ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

до кваліфікаційної роботи
ступеня вищої освіти «Бакалавр»
на тему:

Обґрунтування технології виробництва цукатів з плодів гарбуза

Виконала: здобувачка вищої освіти 4 курсу,
групи ХТ-1-22 освітньо-професійної програми
«Харчові технології» зі спеціальності
181 «Харчові технології»

_____ Владислава ОМЕЛИЧ

Керівник: _____ Віталій КОШУЛЬКО

Дніпро 2026

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

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

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
харчових технологій,
кандидат технічних наук, доцент
_____Віталій КОШУЛЬКО
(підпис)
«01» травня 2026 р.

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

Омелич Владиславі Михайлівні

1. Тема роботи: «Обґрунтування технології виробництва цукатів з плодів гарбуза».
Керівник роботи: Кошулько Віталій Сергійович, кандидат технічних наук, доцент, затверджені наказом закладу вищої освіти від «01» травня 2026 року № 875.

2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи 08 червня 2026 року.

3. Вихідні дані до роботи: 1. Технологія виробництва цукатів із плодів гарбуза. 2. Наукова, нормативна, навчальна, технологічна, технічна та патентна документація.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1 Аналітичний огляд. 2 Об'єкти та методи досліджень. 3 Експериментальна частина та основні результати досліджень. 4 Охорона праці та довкілля. 5 Організаційно-економічна частина. Загальні висновки. Бібліографія.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1 Мета і завдання досліджень. 2 Схема проведення експериментальних досліджень. 3 Результати експериментальних досліджень. 4 Охорона праці та довкілля. 5 Техніко-економічні розрахунки. Загальні висновки.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1-5	Доцент Віталій КОШУЛЬКО	01.05.26	08.06.26

7. Дата видачі завдання 01 травня 2026 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	01.05-04.05.26	виконано
2	Аналітичний огляд	05.05-07.05.26	виконано
3	Об'єкти та методи досліджень	08.05-14.05.26	виконано
4	Експериментальна частина та основні результати досліджень	15.05-31.05.26	виконано
5	Охорона праці та довкілля	01.06-02.06.26	виконано
6	Організаційно-економічна частина	02.06-03.06.26	виконано
7	Формулювання висновків по роботі та списку використаних джерел	04.06-05.06.26	виконано
8	Підготовка демонстраційного матеріалу	05.06-08.06.25	виконано

Здобувачка вищої освіти _____ Владислава ОМЕЛИЧ
(підпис)

Керівник роботи _____ Віталій КОШУЛЬКО
(підпис)

РЕФЕРАТ

Тема: **«Обґрунтування технології виробництва цукатів з плодів гарбуза»**

Кваліфікаційна робота: 66 сторінок, 15 рисунків, 13 таблиць, 0 додатків, 36 літературних джерел.

Метою роботи – обґрунтування технології виробництва цукатів з плодів гарбуза шляхом визначення раціональних параметрів попередньої обробки сировини, насичення її цукровим сиропом, інфрачервоного сушіння та способів подовження терміну зберігання готової продукції.

Об'єкт дослідження – технологія виробництва цукатів з плодів гарбуза.

Предмет дослідження – хімічний склад і технологічні властивості гарбуза, параметри попередньої обробки сировини, процес насичення гарбуза цукром із сиропу, режими інфрачервоного сушіння, показники якості та умови зберігання готових цукатів.

У роботі розглянуто хімічний склад, харчову цінність і технологічні особливості гарбуза як перспективної сировини для виготовлення кондитерської продукції. Обґрунтовано параметри попередньої обробки сировини перед витримуванням у цукровому сиропі, досліджено кінетику процесу насичення гарбуза цукром та визначено раціональні режими сушіння цукатів із використанням інфрачервоного випромінювання.

Удосконалена технологія дає змогу отримати цукати з гарбуза з високими органолептичними показниками, стабільною структурою, підвищеною харчовою цінністю та подовженим терміном зберігання. Окрему увагу приділено розробці способу збереження якості натуральних цукатів під час зберігання та розрахунку вартості проведення експериментальних досліджень.

Ключові слова: *гарбуз, цукати, технологія, сировина, сироп, сушіння, бланшування, якість, виробництво, продукція.*

ЗМІСТ

ВСТУП 7
1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД 9
1.1 Сучасний стан технології виробництва цукатів 9
1.2 Способи та методи інтенсифікації процесу насичення сировини сиропом ... 12
1.3 Способи сушіння цукатів 16
Висновки за розділом 18
2 ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ 21
2.1 Схема проведення досліджень 21
2.2 Об'єкти досліджень 21
Висновки за розділом 23
3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА І ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ 24
3.1 Удосконалення технологічних схем виробництва виробів «Цукати натуральні» 24
3.2 Дослідження якості сировини при виробництві цукатів 27
3.3 Оптимізація розміру та форми цукатів 30
3.4 Дослідження параметрів бланшування сировини 32
3.5 Практичне застосування отриманих результатів 34
3.6 Підбір параметрів сушіння на сушарці з інфрачервоними променями 40
3.7 Дослідження якості цукатів 44
Висновки за розділом 47
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ 49
4.1 Розроблення картки з безпеки праці при виробництві цукатів із плодів гарбуза 49
4.2 Шляхи утилізації відходів при виробництві цукатів із плодів гарбуза 51
Висновки за розділом 53
5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА 55
5.1 Витрати на проведення досліджень 55

5.2 Визначення вартості дослідження 58
Висновки за розділом 59
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ 60
БІБЛІОГРАФІЯ 62

ВСТУП

Проблема вітчизняного виробництва продовольства має бути сьогодні пріоритетною, потребує докорінної реконструкції підприємств харчової промисловості, оснащення їх сучасною технікою, створення принципово нових, енергетично вигідних технологій, що забезпечують глибоку комплексну переробку сільськогосподарської сировини.

У період розвитку ринкової системи відбувається велике надходження на вітчизняний ринок імпортного продовольства та харчової сировини, якість яких не завжди відповідає необхідним вимогам. Крім того, збільшення обсягів закупівлі продовольства та сировини по імпорту може призвести до ослаблення продовольчої безпеки країни, поставивши нашу державу залежно від зарубіжних країн.

Однією з найважливіших завдань у розвитку харчової промисловості є розробка технологій якісно нових, біологічно повноцінних продуктів харчування з рослинної сировини для поліпшення харчування населення. До таких продуктів можна віднести цукати.

Відомі технології отримання цукатів з плодів, ягід і овочів. Однак вироблені за цими технологіями цукати мають кілька істотних недоліків – підвищений вміст цукрів (68 – 72 %), наявність в результаті численного уварювання окислених поліфенольних речовин, що містяться в сировині, сприяє зменшенню вмісту біологічно активних речовин у готовому продукті. До того ж, існуючі технології виробництва цукатів досить тривалі і енерговмісні.

У зв’язку зі цим дослідження з удосконалення технологій виробництва цукатів з овочевої сировини, зокрема, з гарбуза, що передбачає зниження вмісту цукру в них, скорочення тривалості технологічного процесу, максимальне збереження біологічно активних речовин вихідної сировини, поліпшення смакових якостей виду готового продукту, що загалом забезпечує одержання якісно нових видів цукатів, є актуальними.

Мета роботи – обґрунтування технології виробництва цукатів з плодів гарбуза шляхом визначення раціональних параметрів попередньої обробки

сировини, насичення її цукровим сиропом, інфрачервоного сушіння та способів подовження терміну зберігання готової продукції.

Відповідно до поставленої мети вирішувалися такі завдання:

- визначення хімічного складу та технологічних особливостей гарбуза, як сировини для отримання нових видів цукатів;
- вибір параметрів попередньої обробки сировини перед витримкою в сиропі;
- дослідження кінетики процесу насичення гарбуза цукром із сиропу;
- визначення параметрів сушіння цукатів на сушарці з інфрачервоними променями;
- розробка способу продовження термінів зберігання натуральних цукатів;
- вдосконалення технології виробництва цукатів з гарбуза.
- розрахунок вартості проведених експериментальних досліджень.

Об’єкт дослідження – технологія виробництва цукатів з плодів гарбуза.

Предмет дослідження – хімічний склад і технологічні властивості гарбуза, параметри попередньої обробки сировини, процес насичення гарбуза цукром із сиропу, режими інфрачервоного сушіння, показники якості та умови зберігання готових цукатів.

1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

1.1 Сучасний стан технології виробництва цукатів

Цукати, приготовані за традиційною технологією, являють собою плоди, ягоди, овочі, просочені концентрованим сиропом, підсушені до вмісту сухих речовин 80 % [7]. Для виробництва цукатів використовують різні види зерняткових, кісточкових плодів, ягоди, мандарини, лимони, апельсини, горіхи, а також овочі – гарбузи, кабачки, кавуни, дині.

Аналіз літературних даних показує, що способи та методи виробництва цукатів різноманітні [1, 2, 5].

Для рівномірного пропитування плодів сиропом використовують багатоступінчастий спосіб шляхом багаторазового уварювання, досягаючи поступового підвищення концентрації сухих речовин у плодах до 75 – 80 %. Загальна кількість варіння плодів для виробництва цукатів становить 6 – 8 при тривалості кожної 4 – 6 хв. Витримка між варками триває від 3 до 4 діб [7].

При виробництві цукатів у вигляді глазурованих фруктів блискучу поверхню отримують шляхом глазурування в дуже концентрованому сиропі. Варіння закінчується, коли на поверхні плодів з'являються кристали цукру. Після цього сиропу дають стекти, а плоди підсушують при 60 °С [8].

Фрукти в цукрі є цукатами, одержання при меншій кількості варок. Варіння проводять до тих пір, поки вміст сухих речовин у продукті не досягне 75 – 80 %. Зварені плоди повинні бути прозорими. Плоди відокремлюють від сиропу, обсипають цукром і підсушують при невисокій температурі до вмісту сухих речовин – 84 – 88 %. Продукція випускається у вигляді набору, що складається з п'яти різних плодів [28].

Цукати, що виробляються під назвою «Київське сухе варення», містять 83 – 86 % сухих речовин і 75 – 80 % цукру. При виробленні цього продукту плоди уварюють у сиропі до вмісту 75 – 80 % сухих речовин. Потім плоди відокремлюють від сиропу, пересушують цукровим піском і підсушують при кімнатній температурі

до вмісту сухих речовин 83 – 86 %. Цукати укладають у фанерні ящики, викладені пергаментним папером, або картонні коробки, роблячи набір з різних плодів.

Для поліпшення смакових якостей цукатів із буряків шматочки (3 – 7 мм) варять у цукровому сиропі 58 – 60 %, пектині 2,8 – 3,4 %, фруктозі 3 – 4 %. Кип'ятять при температурі 102 – 104 °С при співвідношенні буряка та сиропу 1:4,5. Для покращення смаку додають мед, при співвідношенні сиропу та меду 1:0,5, що покращує дієтичні та біологічні властивості [9]. Інші автори для насичення рослинної сировини пропонують використовувати сироп, приготований на глюкозі. При цьому рекомендують використовувати перелічені компоненти в наступних пропорціях: 17,5 % фруктози, 35 % глюкози, 2 % полісахарози, 25 % мальтози. Цей сироп змішують з цукром. Такий сироп дозволяє отримати плоди «роздутими», що забезпечує збереження об'ємної форми готового продукту [4].

Є технологія отримання сухого варення із фруктового пюре у вигляді сумішей із різних фруктів. При змішуванні фруктової маси (свіжої або сульфітованої) досягається поліпшення смакової гамми готового продукту. Такий спосіб виробництва зручний для повного використання плодів і ягід при сезонних комбінованих надходженнях сировини. Ягоди роздавлюються, віджимаються. З мезги одержують пюре, уварюють до 30 – 31 %, його змішують з цукровою пудрою, витримують 3 години. Варіння проводять під вакуумом з додаванням цукру, пектину, лимонної кислоти, у співвідношенні, що забезпечує збереження кольору, аромату. Ця маса добре желюється. З неї отримають шматочки та обсушують цукром. Уварюється фруктове пюре до вмісту сухих речовин 30 – 35 % під розрядженням [4].

Відомий спосіб отримання цукатів з гарбуза, де гарбуз очищають від шкірки, насіння і мезги, ріжуть скибочками, засипають цукром, дають відстоятися до рясного соковиділення, потім сік зливають і випарюють, а потім знову концентрують, на останньому етапі додають лимонну есенцію і консерванти.

При виготовленні цукатів з моркви її попередньо витримують у солі, потім сахарозі і концентрованій лимонній кислоті в три стадії, додаючи після кожної цукор, починаючи з 40 – 50 %, а потім до 75 – 82%. Після кожної витримки

застосовують охолодження.

За технологією [5] нарізані товщиною 3 – 4 мм кружечки варять у киплячому вуглеводвмісному желюючому концентраті цукрових буряків, що містить 58 – 60 % сухих речовин у співвідношенні шматочки і концентрат 1:4 протягом 50 с при 102 – 104 °С.

Запропоновано технологію виробництва цукатів з гарбуза, де передбачається теплова обробка гарбуза шляхом сушіння при 60 – 70 °С до вмісту вологи 12 – 13 %. Витримування в цукровому сиропі здійснюють при температурі 20 – 25 °С протягом 30 – 35 годин, при тому сироп беруть із вмістом цукру 65 – 67 % [4].

З метою підвищення якості та прискорення процесу розроблено технологію, яка передбачає наступні технологічні операції. Підготовлену сировину змішують з 5 % солесодовим розчином при співвідношенні NaCl і $NaHCO_3$ як 3:1. Підготовлену сировину змішують з концентрованим плодово-ягідним соком і зневоднюють шляхом уварювання при розрядженні. Потім зневоднену сировину відокремлюють від соку. Витримують у воді до повного зникнення солі. Сушать і підривають шляхом зміни тиску. Продукт обробляють сумішшю крохмальної патоки, концентрованого плодово-ягідного соку і студнеутворювача, шляхом циркуляції суміші під тиском через продукт [2].

Вирішували проблему зменшення відходів при переробці гарбуза, більш повного використання сировини, а також надання готовому продукту заданої форми у вигляді гриба, що має капелюшок та ніжку [6]. Гарбуз просікають зі сторони кірки за допомогою трубчастої просічки на всю глибину тіла. З просічки витягають керн – циліндричну заготівлю для цукату, що складається з тіла гарбуза і кірки. Напівфабрикати складають у ємність, засипають цукром, дають відстоятися до рясного виділення соку. Далі сік зливають, витирають шляхом кип’ятіння і сиропом, що згустився, заливають напівфабрикати. Після розрідження сиропу його зливають, додають у сироп кислоту і випарюють до тих пір, поки напівфабрикати не приймуть форму гриба за рахунок того, що при зневодненні заготовок кірка має значно меншу усадку, ніж решта тіла [6].

Пропонують проводити уварювання при кип’ятінні поетапно до 78 – 82 %,

проте при цьому після кожної стадії кип’ятіння проводять охолодження при поступовому зниженні тиску [5].

Харківським інститутом громадського харчування запропоновано спосіб отримання цукатів з гарбуза з медом, де гарбуз ріжуть соломкою, заливають водою 98 – 90 %, лимонною кислотою 0,1 – 0,3%, витримують при температурі 90 – 95 °С протягом 1 години. Потім гарбуз нарізають шматочками 3 – 5 мм, витримують у воді, а потім змішують з медом 11 – 13 %, крохмалем 1 – 3 %, сухим молоком 7 – 9 %, яєчним порошком 2,5 – 3,5% [6].

Для поліпшення смакових якостей сировини використовують для насичення концентрований сік, отриманий з інших плодів, причому перед сушінням цукати обполіскують водою 90 – 95 °С до 80 % сухих речовин [3].

Таким чином, виходячи з викладеного матеріалу, випливає, що способи виробництва цукатів різноманітні, причому у технологічному процесі варіюють компоненти, їхнє рецептурне співвідношення, параметри проведення технологічних операцій. Для покращення привабливості зовнішнього вигляду готового продукту використовують різні технологічні прийоми, як у їх здійсненні, так і в особливостях проведення. У той же час загальними для всіх представлених в літературному огляді способах виробництва цукатів є досить високий вміст цукру в готовому продукті – 75 – 80 %, причому в запропонованих технологіях застосовано багаторазове уварювання, що призводить до окислення поліфенольних речовин, протікання реакцій карамелізації продуктів. Отримані продукти в результаті багаторазового уварювання містять низький вміст біологічно активних речовин.

1.2 Способи та методи інтенсифікації процесу насичення сировини сиропом

Ступінь досконалості проведення процесу насичення сировини сиропом визначається умовами здійснення наступних технологічних операцій та відбивається на ефективності виробництва в цілому.

Швидкість та якість проведення процесу насичення залежить від дотримання

таких умов:

- виду, розміру, сортових особливостей, ступеня зрілості сировини;
- попередньої обробки сировини з метою підвищення проникності клітини (бланшування, наколювання, заморожування);
- виду агенту для проведення бланшування (пар, гаряча вода, лужний розчин);
- концентрації, температури використовуваного сиропу та часу проведення процесу насичення;
- застосування перемішування з порівнюванням концентрації;
- застосування одноступінчастого, багатоступінчастого, протиточного процесу.

Експериментально встановлено [4, 5], що з скорочення швидкості проведення насичення плодів сиропом необхідно провести незворотню руйнацію протоплазми клітин, швидкість сорбції сиропу в цілі клітини йде в сотні разів повільніше, ніж у зруйнуванні. Тому, найважливішою вимогою при підготовці матеріалу до сорбції є порушення клітинної структури, яке можна здійснити шляхом надання підготовленій сировині певних розмірів, обробки гарячою водою, гострою парою, хімічного впливу кислотами і лугами, з електрофізичним впливом, заморожуванням. При цьому проникність протоплазми сировини визначається значеннями температури та тривалості обробки [9, 10].

Аналіз літературних даних свідчить про те, що інтенсифікувати процес насичення рослинної сировини можна шляхом нагрівання [9]. Метод заснований на тому, що під дією високої температури білки протоплазми коагулюють і клітинна проникність збільшується. Швидкість та ступінь коагуляції білків протоплазми залежить від температури підігріву [10]. Поєднання високої температури (85 – 90 °С) з підвищеним тиском (до 1 атм) і стрімким його скиданням, дозволяє надати об’ємну форму цукатам, що дуже важливо для поліпшення товарного вигляду готової продукції. Однак дослідження проведені в основному для ягідних культур та мало інформації про параметри проведення технологічного процесу при переробці овочів.

У зв’язку з вищевикладеним слід, що з оптимізації процесу насичення шматочків гарбуза, кабачків необхідно встановити залежність швидкості протікання процесів з біохімічними особливостями сировини, його розмірами, технологічними чинниками підготовки до насичення.

Для збільшення проникності сиропу всередину плодів застосовують обробку порою, найчастіше це здійснюють у стрічкових машинах [6].

У дослідженнях багатьох авторів, присвячених проведенню бланшування сировини для збільшення швидкості насичення сиропом, виявлені деякі розбіжності. Так у роботах [10] вказано, що при температурі 80 – 90 °С спостерігається повна проникність шкірок сировини протягом 3 – 5 хв, а по даним [4] при тій же температурі достатня обробка протягом 20 с. Виявлення розбіжності температури і тривалості бланшування у різних авторів, очевидно, пов’язані з різними умовами проведення експериментів, якістю вихідної сировини. Ґрунтуючись на досліді експлуатації спеціалістів і даних більшості дослідників можна зробити висновок, що доцільно проведення бланшування при 75 – 80 °С протягом 1 – 3 хв.

Як речовини, що сприяють поліпшенню проведення процесу насіння плодів сиропом, можна використовувати 0,5 – 1,0 % розчин каустичної соди при температурі 90 °С протягом декількох секунд до утворення сітки на поверхні овочів.

Для покращення процесу насичення плодів сиропом додають у сировину з ніжною структурою хлористий кальцій. У цьому випадку іони кальцію взаємодіють з протопектином клітинних стінок, утворюючи не розчинний протопектинат кальцію, чим забезпечується надання жорсткості структури ягід і кращому збереженню об’ємної форми [2].

У роботах [8, 10] встановлено, що при додаваннях в сироп пектинового концентрату забезпечується надання жорсткості структурі використовуваних шматочків сировини [10]. Інші автори пропонують використовувати вуглецевмісний желюючий концентрат із вмістом пектинових речовин 2,8 – 3,4 % [8]. Для зниження стиснення сировини та збільшення твердості насичення цукатів

запропоновано використання моногліцеридів або жирних кислот, що забезпечують збільшення густини до 1 % [10].

Одним із методів підвищення насичення плодів сиропом є обробка їх поверхні ферментними препаратами з пліснявих грибів Asperqillus avamori, Asperqillus niqer [12].

Механізм дії ферментних препаратів на шкірку плодів полягає в наступному. Спочатку протопектиназа руйнує протопектин, що цементує окремі клітини рослинної тканини між собою, у результаті клітини роз'єднуються і тканина розм'якшується. Крім того, розщеплюється протопектин, інкрустуючий клітинні оболочки, що послаблює їх механічну міцність, і отже, захисні властивості щодо протоплазмових мембран, що знаходяться під ними, які стають через це більш вразливими до механічних пошкоджень. Полігалактуроназа зв'язує розпад пектину, знижує в'язкість соку. Одночасно в клітину проникають протеолетичні ферменти та деякі речовини неферментативного характеру, що токсично діють на протоплазму, регулюючи коагуляцію білково-ліпідних мембран і загибель рослинної клітини. В результаті цих перетворень клітинна проникність збільшується, протоплазменні мембрани розриваються і процесі сорбції сировини різко збільшується.

В даний час вітчизняна промисловість та імпортні поставки дозволяють застосовувати в технологічному процесі нові ферментні препарати з комплексною дією: целюлазним, глюкозидазним, поліпектиназним, що дозволяє оптимізувати технологічні параметри насичення рослинної сировини.

Заморожування з наступним розморожуванням, як і нагрівання, полегшує процес насичення плодів сиропом [2]. При заморожуванні клітинний сік кристалізується. Це призводить до зневоднення клітини та підвищення концентрації розчинених речовин. У зневоднених клітинах частки колоїдного ступеня дисперсності зближуються. У цих умовах досить невеликого тиску, щоб пошкодити протоплазму, викликати незворотні зміни її структури та загибель клітин як живого організму. Відмирання клітин чинить токсичну дію підвищення концентрації кислот і солей клітинного соку і механічний тиск кристалів льоду на

клітини, що утворюються всередині рослини.

Ефективним є спосіб заморожування сировини з подальшою дефростацією. При цьому особливе значення має технологія проведення заморожування, що забезпечує утворення великих кристалів, що руйнують клітинні стінки, що призводить до кращого пропитування плодів [2].

Під дією іонізуючого випромінювання відбувається фізіологічне пошкодження клітин, руйнується протопектин клітинних оболонок, збільшується проникність клітин, і вони легше піддаються процесу сорбції [8]. Використання мікрохвиль покращує осмотичне насичення цукатів сиропом [6].

Інтенсифікувати процес насичення сировини сиропом дозволяють не тільки вище перераховані методи і способи, але також особливості сировини і використовуваного технологічного обладнання [3, 8].

Для проведення процесу насичення рослинної сировини сиропом використовують варочні котли. Більш ефективно цей процес можна провести у вакуумних апаратах. Так використання вакуум апарату, де можливе підвищення тиску та швидке його скидання дозволяє розірвати структуру внутрішніх клітин тканини, одночасно заповнити її сиропом, і таким чином зберегти об'ємну форму готового продукту [7]. Вакуумні апарати дозволяють також ефективно проводити підсолоджування в 3 стадії при певній швидкості і часу [2]. Додавання ароматичних речовин переважно проводити у вакуум-апараті [5].

Таким чином, загальним для всіх проаналізованих робіт є висновок про інтенсифікуючу дію всіх використовуваних способів і методів, проте необхідний індивідуальний підбір технологічних параметрів масообмінних процесів з урахуванням виду перероблюваної сировини, її сортових особливостей, біохімічних і анатомо технологічних параметрів проведення процесу насичення.

1.3 Способи сушіння цукатів

За останні роки досягли значних успіхі в галузі зневоднення харчових продуктів, у тому числі плодів та овочів. Багатьма дослідниками проведення робіт

з удосконалення відомих способів сушіння та розроблені нові, прогресивні технології сушіння, що прискорюють ведення процесу, що забезпечують отримання готових продуктів високої якості при хороших техніко-економічних показниках роботи сушильних установок.

Процес видалення вологи із сировини супроводжується зміною фізико-хімічних показників, його теплофізичних характеристик та структурно-механічних властивостей. Інтенсивність тепло- і масопереносу в процесі сушіння визначається формою зв'язку вологи з каркасом твердого матеріалу.

Для нових способів сушіння характерна значна інтенсифікація процесу, що досягається за рахунок максимально можливого збільшення поверхні контакту між продуктом, що висушується, і сушильним агентом, за рахунок значного збільшення швидкості їх переміщення, застосування комбінованого енергопідводу, поєднання зневоднення із заморожуванням.

Дослідження останніх років були направлені на вдосконалення методів сушіння, що забезпечують максимальне збереження харчової цінності, смакових переваг готового продукту, а також високу ефективність процесу.

Для сучасних методів сушіння характерна інтенсифікація процесів масо- і теплообміну, що досягається різними шляхами: збільшення поверхні контакту між матеріалом, що висушується, і сушильним агентом, підвищення відносної швидкості переміщення реагованих фаз; застосування комбінованого енергопідводу; поєднання зневоднення з різними технологічними процесами, заморожуванням та ін [9].

Для зневоднення плодів і овочів в цілому вигляді або шматочками застосовують різні методи сушіння: конвективний, кондуктивний, радіаційний, високочастотний, вакуумний та ін [3, 9].

Вибір методу сушіння залежить від біохімічних та структурно-механічних властивостей сировини, а також від властивостей кінцевого продукту та економічності процесу.

Найбільше застосування у виробництві зневоднених плодів та овочів мають конвективний метод сушіння. При цьому методі енергія (тепло) передається

продукту, що висушується конвекцією (перенесення тепла в середовищі неоднорідним розподілом температури, що здійснюється макроскопічними елементами середовища при їх переміщенні).

Джерелом енергії служить нагріте повітря, яке одночасно є сушильним агентом, теплопередавачем, вологопоглиначем.

Технічні способи здійснення конвективного сушіння різноманітні: у щільному шарі, у зваженому та розіпненому стані [10]. У нас в країні в основному на підприємствах застосовують стрічкові та тунельні сушарки. Широке застосування отримала п’яти-стрічкова сушарка, в якій сушильним агентом є нагріте повітря, а процес зневоднення відбувається в щільному шарі матеріалу.

Зневоднення сировини можна значно прискорити, якщо здійснювати процес при конвективному радіаційному теплопідведенні, тобто висушувати продукти за допомогою нагрітого повітря та інфрачервоних променів (ІЧ-променів). Це досягається за рахунок збільшення щільності теплового потоку на поверхню матеріалу і властивостей короткохвильового ІЧ-випромінювання проникати на деяку глибину матеріалу [3, 4].

Для різних матеріалів ступінь поглинання та глибина проникнення променів різні, так як рослинні матеріали вибірково відносяться до довжини хвилі падаючого випромінювання [8, 6].

Проведення роботи переконливо доводять переваги використання ІЧ-променів при сушінні, у зв’язку з чим, нами було досліджено використання ІЧ-променів при сушінні цукатів, як найбільш інтенсивного способу видалення вологи з рослинної сировини.

Висновки за розділом

У розділі проаналізовано сучасний стан технології виробництва цукатів та встановлено, що традиційні способи їх отримання передбачають багаторазове уварювання сировини у цукровому сиропі до вмісту сухих речовин близько 75 – 80 %. Така технологія забезпечує необхідну консистенцію продукту, однак є

тривалою, енерговитратною та може призводити до зниження вмісту біологічно активних речовин.

Визначено, що гарбуз є перспективною сировиною для виробництва цукатів завдяки доступності, харчовій цінності, приємним органолептичним властивостям і можливості формування готового продукту з привабливою структурою. Для підвищення ефективності процесу насичення сировини сиропом важливе значення мають попередня обробка гарбуза, розмір шматочків, температура, концентрація сиропу та тривалість витримування.

Розглянуто основні способи інтенсифікації процесу насичення сировини сиропом, зокрема бланшування, заморожування, використання вакууму, ферментних препаратів, мікрохвильової та теплової обробки. Встановлено, що вибір параметрів цих процесів повинен здійснюватися з урахуванням структурно-механічних і біохімічних особливостей гарбуза.

Проаналізовано способи сушіння цукатів і встановлено, що перспективним напрямом є використання інфрачервоного сушіння. Цей спосіб дозволяє інтенсифікувати процес видалення вологи, скоротити тривалість сушіння та забезпечити кращу якість готової продукції порівняно з традиційними методами.

Отже, проведений аналітичний огляд підтверджує доцільність удосконалення технології виробництва цукатів із плодів гарбуза шляхом оптимізації попередньої обробки сировини, процесу насичення сиропом та режимів інфрачервоного сушіння.

Мета роботи – обґрунтування технології виробництва цукатів з плодів гарбуза шляхом визначення раціональних параметрів попередньої обробки сировини, насичення її цукровим сиропом, інфрачервоного сушіння та способів подовження терміну зберігання готової продукції.

Відповідно до поставленої мети вирішувалися такі завдання:

- визначення хімічного складу та технологічних особливостей гарбуза, як сировини для отримання нових видів цукатів;
- вибір параметрів попередньої обробки сировини перед витримкою в сиропі;

- дослідження кінетики процесу насичення гарбуза цукром із сиропу;
- визначення параметрів сушіння цукатів на сушарці з інфрачервоними променями;
- розробка способу продовження термінів зберігання натуральних цукатів;
- вдосконалення технології виробництва цукатів з гарбуза.
- розрахунок вартості проведених експериментальних досліджень.

Об’єкт дослідження – технологія виробництва цукатів з плодів гарбуза.

Предмет дослідження – хімічний склад і технологічні властивості гарбуза, параметри попередньої обробки сировини, процес насичення гарбуза цукром із сиропу, режими інфрачервоного сушіння, показники якості та умови зберігання готових цукатів.

2 ОБ’ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Схема проведення досліджень

Дослідження та обґрунтування технологічних процесів виробництва цукатів проводили згідно з алгоритмом досліджень, представлених на рисунку 2.1.



Рисунок 2.1 – Схема проведення дослідження

2.2 Об’єкти досліджень

Об’єктами досліджень були плоди гарбуза (сорти Вітамінний, Мускатний, Медовий); зразки напівфабрикатів цукатів.

З метою вдосконалення технологічного процесу виробництва цукатів на

основі максимального збереження вихідної якості сировини та збільшення біологічно активних речовин у готовому продукті досліджували біохімічні показники сортів гарбуза, що використовуються у переробці. У плодах гарбуза визначали вміст сухих речовин, цукрів, пектину, вітамінів.

Для обґрунтування технологічних властивостей різних сортів гарбуза при виробництві цукатів визначали відходи та втрати при виробництві, а також норму витрати сировини. Оптимізація технологічних прийомів переробки включала вивчення розмірів плодів для насичення (різання кубиками 1,5×1,5 см, 0,5×0,5 см, зигзагоподібними прямокутниками 1,5×0,5×0,7см і пластинами, товщиною 1 мм).

Технологічні параметри підготовки сировини до насичення включали способи бланшування сировини парою, киплячою водою, а також заморожування.

Бланшування парою проводилося при розміщенні підготовлених кубиків на сита з подальшою обробкою парою протягом 1 хв. При бланшуванні кубиків окропом опускали підготовлену сировину на 3 хв в киплячу воду.

Для гарбуза використовувалися сиропи, одержані в технологіях виробництва цукатів з яблук, полуниці, вишні. Інтенсифікація процесу насичення за допомогою вакууму (розрідження до 0,1 атм) проводилась у сушильній вакуумній шафі.

Нагрів цукатів в інфрачервоному шарі проводився при безперервному односторонньому опроміненні. Відстань від поверхні випромінювачів до матеріалу становила 150 мм. Щільність променистого потоку становила 2100 Вт/м^2. Відпрацювання технологічних параметрів сушіння цукатів проводили шляхом застосування трьох режимів сушіння: 1 режим – 40 – 50 – 60 °С; 2 режим – 50 – 60 – 70 °С; 3 режим – 80 – 70 – 60 °С з інтервалом 2 години і досушуванням до 78 – 80 % сухих речовин.

Для продовження термінів зберігання цукатів відпрацьовувалися оптимальні параметри обробки готового продукту антисептиками, якими використовувався йод крохмаль модифікований.

Оцінка якості готового продукту проводилася на підставі результатів біохімічних досліджень консервів (сухі речовини, розчини, сухі речовини, цукру (сахароза, глюкоза, фруктоза), амінокислоти, пектин, кислотність, вітамінів, а

також дегустаційної оцінки.

Висновки за розділом

Визначено схему проведення досліджень, об’єкти та основні методичні підходи до обґрунтування технології виробництва цукатів із плодів гарбуза. Як об’єкти дослідження обрано плоди гарбуза сортів Вітамінний, Мускатний і Медовий, а також зразки напівфабрикатів і готових цукатів.

Обґрунтовано доцільність дослідження різних способів попередньої обробки гарбуза перед насиченням сиропом: бланшування парою, обробки киплячою водою та заморожування. Також передбачено вивчення впливу вакууму на інтенсифікацію процесу насичення сировини цукровим сиропом.

Для визначення раціональних параметрів сушіння запропоновано дослідити три температурні режими інфрачервоного сушіння з доведенням цукатів до вмісту сухих речовин 78 – 80 %. Оцінювання якості готової продукції передбачено проводити за біохімічними показниками та результатами дегустаційної оцінки.

Таким чином, обрані об’єкти та методи досліджень дають змогу комплексно оцінити якість сировини, встановити раціональні параметри її попередньої обробки, насичення сиропом, сушіння та зберігання цукатів із плодів гарбуза.

3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА І ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Удосконалення технологічних схем виробництва виробів «Цукати натуральні»

Сучасна теорія харчування населення вимагає вдосконалення підходів до створення харчових продуктів харчування нового покоління з високими функціональними властивостями, так як несприятлива екологічна обстановка, стресові ситуації призвели до послаблення імунітету організму. Тому перед харчовою промисловістю стоять завдання виробництва продуктів харчування високої якості та з високими споживчими властивостями, «розробка рецептури та технології продуктів харчування нового асортименту, імуномоделюючого призначення, збалансованих за харчовою та біологічною цінністю» [11].

При розробці нової технології виробництва цукатів з гарбуза ґрунтувалися на принципі системного аналізу виробництва консервів. Системний підхід широко застосовується в останні роки в різних галузях науки, використовується при управлінні якістю продукції.

У технологічній схемі включали ключову технологічну операцію, в якій здійснюються саме складніші технологічні процеси, що визначають якість готової продукції, і додатково, що її обслуговують. Результати експериментальних технологічних аналізів напівфабрикатів на окремих технологічних стадіях виробництва дозволили судити про інтенсивність складних процесів, що впроваджують якісне перетворення сировини та способи їх усунення.

Таким чином, виникала проблема, що потребує вирішення, і система, що сприяє її вирішенню.

Актуальність проблеми має складну структуру, утворену множиною факторів:

- низькою якістю цукатів, високим вмістом цукрів у готовому продукті, отриманому за традиційною технологією;

- значною втратою біологічно активних речовин сировини у процесі переробки;
- тривалістю технологічного процесу;
- несприятливою екологічною обстановкою, яка потребує задоволення потреб організму людини макро- та мікронутрієнтами, вітамінами;
- короткими термінами зберігання, що забезпечує безпеку якості готового продукту.

Для вирішення актуальної проблеми та досягнення поставленої мети використовували системний підхід при управлінні якістю продукції.

Сировина, що використовується в технологічному процесі на 70 – 80 % визначає якість готового продукту. Тому хімічно, технічно та технологічно оптимізовано вибір сировини для виробництва цукатів.

Ключовими технологічними операціями, що визначають якість цукатів, тривалість технологічного процесу, норму витрати сировини, допоміжних матеріалів є технологічні процеси: нарізання, підготовка сировини, бланшування, насичення сиропом, сушіння, де й визначали шляхи кореляції технологічного процесу.

За традиційною технологією гарбуз переробляється наступним чином. Гарбуз замочують для видалення механічних забруднень, миють, рубають, ріжуть на часточки і подають на варіння, де протягом багаторазового уварювання доводять вміст сухих речовин до 68 – 72 %. Потім сироп зливають, а уварені часточки відправляють на сушіння. Традиційна технологічна система, виробництва цукатів з гарбуза представлена на рисунку 3.1.

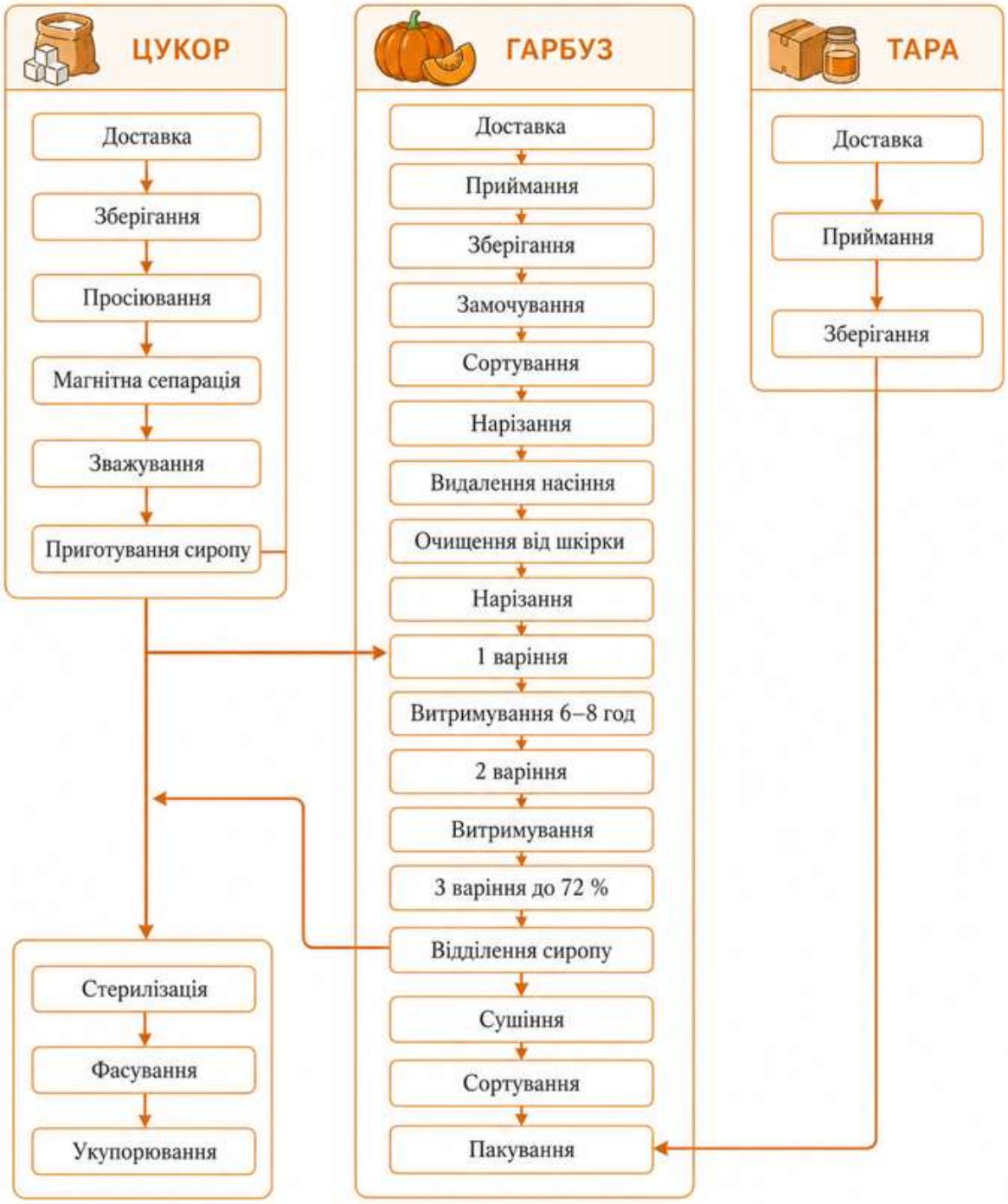


Рисунок 3.1 – Традиційна схема виробництва цукатів гарбузових натуральних

Удосконалена технологія виробництва консервів «Цукати натуральні» з гарбуза представлена на рисунку 3.2.

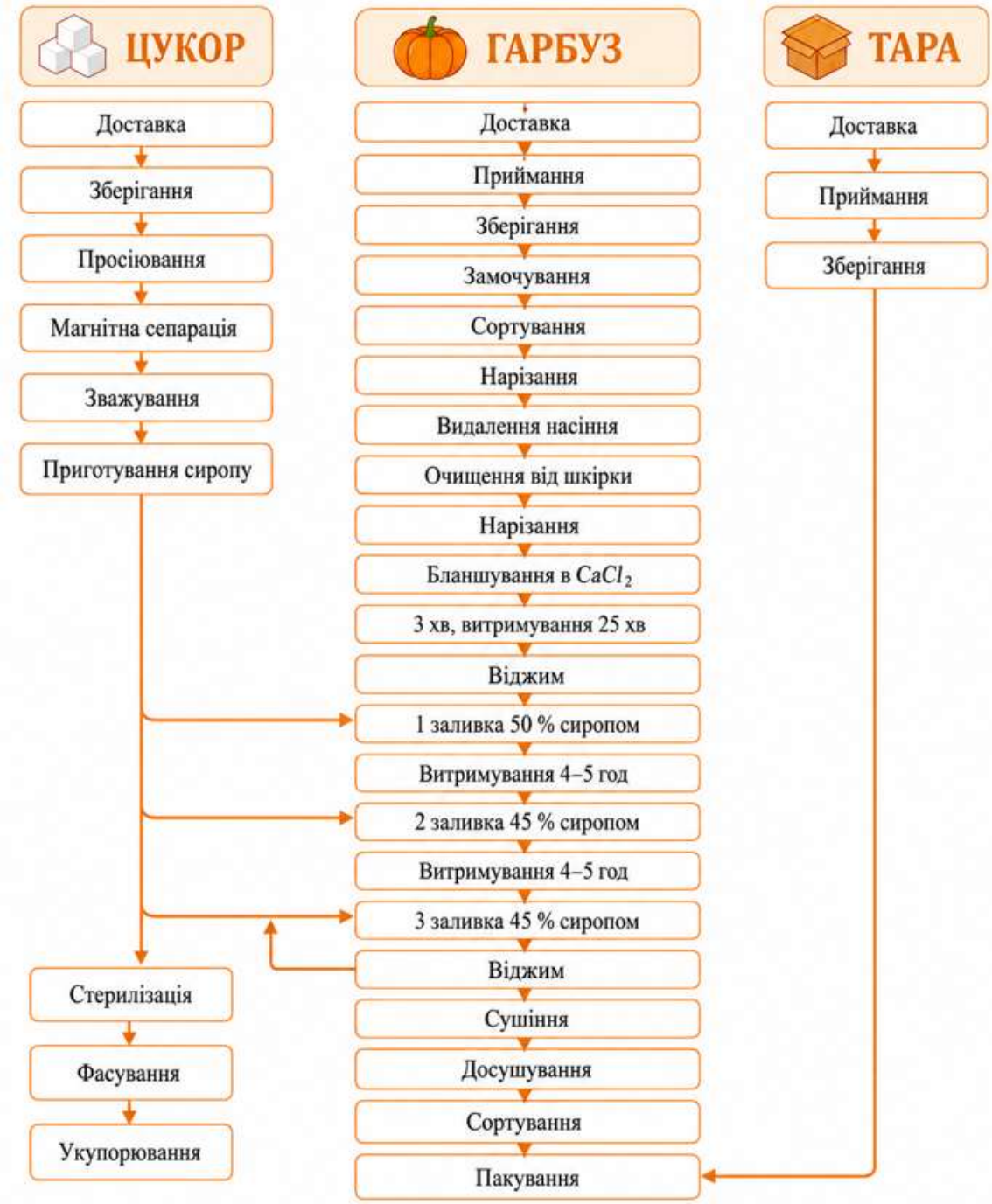


Рисунок 3.2 – Удосконалена технологічна схема переробки гарбуза на цукати

3.2 Дослідження якості сировини при виробництві цукатів

Гарбуз відноситься до сімейства гарбузових, (*Cucurbitaceae* Juss), що включає більше 100 родів і близько 1100 видів рослин. Рід гарбуз (*Cucurbita*) включає 11 ботанічних видів з них в культурі 3 види: *Cucurbita maxim*a Duch. – великоплідний, *Cucurbita moschata* L – мускатний і *Cucurbita pepo* L. –

твердокорий. Для досліджень взяли сорти Мускатний, Вітамінний, Медовий (таблиця 3.1).

Гарбуз – одна з цінних сільськогосподарських культур. За літературними даними в плодах гарбуза міститься (%): сухих речовин 6 – 25, цукру 1,5 – 14, крохмалю – 15 – 20, жиру 0,10 – 0,15, клітковини 0,7 – 0,95. Калорійність плодів - 17,0 – 31,6 ккал (на 100 г) [7].

Таблиця 3.1 – Сорти гарбуза, що використовуються в дослідженнях

№ п/п	Досліджувані сорти	Терміни дозрівання	Забарвлення	Форма	Маса, кг
ГАРБУЗ					
1	Мускатний	Пізньо-стиглий	Шкірка сіра або темно-сіра із зеленуватим відтінком. Смуги світло-сірі. М'якуш помаранчевий, щільний.	Сплюснута, зморшкувата, сегментована	3,1 – 5,2
2	Вітамінний	Дуже пізній	Шкірка темно-рожева, з помаранчею. М'якуш помаранчевий, хрусткий.	Короткоовальна або циліндрична	4,6 – 6,8
3	Медовий	Пізньо-зрілий	Помаранчевий з малюнком у вигляді зелено-коричневих широких смуг.	Оберненояйцевидна або короткоовальна	3,0 – 5,0

В результаті проведених досліджень встановлено, що плоди гарбуза накопичують до 9,0 % сухих речовин, 4,3 % цукрів, які представлені в основному глюкозою (2,8 %), меншою мірою фруктозою (1,0 %) і сахарозою (0,64 %), чим і підкреслюються його дієтичні властивості. Кислотність плодів низька 0,16 – 0,20 %, невисокий вміст пектину (0,47 %).

Плоди накопичують до 15 мг% аскорбінової кислоти, 7,0 мг% вітаміну Р, 3,5 мг% β-каротину, 0,03 мг% вітаміну B_1, 0,04 мг% вітаміну B_2.

З мінеральних речовин високий вміст калію (185мг%) і заліза (0,4мг%). Амінокислотний склад представлений 16 амінокислотами і становить 978 мг%, в т.ч. 7 незамінних амінокислот – 381 мг%. За кількісним вмістом виділяється аспарагінова, глутамінова амінокислоти. З незамінних амінокислот у великих кількостях виявлення – валін, лейцин, ізолейцин.

Вміст β-каротину в плодах гарбуза варіює від 5,0 до 100 мг% (добова потреба людини в β-каротині покривається 90 г.

Враховуючи всі ці особливості плодів гарбуза – багатий вітамінний склад, високі лікувальні властивості, хорошу врожайність, низьку собівартість виробництва, тривалі терміни зберігання, нами звернена увага на плоди, отримати цінний з харчової точки зору готовий продукт. Виходячи з результатів наших досліджень найбільш багатим комплексом біохімічних показників якості виділяється сорт гарбуза Вітамінний, що має вищий вміст сухих речовин, цукрів і вітамінів.

Сорти гарбуза Мускатний і Медовий, також цікаві з точки зору переробки, їх структура м'якоті плодів за рахунок високого вмісту пектину дозволяє отримати пружні, що добре зберігають форму шматочки цукатів, а високий вміст β-каротину забезпечує привабливе забарвлення готового продукту (таблиця 3.2).

Таблиця 3.2 – Вміст вуглеводів і вітамінів у плодах гарбуза

№ п/п	Сорти гарбуза	У тому числі на сіру речовину								
		сухі речовини, %	цукри, %	Кислотність, %	пектин, %			вітаміни, мг%		
					сума	розчинний	протопектин	С	Р	β-каротин
1	Вітамінний	9,0	4,3	0,20	0,46	0,12	0,34	14,9	7,0	3,5
2	Мускатний	6,7	3,2	0,18	0,43	0,15	0,28	11,8	4,0	2,0
3	Медовий	7,5	3,7	0,16	0,47	0,17	0,30	9,6	5,6	2,6

3.3 Оптимізація розміру та форми цукатів

Механічне подрібнення сировини дозволяє збільшити інтенсивність протікання процесу сорбції сиропу в підготовлені шматочки овочів. Різання гарбуза проводили наступним чином. Гарбуз рубали на 2 частини, видаляли насіння, очищали від шкіри, різали на сегменти товщиною 1,5 – 2,0 см, а потім на кубики (0,5×0,5см; 1,5х1,5 см) і смужки довжиною 4,0 см, шириною 0,5 – 0,7 см. Відходи та втрати обумовлювалися сортовими особливостями сировини (таблиця 3.3).

Таблиця 3.3 – Відходи та втрати, обумовлені сортовими особливостями

№ п/п	Сорти гарбуза	Відходи і втрати, %				Норма витрати сировини на 1 т, кг
		насіння	шкірка	серцевина	сумарна	
Гарбуз						
1	Вітамінний	1,5	8,5	1,6	11,6	4281
2	Мускатний	1,7	9,0	1,2	11,9	4292
3	Медовий	1,5	10,0	1,0	12,5	4315

Враховуючи, що швидкість сорбції сиропу в цілі клітини йде значно гірше, ніж у руйнуванні, надавали різні розміри, форму, рисунок 3.3, що призводять до зменшення напівпроникності клітин та зміни фізико-хімічних властивостей, що забезпечують прискорення технологічного процесу.

Результати досліджень представлені у таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Вплив розміру прямокутників гарбуза на процеси насичення і вихід

№ варіанта	Розмір скибочок, см	Час насичення, година	Вихід, %	Відходи при нарізанні, %	Дегустаційна оцінка, бали
1	0,2×4,0×0,5	10	45,0	3,0	5,0
2	1,5×2,0×0,5	26	37,3	5,2	4,3
3	1,5×1,5×1,5	24	40,2	4,0	5,0
4	0,5×0,5×0,5	18	33,0	2,0	4,4

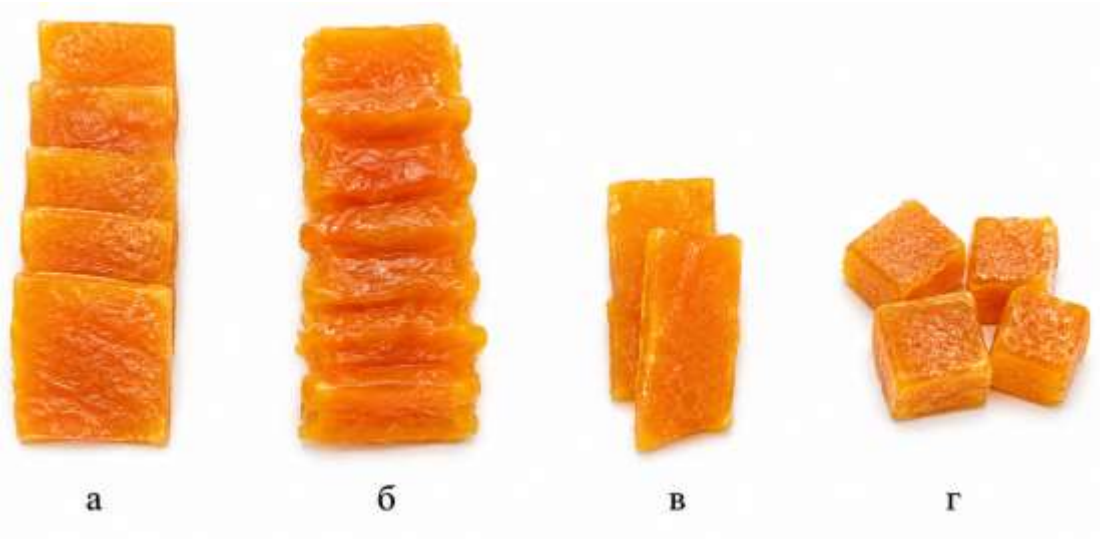


Рисунок 3.3 – Цукати з гарбуза залежно від розмірів часточок і кубиків
а, б – часточки 1,5×4,0 см; в – часточки 1,5×2,0 см; г – часточки 1,5×1,5 см.

Розміри та форма нарізки гарбуза, кількість відходів при нарізанні позначилися на якості, часі протікання процесу насичення та виході готового продукту.

Таким чином, дослідження різних сортів гарбуза у технологічному процесі дозволили виділити сорти, що забезпечують зниження норм витрати сировини при виробленні цукатів на 3 – 5 %.

Максимальна кількість відходів відмічена у сорту Мускатний.

З метою зменшення відходів і більш повного використання сировини на підставі отриманих даних рекомендований у технологічному процесі спосіб

нарізання сировини кубиками. При отриманні цукатів типу чипси рекомендована нарізка 1,5×0,5×4,0см. При отриманні цукатів для виробництва йогуртів оптимальне нарізання 0,5×0,5×0,5 см.

Оптимізація розмірів скибочок цукатів дозволила скоротити час технологічного процесу на 2 – 4 години, збільшити вихід готового продукту на 4,8 – 6,8 %, знизити втрати при нарізанні на 1,2 – 2,0% (таблиця 3.4).

3.4 Дослідження параметрів бланшування сировини

Виходячи з літературних даних, авторами рекомендують різні режими технологічної підготовки сировини до процесів насичення [2, 4, 6].

Експериментально встановлено, що сорбційні процеси при наявності не зруйнованих клітинних стінок йдуть у сотні разів повільніше, ніж за наявності механічних пошкоджень у будовах клітинних оболонок.

Для оптимізації технологічних параметрів, що забезпечують скорочення часу технологічного процесу, поліпшення якості та збільшення виходу цукатів, досліджувалися різні технологічні прийоми бланшування сировини. При цьому використовувалося бланшування сировини парою, гарячою водою, гарячою водою з наступним віджиманням під пресом та заморожування (таблиця 3.5).

Як показали результати наших досліджень, максимальна кількість відходів відзначена у варіанті з бланшуванням гострою парою, де кількість розварених плодів склала 19 %. Найменші втрати отриманому у варіанті з використанням заморожування підготовлених часточок, проте вихід цукатів на 4 % нижче, ніж у варіанті з використанням бланшування з наступним віджиманням (таблиця 3.5).

Витримка часточок, бланшованих киплячою водою, під вантажем для видалення питомої вологи забезпечила прискорення технологічного процесу насичення на 3 години, зниження витрати цукру і поліпшення якості цукатів, які оцінені дегустаційною комісією на 5,0 балів (таблиця 3.5).

Таблиця 3.5 – Вплив способу підготовки гарбуза на якість та вихід цукатів

№ варіанта	Спосіб підготовки гарбуза до переробки	Кількість розварених кубиків, %	Час протікання сорбційних процесів, год	Вихід цукатів, %	Дегустаційна оцінка, бали
1	Бланшування парою, 2 хв.	19,0	25,0	35,0	4,4
2	Бланшування киплячою водою, 2 хв.	12,0	24,5	36,0	4,3
3	Бланшування гарячою водою з наступним віджиманням	14,0	24,0	39,0	5,0
4	Бланшування киплячою водою і витримка (1 % розчин $CaCL_2$,1 год.) з наступним віджиманням	2,0	22,0	40,0	5,0
5	Заморожування Т = -18 °С;	7,0	23,0	37,0	4,8

При проведенні заморожування нарізаних кубиками гарбуза (при температурі -18 °С), швидкому розморожуванні, пресуванні, а потім насичення сиропом, швидкість сорбційних процесів збільшувалася на 3 – 5 годин, що обумовлено сортовими особливостями використовуваної сировини. При цьому скорочувалася кількість відходів і втрат за меншу кількість розірваних кубиків у сортів Вітамінний і Мускатний.

Застосування технологічного прийому заморожування кубиків гарбуза ефективно при обов'язковому пресуванні сировини, що дозволяє зруйнувати клітини і видалити надмірну вологу. Даний прийом дозволяє знизити втрати сировини при підготовці до насіння до 7 % і збільшити вхід цукатів на 2 % порівняно зі способом застосування бланшування парою та гарячою водою, проте важко застосувати у технологічному процесі.

Таким чином, виходячи з результатів проведених досліджень, було встановлено, що для плодів гарбуза доцільно проводити бланшування киплячою водою з наступним віджиманням і витримкою в 1 % розчині $CaCl_2$, що дозволяє

знизити відхід при бланшуванні до 2 %, скоротити витрату цукру, 2,0 – 2,5 години, збільшити вихід цукатів на 2 – 3 %.

3.5 Практичне застосування отриманих результатів

При відпрацюванні оптимальних режимів витримки кубиків гарбуза у сиропі використовували різні технологічні прийоми при варіюванні розміру кубиків, концентрації сиропу, часу витримки, температури використовуваного сиропу. Високі концентрації сиропу (75 – 80 %) призводили до різкого осмотичного зневоднення плодів у першому періодному часі, а потім швидкість дифузійних процесів знижувалася, що, загалом, збільшувало весь технологічний цикл. Крім того, усі концентрації сиропу призводили до утворення липкої скоринки на поверхні цукатів, що знижувало швидкість сорбційних процесів, погіршувало їх товарний вигляд. На підставі проведених досліджень було впроваджено оптимальні технологічні прийоми.

Сучасні цукати є прозорими на вигляд, м’які з обсушеною поверхнею, мають гарний колір (натуральний або штучний) і вигляд, а також зберігають натуральний запах, смак і всі поживні цінності свіжого продукту і мають тривалий термін зберігання.

В основі опису будь-якого процесу масопереносу лежать термодинамічні закономірності рівноваги між фазами. Нами досліджувався процес насичення цукром кубиків розміром 15×15 мм.

Вивчався вплив температури та концентрації цукрового сиропу. Посудину з цукровим сиропом поміщали в термостат, потім засипали дослідний продукт (кубики гарбуза) при співвідношенні 1:1. Через рівні проміжки часу відбиралася проба рідкої фази і за допомогою рефрактометра визначалася в ній концентрація цукру. Час відібрано таким чином, щоб процес практично досяг рівноваги і склав 12 годин. Концентрації у твердій фазі перебували з матеріального балансу. В результаті одержані криві рівноваги при температурі витримки 20, 35 і 50 °С. Приклад кінетичної кривої процесу сорбції при концентрації цукрового сиропу 40

% та температурі 35 °С показаний на рисунку 3.4.

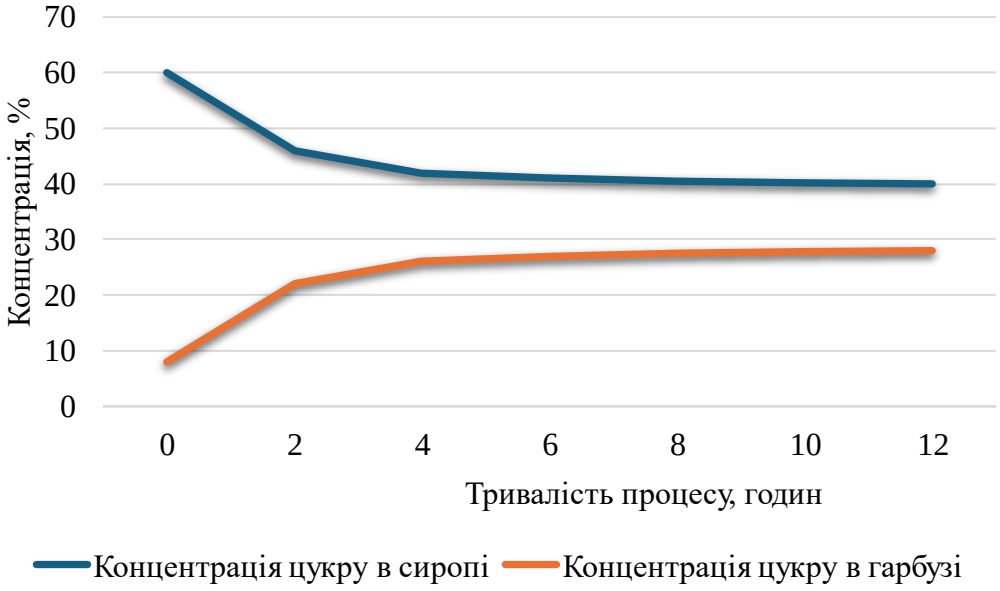


Рисунок 3.4 – Криві оптимальної температури сорбції продукту

Різниця між рівноважною і робочою концентраціями максимальна при 20 °С зі зростанням температури зростає, а в проміжку від 35 °С до 50 °С – практично не змінюєтеся. Таким чином оптимальну температуру процесу сорбції приймаємо 35 °С.

З вищевказаних даних видно, що рівноважна концентрація цукру в твердому тілі менше, ніж у зовнішньому розчині. Це певною мірою несподіваний результат, так як у процесах вилучення (екстракції) у твердому тілі компонент, що вилучається утримується адсорбційними силами і концентрація в ньому більше, ніж у зовнішній рідині. Для перевірки, поряд з дослідами насичення, досліджена і екстракція цукру водою з гарбуза. І знову отримано, що рівноважна концентрація цукру у твердій фазі нижче. Таким чином, рівноважна концентрація у твердому тілі менша ніж у зовнішній рідині.

Зміна концентрації сиропу в перший період витримки досягається головним чином завдяки зневодненню підготовлених кубиків і як наслідок, розведення концентрації сиропу. Після 3 годин витримки поряд зі зниженням температури знижена концентрація сиропу до 40 – 45 % і в системі відбуваються вже незначні

фазові зміни.

У зв’язку із цим необхідно було змінити умови протікання процесу масообміну. Тому, в технологічному процесі застосовували схему багатоступінчастого насичення, що передбачає підвищення концентрації сиропу, температури та зміни співвідношення компонентів.

Наявність рівноважної кривої дозволяє розрахувати процес рівноважного одноетапного насичення і процес насичення по теоретичних щаблях. В даний час у промисловості застосовують лише одноразове насичення, а розчин цукру використовується кілька разів з додаванням цукру. Розрахунок процесу показує, що можна досягти економіки цукру і знизити його втрати на 30 – 40 %.

При проведенні досліджень порівнювали одноступеневий і протиточний процес. Раніше було проведено низку досліджень з рівноваги та кінетики процес сорбції цукру гарбузом. Для цього нарізаний на шматочки розміром 15×15 мм гарбуз, заливався цукровим сиропом концентраціями 20, 40 і 60 % і витримувалася в термостаті при різних температурах 20, 35 і 50 °С. Встановлено, що рівновага досягається практично за 4 години.

Завдання полягало в тому, що при відомих початковій концентрації цукру в гарбуза, початковій концентрації цукру в сиропі і відомих кількостях сиропу і гарбуза знайти кінцеві концентрації цукру в цукатах і сиропі.

Результати порівняння рівноважного та протиточного потоків показані в таблиці 3.6. За результатами порівняння двох процесів видно, що значно збільшується концентрація цукру в цукатах і значно зменшується концентрація цукру в сиропі. Дані результати дозволяють припустити, що організація протиточного процесу сорбції цукру гарбузом призведе до економії цукру, скорочення часу технологічного процесу та поліпшення якості готового продукту.

Таблиця 3.6 – Дані сорбції цукру гарбуза при одноступінчастому та протиточних процесах

Тип процесу	Концентрація вихідного сиропу	Варіант дослідів			
		20 %	40 %	60 %	75 %
Одноступінчастий	Кінцева концентрація цукру в сиропі	18,4	29,2	40,4	53,8
	Кінцева концентрація цукру в гарбузі	9,6	18,5	27,1	28,6
Протиточний	Кінцева концентрація цукру в сиропі	13,5	15,5	17,5	19,0
	Кінцева концентрація цукру в гарбузі	24,7	26,6	38,8	45,2

Для гарбуза підтримували концентрацію сиропу в межах 45 – 50 %, так як більш високі концентрації сприяли злипанню кубиків і погіршували товарний вигляд готового продукту. Застосування одноступінчастого внесення можливе при використанні високих концентрацій сиропу для першої заливки (80%), проте такий технологічний прийом призводить до збільшення виходу сиропу що економічно не вигідно при виробництві цукатів з гарбуза, так як вихід екстрактивних речовин, багатих на поліфеноли, барвники, дубильні речовини та вітаміни в сиропі з гарбуза низький.

Другу і третю заливку здійснювали частиною сиропу, що виділився, доведеного до 45 % концентрації (таблиця 3.7). У цей період також було відзначено явище зневоднення кубиків з одночасним, але вже меншим насиченням їх сиропом. Результатні подальшого насичення показали подальше зневоднення сировини вже з переходом цукру в сироп (рисунок 3.5).

Таблиця 3.7 – Режими витримки підготовлених кубиків у сиропі

Етапи	Концентрація сиропу, %	Температура сиропу при заливці, С	Час витримки при 50 °С, год.	Співвідношення плодів та сиропу
1 витримка	50	100 ° С, при 1 – 2 хв. кипіння	8	1,0:0,7
2 витримка	45	100 °С.	7	1,0:0,5
3 витримка	45	80 °С	5	1,0:0,5

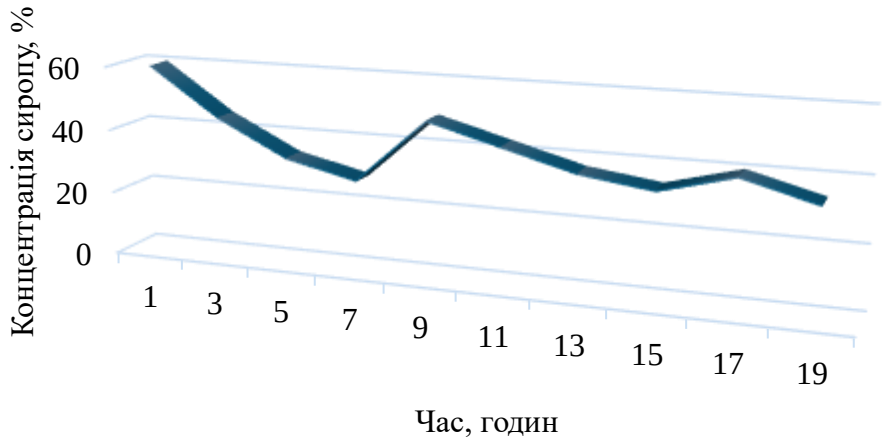


Рисунок 3.5 – Динаміка зміни концентрації сиропу в процесі насичення кубиків

Для поліпшення смакових якостей цукатів як сорбенти використовували сиропи, одержані при виробництві цукатів із полуниці, вишні, смородини, а також ароматизатори, з ароматом ананаса, причому здійснення цих процесів пропонується проводити у вакуум-апараті.

При проведенні процесу насичення гарбуза сиропом у вакуум-апараті підготовлену сировину необхідно поміщати по 1,5 – 2,0 кг на решітчасті спеціальні сита висотою 15 – 20 см, поставлені один на одного з'єднані в комплекс. З'єднання 8 – 10 сіток опустити у вакуум-апарат, де знаходиться доведений до 50 – 60 % концентрації і температури 90 – 100 °С полунчний, вишневий або яблучний сироп. Апарат герметично закривають і проводять витримку за режимами (таблиця 3.8).

Таблиця 3.8 – Режими витримки гарбуза у вакуум-апараті

Найменування сировини	Первинна концентрація сиропу		Витримки							
			I		II			III		
	%	°С	Час витримки, хв	Вакуум, мм.рт.ст.	Мінімальна концентрація сиропу, %	Час витримки, хв	Вакуум, мм.рт.ст.	Мінімальна концентрація сиропу, %	Час витримки, хв	Вакуум, мм.рт.ст.
Гарбуз	50	100	20	15	45	15	15	45	15	200

Забарвлення одержаних цукатів з кабачків визначається кольором сиропу за рахунок осмотично-дифузійного зневоднення шматочків у розчині яблучного (з додаванням лимонної кислоти), полуничного (з додаванням аскорбінової кислоти), вишневого (з додаванням 1 %) темно-червоного кольору. Вміст цукрів при тому в готовому продукті не перевищує 40 %. Додавання желеподібних компонентів пектинового концентрату до 3 % від маси сировини у сиропі, що використовується, забезпечує досягнення пружної консистенції і добре збереженої об’ємної форми кубиків (рисунок 3.6).



Рисунок 3.6 – Дослідні зразки цукатів із гарбуза

Сиропи, одержані в процесі насичення сировини цукром, являють собою екстракт поживних речовин і є новим видом готового продукту, на виробництво яких розроблена технологічна інструкція та технічні умови. Сиропи використовувалися при створенні желеподібних продуктів – мармеладу та рекомендації для виробництва напоїв, джемів.

3.6 Підбір параметрів сушіння на сушарці з інфрачервоними променями

Витриману в сиропі до вмісту сухих речовин 40 % у плодах сировину вивантажували в решітчасті листи з не корозійного матеріалу з діаметром отворів чарунок 3 – 5 мм для повного стікання сиропу. Деко з підготовленою сировиною поміщали в камеру сушильної установки і піддавали обдуванню холодним повітрям протягом 1 години.

Процес сушіння повинен бути проведений в умовах, що запобігають карамелізації цукрів, денатурації білків, які погіршують зовнішній вигляд і якість готового продукту. Це вимагає проводити сушіння за «м'якого режиму», що й визначило завдання наших досліджень.

Метою досліджень було встановлення оптимального режиму сушіння з урахуванням швидкості сушіння, коефіцієнта усадки цукатів при сушінні та зміні хімічних показників якості готового продукту.

Відпрацювання технологічних параметрів сушіння проводилося шляхом застосування трьох режимів сушіння: 1 – 40 – 50 – 60 °С; 2 – 50 – 60 – 70 °С; 3 – 80 – 70 – 60 °С.

Аналіз кінетики нагріву показує, що при першому режимі нагрівання поверхні шарів кубиків цукатів з гарбуза в початковий момент часу відбувається дуже інтенсивно (рисунок 3.7). Через 1 – 2 хв поверхня кубиків приймає температуру навколишнього середовища на піддоні. Це обумовлено поглинанням значної частки променистого потоку в поверхневому шарі матеріалу. При цьому частина підводиться енергії йде на фазові перетворення вологи і швидкість нагрівання поверхневих шарів надалі помітно зменшується.

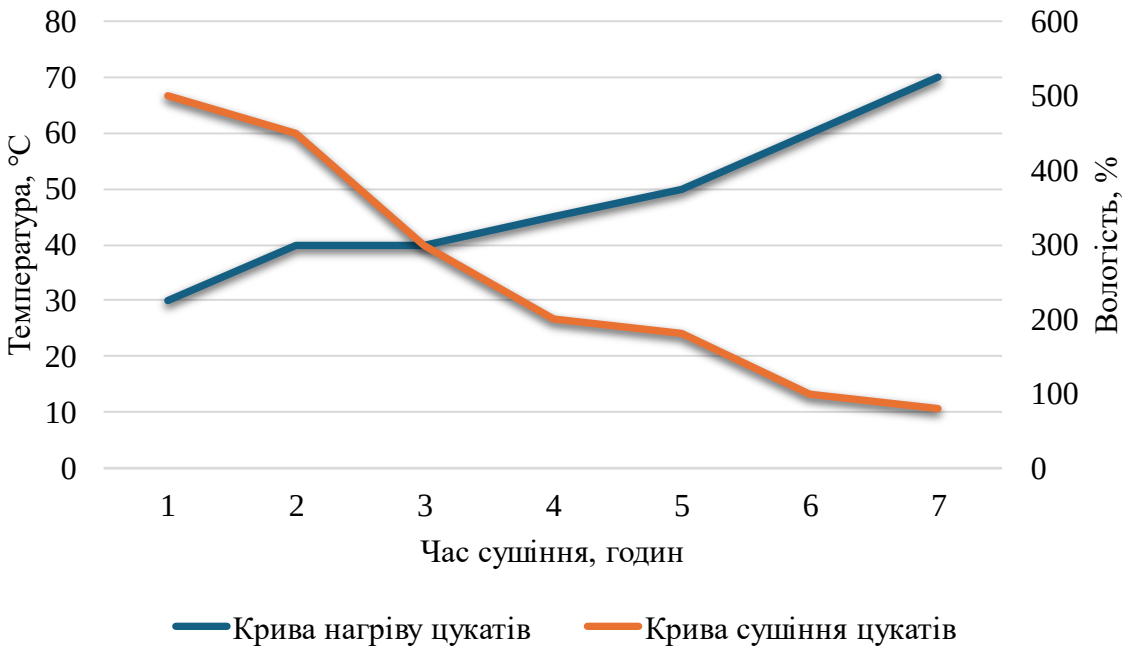


Рисунок 3.7 – Зміна вмісту вологи і температури цукатів в процесі сушіння (криві нагріву і сушіння)

При сушінні цукатів на сушарці з ІЧ-променями спостерігався також швидкий прогрів внутрішніх шарів кубиків цукатів за рахунок особливої ефективності ІЧ-променів. Незважаючи на швидкий прогрів внутрішніх шарів матеріалу, перепад між температурою поверхневих та центральних шарів у перші хвилини досягає значної величини 15 – 20 °С. Наявність такого градієнта температури зумовлює термодифузійне перенесення вологи в центральні шари та посилює інтенсивність прогріву. Швидкість підвищення температури в першу годину сушіння досягала 7 – 8 град/год.

Враховуючи інтенсивність прогріву поверхневих шарів цукатів і досить високий вихідний вміст сухих речовин у підготовленому матеріалі, підтримання температури сушіння 40 °С протягом 2 годин при спільному впливі ІЧ-випромінювання забезпечило рівномірний і поступовий прогрів внутрішніх шарів, що надалі сприяло хорошому береженню об’ємної форми цукатів.

Випаровування води йде з поверхневих шарів без значних змін розмірів кубиків і зневоднення сировини відбувається з постійною швидкістю. Після періоду прогріву вміст вологи зменшується з часом за лінійним законом. Крива

сушіння на графіку має пряму ділянку. У цей період температура поверхні і центру кубиків гарбуза однакова. Перепад між температурою повітря та температурою поверхні матеріалу є величиною постійною. У технологічному процесі настає період постійної швидкості сушіння, що характеризується незмінною температурою матеріалу.

Застосування першого режиму сушіння дозволило отримати цукати з добре збереженим об'ємом (особливо при використанні в переробці сортів гарбуза Мускатний і Медовий), привабливим зовнішнім виглядом і максимальним збереженням біологічно активних речовин.

Сушіння за другим режимом сприяло зниженню часу технологічного процесу на 1,0 – 1,5 години, проте цукати при дегустації мали нижчу оцінку за рахунок більшої усадки сировини (сорт Вітамінний) та менш привабливого зовнішнього вигляду.

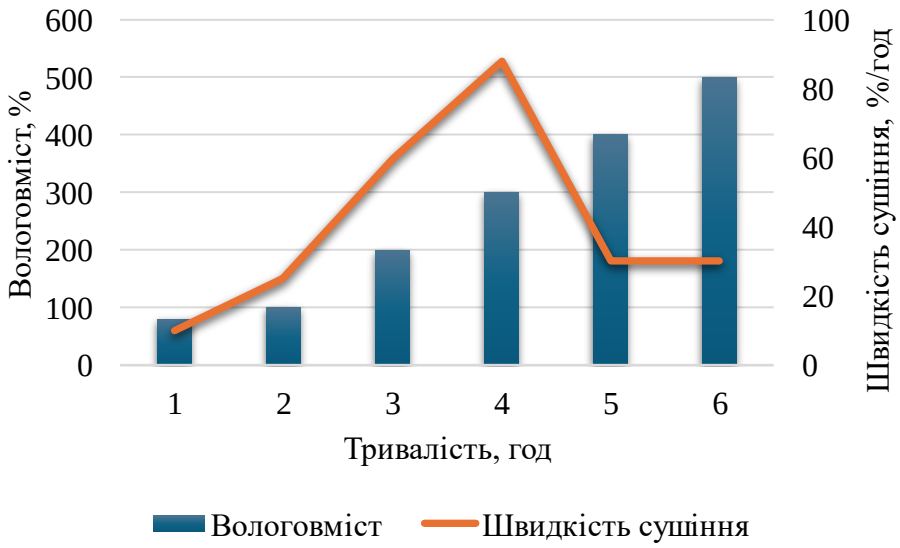


Рисунок 3.8 – Крива сушіння цукатів

Проведення сушіння за третім режимом відразу ж дозволило зробити висновок про недоцільність використання цього режиму, так як в першу годину сушіння відбувалося швидке підвищення температури поверхневих шарів цукатів, що супроводжується окисленням поліфенольних речовин, що призводило до втрати біологічно активних речовин і значно знижувало товарний вигляд готового

продукту.

На рисунку 3.9 представлена апаратурно-технологічна схема виробництва цукатів із плодів гарбуза, дана схема може буди запропонована для реалізації у промислових умовах.

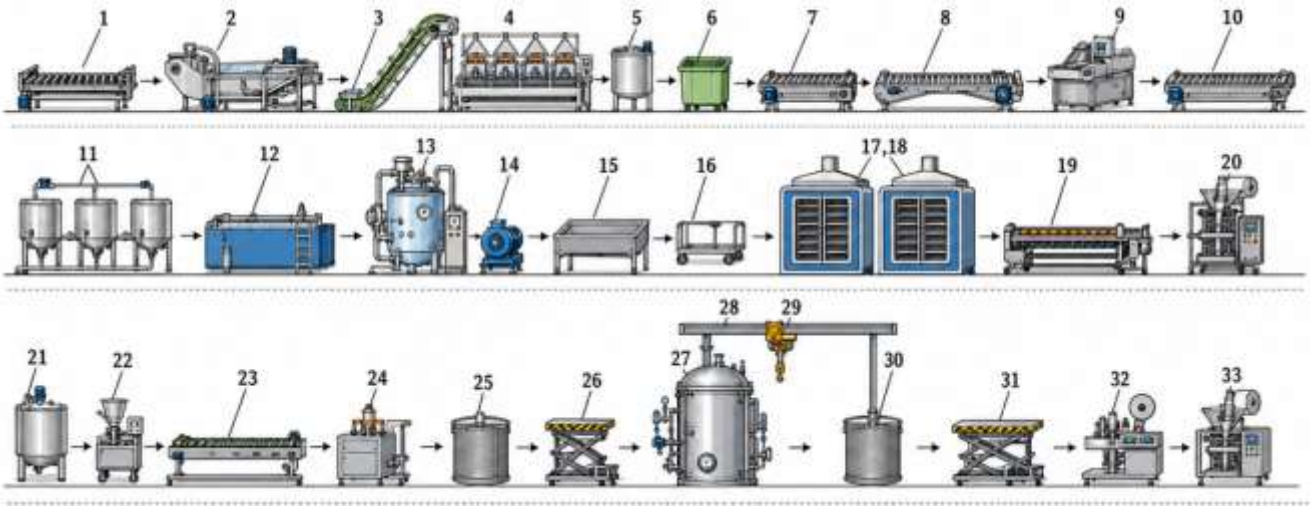


Рисунок 3.9 – Апаратурно-технологічна схема виробництва цукатів із гарбуза

1 – роликовий транспортер; 2 – вентиляторна мийна машина; 3 – елеватор «Гусяча шия»; 4 – калібрувальник; 5 – ємність для гарбузів; 6 – ємність для відходів; 7 – транспортер для видалення відходів; 8 – транспортер роликовий; 9 – нарізання; 10 – транспортер роликовий; 11 – ємності для насичення; 12 – котлован КВО; 13 – вакуум-випарний апарат; 14 – насос; 15 – ємність для стікання сиропу; 16 – візок; 17,18 – сушарки; 19 – транспортер для випікання цукатів; 20 – пакувальний автомат; 21 – ємність для сиропу; 22 – наповнювач; 23 – пластинчастий транспортер; 24-закочення; 25 - автоклавний кошик; 26 - гідропідйомник; 27 – автоклав; 28 – монорейка; 29 – таль; 30 – автоклавний кошик; 31 – гідропідйомник; 32 – машина для наклейки етикеток; 33 – пакувальний автомат.

Таким чином, проведення дослідження дозволили оптимізувати технологічний процес сушіння цукатів з урахуванням підбору температурних параметрів на основі вивчення кінетики сушіння, зміни біохімічних та структурно-механічних властивостей сировини. Рекомендований для виробництва режим сушіння до 2 годин температура 40 °С з посиленою циркуляцією повітря, через 2

години підняти до 50 °С і досушити при температурі 60 °С.

Для покращення органолептичних показників якості цукатів в процесі підготовки сировини до сушіння та сушіння необхідно вести диференційовано з урахуванням сортових особливостей сировини.

3.7 Дослідження якості цукатів

При оцінці якості цукатів важливе значення має характеристика їхнього зовнішнього вигляду – кольору, форми, об’єму. Відомо, що зміна кольору супроводжується втратою натурального виду, аромату, а загалом харчової цінності готового продукту.

При сушінні на органолептичні властивості і харчову цінність впливають меланоїдинові реакції і окислення поліфенолів, в результаті яких утворюються темно забарвлені сполуки, які погіршують природний колір і аромат цукатів. Особливо інтенсивно ці реакції протікають при високих температурах. Враховуючи ці явища, сушіння цукатів було проведено при невисоких температурах 40 – 60 °С.

За біохімічними показниками цукатів з гарбуза, сушіння на сушарці з ІЧ-променями мали високі показники якості, що підтверджували високі дегустаційні оцінки – 4,8 – 4,9 бали, рисунок 4.10.

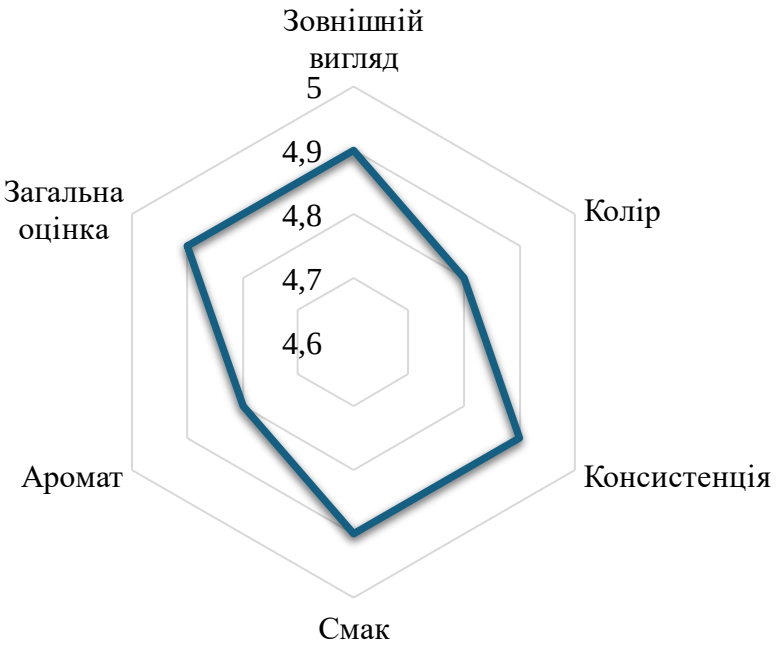


Рисунок 4.10 – Результати дегустаційної оцінки цукатів із плодів гарбуза

Вміст сухих речовин у цукатах досягає 85 % при вмісті цукрів 35 – 40 %; вміст кислот 0,2 – 0,3 % (рисунок 4.11). З вітамінів досліджено збереження після сушіння аскорбінової кислоти та Р-активних речовин.

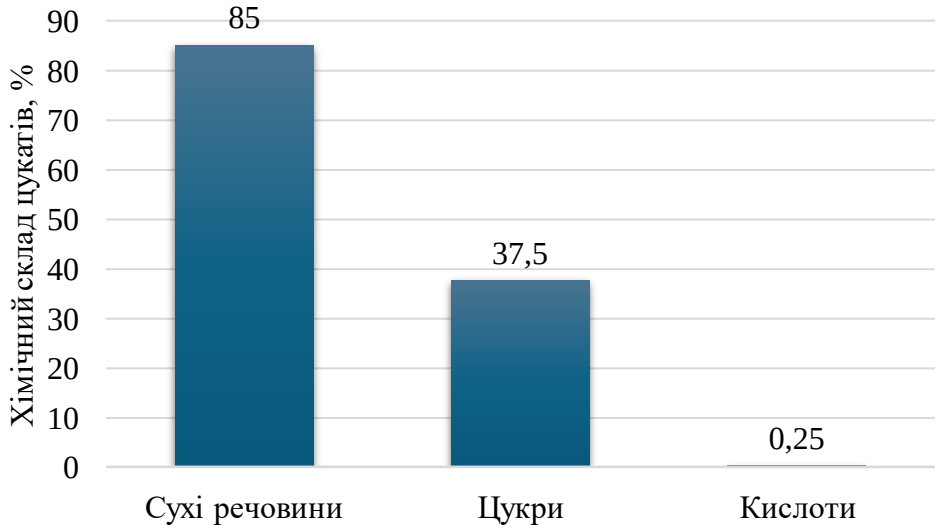


Рисунок 4.11 – Хімічний склад цукатів з плодів гарбуза

Так, вміст аскорбінової кислоти в цукатах з гарбуза, внесених за першим режимом склав 3,5 мг%, у той час як застосування високих температур навіть при використанні ІЧ-променів у третьому режимі сприяє значній втраті вітаміну *С* (залишкова кількість). Вміст Р-активних речовин становив 17 – 23 мг%. У цукатах з гарбуза досить високий вміст β-каротину – 3,2 мг%, що обумовлено високим вихідним вмістом провітаміну А в сировині, рисунок 4.12.

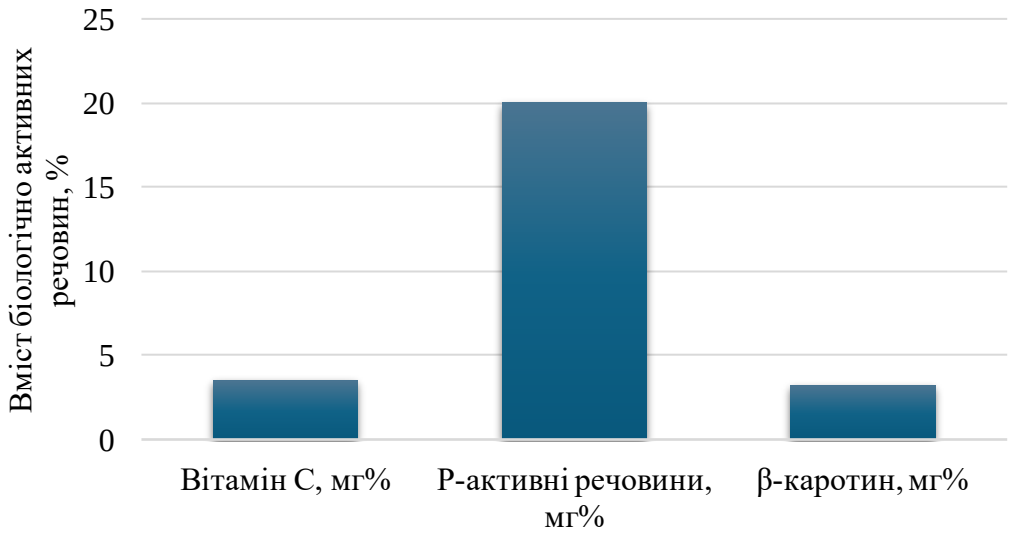


Рисунок 4.12 – Вміст біологічно активних речовин у цукатах із плодів гарбуза

Амінокислотний склад натуральних цукатів з гарбуза (6638 мг% на суху речовину) представлений у великих кількостях глутамінової, аспарагінової кислотами, аланіном, серином. Незамінні амінокислоти представлені метіоніном, лейцином, ізолейцином – 1258 мг% (на суху речовину) (рисунок 4.13).

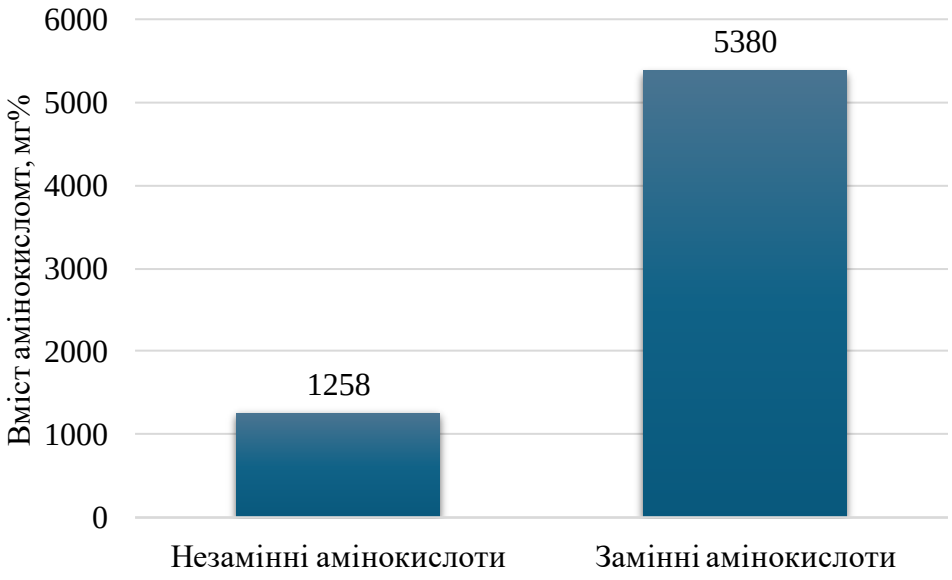


Рисунок 4.13 – Співвідношення амінокислот

Висновки за розділом

Обґрунтовано вдосконалену технологію виробництва цукатів із плодів гарбуза, яка передбачає оптимізацію основних технологічних операцій: підготовки сировини, нарізання, бланшування, насичення сиропом, сушіння та пакування готового продукту.

Встановлено, що найбільш придатним для виробництва цукатів є сорт гарбуза Вітамінний, який характеризується вищим вмістом сухих речовин – 9,0 %, цукрів – 4,3 %, аскорбінової кислоти – 14,9 мг% та β-каротину – 35 мг%. Сорти Мускатний і Медовий також є перспективними завдяки щільній структурі м’якоті та здатності добре зберігати форму готових цукатів.

Дослідження впливу форми і розміру нарізання показало, що оптимальним є використання кубиків 1,5×1,5×1,5 см та часточок 0,2×4,0×0,5 см, які забезпечують високий вихід готової продукції, належну дегустаційну оцінку та скорочення тривалості процесу насичення. Оптимізація нарізання дала змогу скоротити технологічний процес на 2 – 4 години, підвищити вихід цукатів на 4,8 – 6,8 % і зменшити втрати при нарізанні.

Найкращим способом попередньої обробки гарбуза визначено бланшування киплячою водою з наступним віджиманням і витримуванням у 1 % розчині $CaCl_2$.

Такий прийом дозволив знизити кількість розварених кубиків до 2 %, скоротити тривалість сорбційних процесів до 22 год, збільшити вихід цукатів до 40 % і забезпечити дегустаційну оцінку 5,0 балів.

Обґрунтовано доцільність багатоступінчастого насичення гарбуза сиропом. Використання протиточного процесу дає змогу підвищити концентрацію цукру в цукатах і зменшити втрати цукру в сиропі, що сприяє економії цукру на 30 – 40 %. Раціональними режимами витримування є застосування сиропу концентрацією 50 % на першому етапі та 45 % на другому і третьому етапах.

Визначено раціональний режим інфрачервоного сушіння: протягом перших 2 годин сушіння проводити при 40 °С з посиленою циркуляцією повітря, потім підвищити температуру до 50 °С і завершити досушування при 60 °С. Такий режим забезпечує збереження об’єму, кольору, структури та біологічно активних речовин у готовому продукті.

Готові цукати з гарбуза характеризуються високими показниками якості: вміст сухих речовин становить до 85 %, цукрів – 35 – 40 %, кислот – 0,2 – 0,3 %, аскорбінової кислоти – 3,5 мг%, Р-активних речовин – 17 – 23 мг%, β-каротину – 3,2 мг%. Загальний вміст амінокислот становить 6638 мг% на суху речовину, з них незамінних – 1258 мг%. Дегустаційна оцінка готових виробів склала 4,8 – 4,9 бали, що підтверджує високу якість запропонованої технології.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ

4.1 Розроблення картки з безпеки праці при виробництві цукатів із плодів гарбуза

Картка безпеки праці є важливим елементом організації безпечних умов праці під час виробництва цукатів із плодів гарбуза. Її розроблення спрямоване на попередження виробничого травматизму, зниження впливу небезпечних і шкідливих виробничих факторів, а також забезпечення дотримання працівниками вимог охорони праці, санітарії та особистої гігієни. Приклад розробленої картки безпеки праці представлена на рисунку 4.1.

Виробництво цукатів із гарбуза включає такі основні технологічні операції: приймання та підготовку сировини, миття, очищення, нарізання гарбуза, бланшування, витримування у цукровому сиропі, сушіння, охолодження, фасування та пакування готової продукції. На кожному з цих етапів працівник може зазнавати впливу небезпечних факторів, тому необхідним є чітке регламентування правил безпечного виконання робіт.

Основні вимоги безпеки перед початком роботи. Перед початком роботи працівник повинен одягнути справний санітарний одяг, перевірити чистоту робочого місця, справність обладнання, інструменту, електропроводки, заземлення та наявність захисних огороджень. Забороняється розпочинати роботу у разі виявлення несправностей обладнання, пошкодження електричних кабелів, відсутності захисних пристроїв або недостатнього освітлення робочої зони.

Вимоги безпеки під час роботи. Під час виконання технологічних операцій необхідно дотримуватися встановленої послідовності процесу, не залишати працююче обладнання без нагляду, не торкатися рухомих і нагрітих частин машин, не виконувати очищення або ремонт обладнання під час його роботи. Особливу увагу слід приділяти роботі з ножами, гарячим сиропом, бланшувальними ємностями та інфрачервоними сушарками.



Рисунок 4.1 – Картка з безпеки праці під час виробництва цукатів із плодів гарбуза

Працівник повинен підтримувати порядок на робочому місці, своєчасно прибирати залишки сировини, воду та сироп із підлоги, не захаращувати проходи, використовувати інструмент тільки за призначенням. Усі технологічні операції необхідно виконувати обережно, без поспіху, із дотриманням вимог виробничої

санітарії.

Вимоги безпеки після закінчення роботи. Після завершення роботи необхідно вимкнути обладнання від електромережі, очистити робочі поверхні, інвентар і тару від залишків сировини та сиропу, провести санітарну обробку обладнання, прибрати робоче місце. Використаний спецодяг слід зберігати у спеціально відведеному місці. Про всі виявлені несправності обладнання або порушення умов праці працівник повинен повідомити відповідальну особу.

Дії у разі аварійної ситуації. У разі виникнення аварійної ситуації, опіку, порізу, ураження електричним струмом, загоряння або несправності обладнання працівник повинен негайно припинити роботу, вимкнути обладнання, повідомити керівника робіт і за потреби надати першу домедичну допомогу потерпілому. При пожежі необхідно скористатися первинними засобами пожежогасіння та діяти відповідно до інструкції з пожежної безпеки.

Розроблена картка безпеки праці для виробництва цукатів із плодів гарбуза дозволяє систематизувати основні небезпечні фактори технологічного процесу та визначити заходи щодо їх попередження. Дотримання вимог картки сприяє зниженню ризику травмування працівників, забезпеченню належного санітарного стану виробництва та отриманню безпечної і якісної готової продукції.

4.2 Шляхи утилізації відходів при виробництві цукатів із плодів гарбуза

У процесі виробництва цукатів із плодів гарбуза утворюються переважно органічні відходи, які мають високу біологічну цінність і можуть бути раціонально використані. До основних видів відходів належать шкірка, насіння, волокниста частина м’якоті, некондиційні шматочки гарбуза, залишки цукрового сиропу, а також стічні води після миття сировини та санітарної обробки обладнання.

Раціональна утилізація таких відходів (рисунок 4.2) дає змогу зменшити негативний вплив виробництва на навколишнє середовище, скоротити обсяг органічних залишків, що направляються на сміттєзвалища, а також отримати додаткову сировину для кормових, харчових або агротехнічних потреб.



Рисунок 4.2 – Шляхи утилізації відходів виробництва цукатів із плодів гарбуза

Найбільш доцільним напрямом використання твердих рослинних відходів є компостування, оскільки шкірка, волокна та залишки м’якоті гарбуза швидко розкладаються і можуть бути використані для отримання органічного добрива. Таке добриво може застосовуватися для підвищення родючості ґрунтів, зокрема при вирощуванні овочевих культур.

Окрему цінність має насіння гарбуза, яке не слід відносити до малокорисних відходів. Після очищення та сушіння його можна використовувати як самостійний

харчовий продукт, сировину для виробництва олії або добавку до хлібобулочних, кондитерських і кулінарних виробів. За неможливості харчового використання насіння може бути направлене на кормові потреби.

Некондиційні шматочки гарбуза доцільно переробляти на пюре, повидло, начинки, пасти або використовувати у складі інших харчових продуктів. Це дозволяє знизити втрати сировини та підвищити економічну ефективність виробництва.

Залишки цукрового сиропу після витримування гарбуза можуть бути повторно використані після фільтрування, коригування концентрації сухих речовин і термічної обробки. Їх можна застосовувати для наступних партій цукатів або як основу для приготування сиропів, напоїв, кондитерських напівфабрикатів і солодких соусів. Це зменшує витрати цукру та обсяг рідких відходів.

Стічні води, що утворюються під час миття плодів, інвентарю та обладнання, повинні проходити попереднє очищення від механічних домішок. Для цього доцільно застосовувати решітки, сита, відстійники та фільтри. Після очищення такі води направляють у каналізаційну мережу або на локальні очисні споруди.

Таким чином, відходи, що утворюються при виробництві цукатів із плодів гарбуза, переважно є органічними та придатними для подальшого використання. Найбільш раціональними шляхами їх утилізації є компостування, використання на кормові цілі, переробка насіння, повторне застосування цукрового сиропу та очищення стічних вод. Запровадження таких заходів дозволяє зменшити екологічне навантаження виробництва, скоротити втрати сировини та підвищити ресурсоефективність технологічного процесу.

Висновки за розділом

Розглянуто питання охорони праці та охорони довкілля при виробництві цукатів із плодів гарбуза. Визначено основні небезпечні фактори технологічного процесу: порізи під час очищення і нарізання сировини, опіки при роботі з гарячим

сиропом і парою, ураження електричним струмом під час експлуатації сушильного обладнання, а також ризик забруднення готової продукції.

Розроблена картка безпеки праці систематизує вимоги до безпечної роботи на всіх етапах виробництва. Її використання сприяє зниженню виробничого травматизму, підтриманню належного санітарного стану робочого місця та забезпеченню якості готової продукції.

Встановлено, що основними відходами виробництва є шкірка, насіння, волокниста частина м'якоті, некондиційні шматочки гарбуза, залишки цукрового сиропу та стічні води. Запропоновано раціональні способи їх використання: компостування, переробку насіння, повторне застосування сиропу, виготовлення пюре чи начинок із некондиційної сировини та очищення стічних вод.

Запровадження зазначених заходів дозволяє зменшити втрати сировини, знизити екологічне навантаження та підвищити ресурсоефективність виробництва цукатів із плодів гарбуза.

5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Витрати на проведення досліджень

Сформований кошторис витрат є підставою для визначення необхідного обсягу фінансового забезпечення на виконання науково-дослідної роботи. Під час його складання враховують витрати на закупівлю основної та допоміжної сировини, споживання електроенергії, оплату праці виконавців, амортизацію обладнання, а також загальновиробничі й накладні витрати.

Вартість основних і допоміжних матеріалів визначають за формулою:

$$M = \sum m_1 \cdot Ц_1 , \tag{5.1}$$

де m_1 – кількість витраченого матеріалу;

$Ц_1$ – вартість одиниці витраченого матеріалу, грн/г.

У таблиці 5.1 наведено результати розрахунків вартості основних матеріалів, використаних під час проведення експериментальних досліджень.

Таблиця 5.1 – Обсяги необхідних основних матеріалів та їхня вартість для виготовлення дослідних зразків кексу

Найменування, одиниці	Кількість, кг	Ціна, грн/кг	Сума, грн.
Гарбуз	3,00		
Цукор	3,00		
Всього			1833,91

У таблиці 5.2 наведено результати розрахунку витрат на оплату праці учасників дослідження, яку визначали множенням середньої погодинної ставки на загальну кількість відпрацьованих годин.

Таблиця 5.2 – Розрахунок витрат на оплату праці учасників наукового дослідження

Посада	Середньомісячний заробіток, грн	Середньочасовий заробіток, грн	Кількість людино-годин	Сума, грн
Дипломний керівник	16000	50,00	20	2000,00
Всього				2000,00

Нарахування на заробітну плату приймаються у розмірі 22 % від загальної суми оплати праці, що підлягає сплаті єдиного соціального внеску:

$$H = \frac{2000,00 \cdot 22}{100} = 440,00 \text{ грн.}$$

Вартість спожитої електроенергії визначають за такою формулою:

$$E = M \cdot K \cdot T \cdot a,, \tag{5.2}$$

де M – загальна потужність лабораторного устаткування, кВт;

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

T – час роботи дослідного устаткування, год;

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

Витрати електроенергії на роботу варильної поверхні, становлять:

$$E_{вар.поверхня} = 2,3 \cdot 0,9 \cdot 8 \cdot 16,4 = 271,58 \text{ грн.}$$

Витрати електроенергії на роботу сушарка, становлять:

$$E_{сушарка} = 1,2 \cdot 0,9 \cdot 24 \cdot 16,4 = 425,09 \text{ грн.}$$

Витрати електроенергії на роботу ноутбука становлять:

$$E_{ноутбук} = 0,1 \cdot 0,9 \cdot 200 \cdot 16,4 = 295,20 \text{ грн.}$$

Загальні розрахункові витрати на електроенергію:

$$E_{заг} = E_{вар.поверхня} + E_{сушарка} + E_{ноутбук} = 271,58 + 245,09 + 295,20 = 811,87 \text{ грн.}$$

Суму амортизаційних відрахувань на обладнання, що використовується під час проведення дослідження, визначають за формулою 5.3:

$$A = \frac{Ф \cdot H \cdot t}{100 \cdot 365}, \quad (5.3)$$

де A – відрахування на амортизацію обладнання, грн;

$Ф$ – вартість обладнання, грн;

H – річна норма амортизації, %;

t – тривалість проведення дослідження на устаткуванні, днів;

365 – тривалість року.

У таблиці 5.3 подано результати розрахунку амортизаційних відрахувань на обладнання, використане під час проведення дослідження.

Таблиця 5.3 – Розрахунок амортизаційних відрахувань на обладнання, використане під час проведення дослідження

Устаткування	Вартість, грн.	Річна норма амортизації, %	Тривалість роботи, днів	Витрати на амортизацію, грн.
Варильна поверхня	8400,00	10	2	4,60
Сушарка	14000,00	10	3	11,50
Ноутбук	36000,00	24	25	591,70
Всього				607,80

Накладні витрати, пов’язані з технічним обслуговуванням і організацією виробничого процесу, включають оплату праці обслуговуючого та адміністративного персоналу. Витрати на технічне обслуговування обладнання приймаються на рівні 80 % від розрахованої заробітної плати дослідника:

$$\frac{(2000,00 \cdot 80)}{100} = 1600,00 \text{ грн.}$$

Розрахункову вартість проведення лабораторного дослідження наведено в таблиці 5.4.

Таблиця 5.4 – Розрахунок загальної вартості дослідження

Витрати	Сума, грн.
Основні матеріали (ОМ)	1833,91
Заробітна плата (ЗП)	2000,00
Нарахування на заробітну плату (НЗП)	440,00
Електроенергія (Е)	811,87
Амортизація (А)	607,80
Накладні витрати (НВ)	1600,00
Всього	7293,58

За результатами проведеного аналізу встановлено, що найбільшу частку в загальній структурі витрат становлять витрати на основні матеріали та витрати на заробітну плату, які є основними складовими собівартості дослідження.

5.2 Визначення вартості дослідження

Оскільки дослідження має фундаментальний характер, вартість його проведення визначали з урахуванням сукупних витрат і запланованого рівня рентабельності:

$$Ц = C + \frac{P \cdot C}{100}, \quad (5.4)$$

де $Ц$ – вартість дослідження, грн;

C – витрати на дослідження, грн;

P – нормативна рентабельність ($P = 30$), %.

$$Ц = 7293,58 + \frac{30 \cdot 7293,58}{100} = 9481,65 \text{ грн.}$$

Загальна сума витрат, пов'язаних із проведенням досліджень, становить 9481,65 грн.

Орієнтовна вартість 1 кг дослідного зразку розроблених кексів буде складати 263,40 грн.

Висновки за розділом

Встановлено, що загальна собівартість проведення дослідження становить 7293,58 грн. Найбільшу частку у структурі витрат займають витрати на оплату праці, основні матеріали та накладні витрати, що зумовлено лабораторним характером виконання роботи.

З урахуванням нормативної рентабельності 30 % загальна розрахункова вартість дослідження становить 9481,65 грн.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі обґрунтовано доцільність виробництва натуральних цукатів із плодів гарбуза як перспективного виду кондитерської продукції з підвищеною харчовою цінністю. Встановлено, що традиційні технології виробництва цукатів є тривалими, енерговитратними та можуть супроводжуватися значними втратами біологічно активних речовин.

Визначено мету, об'єкт, предмет і завдання досліджень. Для проведення експериментів обрано плоди гарбуза сортів Вітамінний, Мускатний і Медовий, а також напівфабрикати й готові зразки цукатів. Дослідження були спрямовані на встановлення раціональних параметрів попередньої обробки, насичення сиропом, сушіння та оцінювання якості готової продукції.

За результатами аналізу хімічного складу встановлено, що найбільш придатним для виробництва цукатів є сорт Вітамінний, який характеризується підвищеним вмістом сухих речовин – 9,0 %, цукрів – 4,3 %, аскорбінової кислоти – 14,9 мг% та β-каротину – 3,5 мг%. Сорти Мускатний і Медовий також є перспективними завдяки щільній структурі м'якоті та здатності добре зберігати форму готового продукту.

Досліджено вплив форми та розміру нарізання гарбуза на процес насичення сиропом і вихід готових виробів. Встановлено, що оптимальними є кубики розміром 1,5×1,5×1,5 см та часточки 0,2×4,0×0,5 см. Таке нарізання дозволяє скоротити тривалість технологічного процесу на 2 – 4 години, підвищити вихід цукатів на 4,8 – 6,8 % і зменшити втрати при нарізанні.

Обґрунтовано раціональний спосіб попередньої обробки сировини – бланшування киплячою водою з наступним віджиманням і витримуванням у 1 % розчині $CaCl_2$. Застосування цього прийому дозволило знизити кількість розварених кубиків до 2 %, скоротити тривалість сорбційних процесів до 22 год, збільшити вихід цукатів до 40 % та отримати дегустаційну оцінку 5,0 балів.

Встановлено доцільність багатоступінчастого насичення гарбуза цукровим сиропом. Раціональним є використання сиропу концентрацією 50 % на першому

етапі та 45 % на другому і третьому етапах. Застосування протиточного процесу дозволяє зменшити втрати цукру в сиропі та забезпечити його економію на 30 – 40 %.

Визначено раціональний режим інфрачервоного сушіння цукатів: перші 2 години сушіння проводити при температурі 40 °С з посиленою циркуляцією повітря, потім підвищувати температуру до 50 °С і завершувати досушування при 60 °С. Такий режим забезпечує збереження кольору, об'єму, структури та біологічно активних речовин готової продукції.

Готові цукати з гарбуза характеризуються високими показниками якості: вміст сухих речовин становить до 85 %, цукрів – 35 – 40 %, кислот – 0,2 – 0,3 %, аскорбінової кислоти – 3,5 мг%, Р-активних речовин – 17 – 23 мг%, β-каротину – 3,2 мг%. Загальний вміст амінокислот становить 6638 мг% на суху речовину, з них незамінних – 1258 мг%. Дегустаційна оцінка готових виробів склала 4,8 – 4,9 бали.

Розроблено заходи з охорони праці та охорони довкілля при виробництві цукатів із гарбуза. Визначено основні небезпечні фактори технологічного процесу, розроблено картку безпеки праці та запропоновано раціональні способи утилізації відходів: компостування, переробку насіння, повторне використання сиропу, переробку некондиційної сировини та очищення стічних вод.

Проведено організаційно-економічні розрахунки. Загальна собівартість проведення дослідження становить 7293,58 грн, а з урахуванням нормативної рентабельності 30 % розрахункова вартість дослідження складає 9481,65 грн. Найбільшу частку витрат становлять оплата праці, основні матеріали та накладні витрати.

Отже, у роботі обґрунтовано вдосконалену технологію виробництва цукатів із плодів гарбуза, яка забезпечує скорочення тривалості технологічного процесу, підвищення виходу готової продукції, збереження біологічно активних речовин, покращення органолептичних властивостей і раціональне використання сировини. Запропонована технологія може бути рекомендована для впровадження у виробництво натуральних цукатів підвищеної харчової цінності.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Samokhvalova O., Cherevko O., Dmytrevskyi, D., Budnyk N., Fomina I., Gurskyi P., Sova N., Koshulko V., Tesliuk Y., Kolianovska L. (2024). Determination of the features of the use of three-component vegetable and fruit paste in marmalade technology. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 6 (11 (132)), 63–72. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.317571.

2. Zagorulko, A., Kasabova, K., Shevchenko, A., Dmytrevskyi, D., Levchenko, Y., Kalashnyk, O., Koshulko, V., Gromov, A. (2025). Determining the heat and mass exchange efficiency of a scraper heat exchanger for heating food semi-finished products. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 4 (11 (136)), 25–32. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2025.335509.

3. Codex Alimentarius Commission. Standard for Certain Canned Fruits CXS 319-2015. FAO/WHO, 2023. URL: https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/list-standards/en/.

4. ISO. ISO 22000:2018. Food safety management systems – Requirements for any organization in the food chain. Geneva : International Organization for Standardization, 2018. URL: https://www.iso.org/standard/65464.html.

5. FSSC. FSSC 22000 Scheme. Version 6. 2023. URL: https://www.fssc.com/wp-content/uploads/2023/03/FSSC-22000-Scheme-Version-6-Final.pdf.

6. Fellows P. J. Food Processing Technology: Principles and Practice. 4th ed. Cambridge : Woodhead Publishing, 2017. 1226 p. URL: https://dokumen.pub/food-processing-technology-principles-and-practice-9780081005231-0081005237-9780081019078-0081019076.html.

7. Rahman M. S. (ed.). Handbook of Food Preservation. 3rd ed. Boca Raton : CRC Press, 2015. URL: https://dokumen.pub/handbook-of-food-preservation-3nbsped-1498740480-9781498740487.html.

8. Siddiq M., Uebersax M. A. (eds.). Handbook of Vegetables and Vegetable Processing. 2nd ed. Chichester : Wiley-Blackwell, 2018. URL:

https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9781119098935.

9. Varzakas T., Tzia C. (eds.). Handbook of Food Processing: Food Preservation. Boca Raton : CRC Press, 2015. URL: https://api.pageplace.de/preview/DT0400.9781466582316_A37870476/preview-9781466582316_A37870476.pdf.

10. Jaiswal A. K. (ed.). Food Processing Technologies: Impact on Product Attributes. Boca Raton : CRC Press, 2017. URL: https://www.polyu.edu.hk/abct/docdrive/syllabus/ABCT4414.pdf.

11. Skills KP. Food Processing and Preservation: Trainees Module. 2025. URL: https://skillskp.org/wp-content/uploads/2025/11/Food-Processing-and-Preservation-Trainees-Module.pdf.

12. Lazou A. E., Giannakourou M. G., Lafka T. I., Lazos E. S. Kinetic Study of the Osmotic Pretreatment and Quality Evaluation of Traditional Greek Candied Pumpkin. *Food & Nutrition Journal*. 2016. Vol. 1. Article 105. DOI: 10.29011/2575-7091.100005. URL: https://www.gavinpublishers.com/article/view/kinetic-study-of-the-osmotic-pretreatment-and-quality-evaluation-of-traditional-greek-candied-pumpkin.

13. Dermesonlouoglou E., Paraskevopoulou E., Andreou V., Taoukis P. Osmotic Dehydration for the Production of Novel Pumpkin Cut Products of Enhanced Nutritional Value and Sustainability. *Applied Sciences*. 2020. Vol. 10, No. 18. Article 6225. DOI: 10.3390/app10186225. URL: https://www.mdpi.com/2076-3417/10/18/6225.

14. Ghaboos S. H. H., Ardabili S. M. S., Kashaninejad M., Asadi G., Aalami M. Combined Infrared-Vacuum Drying of Pumpkin Slices. *Journal of Food Science and Technology*. 2016. Vol. 53. P. 2380–2388. DOI: 10.1007/s13197-016-2212-1. URL: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4921089/.

15. Joudi-Sarighayeh F., Abbaspour-Gilandeh Y., Kaveh M., Szymanek M., Kulig R. Response Surface Methodology Approach for Predicting Convective/Infrared Drying Quality, Bioactive and Vitamin C Characteristics of Pumpkin Slices. *Foods*. 2023. Vol. 12, No. 5. Article 1114. DOI: 10.3390/foods12051114. URL: https://www.mdpi.com/2304-8158/12/5/1114.

16. Monteiro R. L., Link J. V., Tribuzi G., Carciofi B. A. M., Laurindo J. B. Microwave Vacuum Drying and Multi-Flash Drying of Pumpkin Slices. *Journal of Food Engineering*. 2018. Vol. 232. P. 1–10. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2018.03.015. URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0260877418301262.

17. Roongruangsri W., Bronlund J. E. A Review of Drying Processes in the Production of Pumpkin Powder. *International Journal of Food Engineering*. 2015. Vol. 11, No. 6. P. 789–799. DOI: 10.1515/ijfe-2015-0168. URL: https://www.researchgate.net/publication/283452418_A_Review_of_Drying_Processes_in_the_Production_of_Pumpkin_Powder.

18. Muthoni J. Nutritional and Chemical Composition of Pumpkins Cucurbita spp.: Special Focus on Pumpkin Seeds. *Australian Journal of Crop Science*. 2025. Vol. 19, No. 7. P. 784–799. URL: https://www.cropj.com/Muthoni_19_07_2025_784_799.pdf.

19. Gavril R. N. et al. Pumpkin and Pumpkin By-Products: A Comprehensive Review of Composition, Bioactives and Applications. *Foods*. 2024. Vol. 13, No. 17. Article 2694. DOI: 10.3390/foods13172694. URL: https://www.mdpi.com/2304-8158/13/17/2694.

20. Hussain A. et al. A Comprehensive Review of Functional Ingredients, Especially Bioactive Compounds Present in Pumpkin Peel, Flesh and Seeds, and Their Health Benefits. *Food Chemistry Advances*. 2022. Vol. 1. Article 100067. DOI: 10.1016/j.focha.2022.100067. URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772753X22000557.

21. Aziz A. et al. Pumpkin and Pumpkin Byproducts: Phytochemical Constituents, Food Application, and Health Benefits. *ACS Omega*. 2023. Vol. 8, No. 26. P. 23346–23357. DOI: 10.1021/acsomega.3c02176. URL: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10761000/.

22. Ninčević Grassino A., Rimac Brnčić S., Badanjak Sabolović M., Šic Žlabur J., Marović R., Brnčić M. Carotenoid Content and Profiles of Pumpkin Products and By-Products. *Molecules*. 2023. Vol. 28, No. 2. Article 858. DOI: 10.3390/molecules28020858. URL: https://www.mdpi.com/1420-3049/28/2/858.

23. Batool M. et al. Nutritional Value, Phytochemical Potential, and Therapeutic Benefits of Pumpkin. *Plants*. 2022. Vol. 11, No. 11. Article 1394. DOI: 10.3390/plants11111394. URL: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9182978/.

24. Dhenge R., Rinaldi M., Ganino T., Santi S., Ferrarese I., Dall'Acqua S. Variations of Polyphenols, Sugars, Carotenoids, and Volatile Constituents in Pumpkin Cucurbita moschata During High Pressure Processing: A Kinetic Study. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. 2022. Vol. 78. Article 103005. DOI: 10.1016/j.ifset.2022.103005. URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S146685642200090X.

25. Pinna N. et al. Carotenoids from Different Pumpkin Varieties Exert Antioxidant Activity. *Nutrients*. 2024. Vol. 16, No. 17. Article 3043. DOI: 10.3390/nu16173043. URL: https://www.mdpi.com/2072-6643/16/17/3043.

26. Villamil R. A. et al. Perspectives of Pumpkin Pulp and Pumpkin Shell and Seeds as Food Ingredients. *Nutrition & Food Science*. 2023. Vol. 53, No. 2. P. 459–475. URL: https://www.emerald.com/nfs/article-pdf/53/2/459/2866893/nfs-04-2022-0126.pdf.

27. Gonçalves M. et al. Antioxidant and Antihemolytic Activity of Pumpkin By-Products. *Food Research International*. 2021. URL: https://bibliotecadigital.ipb.pt/entities/publication/438b1742-b863-478a-9f1c-768c4b0760e6.

28. Kļava D. et al. Effect of Drying Technologies on Bioactive Compounds in Pumpkin By-Products. *Agronomy Research*. 2018. URL: https://dspace.emu.ee/items/76862a92-ba1b-4c4e-9ca3-c0ff75213cbe.

29. Rrustemi P. et al. Valorization of By-Products from Pumpkin Processing. *Knowledge International Journal*. 2024. URL: https://ojs.ikm.mk/index.php/kij/article/view/7403.

30. Manzoor M., Shukla R. N., Mishra A. A., Fatima A., Nayik G. A. Osmotic Dehydration Characteristics of Pumpkin Slices Using Ternary Osmotic Solution of Sucrose and Sodium Chloride. *Journal of Food Processing & Technology*. 2017. Vol. 8. Article 669. DOI: 10.4172/2157-7110.1000669. URL:

https://www.academia.edu/90375893/Osmotic_Dehydration_Characteristics_of_Pumpkin_Slices_using_Ternary_Osmotic_Solution_of_Sucrose_and_Sodium_Chloride.

31. Rodríguez-Manrique J. A. et al. Kinetics of Mass Transfer During Osmotic Dehydration of Caribbean Pumpkin. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*. 2019. Vol. 72, No. 3. URL: https://www.redalyc.org/journal/496/49662418014/.

32. Mari A. et al. Exploring Osmotic Dehydration for Food Preservation: Current Applications and Future Trends. *Foods*. 2024. Vol. 13, No. 17. Article 2783. DOI: 10.3390/foods13172783. URL: https://www.mdpi.com/2304-8158/13/17/2783.

33. Asghari A., Zongo P. A., Osse E. F., Aghajanzadeh S., Raghavan V., Khalloufi S. Review of Osmotic Dehydration: Promising Technologies for Enhancing Products' Attributes, Opportunities, and Challenges for the Food Industries. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2024. Vol. 23, No. 3. Article e13346. DOI: 10.1111/1541-4337.13346. URL: https://ift.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/1541-4337.13346.

34. Rana A. et al. Osmosonication for Dehydration of Fruits and Vegetables: A Review. *Trends in Food Science & Technology*. 2024. URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0924224424003649.

35. Haneef N. et al. Food Fortification Potential of Osmotic Dehydration and the Role of Osmotic Agents in Fruits and Vegetables. *Brazilian Journal of Food Technology*. 2024. URL: https://www.scielo.br/j/bjft/a/97TSyh7Vyp5MMQcPy6M9Yts.

36. Valdiviezo-Seminario C. S. et al. Effect of Osmotic Dehydration Pretreatment on Melon Drying Time. *Current Research in Nutrition and Food Science*. 2024. Vol. 12, No. 3. URL: https://www.foodandnutritionjournal.org/volume12number3/effect-of-osmotic-dehydration-pretreatment-on-melon-cucumis-melo-drying-time/.