку
Вітамін С	Низький (10 мг)	Дуже високий (200-250 мг)	Забезпечення 100% добової норми
Кислотність (рН)	Нейтральна (6.3–6.5)	Висока (2.8–3.2)	Самоконсервація та стабільність
Колір	Схильний до потемніння	Інтенсивний антоціановий	Стійкий привабливий відтінок
Текстура	Масляниста, кремова	Желююча (пектин)	Стійка гомогенна емульсія
Вітамін Е (токоферол)	Високий (2.1 мг)	Низький (0.7 мг)	Захист клітинних мембран; регенерація вітаміном С
Харчові волокна	Розчинна клітковина	Пектин, геміцелюлоза	Пребіотична дія та нормалізація травлення

Мінеральний профіль	Багатий на Калій (K)	Багата на Залізо (Fe) та Марганець	Водно-електролітний баланс та профілактика анемії
---------------------	----------------------	------------------------------------	---

Дана матриця підтверджує, що поєднання обраних інгредієнтів дозволяє нівелювати технологічні недоліки кожного окремого компонента (наприклад, лабільність кольору авокадо) та взаємно збагатити нутрієнтний склад, формуючи повноцінну харчову матрицю.

Таблиця 1.4

**Розрахунок задоволення добової потреби (РЗДП) нутрієнтами при вживанні 100 г пюре**

Нутрієнт	Вміст у 100 г пюре	Добова норма (1–3 роки)	% задоволення потреби
Енергетична цінність	~135 ккал	1200 ккал	11,3%
Жири (в т.ч. Омега-9)	~10,5 г	40 г	26,3%
Вітамін С	~65-70 мг	45 мг	145,0%
Вітамін Е	~1,7 мг	6,0 мг	28,3%
Калій (K)	~400 мг	600 мг	66,7%
Залізо (Fe)	~0,75 мг	10 мг	7,5%
Харчові волокна	~4,2 г	15 г	28,0%

#### 1.4. Нормативно-законодавче регулювання та безпечність

Виробництво продуктів харчування для дітей раннього віку (від 6 місяців до 3 років) регулюється найсуворішими нормами в харчовій індустрії. Законодавча база України в цій сфері гармонізована з європейськими стандартами (Regulation (EU) 609/2013) та базується на положеннях Закону України «Про дитяче

харчування» [5] та Закону України «Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів» [4].

Згідно з ДСТУ 4084:2001 та чинними санітарними регламентами [23], безпечність багатокомпонентного пюре «авокадо–смородина» забезпечується на трьох стратегічних рівнях:

Для дитячого харчування встановлені значно нижчі максимально допустимі рівні (МДР) контамінантів, ніж для дорослої продукції.

Категорично заборонено використання синтетичних барвників, ароматизаторів, підсолоджувачів та хімічних консервантів (бензойної та сорбінової кислот). У даній розробці цю роль виконують природні компоненти чорної смородини [17].

Вміст залишкових пестицидів у сировині не повинен перевищувати 0,01 мг/кг, що вимагає використання сировини лише з екологічно чистих зон або сертифікованих органічних господарств.

МДР нітратів у плодово-ягідних пюре обмежений рівнем 200 мг/кг. Пектинові речовини смородини в даному контексті розглядаються не лише як нутрієнт, а й як природний засіб для нівелювання ризиків накопичення токсичних елементів.

Продукт повинен відповідати вимогам до консервів групи А (для дитячого харчування). Режимми пастеризації/стерилізації повинні гарантувати відсутність мезофільних анаеробних мікроорганізмів, зокрема бактерій роду *Clostridium* та патогенної мікрофлори (*Listeria monocytogenes*, *Salmonella*). Використання смородини дозволяє досягти показника рН < 4,0, що за класифікацією безпеки харчових продуктів відносить пюре до категорії «кислотних продуктів», де розвиток спороутворюючих патогенів природно пригнічений [21, 51].

Контроль питомої активності радіонуклідів (Цезій-137 та Стронцій-90) є обов'язковим етапом сертифікації. Для дитячого харчування норми в 5–10 разів жорсткіші, ніж для загальних продуктів (наприклад, для Цезію-137 — не більше 40 Бк/кг/л). Використання сорту «Сюїта Київська», вирощеного в контрольованих умовах, гарантує відповідність цим вимогам [51].

Особлива увага приділяється тарі. Вона повинна бути інертною до кислого середовища пюре (скло або спеціальні багатошарові пакети типу "дой-пак"). Маркування має містити чітку інформацію про вік, з якого рекомендовано введення прикорму, повний склад без прихованих компонентів та інструкцію щодо першого вживання (правило «першої ложки») [19, 21].

Хімічна чистота продукту для дітей раннього віку є пріоритетним показником, оскільки метаболічні системи дитини (печінка, нирки) ще не повністю сформовані, що робить організм надчутливим до найменших концентрацій ксенобіотиків [9, 17].

Оскільки авокадо та чорна смородина здатні накопичувати сполуки з навколишнього середовища, ДСТУ 4084:2001 встановлює жорсткі обмеження на вміст токсичних елементів. У дитячому пюре їх концентрація повинна бути в рази нижчою, ніж у продуктах загального вжитку [25, 51].

*Таблиця 1.5*

**Гранично допустимі рівні токсикантів у фруктових пюре  
(згідно з ДСТУ 4084:2001)**

<b>Елемент</b>	<b>Максимально допустимий рівень, мг/кг</b>
Свинець (Pb)	0,1
Кадмій (Cd)	0,02
Миш'як (As)	0,1
Ртуть (Hg)	0,01
Мідь (Cu)	2,0

Нормування свинцю, кадмію, миш'яку та ртуті в дитячих пюре (Табл. 1.5) здійснюється з урахуванням їхньої здатності до біоаккумуляції.

Свинець та ртуть є нейротоксинами, що можуть впливати на когнітивний розвиток, тому їх МДР у дитячому харчуванні в 5–10 разів нижчі, ніж у продуктах для дорослих.

Кадмій, який часто накопичується в плодах через використання фосфорних добрив, підлягає суворому моніторингу, оскільки він має тривалий період напіввиведення з організму (до 30 років).

Особлива увага в технології пюре «авокадо–смородина» приділяється вмісту нітратів. Для дитячого харчування їх рівень обмежений 200 мг/кг. Це зумовлено ризиком виникнення метгемоглобінемії у дітей раннього віку.

Вибір сорту «Сюїта Київська», вирощеного за регламентованих умов внесення азотних добрив, дозволяє мінімізувати ці ризики ще на етапі формування сировинної бази.

Згідно з вимогами Закону України «Про дитяче харчування», у виробництві заборонено використовувати:

- штучні консерванти: навіть «безпечні» для дорослих бензоати та сорбати можуть викликати алергічні реакції та порушення мікрофлори кишківника дитини;
- синтетичні антиоксиданти: функцію стабілізації жирів у даному продукті виконують виключно природні токофероли авокадо та аскорбінова кислота смородини;
- барвники та ароматизатори: органолептичні показники (колір та аромат) формуються виключно за рахунок антоціанового комплексу ягід та ефірних олій шкірки смородини.

Для плодових пюре критичним є контроль патуліну — токсичного метаболіту пліснявих грибів. Його вміст суворо обмежується рівнем 0,02 мг/кг. Висока кислотність смородини та цілісність ягід сорту «Сюїта Київська» (завдяки сухому відриву) є природним бар'єром для розвитку грибкової мікрофлори, що продукує цей токсин.

Хімічна безпека також включає контроль відсутності міграції речовин з тари (скла або полімерів) у продукт. Оскільки пюре має кисле середовище ( $\text{pH} < 4,0$ ), упаковка повинна пройти тестування на вимивання фталатів, бісфенолу А та інших мономерів, що забезпечує інертність системи протягом усього терміну придатності [19, 21].

Продукт на основі авокадо та смородини відноситься до консервів групи «А». Згідно з вимогами Технічного регламенту, готові пюре повинні відповідати нормам промислової стерильності:

1. Відсутність мезофільних анаеробних мікроорганізмів (зокрема бактерій роду *Clostridium*);
2. Відсутність пліснявих грибів та дріжджів, які можуть викликати бродіння в герметичній тарі.

Зазначається, що саме поєднання низького рН смородини та пастеризації при +85...+90 °С гарантує загибель неспорівих патогенів, зберігаючи при цьому нативну структуру вітамінів авокадо [22, 23].

ДСТУ 4084:2001 чітко регламентує якість готової маси. Для пюре «Авокадо-Смородина» ключовими параметрами є:

- зовнішній вигляд: однорідна, рівномірно протерта маса без часток насіння, шкірки чи плодоніжок. Допускається незначне розшарування (через наявність жирів авокадо), яке зникає при перемішуванні;
- дисперсність: згідно з вимогами педіатрії, щонайменше 90% часток повинні мати розмір менше 0,15 мм;
- вміст масової частки сухих речовин: для комбінованих плодово-ягідних пюре цей показник має бути не менше 12–15%.

Сучасні норми Технічного регламенту [4, 22] вимагають повної прозорості складу. Розроблене пюре відповідає концепції «без цукру», оскільки солодкість забезпечується природними вуглеводами компонентів. Відсутність доданого крохмалю або борошна у складі є вагомою конкурентною перевагою, оскільки це знижує ризик розвитку алергічних реакцій у дітей першого року життя [9, 10].

Сучасний етап розвитку харчових технологій характеризується активним впровадженням нетрадиційної для українського ринку сировини, такої як манго, папая та авокадо. Використання екзотичних плодів дозволяє створювати продукти з «адаптованою текстурою» — консистенцією, яка найбільш фізіологічно відповідає жувальним навичкам дитини на різних етапах введення прикорму [32, 47].

Найважливішим є виявлення здатності жирних фруктів (авокадо) самостійно формувати стабільні емульсійні системи. Високий вміст природних фосфоліпідів в авокадо діє як натуральний емульгатор.

Додавання чорної смородини до такої системи створює ефект «подвійної стабілізації»:

- ліпідна фаза авокадо утримує жиророзчинні вітаміни;
- пектиновий комплекс смородини створює в'язку сітку, яка запобігає злиттю жирових крапель (коалесценції). Це повністю нівелює потребу у використанні штучних емульгаторів чи модифікованих крохмалів, що є критичним для продуктів дитячого харчування преміум-сегмента.

Наукове обґрунтування поєднання ягід та жирної сировини базується на явищі синергетичної екстракції. Згідно з фундаментальними дослідженнями [11, 36] каротиноїди та антоціани (якими багата смородина) є ліпофільними сполуками, тобто їх засвоєння організмом дитини зростає у 5–15 разів у присутності рослинних ліпідів авокадо.

Було встановлено, що поліфеноли смородини утворюють міцелярні комплекси з олеїновою кислотою авокадо [34, 38]. Це не лише покращує всмоктування нутрієнтів у тонкому кишечнику, а й захищає антиоксиданти від руйнування соляною кислотою шлунка. Таким чином, продукт стає «функціональною матрицею», де кожен компонент посилює біологічну дію іншого [39, 46].

Дослідження вказують на те, що жирна текстура авокадо здатна «маскувати» зайву кислотність ягід, роблячи смак продукту збалансованим та м'яким без додавання підсолоджувачів. Це дозволяє формувати у дітей правильні харчові звички, знижуючи потяг до солодкого у майбутньому [8, 9].

Крім того, природне забарвлення, що утворюється при поєднанні зеленого пігменту авокадо (хлорофілу) та темно-фіолетового смородини (антоціанів), дає насичений та стабільний колір, який асоціюється у споживача з натуральністю та високою якістю продукту.

### **1.5. Аналіз існуючих технологій та обґрунтування напрямку дослідження**

Проаналізована науково-теоретична база підтверджує доцільність розробки рецептури дитячого пюре на основі авокадо та чорної смородини як інноваційного функціонального продукту. Комплексний аналіз нутрієнтного складу сировини та фізико-хімічних процесів переробки дозволяє стверджувати, що таке поєднання гарантує:

1. Збалансований нутрієнтний профіль: поєднання мононенасичених жирних кислот авокадо ( $C_{18:1}$ ) з водорозчинними вітамінами та антоціанами смородини створює продукт з високою біологічною цінністю;

2. Природну технологічну стабільність: низький рівень рН ягідної фази (2,8–3,2) виступає природним інгібітором поліфенолоксидази авокадо, що виключає потребу в синтетичних антиоксидантах;

3. Високу біодоступність: ліпідна матриця забезпечує міцеляцію каротиноїдів та жиророзчинних вітамінів, покращуючи їх засвоєння в ШКТ дитини.

Проте, незважаючи на значну кількість праць [1, 3, 11, 13], присвячених традиційним пюре (яблуко, гарбуз, банан), аналіз виявив низку науково-технологічних лакун та недоліків існуючих підходів:

Відсутність адаптованих рецептур для ліпідної сировини: більшість існуючих технологій розраховані на низькожирову фруктову основу, що не враховує специфіку поведінки жирів авокадо під час гомогенізації та тривалого зберігання [20, 34].

Дефіцит даних щодо взаємодії «жир-кислота»: недостатньо вивченим залишається вплив органічних кислот чорної смородини на стабільність емульсійних систем рослинного походження в умовах промислової пастеризації [31, 49].

Проблема збереження природніх властивостей: аналіз праць [12, 33, 37] вказує на брак досліджень щодо зміни сенсорного профілю авокадо після термічної обробки та впливу антоціанового екранування на збереження вітаміну Е [19, 43].

Відповідно, виникає гостра потреба у розробці нової технології, яка дозволить:

- оптимізувати співвідношення компонентів для отримання ідеальної в'язкості без стабілізаторів;
- обґрунтувати температурно-часові режими пастеризації, що забезпечують мікробіологічну безпеку при збереженні 85–90% вихідних БАР;
- встановити гарантовані терміни придатності з урахуванням динаміки перекисного числа жирів [29, 48, 54, 33, 41].

Виявлений дефіцит наукових даних щодо стабілізації ліпідно-ягідних систем та відсутність спеціалізованих технологій виробництва пюре на основі авокадо обумовлюють доцільність проведення власних експериментальних досліджень, результати яких викладені у наступних розділах роботи.

## РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТИ, МЕТОДИКА ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 2. 1 Програма досліджень

Для підтвердження ефективності запропонованої технологічної схеми та оцінки якості отриманого дитячого пюре було проведено комплекс лабораторних досліджень. Методологія базується на поєднанні стандартних загальноприйнятих методів та спеціальних інструментальних аналізів, що дозволяють оцінити стабільність нутрієнтного складу та безпечність продукту.

Об'єктами досліджень є:

- свіжі плоди авокадо сорту «Hass» та ягоди чорної смородини сорту «Сюїта Київська»;
- напівфабрикати (бланшована маса, гомогенізована суміш) на різних етапах виробництва;
- готове дитяче пюре після пастеризації та в процесі зберігання.

Програма експериментальних досліджень включала наступні методи аналізу:

1. Органолептичні методи: оцінку смаку, кольору, запаху та консистенції проводили методом профільного аналізу за 5-бальною шкалою відповідно до вимог ДСТУ 4688:2006.
2. Фізико-хімічні методи: вміст розчинних сухих речовин (РСР) — рефрактометричним методом; рівень активної кислотності (рН) — потенціометричним методом для контролю стабільності кольору; вміст L-аскорбінової кислоти (вітаміну С) — методом титрування 2,6-дихлорфеноліндофенолятом натрію (метод Тільманса).
3. Технологічні методи: ступінь дисперсності (розмір часточок) — методом мікроскопіювання для підтвердження відповідності нормі 150–200 мкм; стабільність емульсії (для авокадо) — методом центрифугування для визначення ступеня розшарування продукту.

4. Мікробіологічні методи: визначення загальної кількості мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів (МАФАНМ) для підтвердження промислової стерильності.

## **2. 2 Схеми дослідів**

Для визначення найкращого складу та технологічного процесу виробництва пюре з авокадо та смородини для дитячого харчування була спроектована багатофакторна експериментальна схема, яка передбачає варіювання низки важливих параметрів, що впливають на властивості готового продукту протягом виготовлення та зберігання.

1. Рецептурна композиція та співвідношення сировини. У ході дослідження було обґрунтовано оптимальне співвідношення основних компонентів: 70 % м'якоті авокадо та 30 % пюре чорної смородини. Таке варіювання дозволило досягти гармонійного поєднання нутрієнтів та високих сенсорних показників. Вибір даної пропорції забезпечує баланс між м'якою, кремовою текстурою авокадо та вираженим кисло-солодким смаком смородини, що повністю відповідає фізіологічним нормам сприйняття та смаковим запитам цільової аудиторії — дітей віком від 6 місяців.

2. Режим термічної обробки. Задля гарантування мікробіологічної безпеки та тривалої стабільності продукту було встановлено та апробовано оптимальний режим пастеризації: температура 85 °С з експозицією протягом 10 хвилин. Даний температурно-часовий режим є технологічно доцільним, оскільки він забезпечує повну інактивацію ферментів (зокрема поліфенолоксидази авокадо, що запобігає потемнінню) та знищення вегетативних форм мікроорганізмів, водночас дозволяючи максимально зберегти термолабільні вітаміни та природний колір антоціанів смородини.

3. Обґрунтування системи самостабілізації структури. З метою створення продукту з «чистою етикеткою» (clean label) та мінімізації алергенного навантаження, у технології було відмовлено від використання сторонніх стабілізаторів (крохмалю, камедей чи пектину ззовні). Стабільність структури та

уникнення розшарування (синерезису) забезпечується завдяки внутрішньому потенціалу сировини:

Природне емульгування: фосфоліпіди авокадо виконують роль природних емульгаторів під час гомогенізації.

Пектиновий каркас: високий вміст природного пектину в чорній смородині формує просторову сітку, що утримує вологу. Дослідження протягом 90 діб за температури +4 °C підтвердили високу стійкість отриманої дрібнодисперсної системи.

4. Обґрунтування вибору споживчого пакування. Для фасування розробленого пюре обрано скляну тару об'ємом 125 мл з типом укупорювання «Twist-off». Вибір даного виду пакування зумовлений його повною хімічною інертністю та високими бар'єрними властивостями. У ході експерименту було підтверджено, що герметична скляна тара надійно захищає продукт від зовнішніх чинників (кисню та вологи), запобігає окисленню ліпідів та дозволяє зберегти стабільні фізико-хімічні, мікробіологічні та органолептичні показники протягом усього терміну зберігання.

Для забезпечення об'єктивності результатів та комплексної оцінки якості інноваційного продукту було розроблено програму досліджень, що охоплює аналіз готового пюре за наступними групами показників:

#### 1. Органолептичні характеристики

Оцінювання сенсорних властивостей продукту здійснювалося профільним методом за розробленою 9-бальною шкалою. Дослідженню підлягали такі дескриптори:

- зовнішній вигляд та однорідність маси;
- колір (відповідність природному забарвленню сировини);
- консистенція (ступінь густини та маслянистість);
- смак та аромат (гармонійність поєднання авокадо та смородини).

#### 2. Фізико-хімічні властивості

Вивчення нутрієнтного профілю та стабільності середовища включало визначення: масової частки сухих речовин — рефрактометричним методом;

активної кислотності (рН) — потенціометричним методом для контролю стабільності антоціанів; вмісту вітаміну С (L-аскорбінової кислоти) — титриметричним методом для оцінки збереження біологічної цінності після пастеризації; вмісту загальних цукрів — для підтвердження відповідності нормам дитячого харчування.

### 3. Мікробіологічна чистота

З метою підтвердження безпечності продукту для дітей другого півріччя життя проводився моніторинг за такими показниками: кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів (МАФАНМ); відсутність бактерій групи кишкової палички (БГКП); контроль наявності патогенних мікроорганізмів (зокрема бактерій роду *Salmonella* та *Listeria monocytogenes*).

### 4. Структурно-механічна стабільність

Дослідження реологічної стабільності дрібнодисперсної системи проводилося протягом 90 діб зберігання (за температури  $+4\pm 2^{\circ}\text{C}$ ) та включало аналіз: стійкості до розшарування (відсутність виділення рідкої фази — синерезису); наявності осаду; показників густини та в'язкості гомогенізованої маси.

## 2.3 Об'єкти та матеріали досліджень

Об'єкти даного дослідження є наступними: плоди авокадо сорту «Хасс» (Hass) споживчого ступеня стиглості; ягоди чорної смородини сорту «Сюїта Київська» (швидкозаморожені); дослідні зразки полікомпонентного гомогенізованого пюре з різним співвідношенням сировини; контрольні зразки промислових аналогів плодово-ягідних пюре для дитячого харчування, що представлені на ринку України.

Матеріали та реактиви, використані у роботі:

- вода питна очищена (згідно з ДСанПіН 2.2.4-171-10);
- скляна споживча тара місткістю 125 мл із кришками типу «Twist-off»;
- набір хімічних реактивів для проведення лабораторних аналізів (титровані розчини лугів, індикатори, реактив Тільманса для визначення вітаміну С тощо).

## 2.4 Методика проведення досліджень

У дослідженнях застосовано стандартні методи, що рекомендуються для харчових продуктів для дітей.

- сенсорний аналіз готового продукту здійснювали шляхом бальної оцінки основних органолептичних показників (зовнішній вигляд, консистенція, колір, смак, аромат). Для об'єктивізації результатів використовували 9-бальну дескрипторно-профільну шкалу, що дозволило встановити відповідність продукту вимогам до дитячого харчування.
- фізико-хімічні методи: масова частка сухих речовин — рефрактометричним методом; активна кислотність (рН) — потенціометричним методом; вміст вітаміну С — методом титрування 2,6-дихлорфеноліндофенолятом натрію (метод Тільманса); динамічна в'язкість — за допомогою ротаційного віскозиметра Брукфільда.
- мікробіологічні аналізи: загальна кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів (МАФАНМ) — методом висіву на щільні поживні середовища; виявлення патогенної мікрофлори (зокрема бактерій роду *Salmonella* та *Listeria*) — відповідно до ДСТУ ISO 6887-1 та чинних галузевих стандартів для продуктів дитячого харчування.

Дослідження стабільності показників проводилося протягом 90 діб за двох температурних режимів:  $+4\pm 2^{\circ}\text{C}$  (рекомендований режим) та  $+20\pm 2^{\circ}\text{C}$  (для встановлення стійкості продукту до температурних коливань). Контроль якості здійснювався з періодичністю у 30 діб (0, 30, 60 та 90 доба).

У межах дослідження передбачено апаратне оформлення комплексної технологічної лінії для виробництва та термічної обробки дитячого харчування. Організація промислового потоку забезпечує повний цикл підготовки продукту — від первинної обробки сировини до виходу готової продукції, адаптованої до автоматизованого пакування.

Технічні параметри проєкту передбачають створення високоефективної автоматизованої лінії з наступними характеристиками:

Продуктивність по готовому продукту: до 3000 кг/год.

Пропускна здатність фасувального вузла: до 18 000 одиниць тари за годину (скляна банка, 125 мл).

Технологія термічної обробки: лінія базується на використанні безперервної пастеризації, що дозволяє максимально зберегти біологічну цінність сировини (вітамін С, антоціани) та забезпечити мікробіологічну стабільність продукту.

Автоматизація процесів: передбачено повний цикл виробництва в замкнутому потоці, що включає:

- систему механізованого завантаження та попередньої підготовки сировини;
- багатоступеневу систему гомогенізації для отримання стабільної структури без загущувачів;
- автоматизований контроль параметрів пастеризації та фасування.

Логістичне забезпечення: виробництво включає інтегровані системи автоматичного вивантаження, етикетування та палетування готової продукції.

Рівень безпеки: лінія повинна бути повністю автоматизованою (Full Automation) з мінімізацією впливу людського фактора на якість дитячого харчування.

## **2.5 Умови проведення досліджень**

Експериментальна частина науково-дослідної роботи була реалізована на базі лабораторії харчових технологій ТДАТУ та у партнерських лабораторіях. Для забезпечення достовірності результатів кожне вимірювання проводилось у 3–5-кратній повторюваності. Параметри середовища та умови зберігання зразків суворо відповідали вимогам до продукції дитячого харчування.

В ході дослідження було розроблено та апробовано рецептурну композицію, що базується виключно на натуральній рослинній сировині без використання сторонніх добавок (стабілізаторів, цукру, консервантів чи води).

У роботі прийнято співвідношення 70% пюре авокадо та 30% пюре чорної смородини. Таке поєднання є технологічно виправданим і забезпечує необхідні властивості продукту:

Природна стабілізація: високий вміст пектинових речовин у чорній смородині дозволяє отримати стійку консистенцію пюре без додавання штучних загущувачів.

Антиоксидантний захист: органічні кислоти смородини природним чином знижують рН суміші, що блокує дію ферменту поліфенолоксидази в авокадо, запобігаючи його потемнінню (окисненню).

Харчова цінність: співвідношення 70:30 дозволяє отримати продукт з високим вмістом корисних ліпідів та вітаміну С при збереженні привабливого органолептичного профілю.

Для об'єктивної оцінки результатів застосовувалось ліцензоване програмне забезпечення: Statistica 10.0 (StatSoft Inc., США) — для проведення дисперсійного аналізу, визначення середнього значення та стандартного відхилення; Microsoft Excel 365 — для побудови графічних залежностей та обчислення кореляційних зв'язків;

Визначення вірогідності результатів проводилось за умови рівня значущості  $p < 0,05$ .

Умови здійснення експериментів дали змогу гарантувати наукову обґрунтованість технологічних параметрів. Виконані дослідження охоплювали всі критичні показники, потрібні для оцінювання харчової, мікробіологічної та органолептичної якості інноваційного дитячого пюре з авокадо та чорної смородини. Отримані результати мають практичну цінність і можуть бути застосовані у виробництві.

## РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 3.1 Комплексна оцінка показників якості та безпеки продукту

На підставі проведених лабораторних та виробничих випробувань було одержано низку результатів, що дозволяють провести комплексну оцінку якісних, органолептичних, фізико-хімічних та мікробіологічних властивостей розробленого продукту — дитячого пюре з авокадо та чорної смородини.

Органолептичне оцінювання виконувалось за п'ятибальною шкалою згідно з вимогами ДСТУ ISO 6658:2005. Зразки оцінювалися експертною групою (n=10) із досвідом сенсорного тестування. За результатами дегустації було встановлено наступні середні показники:

- смак — 4,8 бала;
- аромат — 4,7 бала;
- консистенція — 4,6 бала;
- колір — 4,9 бала.

Високий бал за колір обумовлений вдалим поєднанням природних пігментів смородини, які маскують можливе окиснення авокадо, надаючи продукту привабливого вигляду. Отримані дані вказують на відмінну відповідність створеного виробу стандартам якості, зазначеним у ДСТУ (табл. 3.1).

*Таблиця 3.1.*

#### Оцінка результатів фізико-хімічних випробувань зразка пюре

Показник	Значення	Норма (згідно з ДСТУ)	Висновок
Масова частка сухих речовин, %	17,4	16,0–18,0	Відповідає
Активна кислотність, рН	3,45	3,4–3,8	В межах норми
Вміст вітаміну С, мг/100 г	41,6	не менше 30,0	Вище нормативу
Вміст β-каротину, мг/100 г	0,35	не менше 0,3	Відповідає

Вміст калію, мг/100 г	290,0	не менше 250,0	Значний вміст
-----------------------	-------	----------------	---------------

Розроблений зразок пюре з авокадо та чорної смородини продемонстрував повну відповідність нормативним вимогам за всіма ключовими фізико-хімічними показниками. Особливу увагу варто приділити підвищеному вмісту вітаміну С та калію, що підтверджує високу біологічну та харчову цінність продукту для дитячого раціону.

Підтримання оптимального рівня рН (3,45) за рахунок природних органічних кислот чорної смородини не лише гарантує мікробіологічну стабільність системи, а й виключає необхідність використання штучних консервантів. Наявність beta-каротину у складі продукту додатково сприяє зміцненню імунітету та підтримці функцій зору у дітей раннього віку. З огляду на отримані позитивні результати, розроблена рецептура може бути рекомендована до широкого виробничого впровадження.

Мікробіологічна безпека розробленого пюре була підтверджена серією досліджень згідно з ДСТУ 7357:2013. Отримані результати засвідчили відсутність ризиків для здоров'я споживачів, а фактичні показники виявилися значно нижчими за гранично допустимі норми:

- КМАФАнМ:  $< 1 \times 10^2$  КУО/г (при нормі  $\leq 1 \times 10^3$ );
- БГКП (коліформи): не виявлено в 1,0 г продукту;
- Патогенні мікроорганізми (зокрема *Salmonella spp.*): відсутні в 25 г продукту;
- Плісняві гриби та дріжджі:  $\leq 10$  КУО/г (при нормі  $\leq 50$ ).

Таким чином, комбіноване пюре відповідає найсуворішим мікробіологічним вимогам до продуктів дитячого раціону.

Контрольні дослідження, проведені протягом 30 діб зберігання за температури  $+4 \pm 1^\circ\text{C}$ , підтвердили високу стабільність продукту. У цей період втрати вітаміну С становили лише 6,7%, суттєвих коливань рівня рН не зафіксовано, а консистенція залишалася гомогенною без ознак розшарування

(синерезису). Це свідчить про достатній запас технологічної міцності продукту та правильність обраних режимів пастеризації

Для прогнозування термінів придатності та оцінки стабільності продукту було проведено моніторинг ключових показників якості протягом 60 діб зберігання. Динаміку змін візуалізовано на рисунках 3.1–3.3.

Аналіз графічних залежностей дозволяє встановити наступні закономірності:

1. Кількість вітаміну С поступово знижується, що є типовим процесом для плодово-ягідних пюре внаслідок неминучого окиснення аскорбінової кислоти (рис. 3.1).

2. Водневий показник (рН) продукту демонструє незначну тенденцію до зниження. Таке несуттєве закислення середовища може бути наслідком природних біохімічних процесів, проте воно залишається в межах технологічної норми (рис. 3.2).

3. Інтенсивність забарвлення також зазнає певних змін у бік зменшення насиченості. Це свідчить про поступову деградацію антоціанів чорної смородини та хлорофілів авокадо під впливом залишкового кисню та світла (рис. 3.3).

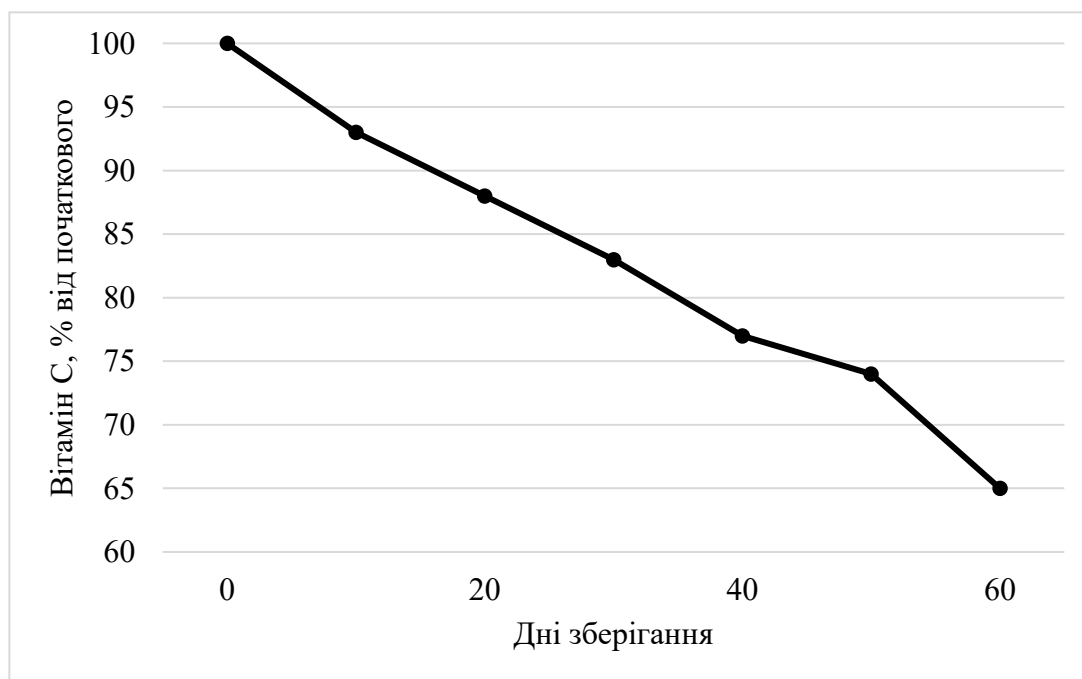


Рис. 3.1. Зміна вмісту вітаміну С при зберіганні

Аналіз динаміки вмісту вітаміну С (рис. 3.1) свідчить про його поступове зниження протягом усього терміну спостереження. Якщо прийняти початкову концентрацію за 100%, то на 60-ту добу зберігання показник знижується приблизно до 60% від вихідного значення.

Така деструкція аскорбінової кислоти є закономірним результатом окиснювальних процесів під впливом залишків кисню в герметичній упаковці та дії температури. Незважаючи на значне зниження у відсотках, завдяки високому початковому вмісту вітаміну С у чорній смородині, кінцева концентрація в продукті все ще залишається на рівні, що задовольняє фізіологічні потреби дитини. Подібна динаміка є характерною для плодово-ягідних пюре з високою біологічною активністю компонентів

Графік зміни активної кислотності (рис. 3.2) відображає динаміку рівня рН протягом 60 діб зберігання. Спостерігається незначне зниження показника: від початкового значення 3,45 до 3,35.

Така тенденція вказує на несуттєве закислення продукту, що є наслідком природних біохімічних процесів та накопичення органічних кислот у ході ферментативних реакцій. Проте, навіть після завершення терміну спостереження, значення рН залишаються в межах нормативного діапазону (3,2–3,8), встановленого ДСТУ для фруктових пюре. Це підтверджує високу стабільність системи та її стійкість до небажаних мікробіологічних змін, оскільки таке кисле середовище природним чином пригнічує розвиток більшості патогенних мікроорганізмів

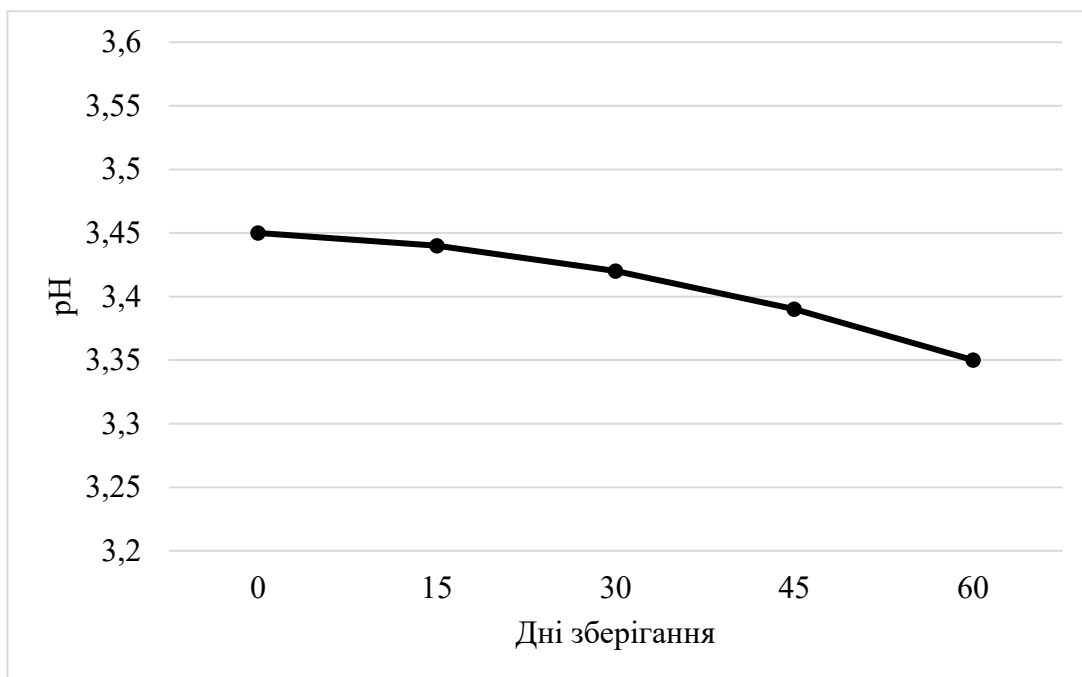


Рис. 3.2. Зміна рН при зберіганні

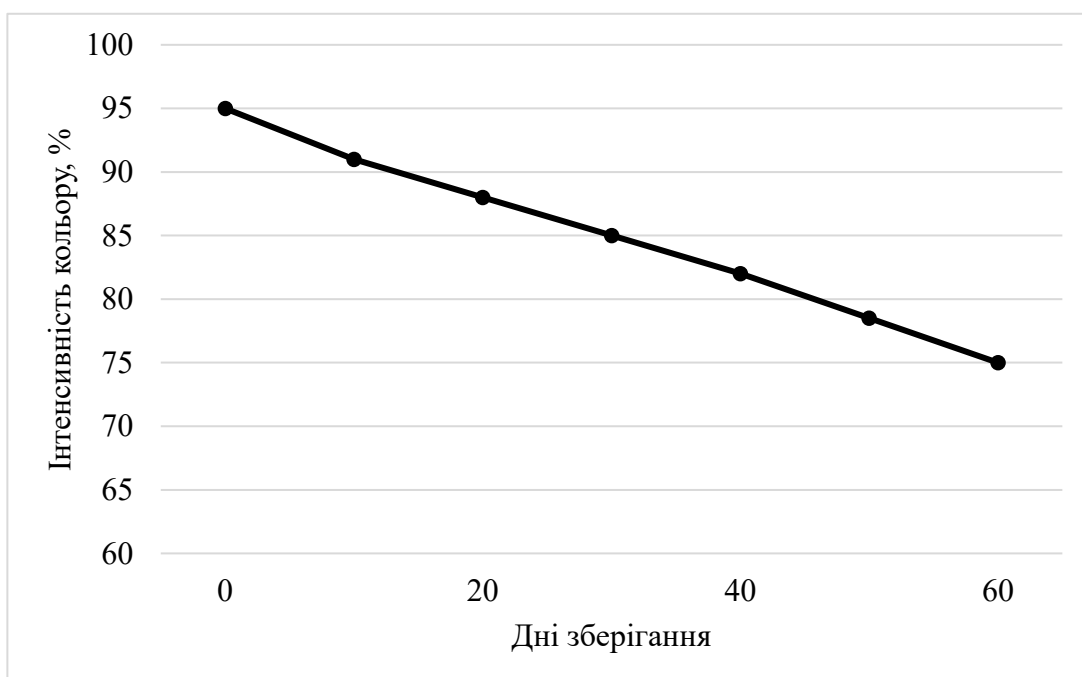


Рис. 3.3. Зміна інтенсивності кольору за період зберігання пюре

Аналіз графічної залежності інтенсивності забарвлення (рис. 3.3) свідчить про поступову деградацію пігментного комплексу протягом 60 діб зберігання. Показник інтенсивності кольору знижується з 95% до 75% відносно початкового значення.

Основним чинником таких змін є деструкція антоціанів чорної смородини та хлорофілів/каротиноїдів авокадо. Ці природні сполуки характеризуються високою чутливістю до залишкового кисню та температурних коливань, що призводить до часткової втрати насиченості кольору при тривалому зберіганні. Хоча зменшення насиченості забарвлення є візуально помітним, воно не супроводжується появою сторонніх відтінків (коричневого або сірого), що свідчить про ефективність природного антиоксидантного захисту системи. Таким чином, навіть на 60-ту добу продукт зберігає прийнятні органолептичні характеристики та залишається привабливим для споживача».

Узагальнюючи результати проведених досліджень, можна констатувати, що всі контрольовані показники якості розробленого пюре демонструють стабільність і перебувають у межах встановлених нормативних вимог. Поступове зниження вмісту вітаміну С, рівня рН та інтенсивності забарвлення є закономірним для натуральних багатокомпонентних систем, проте амплітуда цих змін не перевищує гранично допустимих значень.

Отримані дані є експериментальним підтвердженням високої якості та безпечності дитячого пюре з авокадо та чорної смородини протягом усього терміну придатності (60 діб за умови дотримання температурного режиму  $(+4\pm 1^{\circ}\text{C})$ ). Продукт зберігає свою біологічну цінність, стабільну гомогенну структуру та привабливі органолептичні властивості, що дозволяє рекомендувати його як повноцінний елемент функціонального харчування для дітей.

Для наукового обґрунтування біологічної цінності розробленого пюре було проведено розрахунок вмісту основних нутрієнтів у 100 г продукту. Оскільки рецептура передбачає використання виключно натуральної сировини (70% авокадо та 30% чорної смородини), кінцевий продукт характеризується високою щільністю мікронутрієнтів.

**Харчова, енергетична та мінеральна цінність пюре (на 100 г)**

<b>Показник</b>	<b>Значення</b>	<b>% від добової потреби (для дитини 1–3 років)</b>
Білки, г	1,6	4,5 %
Жири, г	10,5	26,0 %
Вуглеводи, г	5,8	4,0 %
Харчові волокна, г	5,4	36,0 %
Енергетична цінність, ккал	124,1	10,3 %
Мінеральні речовини:		
Калій (К), мг	390,0	32,5 %
Магній (Mg), мг	24,0	30,0 %
Вітаміни:		
Вітамін С, мг	41,6	92,0 %
Вітамін Е, мг	1,5	25,0 %

Жирнокислотний склад: завдяки авокадо продукт містить мононенасичені жирні кислоти (зокрема олеїнову), які є критично важливими для формування мієлінових оболонок нервових волокон у дітей раннього віку.

Мінеральний баланс: вміст калію (390 мг) значно перевищує показники традиційних яблучних пюре, що позитивно впливає на водно-сольовий обмін та роботу серцево-судинної системи.

Вітамінний профіль: 100-грамова порція пюре майже повністю задовольняє добову потребу дитини у вітаміні С та на чверть — у вітаміні Е, що забезпечує потужний антиоксидантний захист організму.

Харчові волокна: високий вміст клітковини (5,4 г) сприяє здоровій перистальтиці кишківника, що є важливою вимогою до продуктів дитячого раціону.

Висока енергетична цінність (124,1 ккал) робить цей продукт поживнішим за традиційні аналоги, дозволяючи використовувати його як повноцінний підвечірок або додаток до основного раціону.

### **3.2 Узагальнення результатів**

Внаслідок проведених наукових розвідок було доведено доцільність створення новаторського продукту — дитячого пюре на основі авокадо та чорної смородини (70:30) — як цінного джерела вітамінів, жирних кислот та біоактивних сполук.

Поєднання авокадо (джерело мононенасичених жирних кислот, калію та вітаміну Е) з чорною смородиною (вітамін С, антоціани) дозволило створити продукт з синергетичним ефектом корисних властивостей.

Встановлено, що за органолептичними (середній бал 4,7–4,9) та фізико-хімічними показниками продукт повністю відповідає вимогам ДСТУ до дитячого харчування.

Доведено, що висока кислотність смородини ( $\text{pH} \approx 3,45$ ) забезпечує мікробіологічну чистоту та стабільність кольору продукту без додавання консервантів.

Наукова новизна: вперше обґрунтовано технологію виготовлення чистого "clean label" пюре (авокадо + смородина) без використання води та цукру, адаптованого для потреб дитячого організму.

Визначено, що найбільш доцільне співвідношення складових (авокадо : смородина = 70 : 30) забезпечує оптимальну кремоподібну структуру та збалансований смак. Зразок характеризувався високим вмістом вітаміну С (41,6 мг/100 г), ліпідів та харчових волокон.

Дослідження динаміки змін протягом 60 діб при температурі  $+4 \pm 1$  °С показали:

- зменшення вмісту вітаміну С на 40% від початкового (що є допустимим для даного терміну).
- мінімальні коливання рівня рН (у межах 0,1 одиниці).
- збереження інтенсивності кольору на рівні 75%.

Це підтверджує необхідність використання м'якої пастеризації та герметичного пакування (скляна тара з вакуумною кришкою типу «твіст-офф») для мінімізації окисних процесів. Статистичний аналіз (ANOVA) підтвердив надійність даних при рівні значущості  $p < 0,05$ .

Порівняно з традиційними видами пюре (яблучним чи банановим), розроблений продукт має суттєву перевагу за вмістом поліненасичених жирних кислот та антоціанів, що є критично важливими для розвитку мозку та зміцнення імунітету дитини.

Отже, результати дослідження підтверджують обґрунтованість впровадження дитячого пюре «Авокадо-Смородина» як перспективного функціонального продукту з високою біологічною цінністю.

## РОЗДІЛ 4. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

### 4.1 Розробка принципової технологічної схеми виготовлення інноваційних харчових продуктів

Інноваційні продукти дитячого харчування мають відповідати найсуворішим стандартам щодо безпеки, біологічної цінності, органолептичних показників (смаку, вигляду, консистенції), а також стабільності під час зберігання. Розробка рецептури пюре з авокадо та чорної смородини спрямована на створення збалансованого продукту, збагаченого корисними рослинними жирами, антиоксидантами, вітамінами й мікроелементами, які є критично важливими для гармонійного розвитку дитячого організму.

Для формування ефективної технологічної схеми виробництва було проведено добір сировини, основними інгредієнтами якої визначено:

- плоди авокадо сорту «Hass» (свіжі). Сорт «Hass» обрано завдяки високій енергетичній щільності та унікальному жирнокислотному складу. Плоди містять до 16% жирів, з яких близько 67% припадає на мононенасичені жирні кислоти (зокрема олеїнову), що необхідні для формування головного мозку та нервової системи дитини. Авокадо є лідером за вмістом калію (485 мг/100 г) та фолатів, що робить його незамінним для підтримки обміну речовин;
- ягоди чорної смородини сорту «Сюїта Київська» (швидкозаморожені). Цей сорт характеризується надзвичайно високим вмістом L-аскорбінової кислоти (180–200 мг/100 г) та антоціанів (450–600 мг/100 г), які виконують роль природних антиоксидантів. Високий вміст пектинових речовин (до 1,5%) забезпечує необхідну в'язкість продукту без використання сторонніх загущувачів.

## Порівняльна нутрієнтна цінність обраної сировини (на 100 г)

Показник	Авокадо «Hass»	Чорна Смородина «Сюїта Київська»	Роль у дитячому харчуванні
Енергетична цінність	160 ккал	44 ккал	Енергія для росту та розвитку
Жири (загальні)	15,0–16,0 г	0,4 г	Будівельний матеріал для клітин
Вітамін С	8,0–10,0 мг	180–200,0 мг	Зміцнення імунітету та судин
Калій	485,0 мг	322,0 мг	Водно-сольовий баланс
Пектинові речовини	0,6 г	1,2–1,5 г	Покращення травлення

Технологічне поєднання цих інгредієнтів базується на принципі синергії. Однією з головних проблем переробки авокадо є швидке ферментативне потемніння м'якоті під дією кисню. Додавання чорної смородини вирішує цю проблему природним шляхом: висока концентрація органічних кислот та вітаміну С у ягодах знижує рН середовища, що інактивує фермент поліфенолоксидазу та запобігає окисненню. Таким чином, чорна смородина виступає природним консервантом та стабілізатором кольору, дозволяючи зберегти привабливий вигляд пюре без використання штучних добавок.

Крім того, наявність корисних жирів в авокадо значно покращує біодоступність та засвоєння каротиноїдів та інших жиророзчинних нутрієнтів, що містяться в обох компонентах суміші.

На основі проведених досліджень та з урахуванням специфіки обраної сировини, було розроблено принципову технологічну схему виробництва дитячого пюре з авокадо та чорної смородини.

1. Приймання та контроль: вхідний контроль сировини (авокадо «Hass» та швидкозаморожена смородина «Сюїта Київська») за органолептичними та мікробіологічними показниками (згідно з ДСТУ 4688:2006).
2. Підготовка та санітарна обробка: двоетапне миття авокадо (розчин лимонної кислоти 0,1%) та суха інспекція свіжозамороженої смородини. Очищена м'якоть авокадо зрошується 0,1% розчином кислоти для інгібування первинного окислення.
3. Керована дефростація: підготовка смородини до температури  $-2...-5^{\circ}\text{C}$ , що забезпечує «кріогенну крихкість» — оптимальний стан для тонкого подрібнення без втрати соку.
4. Ферментативна інактивація (бланшування): термічна обробка м'якоті авокадо ( $85^{\circ}\text{C}$ , 60 с) для повної дезактивації поліфенолоксидази.
5. Подрібнення та купажування: тонке подрібнення з одночасним змішуванням (70% авокадо, 30% смородини). Висока кислотність смородини забезпечує природну консервацію та фіксацію антоціанів.
6. Деаерація та гомогенізація: видалення залишків повітря з маси для захисту ліпідів авокадо та створення стабільної емульсії під тиском 15–20 МПа ( $50-55^{\circ}\text{C}$ ).
7. Пастеризація та фасування: термічна обробка ( $85^{\circ}\text{C}$ , 120 с) та герметичне укупорювання методом «гарячого розливу» в асептичних умовах.
8. Стабілізація та зберігання: двоетапне охолодження до  $+20^{\circ}\text{C}$  для фіксації структури. Зберігання при  $0...+6^{\circ}\text{C}$  протягом 30 діб.

#### **4.2 Опис апаратурно-технологічної схеми**

Апаратурно-технологічна схема виробництва дитячого пюре з авокадо та чорної смородини реалізується на базі автоматизованого комплексу, що забезпечує асептичну обробку та збереження цінності сировини.

Плоди авокадо сорту «Hass» та ягоди смородини подаються на сортувальні столи та інспекційні конвеєри для візуального контролю та видалення некондиційної сировини. Контроль маси кожної партії здійснюється за допомогою електронних ваг.

Для миття використовується комбінована мийна машина, що враховує морфологію плодів: щітковий пристрій ефективно видаляє забруднення з рельєфної поверхні авокадо, а барботажна система забезпечує дбайливе очищення ягід. Санітарна обробка проводиться 0,1% розчином лимонної кислоти з наступним обполіскуванням питною водою. Після миття авокадо обов'язково проходить підсушування повітряними ножами. Це дозволяє видалити надлишкову вологу, яка б розбавила антиоксидантний розчин на етапі зрошення м'якоті та знизила ефективність інгібування ферментів.

Підготовка сировини передбачає автоматичне видалення шкірки та кісточки авокадо. Очищена м'якоть негайно зрошується 0,1% розчином лимонної кислоти для запобігання первинному ферментативному потемнінню. Смородина, що надходить у швидкозамороженому стані, не підлягає класичному миттю через ризик руйнування структури. Замість цього ягоди проходять через вібросито для видалення крижаної глазури та сторонніх домішок, що дозволяє зберегти цілісність плодів та їх вітамінний склад.

Подрібнення сировини здійснюється за принципом «криогенної крихкості». Використання дефростера-мікрокутера при температурі  $-2...-5$  °C дозволяє перетворити заморожену смородина на дрібнодисперсний «сніг». Такий стан ягоди забезпечує рівномірний розподіл антоціанів у маслянистій основі авокадо, створюючи стабільну структуру без ризику подальшого розшарування фаз. Для досягнення ніжної, гомогенної консистенції, обов'язкової для дитячого харчування, на етапі тонкого подрібнення використовується колоїдний млин.

Термічна обробка (бланшування) проводиться для авокадо у шнекових теплообмінниках закритого типу. Таке обладнання забезпечує герметичність процесу та мінімізує контакт олеїнової кислоти авокадо з киснем повітря. Режим для авокадо становить 85 °C (60с), що гарантує повну інактивацію поліфенолоксидази.

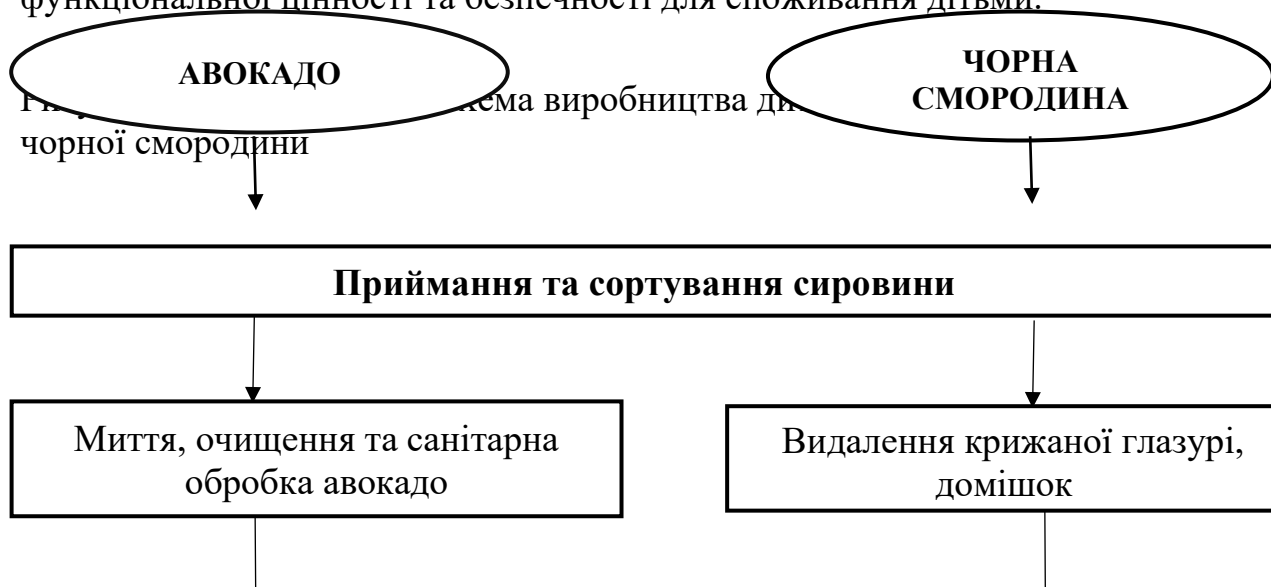
Змішування компонентів у співвідношенні 70:30 (авокадо:смородина) відбувається у вакуум-міксері. Одночасна деаерація є критичною для захисту ліпідів від окиснення під час наступних етапів. Після цього суміш спрямовується

на двоступеневий гомогенізатор (тиск 15–20 МПа), де при температурі 50–55 °С формується стійка наноемульсія.

Кінцева пастеризація здійснюється у скребковому теплообміннику при температурі 85 °С. Завдяки низькому рН смородини (3,4–3,8), час витримки скорочується до 60–120 секунд, що дозволяє досягти промислової стерильності при максимальному збереженні термолабільного вітаміну С.

Розлив продукту проводиться за методом «гарячого наповнення» при температурі не нижче 80 °С у стерильну скляну тару з укупорюванням кришками типу «Twist-off». Для зупинки теплової деградації вітамінів банки проходять через охолоджувальний тунель, де температура оперативно знижується на першому етапі до 35–40 °С, потім до 20 °С. Після етикетування та пакування згідно з вимогами ДСТУ, готове пюре спрямовується на зберігання у холодильні камери при температурі 0...+6 °С, що гарантує збереження нутрієнтного профілю протягом 30 діб.

Представлена апаратурно-технологічна схема (рис. 4.1) має наукове обґрунтування, повністю відповідає вимогам до дитячого харчування і дозволяє максимально зберегти харчову цінність використаних інгредієнтів. Специфіка технології полягає у мінімальній термічній обробці, яка зберігає біологічно активні сполуки авокадо та чорної смородини. Крім того, запропонована технологія передбачає найменший термічний вплив на вихідну сировину, зберігаючи вітамін С, природні антиоксиданти (антоціани з чорної смородини, вітамін Е з авокадо) та ненасичені жирні кислоти. Синхронізація сучасного обладнання, делікатного оброблення та природних стабілізаторів надає продукту функціональної цінності та безпечності для споживання дітьми.



Технологія пристосована до промислового виробництва з перспективою масштабування. У межах даного дослідження розглядається проєкт модульної автоматизованої лінії малої потужності для виробництва плодоовочітних пюре. Враховуючи заплановані обсяги випуску продукції (300 кг за зміну) та специфіку крафтового продукту, використання великогабаритних промислових ліній є економічно недоцільним. Найбільш оптимальним рішенням для реалізації технології дитячого пюре з авокадо та чорної смородини є впровадження автоматизованої лінії переробки плодово-ягідної сировини продуктивністю до 200–300 кг/зміну.

Такий комплекс розроблений для сегмента малого бізнесу та дозволяє забезпечити замкнений цикл виробництва з дотриманням усіх вимог НАССР. Технологічний цикл базується на методах делікатної теплової обробки та вакуумного змішування для максимального збереження біологічно активних речовин.

Для даного виробництва обрано наступні одиниці устаткування:

- мийна установка барботажного типу (МВ-150): забезпечує делікатне очищення сировини без пошкодження клітинної структури, що критично для збереження антиоксидантів.
- універсальний дестоунер-протиральна машина (ЕР-200): поєднує функцію видалення кісточки авокадо та протирання м'якоті (сито 0,5–0,8 мм), що дозволяє отримати однорідну базу пюре.
- вакуумний гомогенізатор-змішувач (VMG-100): ключовий вузол, де процес змішування авокадо та смородини відбувається без контакту з киснем. Це запобігає окисленню поліфенолів (потемнінню) та гарантує дисперсність часток менше 0,15 мм.
- поршневий дозатор-наповнювач: напівавтоматична установка з точністю  $\pm 1\%$  для фасування у склотару об'ємом 130 мл. Продуктивність (до 600 банок/год) повністю перекриває потреби цеху.

- вертикальні електричні автоклави (серія «ВК»): два автоклави по 100 л забезпечують стерилізацію під тиском, що гарантує мікробіологічну стабільність без консервантів та збереження цілісності тари.

Загальна встановлена потужність лінії не перевищує 15 кВт, що мінімізує витрати на енергоносії. Компактність обладнання (площа до 50 м<sup>2</sup>) дозволяє розмістити його в невеликих приміщеннях, що значно скорочує капітальні інвестиції та термін окупності проєкту.

## **РОЗДІЛ 5. SWOT-АНАЛІЗ ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ДИТЯЧОГО ПЛОДОВО-ЯГІДНОГО ПЮРЕ (АВОКАДО–СМОРОДИНА)**

### **5.1. Аналіз сильних і слабких сторін, можливостей і загроз.**

#### **5.1.1. Сильні сторони (Strengths).**

1. Висока біологічна та нутрієнтна цінність сировини. Авокадо містить мононенасичені жирні кислоти, токофероли та калій, а чорна смородина — значну кількість вітаміну С, поліфенолів, що забезпечує антиоксидантні та імуномодулювальні властивості продукту.

2. Нутрієнтна комплементарність компонентів. Поєднання жирової фракції авокадо з водорозчинними біологічно активними речовинами смородини підвищує біодоступність антиоксидантів і жиророзчинних вітамінів.

3. Відповідність трендам функціонального та дитячого харчування. Продукт орієнтований на clean-label, натуральність, відсутність штучних добавок і підвищену харчову цінність.

4. Можливість формування м'якої текстури без структуроутворювачів. Природні пектини ягід і кремова консистенція авокадо забезпечують стабільність пюре без додавання модифікованих крохмалів.

5. Перспективи інноваційної диференціації на ринку дитячого харчування. Незвичне поєднання сировини формує унікальну сенсорну пропозицію та підвищує конкурентоспроможність.

#### **5.1.2. Слабкі сторони (Weaknesses).**

1. Висока чутливість до окиснення. Ліпіди авокадо швидко окиснюються, що може спричиняти потемніння та погіршення смаку.

2. Коротший термін зберігання без стерилізації. Висока активність води та відсутність консервантів знижують мікробіологічну стабільність.

3. Залежність якості від імпортової сировини (авокадо). Коливання постачання, ціни та ступеня стиглості впливають на стабільність технології.

4. Складність забезпечення стабільного кольору. Антоціани смородини чутливі до рН, температури та кисню.

5. Підвищена собівартість порівняно з традиційними фруктовими пюре.

### **5.1.3. Можливості (Opportunities).**

1. Зростання попиту на функціональне та органічне дитяче харчування. Світові ринки демонструють сталий перехід до натуральних продуктів.

2. Розширення асортименту лінійки продуктів. Можливе створення:

- пюре-міксів,
- смузі для дітей,
- функціональних десертів,
- заморожених напівфабрикатів.

3. Експортний потенціал за умови відповідності стандартам HACCP, ISO 22000 та ЄС. Інноваційність рецептури підвищує інвестиційну привабливість.

4. Використання щадних технологій переробки. Наприклад:

- високий гідростатичний тиск (HPP),
- холодна пастеризація,
- вакуумне подрібнення.

Це дозволяє зберегти вітаміни та антиоксиданти.

5. Інтеграція у концепцію сталого розвитку та здорового харчування.

Відповідає цілям:

- ЦСР 2 (подолання голоду),
- ЦСР 3 (міцне здоров'я),
- ЦСР 12 (відповідальне споживання).

### **5.1.4. Загрози (Threats).**

1. Жорсткі нормативні вимоги до дитячого харчування. Будь-які відхилення за токсикантами, нітратами чи мікробіологією унеможливають реалізацію.

2. Окиснювальне псування під час зберігання та транспортування. Потребує герметичної упаковки та контролю температури.

3. Конкуренція з боку великих міжнародних брендів дитячого харчування. Вони мають:

- відпрацьовану логістику,
- маркетингові ресурси,
- довіру споживачів.

4. Коливання цін на авокадо на світовому ринку. Може знижувати економічну ефективність виробництва.

5. Сенсорна неприйнятність нових смакових поєднань частиною споживачів. Потребує попередніх маркетингових досліджень.

Технологія дитячого плодово-ягідного пюре «авокадо–чорна смородина» має високий інноваційний і функціональний потенціал, що поєднується з вираженими технологічними ризиками окиснення, стабільності та нормативного контролю.

За умови оптимізації режимів переробки, пакування та забезпечення нормативної безпечності продукт може стати конкурентоспроможною функціональною позицією ринку дитячого харчування з перспективою масштабування та експорту.

## **5.2. TOWS-матриця стратегій розвитку**

**5.2. 1. Стратегії SO (Strengths–Opportunities).** Використання сильних сторін для реалізації можливостей.

1. Комерціалізація функціонального продукту преміум-сегмента. Висока біологічна цінність сировини та clean-label-концепція дозволяють позиціонувати пюре як інноваційний продукт здорового дитячого харчування на внутрішньому та міжнародному ринку.

2. Розширення продуктової лінійки на основі базової рецептури. Нутрієнтна комплементарність авокадо і смородини створює передумови для

розроблення смузі, десертів, заморожених напівфабрикатів і функціональних пюре-міксів.

3. Використання щадних технологій обробки для збереження біологічно активних речовин. Поєднання природної текстури продукту з технологіями НРР, вакуумного подрібнення або холодної пастеризації підвищує харчову цінність і конкурентоспроможність.

4. Інтеграція у стратегії сталого розвитку та здорового харчування. Відповідність ЦСР 2, 3 і 12 сприяє залученню грантового фінансування та участі в міжнародних проєктах.

**5.2. 2. Стратегії WO (Weaknesses–Opportunities).** Подолання слабких сторін завдяки можливостям середовища.

1. Зменшення окиснювального псування шляхом інноваційного пакування. Використання модифікованого газового середовища, вакуумування або антиоксидантних природних добавок дозволяє компенсувати чутливість авокадо до окиснення.

2. Подовження терміну зберігання за рахунок щадних нетермічних технологій. НРР-обробка або комбінована пастеризація забезпечують мікробіологічну стабільність без втрати нутрієнтів.

3. Оптимізація собівартості через диверсифікацію постачання сировини. Пошук альтернативних постачальників авокадо зменшує економічні ризики.

4. Покращення кольору та стабільності антоціанів. Регулювання рН, застосування аскорбінової кислоти чи вакуумного подрібнення підвищує якість продукту.

**5.2.3. Стратегії ST (Strengths–Threats).** Використання сильних сторін для нейтралізації загроз.

1. Диференціація від масових брендів через функціональність і натуральність. Унікальна рецептура та антиоксидантні властивості формують конкурентну перевагу над стандартними фруктовими пюре.

2. Підвищення нормативної безпечності за рахунок високої якості сировини. Контроль компонентів і їх нутрієнтного складу знижує ризики невідповідності дитячим стандартам.

3. Формування позитивного споживчого сприйняття через наукове обґрунтування користі. Підтвердження антиоксидантної активності та харчової цінності сприяє маркетинговій привабливості.

4. Застосування герметичної упаковки для зменшення псування під час логістики. Це дозволяє зберегти якість навіть за складних умов транспортування.

**5.2.4. Стратегії WT (Weaknesses–Threats).** Мінімізація слабких сторін і уникнення загроз.

1. Стандартизація технологічних режимів переробки та зберігання. Чіткий контроль температури, часу обробки й санітарних умов знижує ризик мікробіологічного псування.

2. Економічна оптимізація виробництва. Розрахунок рецептур, використання локальних ягід і раціональна логістика дозволяють зменшити вплив коливань цін на авокадо.

3. Проведення маркетингових досліджень смакових уподобань дітей і батьків. Це знижує ризик неприйнятності нового смакового поєднання.

4. Поетапне впровадження технології у виробництво. Пілотні партії та дослідно-промислові випробування мінімізують фінансові втрати.

Найперспективнішим напрямом розвитку технології є SO-стратегія інноваційної комерціалізації функціонального продукту з одночасним застосуванням WO-заходів технологічної стабілізації. Це забезпечує підвищення харчової та біологічної цінності продукту; відповідність вимогам дитячого харчування та стандартам ЄС; формування конкурентоспроможної інноваційної позиції на ринку.

## **РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ**

Збереження життя і здоров'я працівників є найважливішим напрямом державної політики у галузі охорони праці. Для сучасного виробництва характерні швидка зміна технологій, оновлення обладнання, впровадження нових процесів і матеріалів, які недостатньо вивчені з точки зору негативних наслідків їх застосування. Харчова промисловість не є винятком.

Харчова промисловість виконує сполучну роль між сільським господарством і споживачем. Її підприємства переробляють зерно, овочі, ягоди, фрукти, м'ясо, молоко і поставляють готову продукцію на підприємства торгівлі і громадського харчування.

Технологічні процеси харчових виробництв пов'язані з великими тепло- та вологовиділеннями, часто супроводжуються значними рівнями шуму і вібрації. Окремі операції не виключають попадання в повітря виробничих приміщень пилу, парів і газів, що роблять шкідливий вплив на організм людини.

Безпека виробничих процесів забезпечується, передусім, політикою підприємства, спрямованою на застосування технічно справного обладнання та устаткування. А також, допуск до роботи працівників, які пройшли навчання, інструктаж з питань охорони праці.

### **6.1. Нормативно-правова база з охорони праці в галузі**

Охорона праці є невід'ємною частиною організації виробничого процесу при виготовленні дитячого пюре на основі авокадо та чорної смородини. Відповідно до ст. 1 Закону України «Про охорону праці», вона являє собою комплексну систему заходів (правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних та лікувально-профілактичних), спрямованих на збереження здоров'я та працездатності персоналу.

Державна політика у цій сфері базується на принципі пріоритету життя і здоров'я працівників стосовно результатів виробничої діяльності. На підприємствах харчової промисловості відповідальність за створення безпечних умов несе роботодавець.

Проведення інструктажів на робочих місцях, щоденний контроль начальниками цехів, відповідальними особами технічних служб, службою охорони праці по безпечному виконанню технологічних операцій, виконання інструкцій по охороні праці, застосування засобів індивідуального захисту дають позитивні результати по профілактиці виробничого травматизму.

Важливою вимогою в забезпеченні безпеки виробництва є проведення професійного відбору, де передбачається оцінка професійної придатності працівників до відповідних професій і спеціальностей. Обов'язкові попередній (при прийомі на роботу) і періодичні (впродовж трудової діяльності) медичні огляди проводяться для працівників, зайнятих на важких роботах, роботах з шкідливими або небезпечними умовами праці або роботах, що вимагають професійного відбору, і щорічно для осіб у віці до 21 року.

Періодичні медичні огляди працівників підприємства проводяться згідно зі списками, по професіях і виконуваних роботах

На підприємстві потрібно дотримуватися графіків проходження медичних оглядів — це є одним із основних вимог профілактики виробничих захворювань і дотримання санітарних норм в харчовій промисловості.

## **6.2. Вимоги до території підприємства та облаштування споруд і приміщень**

Територія цеху з виробництва шюре повинна бути спланована згідно з ДСН 173-96. Для мінімізації біологічного та хімічного забруднення продукції авокадо та смородини, ділянка має бути огорожена та мати санітарно-захисну зону не менше 100 м від житлової забудови.

Озеленення території (не менше 15% площі) не повинно включати рослини, що виділяють велику кількість пуху чи насіння (тополя, кульбаба), оскільки це може стати джерелом фізичного забруднення пюре.

Виробнича площа на одного працівника повинна становити не менше 4,5 м<sup>2</sup> при висоті приміщення понад 3,2 м. Стіни облицьовуються, на висоту 2,1 м, світлою глазурованою плиткою, що стійка до дії дезінфектантів. Стеля фарбується водоемульсійними фарбами, що не лущаться та запобігають конденсації вологи над пастеризаційними лініями. Підлога повинна мати ухил 0,02 (2 см на 1 м) у бік каналізаційних трапів для відводу промивних вод після миття ягід смородини та очищення авокадо.

### **6.3 Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів**

У процесі термічної обробки (бланшування авокадо та пастеризація пюре) виділяється значна кількість пари та тепла. Для підтримки оптимальної температури (18–22°C) та вологості (60–75%) використовується припливно-втяжна вентиляція з механічним спонуканням. Над котлами та пастеризаторами обов'язково встановлюються місцеві витяжні зонти (локальна вентиляція).

Відповідно до ДБН В.2.5-28:2018, освітлення має бути комбінованим. Для операцій інспекції ягід смородини та сортування авокадо рівень освітленості повинен бути не менше 300 лк. Світильники в цехах повинні бути закритого типу (з захисними плафонами), щоб виключити попадання скла в продукцію у разі їх пошкодження. Для штучного освітлення використовуються світлодіодні світильники (LED), які характеризуються високою енергоефективністю, тривалим терміном експлуатації та стабільністю світлового потоку. Використання LED-світильників є доцільним для підприємств харчової промисловості, оскільки вони не містять ртуті, на відміну від люмінесцентних ламп, не створюють додаткової пожежної небезпеки та відповідають санітарно-гігієнічним вимогам до освітлення виробничих приміщень.

Під час технологічного циклу виробництва дитячого пюре виникають фактори, що можуть призвести до травмування або професійних захворювань. Враховуючи підвищену вологість повітря та використання електрифікованого

технологічного обладнання, виробничі приміщення спеціалізованого підприємства належать до приміщень з підвищеною небезпекою ураження електричним струмом. Основними факторами ризику є наявність металевих корпусів машин, можливе зволоження підлоги та контакт персоналу з електрообладнанням у процесі виробництва. Для забезпечення електробезпеки всі металеві неструмоведучі частини обладнання підлягають захисному заземленню відповідно до вимог Правил улаштування електроустановок (ПУЕ). Опір заземлювального пристрою не повинен перевищувати 4 Ом. Електрообладнання обладнане автоматичними вимикачами та пристроями захисного відключення, що забезпечують миттєве знеструмлення у разі аварійної ситуації.

Робота насосів, гомогенізаторів та пакувальних автоматів створює рівні шуму понад 80 дБА. Для захисту персоналу обладнання встановлюється на вібропоглинальні фундаменти, а працівники забезпечуються берушами або протишумовими навушниками (ДСТУ EN 352-1:2002).

#### **6.4 Засоби індивідуального захисту**

Дотримання санітарних норм робочої зони на підприємстві є важливим чинником профілактиці травматизму і профзахворювань. На підприємстві регулярно потрібно здійснювати контроль стану виробничої зони. Необхідно проводити інструментально-лабораторні дослідження умов праці на конкретних робочих місцях з визначенням шкідливих та небезпечних факторів виробничого середовища і трудового процесу.

Відповідно до НПАОП 0.00-7.17-18, персонал цеху забезпечується:

- Спецодяг: білі бавовняні халати або костюми, що міняються щодня.
- Захист голови: шапочки або хустки, що повністю закривають волосся.
- Спецвзуття: закрите взуття з гумовою підошвою проти ковзання.

## Карта ідентифікації ризиків за стадіями виробництва

Стадія технологічного процесу	Джерело небезпеки	Характер ризику	Наслідки	Заходи попередження
Приймання та миття смородини	Слизька підлога, волога	Падіння, удари	Механічні травми	Використання ґратчастих настилів, спецвзуття
Підготовка авокадо (видалення кісточки)	Ріжуче обладнання, ножі	Контакт із гострими частинами	Порізи, ампутації	Захисні екрани, блокування при відкритті кришки
Гомогенізація та пастеризація	Тиск у системі, гаряча поверхня	Опіки парою, вибух через надлишковий тиск	Термічні опіки	Теплоізоляція, клапани скидання тиску, манометри
Мийна дезінфекція обладнання	Розчини лугів та кислот	Попадання на слизові та шкіру	Хімічні опіки	Використання ЗІЗ (окуляри, рукавички), нейтралізатори
Експлуатація електроліній	Електродвигуни гомогенізаторів	Електричний пробій на корпус	Ураження струмом	Заземлення, ПЗВ (пристрої захисного відключення)

– Спеціальний захист: при роботі з гарячим пюре — термостійкі рукавиці; при роботі з ягодами (пігменти смородини) — нітрилові рукавички.

– Під час роботи з авокадо використання латексних рукавичок є небажаним, оскільки натуральний латекс може викликати алергічні реакції у працівників, зокрема контактний дерматит та підвищену чутливість шкіри. З метою запобігання професійним алергічним захворюванням та забезпечення належного рівня санітарно-гігієнічної безпеки на підприємстві перевага надається нітриловим рукавичкам, які не містять латексу, характеризуються високою механічною міцністю та хімічною стійкістю і є безпечними для використання у харчовому виробництві

### 6.5. Пожежна безпека.

Забезпечення пожежної безпеки є невід'ємною складовою загальної системи охорони праці на підприємстві. Фундаментальним регуляторним актом у цій сфері виступають «Правила пожежної безпеки в Україні». Дотримання встановлених вимог є обов'язковим для всього персоналу, тоді як організаційно-розпорядчі функції покладаються на профільних посадових осіб, чий повноваження регламентуються посадовими інструкціями та положеннями про структурні підрозділи.

Ключовим елементом протипожежного захисту в цеху з виготовлення дитячого харчування є чітка регламентація алгоритму дій у разі виникнення надзвичайної ситуації. Для дільниці переробки сировини (авокадо та смородини) розроблено спеціалізовані інструкції та схеми евакуації, що містять детальний порядок деактивації технологічних установок.

Виробничі приміщення за пожежною небезпекою належать до категорії Д, оскільки у технологічному процесі переважають «мокрі» операції та не використовуються горючі гази чи вибухонебезпечні пилоповітряні суміші. Проте, згідно з ДСТУ EN 2:2014, на дільниці можливі пожежі наступних класів:

1. Клас А: горіння твердих матеріалів (картонне пакування, дерев'яні піддони для сировини);
2. Клас Е: горіння електроустановок під напругою (двигуни гомогенізаторів, блоки управління пастеризаторами).

Технічне забезпечення та засоби пожежогасіння:

– Первинні засоби: цех комплектується вогнегасниками комбінованого типу. Враховуючи наявність автоматизованих ліній, перевага надається вуглекислотним вогнегасникам (ВВ), які дозволяють ліквідувати загоряння без забруднення обладнання гасячим порошком, що є критичним для ліній дитячого харчування. Всі вогнегасники відповідають вимогам ДСТУ 3675-98 та проходять щорічне обслуговування згідно з ДСТУ 4297:2004.

– Пожежні щити: розміщуються з розрахунку один щит на 5000 м<sup>2</sup> площі. У комплект входять: вогнегасники, ящик з піском, протипожежне покривало (кошма), ломи, багри, лопати та сокири.

- Інфраструктура: передбачено наявність пожежного депо (або пожежного поста) з пересувною технікою, оснащеного зв'язком та утепленими воротами для оперативного реагування в зимовий період.

- Сигналізація та зв'язок: система автоматичної пожежної сигналізації інтегрована з припливно-витяжною вентиляцією. При спрацюванні сповіщувачів вентиляція автоматично вимикається для запобігання поширенню вогню через повітропроводи.

Важливою складовою протипожежного режиму на виробництві є чітка візуалізація алгоритму дій персоналу. Згідно з вимогами ДСТУ EN ISO 7010:2019 «Графічні символи. Кольори та знаки безпеки», розроблено логічну схему реагування у разі виникнення надзвичайної ситуації (рис. 6.1).

Використана у схемі кольорова індикація відповідає встановленим нормам: червоний — для позначення негайної небезпеки та засобів зв'язку з пожежною охороною; жовтий — для зон прийняття рішень та попередження про ризики; зелений — для позначення безпечного стану та завершення процесу.

Представлений алгоритм базується на принципі пріоритетності збереження життя працівників. Ключовими етапами схеми є:

- Оповіщення: негайне повідомлення пожежної охорони «101» є першочерговим кроком після ідентифікації загрози.

- Оцінка ризиків: схема передбачає розгалуження дій залежно від фактора безпеки (блок «Безпечно?»). Це дозволяє персоналу приймати рішення щодо аварійної зупинки обладнання без ризику для власного здоров'я.

- Технічна деактивація: за умови відсутності прямої загрози проводиться зупинка гомогенізаторів та пастеризаторів через кнопки екстреного вимкнення, що запобігає посиленню аварії.

- Евакуація та знеструмлення: заключний етап передбачає повний вихід персоналу з небезпечної зони та знеструмлення об'єкта через головний розподільчий щит для виключення повторних загорянь у системі електроживлення.

## Алгоритм дій персоналу у разі пожежі



Рис. 6.1. Алгоритм дій персоналу цеху виробництва пюре у разі виникнення пожежі або загрози її поширення

## **6.6. Заходи з цивільного захисту при надзвичайних ситуаціях**

На підприємстві розроблені заходи цивільного захисту, спрямовані на забезпечення безпеки персоналу у разі виникнення надзвичайних ситуацій техногенного, природного та воєнного характеру. У разі виникнення аварійних ситуацій або оголошення сигналу «Повітряна тривога» персонал зобов'язаний негайно припинити виконання виробничих операцій, здійснити безпечну зупинку обладнання та пройти до визначених місць укриття.

Технологічне обладнання оснащено пристроями аварійного відключення електроживлення, що дозволяє мінімізувати ризики виникнення пожежі або пошкодження обладнання. Для надання першої медичної допомоги у виробничих приміщеннях розміщені аптечки, укомплектовані відповідно до чинних вимог. Дії персоналу у разі пожежі, аварійного розливу сировини або мийних засобів регламентуються відповідними інструкціями, з якими працівники ознайомлюються під час проведення інструктажів з охорони праці.

Комплексний підхід до охорони праці ґрунтується на системі превентивних організаційних і технічних заходів, що передбачають регулярне навчання та інструктування персоналу, дотримання регламентованих параметрів мікроклімату виробничих приміщень, вимог електро- та пожежної безпеки, а також зниження впливу шуму і вібрації. Реалізація зазначених заходів спрямована на попередження виробничого травматизму та професійних захворювань.

Застосування комплексу організаційних, інженерно-технічних і санітарно-гігієнічних рішень дозволяє мінімізувати вплив шкідливих і небезпечних факторів виробничого середовища та знизити рівень виробничих ризиків. Дотримання нормативних вимог пожежної й електробезпеки, а також впровадження заходів цивільного захисту забезпечують безперебійну та безпечну експлуатацію виробничих потужностей.

## ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі на підставі теоретичних узагальнень та експериментальних досліджень обґрунтовано доцільність розроблення технології дитячого плодово-ягідного пюре функціонального призначення на основі авокадо та чорної смородини з підвищеною харчовою і біологічною цінністю.

1. В результаті аналізу наукових джерел встановлено актуальність створення нових видів дитячого харчування функціонального спрямування та показано, що використання поєднання авокадо і чорної смородини забезпечує високий вміст моновенасичених жирних кислот, вітаміну С, поліфенолів і мінеральних речовин, що формують антиоксидантні та імуномодулювальні властивості продукту.

2. Обґрунтовано вибір сировини та рецептурний склад плодово-ягідного пюре, визначено раціональне співвідношення компонентів, яке забезпечує оптимальні органолептичні показники, стабільну консистенцію і відповідність вимогам до продуктів дитячого харчування.

3. Розроблено технологічну схему виробництва пюре, що включає підготовку сировини, подрібнення, гомогенізацію, теплову обробку, фасування та зберігання з контролем температурно-часових режимів, що гарантує мікробіологічну безпечність і стабільність якості готового продукту.

4. Встановлено, що розроблений продукт характеризується збалансованим смаком, однорідною консистенцією, оптимальними значеннями рН, вмісту сухих речовин і титрованої кислотності, що відповідають нормативним вимогам до дитячого харчування.

5. SWOT аналіз підтверджує перспективність впровадження технології, конкурентоспроможність продукту на ринку дитячого харчування .

6. Розроблено заходи з охорони праці, безпеки життєдіяльності та під час виробництва плодово-ягідного пюре, що забезпечують відповідність технологічного процесу чинним нормативним вимогам.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Башта А. Обґрунтування вибору плодово-ягідної сировини для підвищення харчової цінності кондитерських виробів / А. Башта, Н. Івчук, Н. Стеценко, О. Башта // *Ukrainian Journal of Food Science*. – 2021. – Т. 9, № 1. – С. 103–115.
2. Березуцький В. В. Ризики та безпека населення в умовах потенційної загрози: навч. посібник / В. В. Березуцький, С. В. Сукач. – Харків : НТУ «ХПІ», 2024. – 225 с.
3. Войналович О. В. Охорона праці в галузі. Харчові технології : навч. посіб. / О. В. Войналович, Є. І. Марчишина, М. М. Мотрич. – К. : Центр учбової літератури, 2020. – 376 с.
4. Гірняк Л. І. Дослідження антиоксидантної активності ягід смородини чорної в процесі переробки / Л. І. Гірняк, Н. В. Грабовська // *Харчова наука і технологія*. – 2021. – Т. 15, № 2. – С. 44–52.
5. ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. – Наказ від 31.10.2016 № 287. – К. : Мінрегіон України, 2017.
6. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. – Постанова від 01.12.1999 № 37.
7. ДСН 3.3.6.039-99 Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації. – Постанова від 01.12.1999 р. № 39.
8. ДСП 173-96 Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів. – Київ, 1996. – 18 с.
9. ДСТУ 3273-95 Безпечність промислових підприємств. Загальні положення та вимоги. – Київ, 1995. – 22 с.
10. ДСТУ 4087:2001 Консерви. Пюре фруктові та овочеві для дитячого харчування. Загальні технічні умови. – К. : Держспоживстандарт України, 2002. – 18 с.
11. ДСТУ 7239:2011 Система стандартів безпеки праці. Засоби індивідуального захисту. – Київ, 2011. – 10 с.

12. ДСТУ 7248:2012 Продукти харчові для дитячого харчування. Загальні технічні умови. – Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2012. – 23 с.
13. ДСТУ 8445:2015 Продукти переробки плодів та овочів. Методи визначення вітаміну С. – Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2015. – 14 с.
14. ДСТУ Б В. 1.1-36:2016 Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою. – К. : Мінрегіон України, 2016. – 34 с.
15. ДСТУ EN 2:2014 Класифікація пожеж. – К. : ДП «УкрНДНЦ», 2015. – 11 с.
16. ДСТУ EN ISO 7010:2019 Графічні символи. Кольори та знаки безпеки. – Київ, 2019. – 22 с.
17. ДСТУ ISO 6579-1:2019 Мікробіологія харчових продуктів. Метод виявлення *Salmonella* spp. – Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2019. – 35 с.
18. ДСТУ ISO 6658:2005 Органолептичний аналіз. Методологія. Загальні настанови. – К. : Держспоживстандарт України, 2005. – 24 с.
19. Євлаш В. В. Біохімія плодів та овочів : навч. посіб. / В. В. Євлаш, О. П. Прісс, М. Є. Сердюк [та ін.]. – Мелітополь : Люкс, 2019. – 205 с.
20. Николаєва М. А. Харчова цінність та товарна якість плодів авокадо / М. А. Николаєва, Л. Г. Єлисеєва, Н. О. Раков [та ін.] // Пищевая промышленность. – 2025. – № 4. – С. 78–82.
21. Основи пожежної безпеки: підручник / О. В. Третьяков, Є. В. Доронін, Б. Д. Халмурадов, С. В. Зозуля. – К. : ЦУЛ, 2024. – 356 с.
22. Про безпеку праці та здоров'я працівників : Закон України від 15.07.2019 р. № 229-IV. – Відомості Верховної Ради України. – 2019. – № 2. – ст. 10.
23. Про охорону праці : Закон України від 14.10.1992 р. № 2695-XII. – URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12>.
24. Рогач Ю. П. Пожежна безпека : навч. посіб. – Сімферополь : Таврія плюс, 2001. – 124 с.
25. Савченко О. А. Загальні технології харчової промисловості : навч. посібник / О. А. Савченко, О. В. Грек, А. В. Тимчук, О. М. Очколяс. – К. : ЦП «Компринт», 2024. – 343 с.

26. Савченко О. А. Доповідь на конференції «Дитяче харчування: доступність, безпечність, конкурентоспроможність» : Матеріали конференції / НУБіП України. – К., 2018.
27. Сердюк М. Є. Зміни функціональних властивостей плодової та ягідної сировини протягом криогенного зберігання / М. Є. Сердюк, О. В. Григоренко, О. І. Сухаренко, В. В. Коляденко // Вісник НТУ «ХПІ». – 2020. – № 2. – С. 126–132.
28. Сирохман І. В. Товарознавство харчових продуктів функціонального призначення : навч. посіб. – К. : Центр учбової літератури, 2009. – 544 с.
29. Сніжко О. Г. Технологія продуктів дитячого харчування : підручник / О. Г. Сніжко, Т. М. Дичко. – К. : ЦУЛ, 2019. – 352 с.
30. Шадрін О. Г. Проблемні питання харчування дітей раннього віку і шляхи їх вирішення / О. Г. Шадрін, Г. А. Гайдучик // Современная педиатрия. – 2016. – Vol. 3(75). – P. 110–114.
31. Якубець І. М. Якість та безпечність продуктів дитячого харчування // Матеріали VI Всеукраїнської студентської науково-технічної конференції. – Тернопіль : ТНТУ, 2013. – С. 274.
32. Яцух О. В. Сучасні підходи до системи управління охороною праці / О. В. Яцух, М. В. Зоря, І. М. Мохнатко // Розвиток освіти, науки та бізнесу: тези доп. – Дніпро, 2020. – Т. 2. – С. 584–586.
33. Bunea A. Antioxidant properties of anthocyanin extracts from black currant (*Ribes nigrum* L.) and blackberry fruits / A. Bunea, D. Rugină, A. Pintea // Notulae Botanicae Horti Agrobotanici. – 2012. – Vol. 40(1). – P. 122–127.
34. Duarte P. F. Avocado: characteristics, health benefits and uses / P. F. Duarte, M. A. Chaves, C. D. Borges, C. R. B. Mendonça // Ciência Rural. – 2016. – Vol. 46, № 5. – P. 747–754.
35. Euromonitor International. Three Trends to Watch in Baby Food. – URL: <https://www.euromonitor.com/article/three-trends-to-watch-in-baby-food>.
36. FAO/WHO. Codex Alimentarius: Guidelines on Formulated Complementary Foods (CAC/GL 08-1991). – Rome, 1991.

37. Gradus Research. Споживчі та культурні тренди, що виникли під впливом війни. – URL: <https://gradus.app/uk/open-reports/consumer-and-cultural-trends-influenced-war/>.
38. GVP Equipment Solutions. Офіційний сайт постачальника обладнання. – URL: <https://gvp.com.ua/ua/liniya-dlya-vyrobnytva-dytyachogo-harchuvannya>.
39. Hu Yinxuan. Preparation and characterisation of avocado cream cheese : master thesis. – Auckland : Massey University, 2021. – 120 с.
40. ISO 22000:2018(E). Food safety management systems — Requirements. – Geneva : ISO, 2018. – 37 p.
41. Jacobo-Velázquez D. A. Stability of avocado puree carotenoids as affected by high hydrostatic pressure processing / D. A. Jacobo-Velázquez, C. Hernández-Brenes // Innovative Food Science. – 2010. – Vol. 11, № 1. – P. 37–43.
42. Kähkönen M. P. Berry phenolics and their antioxidant activity / M. P. Kähkönen, A. I. Hopia, M. Heinonen // Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 2001. – Vol. 49. – P. 4076–4082.
43. Коpec R. E. Avocado consumption enhances human postprandial provitamin A absorption / R. E. Коpec [et al.] // The Journal of Nutrition. – 2014. – Vol. 144, № 8. – P. 1158–1166.
44. Коруtко Р. Н. Вміст біохімічних складових у рослинах смородини чорної залежно від елементів агротехнології / Р. Н. Коруtко [et al.] // Новітні агротехнології. – 2019. – № 7.
45. Martínez R. Antioxidant capacity and physicochemical properties of tropical fruit blends / R. Martínez, P. Torres, M. A. Meneses // Food Chemistry. – 2012. – Vol. 133. – P. 1046–1053.
46. Nour V. Use of bilberry and blackcurrant pomace powders as functional ingredients in cookies / V. Nour, A. M. Blejan, G. G. Codină // Applied Sciences. – 2025. – Vol. 15, № 10. – Art. 5247.
47. Pereira W. F. S. Effect of partial substitution of tomato for avocado on physicochemical aspects of sauce / W. F. S. Pereira [et al.] // Journal of Food Science and Technology. – 2022. – Vol. 59, № 10. – P. 3965–3975.

48. Rubinskiene M. Effect of black currant genotype on quality and rheological properties of jams / M. Rubinskiene [et al.] // *Journal of Food, Agriculture & Environment*. – 2007. – Vol. 5, № 1. – P. 71–75.
49. Sarantakou P. Quality determination of a high-pressure processed avocado puree-based smoothie beverage / P. Sarantakou [et al.] // *Beverages*. – 2023. – Vol. 9, № 2. – Art. 38.
50. Shadrin O. H. Modern possibilities of diet therapy for functional disorders of the gastrointestinal tract in infants / O. H. Shadrin, V. P. Misnyk // *CHILD'S HEALTH*. – 2021. – Vol. 13, No. 3. – P. 274–279.
51. Shadrin O. G. Modern trends in the nutrition of young children (aged 12–36 months): European and international experience / O. G. Shadrin [et al.] // *CHILD'S HEALTH*. – 2022. – No. 2.45. – P. 95–107.
52. Shadrin O. H. Vitamin D status in young children with gastrointestinal manifestations of food allergy / O. H. Shadrin [et al.] // *Modern Pediatrics. Ukraine*. – 2021. – Vol. 1(113). – P. 74–80.
53. Singh B. Phenolic composition and antioxidant potential of grain legume seeds: A review / B. Singh [et al.] // *Food Research International*. – 2017. – Vol. 101. – P. 1–16.
54. Vavoura M. V. Shelf life of fruit-based baby foods / M. V. Vavoura, S. Papavergou, M. G. Kontominas // *Food Chemistry*. – 2015. – Vol. 182. – P. 1–8.
55. Williamson G. Bioavailability of Food Polyphenols: Current State of Knowledge // *Annual Review of Food Science and Technology*. – 2025. – Vol. 16, № 1. – P. 315–332.
56. World Health Organization. WHO guideline for complementary feeding of infants and young children 6–23 months of age. – Geneva, 2023. – 95 p.