

**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 впливу поля надвисокої частоти  
на мікрофлору та якісні показники сухофруктів**

**Виконала:** здобувачка вищої освіти 3 курсу,  
групи ХТСз-1-20 освітньо-професійної  
програми «Харчові технології» зі  
спеціальності 181 «Харчові технології»

\_\_\_\_\_ Аліна ГОРДІЄНКО

**Керівник:** \_\_\_\_\_ Олег ТЕРТИШНИЙ

**Рецензент:** \_\_\_\_\_

Дніпро 2023

**ДНПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

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

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

В.о. завідувача кафедри  
харчових технологій,  
кандидат технічних наук, доцент  
Віталій КОШУЛЬКО

(підпис)

«30» травня 2023 р.

**ЗАВДАННЯ  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧІ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Гордієнко Аліні Олексіївні

1. Тема роботи: «Обґрунтування впливу поля надвисокої частоти на мікрофлору та якісні показники сухофруктів».

Керівник роботи: Тертишний Олег Олександрович, кандидат технічних наук, доцент, затверджені наказом закладу вищої освіти від «30» травня 2023 року № 1034.

2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи 19 червня 2023 року

3. Вихідні дані до роботи: 1. Технологія обробки харчових продуктів в полі надвисокої частоти. 2. Наукова, нормативна, технологічна, технічна та патентна документація.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1 Існуючі методи підготовки сухофруктів при їх використанні в кондитерському виробництві. 2 Методика досліджень. 3 Експериментальна частина. 4 Охорона праці та довкілля. 5 Організаційно-економічна частина. Загальні висновки. Бібліографія.

## 5. Перелік демонстраційного матеріалу

1 Постановка проблеми. 2 Мета і завдання досліджень. 3 Характеристика сировини та методів досліджень. 4 Обговорення результатів досліджень. 5 Охорона праці та довкілля. 6 Кошторис витрат на проведення досліджень. 7 Загальні висновки.

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1-3, 5	Доцент Олег ТЕРТИШНИЙ	30.05.23	19.06.23
4	Доцент Олексій ДЕРКАЧ	30.05.23	19.06.23

7. Дата видачі завдання 30 травня 2023 року.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	30.05-31.05.23	виконано
2	Існуючі методи підготовки сухофруктів при їх використанні в кондитерському виробництві	01.06-03.06.23	виконано
3	Методика досліджень	04.06-05.06.23	виконано
4	Експериментальна частина	06.06-09.06.23	виконано
5	Охорона праці та довкілля	10.06-11.06.23	виконано
6	Організаційно-економічна частина	12.06-13.06.23	виконано
7	Формулювання висновків по роботі та списку використаних джерел	14.06-15.06.23	виконано
8	Підготовка демонстраційного матеріалу	16.06-18.06.23	виконано

**Здобувачка вищої освіти** \_\_\_\_\_ Аліна ГОРДІЄНКО  
( підпис )

**Керівник роботи** \_\_\_\_\_ Олег ТЕРТИШНИЙ  
( підпис )

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка кваліфікаційної роботи містить: 66 сторінку друкованого тексту, 3 рисунки та ілюстрацій, 22 таблиці та використано 50 літературних джерела посилань.

Мета досліджень – вивчення впливу НВЧ-поля на мікрофлору і якісні показники сухофруктів (кураги, чорносливу, родзинок) для поліпшення якості продуктів харчування людини.

Об'єкт дослідження – технологічний процес обробки сухофруктів полем надвисокої частоти.

Предмет дослідження – встановлення впливу обробки сухофруктів полем надвисокої частоти на загальне мікробне число та якісні показники сухофруктів.

Проблема переробки плодово-ягідної продукції зводиться до регулюванню процесів, що лежать в основі запобігання псуванню. При цьому маються на увазі як біологічні процеси, що протікають в сировині, так і життєдіяльність мікробів. Змінюючи умови середовища, впливаючи на сировину або на мікроорганізми тими чи іншими фізичними, хімічними і іншими факторами, можна домогтися знищення або придушення збудників псування і збереження якості сировини. Важливе місце в системі заходів, спрямованих на отримання екологічно чистого і широко застосовуються практично скрізь зокрема кураги, чорносливу та родзинок, належить підготовці його до подальшого використання в технологічних процесах. Це обумовлено необхідністю звільнення даної сировини від зараженості, зміни біохімічних процесів, і отримання екологічно чистих і придатних в подальшому сухих плодів.

Ключові слова: КУРАГА, ЧОРНОСЛИВ, РОДЗИНКИ, СУХОФРУКТИ, НВЧ-ОБРОБКА, ЕКСППОЗИЦІЯ, ТЕМПЕРАТУРА, ШВИДКІСТЬ СУШІННЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ЕФЕКТИВНІСТЬ, КОШТОРИС.

## ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 ІСНУЮЧИ МЕТОДИ ПІДГОТОВКИ СУХОФРУКТІВ ПРИ ЇХ ВИКОРИСТАННІ В КОНДИТЕРСЬКОМУ ВИРОБНИЦТВІ	10
1.1 Способи обробки плодів і ягід	10
1.2 Хімічні методи знезараження	11
1.3 Фізичні методи знезараження	12
1.4 Методи НВЧ-знезараження продуктів харчування	17
Висновки за розділом	19
2 МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ	20
2.1 Обґрунтування параметрів знезараження ЕМПНВЧ	20
2.2 Методика проведення лабораторних дослідів зі знезараження енергією поля НВЧ	24
Висновки за розділом	25
3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	26
3.1 Вплив енергії НВЧ на мікрофлору сухофруктів	26
3.1.1 Вплив енергії НВЧ на мікрофлору чорносливу	26
3.1.2 Вплив енергії НВЧ на мікрофлору кураги	30
3.2 Вплив енергії НВЧ на фізико-хімічні властивості сухофруктів	33
3.2.1 Вплив енергії НВЧ на вологість сухофруктів	35
3.2.2 Вплив енергії НВЧ на вміст органічних кислоти	37
3.2.3 Вплив енергії НВЧ на вміст цукру	43
3.2.4 Вплив енергії НВЧ на вміст вітамінів	46
3.2.5 Вплив енергії НВЧ на органолептичні показники	49
Висновки за розділом	52
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ	53
4.1 Розробка карти безпеки праці	53
4.2 Утилізація відходів консервного виробництва	54
Висновки за розділом	54

5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	55
5.1 Організація проведення дослідження	55
5.2 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження	56
5.3 Розрахунок вартості дослідження	60
Висновки за розділом	60
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	61
БІБЛІОГРАФІЯ	63

## ВСТУП

Важливість екологічних проблем в сучасному світі постійно зростає. Забруднення природного середовища постійно збільшується внаслідок впровадження енергоємних і хімічних технологій, а також недостатнього екологічного контролю у всіх областях людської діяльності. Разом з тим в останнє десятиліття відбуваються значні зміни в суспільній свідомості, що стосується поглядів на майбутнє людства в зв'язку з погіршенням глобальних екологічних умов.

Здоров'я населення і збереження генофонду в значній мірі визначається безпекою продовольчої сировини і продуктів харчування. Виникла необхідність прийняття негайних заходів щодо глобального захисту навколишнього середовища з обов'язковим дотриманням екологічних вимог в промисловості і сільському господарстві.

Аналіз розвитку харчової промисловості за останні роки показує, що основна мета впровадження нових технологій відображає економічні та екологічні вимоги.

Важливе місце в системі заходів, спрямованих на отримання нових якісних харчових продуктів, зокрема, хлібному і кондитерському виробництвах, належить розробці нових безпечних методів знезараження рослинної сировини.

На формування і збереження якості сільськогосподарських продуктів впливають різні чинники. До числа найважливіших відносяться географічні: ґрунтово-кліматична зона розташування господарств, які виробляють сільськогосподарську продукцію; середньорічна температура; кількість сонячних днів в році; кількість опадів і вологість повітря; на якість продукції впливає організація роботи заготівельних організацій, які ведуть приймання, обробку, зберігання і переробку продукції.

При зберіганні сільськогосподарських продуктів відбуваються різні трансформаційні зміни в їх складі та якості, які згодом можуть негативно

позначитися на застосуванні їх в подальших технологічних процесах хлібопечення і кондитерському виробництві. Перед застосуванням в технологічному процесі напівфабрикати сільськогосподарських продуктів повинні пройти додаткову обробку, так зване знезараження залишкових мікробів, які в подальшому можуть негативно вплинути на зовнішній вигляд і якість готової продукції, а також надати негативний вплив на здоров'я людей.

Головне завдання виробництва – створення екологічної технології обробки сухих плодів і ягід, що застосовуються в їжу, так як рослинна сировина, представляє собою живий організм і легко піддається псуванню.

Проблема переробки плодово-ягідної продукції зводиться до регулюванню процесів, що лежать в основі запобігання псуванню. При цьому маються на увазі як біологічні процеси, що протікають в сировині, так і життєдіяльність мікробів. Змінюючи умови середовища, впливаючи на сировину або на мікроорганізми тими чи іншими фізичними, хімічними і іншими факторами, можна домогтися знищення або придушення збудників псування і збереження якості сировини. Важливе місце в системі заходів, спрямованих на отримання екологічно чистого і широко застосовуються практично скрізь зокрема кураги, чорносливу та родзинок, належить підготовці його до подальшого використання в технологічних процесах. Це обумовлено необхідністю звільнення даної сировини від зараженості, зміни біохімічних процесів, і отримання екологічно чистих і придатних в подальшому сухих плодів.

У практиці сучасних технологій для знезараження родзинок і сухих плодів кураги і чорносливу застосовують в основному теплові та хімічні методи впливу. Всі вони в різному ступені відповідають пропонованим вимогам, але не завжди дозволяють отримати екологічно чисту продукцію. В дослідженнях, коли мова йде про продукти на пряму використовуваних на харчові цілі, екологічна спрямованість набуває першорядної важливості.

В даний час набуває поширення знезараження сільськогосподарської продукції струмами високої і понад високої частот (ВЧ, НВЧ),



ультрафіолетовими променями, ультразвуком, механічної стерилізацією іонізуючим випромінюванням і іншими.

Під дією струмів ВЧ і НВЧ відбувається найбільш екологічне і одночасно з цим ефективно швидке прогрівання продукту у всій його масі, мікроорганізми при цьому гинуть.

Знезараження сухих плодів в ЕМПНВЧ відкриває перспективи заміни теплових і хімічних обробок. В даний час вченими розроблені методики: передпосівного знезараження насіння овочевих і зернових культур, знезараження продовольчого і фуражного зерна, а також сировини, для хлібопекарського і кондитерського виробництв в електромагнітному полі ВЧ і НВЧ.

Готова продукція і сировина в ЕМПВЧ і НВЧ звільняється від грибної, і бактеріальної мікрофлори.

Мета досліджень – вивчення впливу поля НВЧ на мікрофлору і якісні показники сухофруктів (кураги, чорносливу, родзинок) для поліпшення якості продуктів харчування людини.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

- провести аналіз існуючих методів знезараження сухофруктів (курага, чорнослив, родзинки);
- розробити методику проведення лабораторних і виробничих досліджень обробки сухофруктів в ЕМПНВЧ;
- встановити вплив енергії поля НВЧ на загальне мікробне число сушених плодів і ягід;
- дослідити вплив енергії поля НВЧ на якісні показники сухофруктів;
- виконати розрахунок кошторису витрат на проведення досліджень.

Об'єкт дослідження – технологічний процес обробки сухофруктів полем надвисокої частоти.

Предмет дослідження – встановлення впливу обробки сухофруктів полем надвисокої частоти на загальне мікробне число та якісні показники сухофруктів.

## 1 ІСНУЮЧИ МЕТОДИ ПІДГОТОВКИ СУХОФРУКТІВ ПРИ ЇХ ВИКОРИСТАННІ В КОНДИТЕРСЬКОМУ ВИРОБНИЦТВІ

### 1.1 Способи обробки плодів і ягід

Методи консервування ділять на фізичні, хімічні, фізико-хімічні, біологічні та біохімічні [24, 29, 39].

Найбільш поширені фізичні методи. До них відносять: термічну обробку (пастеризація, стерилізація, охолодження і заморожування), стерилізацію ультразвуком, обробку струмами високої частоти, ультрафіолетовими променями, ультрафіолетовим, червоним і синім спектрами лазерного випромінювання, іонізуючим випромінюванням, механічну стерилізацію і ін.

Хімічні методи засновані на додаванні до продуктів переробки плодово-ягідної продукції консервантів, антисептиків і антибіотиків.

До фізико-хімічних методів відносять сушку плодоовочевої продукції, консервування за допомогою цукру і ін.

Біохімічні методи засновані на використанні природних консервантів, які продукуються мікроорганізмами, або накопичуються в клітинах рослин (антибіотики, фітонциди).

Біологічні методи консервування плодово-ягідної продукції засновані на використанні молочнокислих бактерій і дріжджів. Досить перспективною є обробка плодовоовочевої продукції метаболітами мікроорганізмів – антагоністів по відношенню до збудників псування продукції. Для бактерій, що уражують плоди і ягоди, можна використовувати культуральні рідини з метаболітами молочнокислих і оцтовокислих бактерій, а також цвілі – збудників лимоннокислого бродіння. Для інгібування цвілі, що уражає плодово-ягідну продукцію, рекомендують використовувати пропіонову кислоту і її солі, культуральні рідини бактерій, продуцуючи антибіотичні речовини або речовини, що різко змінюють рН середовища в лужну сторону.

## 1.2 Хімічні методи знезараження

До хімічних методів відноситься: обробка сірчистим ангідридом, обробка цукром, обробка спиртом, обкурювання сіркою, обробка харчовими поверхнево-активними речовинами.

В Австралії для боротьби з грибними хворобами винограду стали застосовувати нові фунгіциди Amistar і Flint. До їх складу входять стробілцини, новий клас сполук, вперше виявлений в гнилі дерев [12].

При приготуванні пульпи застосовують обробку сірчистим ангідридом. Пульпа являє собою цілі або нарізані плоди або цілі ягоди, консервовані сірчистим ангідридом. Даний продукт виробляють тільки зі свіжих плодів і ягід оброблених сірчистим ангідридом. Сірчистий ангідрид застосовують як в зрідженому вигляді, так і у вигляді його водного розчину. Його консервуючи властивості пов'язані з інактивацією окислювальних ферментів рослинної тканини і антисептичну дію [24].

Обробка цукром – виготовлення припасів. Припаси є напівфабрикатами, приготовані зі свіжих фруктів або ягід, що володіють виразним ароматом, які консервують цукром і виготовляють двома способами: гарячим (пастеризовані) і холодним (не пастеризовані).

Для виготовлення пастеризованих припасів використовують кісточкові плоди і деякі з ягід.

Не пастеризовані припаси готують тільки з вишні, суниці (полуниці), малини і чорної смородини;

Обробка спиртом, тобто плоди і ягоди в спирті.

При виготовленні плодів і ягід в спирті зрілі, зовсім свіжі, цілі, ретельно відсортовані плоди і ягоди заливають спиртово-цукровим розчином з подальшим фасуванням в бутлі з герметичною закупоркою.

Обкурювання сіркою, (обробка кураги оксидом сірки).

Сульфітацію проводять для попередження окислювальних процесів, зберігання кольору і попередження розвитку мікрофлори.

З кісточкових плодів такої операції піддають абрикоси і персики як в цілому, так і в різаному вигляді. Обробку роблять, як шляхом обкурювання плодів сірчистим газом, так і зануренням в розчин сірчистої кислоти або бісульфіту натрію.

Обкурювання проводять в спеціальних камерах на тих же вагонетках, на яких надалі відбувається сушка. Сірчистий газ отримують шляхом спалювання сірки в камерах з розрахунку 1,5 – 2 г на 1 кг різаних плодів і 2 – 3 г на 1 кг цілих. Тривалість обкурювання різаних плодів 1,5 – 2 год, цілих – 2 – 3 год.

Сульфитація в розчинах проводиться таким чином: зануренням в розчин сірчистої кислоти, що містить 0,2 – 0,3 % сірчистого ангідриду при обробці різаних плодів і 4 – 4 % ангідриду при обробці цілих плодів; тривалість обробки 3 – 4 хв; зануренням в суміш розчинів бісульфіта натрію, що містить 0,1 %  $\text{SO}_2$  і 0,25 % хлористого натрію. Тривалість обробки 5 – 10 хв. Залишковий вміст  $\text{SO}_2$  в плодах перед сушінням має бути в межах 0,06 – 0,08 % [29].

Обробка харчовими поверхнево-активними речовинами (ПАР) направлена на прискорення процесу сушіння кісточкових плодів і винограду. Для кісточкових плодів хороші результати дає обробка їх поверхні 6 – 7 %-ю емульсією олеїнової кислоти протягом 2 – 3 хв при звичайній температурі. У цьому випадку завдяки відсутності підігріву виключається можливість розтріскування плодів і втрати фарбувальних речовин.

### 1.3 Фізичні методи знезараження

Сушка – найпростіший, найдешевший і найменш трудомісткий спосіб консервування свіжих плодів і ягід.

Сушка є складним теплофізичних і технологічним процесом. Складність хімічного складу сировини і мала стійкість його компонентів обумовлюють в процесі видалення вологи при підвищених температурах досить глибокі як фізико-хімічні і структурні, так і біохімічні зміни. Сукупність цих змін

зазвичай призводить до зміни початкових органолептичних властивостей і харчової цінності продукту. Характер і глибина цих змін залежать від складу і псування сировини, від обробки сировини перед сушінням, від методів і режиму сушки, а також від кількості вологи, що видаляється з продукту [49].

Для максимального збереження при сушінні цінних натуральних властивостей сировини і отримання продукту, стабільного при зберіганні в різних умовах, процес і режим сушіння повинні бути обґрунтовані.

Для більшості кісточкових плодів, які сушать в цілому і різаному вигляді, а також і для ягід винограду технологічний процес складається з наступних операцій: короткочасне зберігання сировини, облік і подача сировини на лінію, мийка, видалення плодоніжок, інспекція, калібрування, спеціальна обробка, різання і видалення кісточок, дозування і настил на піддони, сушка підготовлених плодів.

Існуючі методи сушки плодів і ягід.

Підготовлені та оброблені плоди і ягоди піддаються процесу сушіння. Найпростіший і старий спосіб сушіння – природна сушка, яка в країнах з відповідними кліматичними умовами застосовується головним чином і в наш час. Сирі продукти, розкладені тонким шаром на відкритому повітрі, висихають до стану рівноважної вологості.

На противагу природній сушці, штучну сушку проводять в сушильних установках, які зазвичай встановлюють в закритих приміщеннях і постачають необхідними джерелами енергії.

Для сучасних методів сушки характерна значна інтенсифікація процесів тепло і масообміну, що досягається різними шляхами: збільшенням поверхні контакту між продуктом і сушильним агентом; зниженням відносної вологості сушильного агента; підвищенням відносної швидкості переміщення фаз; застосуванням комбінованого енергопідводу, поєднанням зневоднення з різними технологічними процесами: заморожуванням, підриванням, диспергуванням, вспінанням та іншими [48].

Для зневоднення фруктів і ягід в цілому вигляді або шматочками застосовуються різні методи сушки: конвективний, кондуктивний, радіаційний, сублімаційний, вакуумний, високочастотний та ін. Вибір методу сушки залежить від біохімічних, фізичних і структурно-механічних властивостей сировини, стану його при зневодненні (цілі плоди, нарізані шматочками), а також від властивостей кінцевого продукту, який бажано отримати, і економічності процесу.

Метод конвективного сушіння найбільш часто застосовується у виробництві. При цьому методі енергія (тепло) повідомляється продукту конвенцією (перенесення теплоти в середовищі з неоднорідним розподілом температури, здійснюваний макроскопічними елементами середовища при їх переміщенні).

Джерелом енергії служать нагріте повітря, суміш повітря з продуктами згорання палива або перегрітий пар, що омиває продукт, що зневоднюється в найрізноманітніших умовах.

Характерна особливість конвективного сушіння полягає в тому, що перенесення вологи всередині продукту відбувається за рахунок волого і термовологопровідності, як у вигляді рідини, так і пари.

Кондуктивна (контактна) сушка широко застосовується для зневоднення різноманітних високовологих матеріалів і продуктів: фруктових та ягідних пюреподібних продуктів і ін.

На відміну від конвективного сушіння при кондуктивному способі зневоднення випаровування вологи відбувається за рахунок передачі тепла продукту, що висушують через нагріту поверхню.

Радіаційна сушка з використанням інфрачервоних променів дозволяє інтенсифікувати процеси внаслідок збільшення щільності теплового потоку на поверхні матеріалу і проникнення цих променів на деяку глибину. Практичне застосування, зокрема для сушіння, має випромінювання з довжиною хвилі від 0,77 до 5 – 6 мкм. Перетворення променистої енергії в теплову обумовлено терморадіаційними спектральними властивостями продукту, тобто його

пропускною, відбивною і поглинаючою здатністю. Енергія ІЧ-випромінювання перетворюється в тепло лише в тому випадку, якщо вона поглинається опромінюваною речовиною.

Для різних матеріалів ступінь поглинання і глибина проникнення ІЧ-променів різні, так як матеріали вибірково ставляться до довжини хвилі падає випромінювання. Довжина хвилі в свою чергу залежить від температури генератора ІЧ-випромінювання. Застосування чистого ІЧ-випромінювання не дало позитивних результатів, так як при відстанях від поверхні ІЧ-випромінювачів менше 280 – 300 мм, які забезпечували значну інтенсифікацію сушки, продукт підгорав [33].

Сублімаційне сушіння полягає у видаленні вологи з швидкозаморожених продуктів у вакуумній камері, при цьому лід, минаючи рідку фазу, переходить в газоподібний стан (пар).

Сушка ягід і плодів з підриванням і в середовищі перегрітої пари полягає в тому, що підготовлену сировину спочатку сушать нагрітим повітрям до 25 – 45 %-ї вологості (в залежності від виду продукту), а потім завантажують у апарат, що обертається «гармата», доводять тиск до необхідної межі, потім його миттєво скидають. Швидке падіння тиску до атмосферного призводить до миттєвого перетворення вологи, що міститься в продукті, в пар, в результаті чого шматочки набувають пористу структуру.

Остаточню досушують продукт до низького вмісту вологи на стрічкових сушарках або в бункерах, причому для цього потрібно в 2 рази менше часу, ніж для сушіння продукту, що не зазнає дії вибуху.

Вакуумна сушка характеризується тим, що продукт висушується без доступу повітря при порівняно низькій температурі (40 – 60 °С), завдяки чому добре зберігаються початкові властивості продукту [47].

Мікрохвильова сушка проводиться з використанням енергії надвисокої частоти (НВЧ), процес сушіння при цьому прискорюється, продукти набувають пористої структури, збільшуються в обсязі [1, 7].

Проникаючий ефект мікрохвиль і високе поглинання їх молекулами інтенсифікує процес. Поглинена енергія швидко перетворюється в тепло всередині шматочків висушуваних продуктів, внаслідок чого тиск у внутрішніх шарах матеріалу підвищується до такої міри, що частинки не тільки не зменшуються, але навіть збільшуються в обсязі при остаточному досушуванні. В результаті отримують пористий сушений продукт з поліпшеною здатністю відновлюватися [2].

Мікрохвильовою обробкою можна домогтися високої якості зневодненого продукту різної форми і розмірів, а також пористої консистенції. Нині розширюється використання НВЧ енергії в народному господарстві [14]. Проводились дослідження з використання сублімаційного сушіння за допомогою НВЧ нагріву, на прикладі сушіння м'яса.

Вчені проводили роботу по створенню прогресивної безвідходної технології отримання соків яблучного та виноградного з наступним сушінням вичавок [18]. Після пресування цілих яблук і ягід винограду отримані вичавки у вигляді скибочок товщиною в межах 0,5 – 1,5 см обробляли в НВЧ камері протягом від 3 – 14 хв, при цьому вичавки сушаться до кінцевої вологості. Таким чином, запропонований спосіб забезпечує створення безвідходної технології при отриманні соків з яблук і винограду, а також якісний висушений продукт.

Вченими [12] успішно були проведені дослідження з питання знезараження насіння в електромагнітному полі високої частоти (далі ЕМПВЧ, ВЧ). Цей метод є комбінованим і об'єднує в собі вплив двох полів: електромагнітного і теплового. Для ВЧ-методу характерний виборчий нагрів, що полягає в здатності нагрівати швидше більш вологі компоненти оброблюваного насіння. Високочастотний метод дозволяє значно поліпшити посівні якості насіння, звільнити їх максимально від інфекції, активізувати початкові ростові процеси, що дозволяють отримати ранній урожай і підвищити вихід товарної продукції. ВЧ-обробка значно знижує енерговитрати і дозволить замінити отрутохімікати при передпосівній обробці насіння [10].



Проаналізувавши методи знезараження сухофруктів від патогенної мікрофлори, можна зробити висновок: для отримання екологічно чистої сировини (сухофруктів), що застосовується в кондитерському і в хлібопекарському виробництві, в якості додаткової сировини, для збагачення продуктів харчування вітамінами, можна використовувати, метод знезараження полем НВЧ.

Необхідно відзначити, що в даний час в харчовій промисловості для знищення залишкових мікроорганізмів (цвілевих грибів і бактерій) в процесі переробки сухофруктів в основному застосовують теплову обробку.

При тепловій обробці плоди сухих фруктів і ягід відварюються в цукровому сиропі або бланшують у гарячій воді. Ці методи не завжди дають ефективний результат і більш трудомісткі.

#### 1.4 Методи НВЧ-знезараження продуктів харчування

Представлені в роботі хімічні і фізичні методи застарівають, являються трудомісткими і вимагають додаткових витрат. Застосування даних методів в роботі кондитерського виробництва призводить до виникнення проблем в процесі виготовлення цукерок, корпусом яких є сухофрукти. Так як, при сушінні плодів і ягід процес дезбактеризації повністю не відбувається, що призводить до псування готової продукції надалі (відшаровування шоколадної глазури).

Ознайомившись з дослідженнями та вивчивши наукові праці Цугленка Н.В., з питання знезараження насіння в електромагнітному полі високої частоти і про сучасні методи знезараження хлібних виробів [28], з'ясували, що в нашій країні і за кордоном проведені дослідження інтенсифікації термічних процесів шляхом використання високочастотного поля. При цьому нагрів продукту відбувається по всьому об'єму, незалежно від товщини і коефіцієнта теплопровідності. При цьому матеріал може поглинати значну теплову енергію за вельми короткі проміжки часу. Для теплової обробки харчових продуктів

використовують електромагнітні поля дециметрового діапазону. Це дозволяє отримувати високу швидкість нагріву оброблюваних виробів [6].

Основним фактором, що визначає темп зростання температури при діелектричному нагріванні, є швидкість нагріву ( $^{\circ}\text{C}/\text{с}$ ). Швидкість нагріву – це нагрівання на  $1^{\circ}\text{C}$  в одиницю часу. При цьому форма виробу повинна забезпечувати нагрівання виробу по всьому об'єму, а маса товару з урахуванням його діелектричних характеристик – трансформацію всієї потужності в теплоту.

Пропонована робота ставить за мету дати фізичні уявлення про роботу електронних приладів НВЧ та їх застосуванні в різних галузях народного господарства, зокрема, в харчовій промисловості, а також дати розрахункові данні по хвильовим приладам, нагріванню і сушінню матеріалів з допомогою НВЧ енергії. Є досвід випічки хліба пшеничного в електричному полі надвисокої частоти. Характерною особливістю випічки є швидкий прогрів тістової заготовки. Температура внутрішніх шарів тіста підвищується зі швидкістю  $30 - 40^{\circ}\text{C}$  в хвилину, тобто в 10 разів швидше, ніж в звичайних печах. Відповідно зменшується і тривалість випічки. Вивчення досвіду застосування діелектричного нагріву харчових продуктів на різних стадіях обробки харчової сировини дозволить відпрацювати режими знезараження борошна зі збереженням хлібопекарних якостей борошна, використовувати всі потенційні можливості, закладені природою в зерні, або відпрацювати технологію НВЧ випічки хліба з його повною стерилізацією від мікрофлори.

Появі нових областей застосування потужної НВЧ електроніки сприяє ряд специфічних властивостей електромагнітних коливань цього діапазону частот, які дозволяють створити нездійсненні раніше технологічні процеси або значно їх поліпшити [26].

## Висновки за розділом

1. Аналіз опублікованих в літературі і які використовуються в технологічному процесі при переробці сировини методів оздоровлення, показує, що тимчасові хімічні, біологічні та фізичні прийоми знищення мікроорганізмів не забезпечують достатньої біологічної ефективності. Крім того, більшість використовуваних при знезараженні реагентів створюють екологічні проблеми з огляду на те, що сухофрукти після обробки використовуються безпосередньо в їжу.

2. Загальний недолік розглянутих хімічних, фізичних, методів обеззараження плодів і ягід полягає в тому, що вони праце і енергоємні, вони по-різному відповідають пропонованим вимогам, але не завжди дозволяють отримати екологічно чисту продукцію, не є технологічними, потребують додаткових витрат.

## 2 МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

### 2.1 Обґрунтування параметрів знезараження ЕМПНВЧ

Відповідно до мети і завданням, які позначені в даній роботі, оцінка реакції сухофруктів на поєднання різних режимів проводилася по знезараженню їх від цвілевих грибів, зі збереженням при цьому фізико-хімічних і смакових властивостей.

Для розробки методики підбору ефективних режимів знезараження необхідно було розглянути основні чинники, що визначають якість сухих плодів і ягід, вміст вітамінів і цукру в них. У літературі виділяються декілька основних джерел [30].

Фрукти і ягоди як об'єкти знезараження відрізняються тривалим циклом нагріву, що пояснюється наступними факторами:

- високим вмістом цукрів та наявністю в сировині амінокислот, що ускладнює застосування високих температур сушильного агента, щоб уникнути цукрозамінних реакцій і карамелізації цукрів;
- наявністю у багатьох видах плодової сировини пектинових речовин, що володіють здатністю зв'язувати і утримувати вологу;
- наявністю тонкої, міцної малорозтяжної і вологонепроникненої шкіри, яка захищає поверхню від випаровування.

Вміщені в фруктовій і ягідній сировині білки і пектинові речовини зазнають біохімічні та колоїдно-хімічні зміни, які викликають вплив на гідрофільні властивості стерильних продуктів. Відбувається частковий гідроліз і денатурація білків, декілька і змінюється і амінокислотний склад стерильних фруктів і ягід. З біологічно активних речовин в ягодах і плодах містяться водорозчинні вітаміни С, Р, РР і групи В (В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub> та інші) і жиророзчинні: провітамін А, вітаміни D, Е, К.

Так як всі з перерахованих вітамінів лабільні і чутливі до зміни температури і впливу кисню, то цей факт необхідно враховувати як при

підготовці фруктових плодів і ягід до знезараження, так і в процесі знезараження сухих плодів і ягід від мікроорганізмів.

З органічних кислот в плодах кураги і чорносливу і ягодах винограду найбільш поширені яблучна, лимонна, винна, щавлева, у винограді є сліди саліцилової кислоти, а так само солі перерахованих кислот. У зв'язку з тим, що органічні кислоти легко розчиняються у воді, при митті (особливо очищеної і нарізаної сировини) спостерігається велика втрата цих цінних біологічно активних речовин.

В процесі знезараження внаслідок біохімічного та хімічного розпаду змінюється вміст аскорбінової кислоти, каротиноїдів, деяких поліфенолів (катехинів) та інших вітамінів.

Поліфеноли складають цілий ряд сполук, що є похідними фенолу ( $C_6H_5OH$ ). До них відносяться дубильні речовини фруктів і ягід, катехіни, фарбувальні речовини, хлорогенова кислота, антоціани. Типовим представником поліфенолів є вітамін Р. Всі ці речовини мають високу біологічну активність і відіграють певну роль в утворенні смаку, запаху, кольору плодів і ягід [31, 32], але при технологічній обробці полі феноли часто є причиною ферментативного потемніння.

Мінеральні елементи, що містяться в куразі, чорносливі і в родзинках можна розділити на дві групи: макроелементи (Ca, Na, K, Mg, Fe, P) і мікроелементи, вміст яких в цих продуктах невелика (Al, I, Ni, Mn ). При сушінні майже всі мінеральні елементи плодів і ягід зберігаються, що дуже важливо, так як сухофрукти можна використовувати в подальшому як додаткову сировину, що збагачує необхідними мінеральними речовинами хлібобулочні і кондитерські вироби.

Суттєве значення для правильної побудови процесу знезараження енергією НВЧ має знання теплофізичних характеристик кісточкових плодів, ягід і сухофруктів.

Енергетичні характеристики зв'язку вологи з каркасом рослинної сировини.

Плоди фруктів і ягоди, що піддаються сушці, складаються з твердого сухого каркаса, рідини і невеликої кількості повітря і пари.

Процес видалення вологи обумовлений такими факторами: зміною фізико-хімічних показників кураги, чорносливу, родзинок; зміною теплофізичних характеристик кураги, чорносливу, родзинок; зміною структурно-механічних властивостей. Інтенсивність тепло і масо переносу в процесі сушіння визначається формою зв'язку вологи з каркасом твердого тіла [49].

Як уже було відзначено вченими, в складних вологовмісних системах рослинного походження вода пов'язана з іншими компонентами системи. До нерозчинним у воді речовин, що входять до складу продуктів рослинного походження, відносяться: целюлоза, геміцелюлози, протопектин, крохмаль, нерозчинні азотисті речовини, деякі барвники, жири, частина вітамінів, деякі мінеральні та окремі солі органічних кислот. До розчинних у воді речовин можна віднести: цукри, багатоатомні спирти, пентозани, пектин, органічні кислоти, азотисті речовини, вітаміни, ферменти і більшість мінеральних солей. Будова сухої частини плодів і ягід робить вирішальний вплив на утворення складного комплексу «матеріал-рідина». Поперечні зчеплення між молекулами можуть бути утворені як водневими зв'язками, так і сольовими містками або багатовалентними Катіонами [40].

Найбільш міцна хімічно зв'язана волога може бути видалена при інтенсивній тепловій обробці або хімічному впливі на матеріал. Підвищення температури продукту (до розкладання речовини) не порушує хімічного зв'язку вологи в продуктах. Ця форма зв'язку вологи не має ніякого впливу на процес сушіння.

Менш міцний фізико-хімічний зв'язок визначається дією адсорбції цінних і осмотичних сил. Для порушення зв'язку з цим не потрібно значних витрат енергії. Найбільша кількість тепла необхідно для видалення моношару адсорбованих молекул води, тому висушування продукту до низького утримання вологи є найбільш енергоємним процесом.

З усього вище викладеного видно, що зміна складу і якості їжі всіх рослинних продуктів спостерігається при сушінні сировини і потім при обробці сухофруктів для подальшого їх використання в процесі харчування. Причому ці зміни тим глибші, ніж вище температура і триваліше процес.

Якість сухофруктів (кураги, чорносливу, родзинок) нормуються ГОСТ і контролюються за такими показниками: вологість, засміченість, кислотність, вміст вітаміну С, цукрів. При використанні сухих плодів і ягід в процесі подальшої переробки в першу чергу звертають увагу на розмір плодів і органолептичних показників.

Відповідно до мети роботи і для вирішення поставлених завдань необхідно було провести серію постановочних і виробничих дослідів за схемою (табл. 2.1).

Лабораторні дослідження проводилися в лабораторії кафедри харчових технологій ДДАЕУ.

Теоретичні передумови, методики робіт, активне планування, вибір плану, вхідні і вихідні параметри, нестандартне обладнання розроблені і створені співробітниками лабораторії при безпосередній участі автора роботи. Відповідно до плану експерименту і теоретичними передпосиланням вхідними параметрами були обрані: час обробки (експозиція  $\tau$ , с); швидкість нагріву ( $V$ , °C/с).

Виходячи із завдань і основної ідеї термічного знезараження методом НВЧ сухих плодів кураги, чорносливу та родзинок з метою повного їх звільнення від мікроорганізмів і поліпшення смакових якостей необхідно сухофрукти нагріти на допустиму температуру за певний час. Для цього було використано мікрохвильову піч «Samsung» модель PG81R. Джерело живлення 230 В. Максимальна потужність 3100 Вт, вихідна потужність 100 Вт/800 Вт.

Для досягнення заданої температури використовували поєднання експозиції і швидкості нагріву. В результаті показники температури нагріву варіювали: чорносливу від 45 °C до 102 °C; кураги від 40 °C до 100 °C; родзинок від 67 °C до 105 °C.

Таблиця 2.1 – Схема проведення досліджень

Варіант	Значення факторів	
	Експозиція, с	Швидкість нагріву, °C/с
1	90	0,8
2	30	0,8
3	90	0,4
4	30	0,4
5	60	0,8
6	60	0,4
7	90	0,6
8	30	0,6
9	60	0,6
10	Контроль	
11	Контроль-стандарт	

Швидкість нагріву підбиралася, виходячи з можливості мікрохвильової печі, і задавалася на панелі управління. Час обробки (експозиція) варіювала від 30 до 90 с, з кроком варіювання в 30 с.

Відповідно до технології сухофрукти промивали стерильною водою, щоб виключити внесення сторонньої інфекції, тим самим сприяли зволоженню, як сухофруктів, так і спор мікроорганізмів, що необхідно для досягнення знезаражувального ефекту.

## 2.2 Методика проведення лабораторних дослідів зі знезараження енергією поля НВЧ

Для проведення лабораторно-виробничих дослідів для кожного варіанту плану відбирали наважку сухофруктів: кураги – 210 г; чорносливу – 250 г; родзинок – 200 г.

Наважки перед обробкою в ЕМПНВЧ промивали стерильною водою, відкидали на сито на 30 хв., для часткового видалення води. Потім промиті і додатково зволожені наважки сухофруктів поміщали в мікрохвильову піч і обробляли на заданих режимах відповідно до обраного планом експерименту.



Після закінчення часу обробки температуру нагрівання сухофруктів заміряли максимальним термометром СП83.

З оброблених зразків брали наважки для посіву на середовища:

- визначення загального мікробного числа (ОМЧ КОЕ/гр);
- кількісного та видового складу грибів.

Визначення загального мікробного числа та цвілевих грибів на сухофруктах проводили за методикою посіву на живильне середовище агар Чапека (ГОСТ 10444.12-88). З колб, в яких, перебували змиви оброблених наважок сухофруктів: родзинок, кураги і чорносливу (для кожного виду окремо), брали по 1 мл. Потім поміщали в стерильні чашки Петрі і заливали живильним середовищем агар Чапеку (по 10 мл). Чашки закривали і круговими рухами руки розміщували і залишали для перевірки. При посіві дотримувалися стерильності.

За характером і зростанням грибниці і спороношення грибів визначали їх видову приналежність. Підрахунок колоній на загальне мікробне число проводили через 72 години, ідентифікацію грибів проводили через 7 діб.

Колонії переглядали під мікроскопом і встановлювали вид грибів.

#### Висновки за розділом

В результаті проведених досліджень встановлено параметри знезаражування сухофруктів енергією поля НВЧ – це час обробки і швидкість нагрівання. Основні теоретичні положення і використання методики активного планування експерименту дозволяють оцінити кількісно характеристики досліджуваного процесу НВЧ-знезаражування сухофруктів при мінімізації обсягу експериментальних досліджень по звільненню сухофруктів від шкідливої мікрофлори.

Прийнятий план активного планування експерименту дозволить вивчити вплив двох вхідних факторів на знезараження сухофруктів при дев'яти варіантах досліду.

### 3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

#### 3.1 Вплив енергії НВЧ на мікрофлору сухофруктів

Досліди проводилися за схемою: лабораторні, лабораторно-виробничі. У лабораторних умовах вивчався вплив поля НВЧ на загальне мікробне число, а також на смакові і органолептичні якості і фізико-хімічні властивості сухофруктів. В лабораторно-виробничих умовах вивчалось застосування методу знезараження НВЧ в технологічному процесі.

При вивченні реакції мікрофлори на поле НВЧ досліджували сухі плоди: чорносливу, кураги, родзинок тривалого зберігання.

Схема досліду включає 11 варіантів, в тому числі двох контрольних: промивка сухофруктів стерильною водою, в подальшому іменованій – контроль і стандарт за існуючою технологією (відварювання плодів і ягід в цукровому сиропі), далі іменованій – контроль-стандарт.

Експерименти проводилися в трьох повторностях, окремо для кураги, чорносливу і родзинок (табл. 3.1. – 3.4).

Гранично допустимі концентрації по заспореності пліснявими грибами сухофруктів становить 100 КОЕ/1г.

##### 3.1.1 Вплив енергії НВЧ на мікрофлору чорносливу

Дослідження впливу режимів знезараження на загальне мікробне забрудненням привели до результатів, які оформлені в таблиці «Вплив НВЧ - енергії на загальне мікробне число на чорносливі» (табл. 3.1).

З табличних даних видно, що ефект повного знезараження неспостерігається в варіантах зі швидкістю нагріву  $0,6 - 0,8 \text{ } ^\circ\text{C/s}$  при експозиції 30 – 90 с, в інших випадках спостерігається 20 – 25 %-ве зниження числа мікробів.

Зниження загального мікробного числа відбувається за рахунок збільшення швидкості нагріву. Так при режимах швидкості нагріву  $0,8 \text{ } ^\circ\text{C/s}$  при

експозиції 30 с і нагріванні 75 °С (варіант № 2) відбулося повне знищення мікрофлори. Органолептичні і смакові якості залишилися на рівні контролю.

При максимальних режимах (швидкість нагріву 0,8 °С/с, експозиція 90 с, нагрів 102 °С) спостерігається так само ефект повного знезараження, але при цьому чорнослив згорає (варіант № 1).

При мінімальних режимах (швидкість нагріву 0,4 °С/с, експозиція 30 с, нагрів 45 °С), зараженість знижується більш ніж в три рази (варіант № 4). Необхідно відзначити, що при тій же швидкості нагріву, але при підвищенні експозиції до 60 с і розігріві 70 °С відбувається стимуляція загального мікробного забруднення, яке після знезараження полем НВЧ склало 1333 КОЕ/г (варіант № 6). У порівнянні з контролем відбувається зниження забруднень в три рази.

Спостерігається повний знезаражуючий ефект при підвищенні швидкості нагріву до 0,8 °С/с при експозиції 60 с і розігріві 90 °С (варіант № 5), але при цьому чорнослив знебарвився, змінився смак (гіркий з присмаком гару).

Повний знезараження загальної мікрофлори відбувається, при середній швидкості нагріву 0,6 °С/с при експозиції 60 – 90 с і розігріві 80 – 85 °С (варіант № 7, № 9). Необхідно відзначити, що при експозиції 90 с і розігріві 85 °С в чорносливі погіршуються органолептичні якості (знебарвився), смак став солодко-кислий. При експозиції 60 с нагріванні 80 °С органолептичні і смакові якості поліпшуються: плід стає блискучим зі смаком свіжого кисло-солодкого плоду.

Аналіз табличних даних привів до наступного результату: ефективним є варіант № 9, з параметрами швидкість нагріву 0,6 °С/с, експозицією 60 с при нагріванні 80 °С, так як відбувається повне знищення загальної чисельності мікробного числа, але при цьому органолептичні і смакові якості поліпшуються.

Таблиця 3.1 – Вплив енергії НВЧ на чисельність загального мікробного числа на чорносливі

Варіант	Режими			Повторне зараження КОЕ/г; $1 \cdot 10^{-2}$				Смакові і органолептичні якості
	Час обробки, с	Швидкість нагріву, $V^{\circ}\text{C}/\text{c}$	Нагрівання, $\tau$	I	II	III	Середнє значення	
1	90	0,8	102	0	0	0	0	Колір на рівні контролю, смак – сухий, черствий
2	30	0,8	75	0	0	0	0	Колір на рівні контролю, смачніше контролю
3	90	0,4	65	7	6	5	6	Колір на рівні контролю, смак – кислий
4	30	0,4	45	10	11	11	11	Колір і смак на рівні контролю
5	60	0,8	90	0	0	0	0	Безбарвний, смак – гіркий, горілий
6	60	0,4	70	13	13	14	13,3	Колір на рівні контролю, смак кислий
7	90	0,6	85	0	0	0	0	Злегка знебарвився, смак – солодко- кислий, сухуватий
8	30	0,6	70	1	1	2	1,33	Колір і смак на рівні контролю
9	60	0,6	80	0	0	0	0	Блискучий, зі смаком свіжого кисло- солодкого плоду
10	Контроль			43	43	43	43	Потьмянілий колір і смак старої сухої сушеної сливи
11	Контроль, відварений цукровому сиропі			0,5	0,3	0,5	0,43	Глянцевий, темний колір, дуже солодкий

За результатами експериментальних досліджень побудовано графічну залежність (рис. 3.1).

З графічного зображення видно, що реакція загального мікробного числа на чорносливі після обробки полем НВЧ, незалежно від температурного впливу і часу обробки, при швидкості нагріву  $0,4 - 0,8$  °C/c виражається в рівномірному зниженні зараження загальним мікробним числом.

Навіть при мінімальній експозиції 30 с і при швидкості нагріву  $0,4 - 0,8$  °C/c спостерігається поступовий знезаражуючий ефект, але повного знищення загального мікробного числа при даній експозиції не відбувається.

При швидкості нагріву  $0,5 - 0,65$  °C/c і експозиції 60 – 75 с спостерігається зниження загального мікробного числа до гранично допустимих норм (100КOE/г).

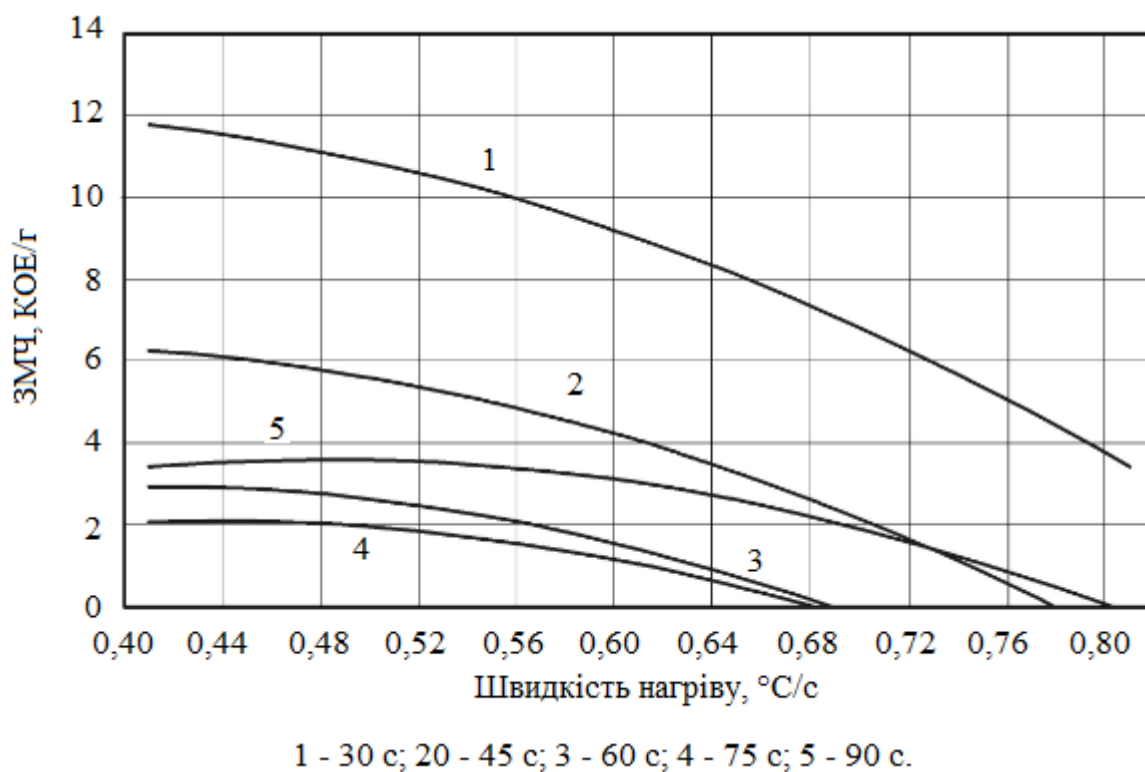


Рисунок 3.1 – Вплив енергії НВЧ на збереженість загального мікробного числа на чорносливі

Необхідно відзначити, що при максимальній експозиції 90 с і швидкості нагріву  $0,4 - 0,5$  °C/c спостерігається невелике стимулювання даних цвілі, потім

при швидкості нагріву  $0,52 - 0,76$  °C/c спостерігається дуже повільне знезаражування до меж ГДК і вже при швидкості нагріву  $0,8$  °C/c повне знищення загального мікробного числа (рис. 3.1).

Ефективним зі знищення загального мікробного забруднення на чорносливі можна вважати варіант з режимами (експозиція 60 с, швидкість нагріву  $0,6$  °C/c, температура нагріву  $80$  °C).

### 3.1.2 Вплив енергії НВЧ на мікрофлору кураги

З результатів досліджень необхідно відзначити, що загальне мікробне зараження на куразі проявляє надзвичайну стійкість до температурного впливу. Повне знезараження від бактерій відбувається в режимах з параметром: експозиція 60 – 90 с, швидкість нагріву  $0,8$  °C/c, при розігріві 90 – 100 °C. При цьому плоди темніють, карамелізуються, набувають присмак горілої ягоди (табл. 3.2).

При мінімальних режимах експозиції 30 с швидкості нагріву  $0,4$  °C/c і розігріві  $40$  °C/c, відбувається зниження до 4700 КОЕ/г, що нижче контролю. Органолептичні і смакові якості залишаються на рівні контролю.

При параметрах з режимами: експозиція 60 – 90 с зі швидкістю нагріву  $0,6$  °C/c і розігріві 75 – 85 °C спостерігається зниження зараження загальним мікробним числом до 100 КОЕ/г (варіант № 7, № 9) , що відповідає нормам ГДК. Але при розігріві 85 °C органолептичні і смакові якості практично залишаються на рівні контролю, при розігріві 75 °C колір плодів кураги залишається на рівні контролю, смакові якості поліпшуються, стають солодкими, з присмаком меду (табл. 3.2)

Проаналізувавши табличні дані, слід зазначити, що оптимальними режимами по зниженню зараження загального мікробного числа до гранично допустимих норм, є експозиція 60 с швидкість нагрівання,  $6$  °C/c і розігрів  $75$  °C.

Таблиця 3.2 – Вплив енергії НВЧ на чисельність загального мікробного числа на куразі

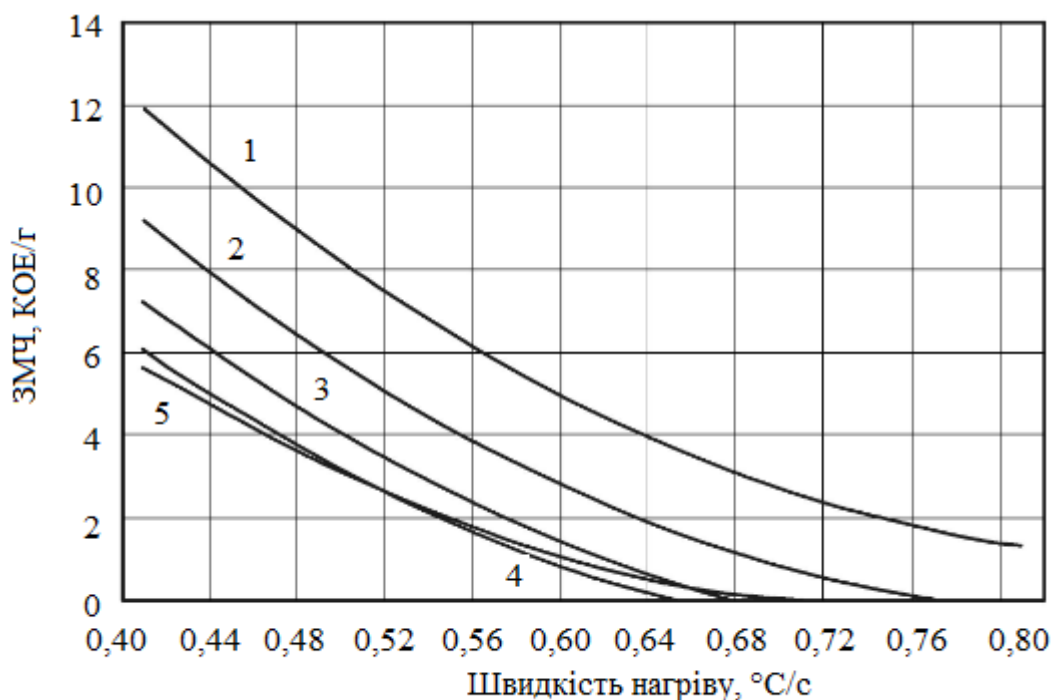
Варіант	Режими			Повторне зараження КОЕ/г; $1 \cdot 10^{-2}$				Смакові і органолептичні якості
	Час обробки, с	Швидкість нагріву, $V^{\circ}C/c$	Нагрівання, $\tau$	I	II	III	Середнє значення	
1	90	0,8	100	0	0	0	0	Потемніла, карамелізувалась, смак горілої ягоди
2	30	0,8	80	16	16	16	16	Підгоріли, карамелізувалась, терпкий смак
3	90	0,4	70	11	10	12	11	Безбарвний, смак кисло-солодкий
4	30	0,4	40	47	46	48	47	Смак і колір відповідають контролю
5	60	0,8	90	0	0	0	0	Потемніла, карамелізувалась, смак – медовий
6	60	0,4	70	8	8	9	8,33	Колір світліше контролю, смак – свіжої ягоди
7	90	0,6	85	1	1	1	1	Колір відповідає контролю, смак – кисло-солодкий, переспілої ягоди
8	30	0,6	65	5	7	6	6	Колір відповідає контролю, смак – кисло-солодкий, переспілої ягоди
9	60	0,6	75	1	1	1	1	Колір відповідає контролю, смак – солодкий з присмаком меду
10	контроль			48	50	48	48,7	Колір – жовто-коричневий, смак солодкий властивий сушеній куразі
11	Контроль, відварений в цукровому сиропі			ОД	ОД	0,2	0,13	Колір – жовто-коричневий, смак дуже солодкий властивий відвареній куразі

За результатами досліджень побудовано графічну залежність (рис. 3.2).

З графіка видно, що знезараження бактерій до норм граничної концентрації 100 КОЕ/г, відбувається в діапазоні обробки часу від 60 – 90 с, швидкості нагріву 0,6 °С/с.

При мінімальних рівнях обробки: швидкості нагріву – 0,4 °С/с і експозиції – 30 с і розігріві 40 °С знезараження відбувається частково і так само 1100 КОЕ/г, що перевищує гранично допустимі концентрації в чотири рази.

З графіка також видно, що в діапазоні швидкості нагріву від 0,4 °С/с, до 0,6 °С/с, зі збільшенням часу обробки, число мікроорганізмів знижується, але повного знезараження не відбувається, і в діапазоні часу від 84 – 90 с зараженість плодів кураги мікроорганізмами залишається на одному рівні, і перевищує норми гранично допустимої концентрації в 2 – 3 рази. З усього вище наведеного випливає, що дані рівні обробки неефективні, так як, загальне мікробне число перевищує ГДК. При швидкості нагріву 0,7 °С/с і експозиції 55 с і при швидкості нагріву 0,8 °С/с при експозиції 44 с, зараженість бактеріями дорівнює 0 КОЕ/г



1 - 30 с; 20 - 45 с; 3 - 60 с; 4 - 75 с; 5 - 90 с.

Рисунок 3.2 – Вплив енергії НВЧ на збереженість загального мікробного числа на куразі



З результатів експериментів відображених на графіку (рис. 3.2), випливає, що при зниженні часу обробки не залежно від швидкості нагріву, відбувається поступове збільшення загального мікробного числа на плодах кураги.

### 3.2 Вплив енергії НВЧ на фізико-хімічні властивості сухофруктів

За своїм походженням сухі фрукти, і ягоди є рослинними харчовими продуктами сільськогосподарської галузі – рослинництва. Являються продуктами для вживання в їжу, так і сировиною, що використовується для переробки в харчовій промисловості. Корисність плодово-ягідної продукції визначається енергетичною і біологічною цінністю, засвоюваністю і доброякісністю.

Енергетична цінність фруктів і ягід невисока через велике утримання води.

Біологічна цінність – показник, який виділяє плодово-ягідну продукцію серед інших харчових продуктів на одне з перших місць. Біологічно цінними можна назвати майже всі плоди і ягоди, їх біологічну цінність визначають наявністю в плодово-ягідній продукції хімічних речовин, потрібних щодня для синтезу і побудови клітин організму людини, здійснення нормальних метаболічних процесів і ряду інших функцій.

Засвоюваність характеризує ступінь використання організмом людини окремих речовин або елементів, що містяться в плодово-ягідній продукції. Цей показник виражають коефіцієнтом засвоюваності, визначальним частку продукту в цілому або окремих його речовин, які використовуються організмом людини. Засвоюваність продуктів харчування рослинного виробництва залежить від чинників: будови, хімічного складу і здатності речовин переходити в розчинний стан, утримання в них баластних речовин, ступеня доступності компонентів для ферментативного гідролізу та інше.

Доброякісність – важливий показник, який характеризує об'єктивну корисність плодово-ягідної продукції. Доброякісною вважають продукцію з

притаманними їй органолептичними, фізичними, хімічними, біологічними властивостями і не містить шкідливих для здоров'я людини речовин, а також патогенних мікроорганізмів [31, 42].

Для характеристики доброякісності сухих плодів і ягід велику роль відіграють мікробіологічні критерії та показники.

Важливі з них:

- наявність в партіях сухих плодів фруктів і ягід, уражених мікроорганізмами;
- кількісний і видовий склад цвілі, дріжджів, бактерій, фітопатогенних і патогенних мікроорганізмів.

Плоди фруктів і ягоди у великій кількості і оптимальному співвідношенні містять всі незамінні амінокислоти, велика кількість різноманітних вітамінів і мінеральних елементів, незамінних жирних кислот, ароматичних речовин та ін.

В процесі зберігання сухих плодів і ягід ступінь і характер зміни їх хімічного складу залежить від наступних факторів: видових і сортових особливостей, природи, співвідношення хімічних речовин, швидкості протікання метаболічних реакцій, географічних, кліматичних і метеорологічних умов вирощування, стадії зрілості, способів і режимів обробки свіжих плодів і ягід.

Особливості хімічного складу і властивості плодів фруктів і ягід враховують при зберіганні, в процесі їх обробки і переробки. Створюються такі умови і режими, при яких в мінімальному ступені змінюється хімічний склад, і знижуються корисні і товарні властивості плодово-ягідної продукції. Оскільки багато компонентів плодів і ягід можуть розчинятися у воді, їх, як правило, миють в цілому вигляді, подрібнені довго в воді не витримують, так як це призводить до різкої втрати водорозчинних вітамінів і інших корисних речовин. Вибираються різні способи консервування, що дозволяють максимально зберегти хімічний склад цих цінних рослинних продуктів.

### 3.2.1 Вплив енергії НВЧ на вологість сухофруктів

Плоди і ягоди як об'єкти сушіння характеризуються великим вмістом води і порівняно малим вмістом сухих речовин. Основна частина води в соковитій рослинній сировині знаходиться в більш-менш вільній рухомій формі і тільки 5 % її зв'язано в клітинних колоїдах і міцно утримується [29]. У процесі сушіння фруктів і ягід відбувається зневоднення. Одним з показників якості сухофруктів (кураги, чорносливу та ягід винограду), є вологість. Цей показник характеризує сумарний вміст в сухих плодах і ягодах води, здатної випаруватися при певній температурі, і нормується ГОСТом.

В даному експерименті вологість кураги, чорносливу та родзинок визначали по ГОСТ 28562-90 «Рефрактометричний метод визначення розчинних сухих речовин». Метод заснований на визначенні показника заломлення досліджуваного розчину.

Проведення експерименту.

Для визначення вологості були взяті сухофрукти. Контрольні зразки для всіх сухофруктів: один зразок, відповідно до лабораторного дослідження, промитий дистильованою водою, далі іменованій «контроль», інший, відповідно до існуючої технології, далі іменованій «контроль-стандарт» і третій – оброблений методом знезараження ЕМПНВЧ.

Ефективним варіантом в боротьбі з пліснявими грибами в плодах кураги, чорносливу та ягід винограду виявився варіант № 9. Обробка сухофруктів (кураги, чорносливу, родзинок) проходила в режимах: експозиція 60 с, швидкість нагріву 0,6 °С/с (для всіх сухофруктів однакові). Температура нагріву: для кураги – 80 °С, для чорносливу – 80 °С, для родзинок – 79 °С.

Далі діяли згідно ГОСТ 28562-90. Взяти подрібнену наважку сухофруктів, кожного по 40 г (кураги, чорносливу та родзинок) розбавили дистильованою водою, витримали протягом 15 хвилин на киплячій водяній бані, потім суміш охолодили, зважили і профільтрували.

Дві краплі досліджуваного розчину помістили на робочу нерухому призму рефрактометра і отримали показання приладу. Потім результати обробили

згідно ГОСТ. Результати за вмістом вологості в сухофруктах представлені в табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Вплив поля НВЧ на вміст вологи в сухофруктах

№	Найменування сухофруктів	Вміст вологи в 100 г продукту в %
1	Чорнослив, режими: $V = 0,6 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{с}; \tau = 60 \text{ с.}$	16,1
2	Чорнослив контроль	18
3	Чорнослив контроль-стандарт	27,1
4	Курага режими: $V = 0,6 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{с}; \tau = 60 \text{ с.}$	15,7
5	Курага контроль	15,8
6	Курага контроль-стандарт	11,9
7	Родзинки режими: $V = 0,6 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{с}; \tau = 60 \text{ с.}$	18,1
8	Родзинки контроль	19,5
9	Ізюм контроль-стандарт	18,6

З результатів представлених в таблиці 3.3 видно наступні результати по визначенню вологи:

- чорнослив контрольний зразок – вологість складає 18 % в 100 г продукту, в обробленому зразку при режимах: швидкість нагріву  $0,6 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{с}$ , експозиція 60 с – вологість склала 16,1 % в 100 г продукту, оброблений зразок по технологічній методиці (відварювання в цукровому сиропі) – вологість склала 27,1 % в 100 г продукту. Проаналізувавши результати дослідів, спостерігається зниження вологи в зразках оброблених полем НВЧ від 1 до 1,5 % в порівнянні з контрольними варіантами;

- курага контрольний зразок – вологість склала 15,8 % в 100 г продукту, в обробленому зразку при режимах: швидкість нагрівання,  $0,6 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{с}$ , експозиція 60 с – вологість склала 15,7 % в 100 г продукту, в контролі-стандарті – 11,9 % в 100 г продукту. З результатів дослідів видно, що в оброблених полем НВЧ плодах кураги відбувається зниження вологи на 1 % в порівнянні з контролем, а в порівнянні з контролем-стандартом – на 1 % вище;

- родзинки контрольний зразок – вологість склала 19,5 % в 100 г продукту, в обробленому зразку родзинок при режимах: швидкість нагрівання 0,6 °C/с, експозиція 60 с, вологість 18,1 % в 100 г продукту, в зразку за технологією – 18,6 % в 100 г продукту. Вологість родзинок в обробленому зразку методом НВЧ зменшилася в порівнянні з контрольним зразком на 1,4 %, в порівнянні зі зразком за технологією зменшилася на 1 %.

З результатів аналізу видно, що відбувається зниження вологи, у всіх сухофруктах. Це пов'язано з тим, що, під впливом поля НВЧ, відбувається прогрівання сухофруктів, за рахунок якого відбувається випаровування води.

### 3.2.2 Вплив енергії НВЧ на вміст органічних кислоти

На частку органічних кислот, які містяться в плодах фруктів і ягодах, припадає значна частка сухих речовин. Органічні кислоти представляють собою своєрідний «метаболічний котел», в якому перехрещуються шляхи обміну вуглеводів, білків, жирів і звідки головним чином надходить необхідна живій клітині енергія. Органічні кислоти характеризуються як водовмісні речовини, які у водному розчині дисоціюють з утворенням водню.

При розгляді органічних кислот, що містяться в плодах і ягодах, найчастіше підкреслюється їх головна роль тільки як смакових речовин. На справді кислий смак обумовлений не загальним вмістом кислот, а титрованою кислотністю, тобто вмістом вільних кислот.

Такі кислоти дисоціюють на аніон кислоти і іон водню ( $H^+$ ). Іон водню і обумовлює кислий смак, тобто чим вище концентрація іонів  $H^+$ , тим сильніше виражений кислий смак. Концентрація іонів  $H^+$  виражається в одиницях «водневого показника» рН. Деякі кислоти є летючими, тобто переганяються з водяною парою, до летючих відноситься оцтова кислота. У поєднанні з ефірами вона обумовлює аромат плодів і ягід.

Загальна кількість органічних кислот в плодах, у міру їх зростання на материнській рослині, зазвичай безперервно збільшується, але відносний (відсотковий) вміст кислот на останніх етапах дозрівання зменшується, це

відбувається за рахунок швидкого збільшення кількості інших речовин, в основному цукрів. У ягодах і плодах фруктів містяться найрізноманітніші кислоти, але, як правило, лише одна з них переважає. За переважаючою кислотою зазвичай і висловлюють загальний вміст кислот.

У даній роботі визначали титровану кислотність (ГОСТ 25555.0-82) в сухофруктах: куразі, чорносливі і родзинках. Метод заснований на потенціометричному титруванню досліджуваного розчину до рН 8,1 розчином гідроксиду натрію з  $(\text{NaOH}) = 0,1 \text{ моль/дм}^3$ .

Були взяті зразки сухофруктів заздалегідь оброблені методом знезараження полем НВЧ в режимах варіанту № 9: експозиція 60 с, швидкість нагріву дорівнює  $0,6 \text{ }^\circ\text{C/с}$  (для всіх сухофруктів однакові). Температура нагріву: для кураги –  $80 \text{ }^\circ\text{C}$ , для чорносливу –  $80 \text{ }^\circ\text{C}$ , для родзинок –  $79 \text{ }^\circ\text{C}$ . Контрольні зразки для всіх сухофруктів: один зразок, відповідно до лабораторного дослідження, промитий стерильною водою, інший, відповідно до виробничої технології, бланшувався в цукровому сиропі, і третій оброблений методом знезараження ЕМПНВЧ.

Проведення експерименту.

Для проведення дослідження в конічну колбу місткістю  $250 \text{ см}^3$  взяли 25 г сухофруктів (окремо кожного зразка). Потім в колбу до половини її обсягу налили воду з температурою  $(80 \pm 5) \text{ }^\circ\text{C}$ , ретельно струснули і витримали на протязі 30 хв., періодично струшуючи. Після охолодження вміст в колбі довели водою до мітки  $250 \text{ см}^3$ . Закрили колбу пробкою і ретельно перемішали. Після чого вміст відфільтрували через фільтр.

В хімічний стакан піпеткою відібрали  $50 \text{ см}^3$  фільтрату, відібраний фільтрат відтитрували при безперервному перемішуванні розчином гідроксиду натрію спочатку швидко – до рН 6,0, потім повільніше – до рН 7,0, далі додали ще 5 крапель розчину гідроксиду натрію і досягли рН 8,1. Далі провели обробку результатів: титровану кислотність (X) в розрахунку на переважаючу кислоту в процентах.

Вміст кислот в сушених плодах і ягодах звели в таблицю (табл. 3.4). З таблиці видно, що в чорносливі, в куразі і родзинках містяться найбільш поширені органічні кислоти: яблучна, винна, лимонна, оцтова, щавлева, молочна. У сухих плодах чорносливу, кураги і в родзинках переважаючими кислотами є молочна і винна кислоти. Молочна кислота утворюється в анаеробних умовах з глюкози, в результаті бродіння, яке здійснюється бактеріями.

У контрольному зразку чорносливу вміст молочної кислоти склав 24,7 % в 100 г продукту, в обробленому зразку при режимах: швидкості нагріву рівній 0,6 °C/с, часу обробки 60 с – вміст молочної кислоти склав 25,78 % в 100 г продукту, а в зразку відвареному в цукровому сиропі – 29,26 % в 100 г продукту. Зміст молочної кислоти в обробленому зразку збільшилася на один відсоток у порівнянні з контрольним зразком (метод промивання), але нижче на 3,48 % в порівнянні з зразком, відвареним в цукровому сиропі.

Таке ж збільшення кислоти відбувається і в сухих плодах кураги, з даних таблиці видно, що в контрольному зразку кураги міститься – 29,3 %, а в обробленому зразку кураги при режимах:  $V = 0,6$  °C/с;  $\tau = 60$  с – 32,14 % молочної кислоти в 100 г продукту, в зразку, відвареному в цукровому сиропі – 15,19 % в 100 г продукту.

У сухих ягодах родзинок відбувається зменшення вмісту молочної кислоти на 2,4 % в обробленому зразку методом ЕМПНВЧ в порівнянні з контрольним зразком, але на 14 % більше, ніж в зразку, відвареному в цукровому сиропі. У контрольному зразку родзинок її міститься – 24,8 % в 100 г продукту, а в обробленому зразку при режимах:  $V = 0,6$  °C/с;  $\tau = 60$  с – 22,33 % в 100 г продукту в зразку, відвареному в цукровому сиропі – 8,25 % в 100 г продукту. У сухих плодах чорносливу і кураги, оброблених методом НВЧ-поля спостерігається збільшення вмісту винної кислоти на 1 % в 100 г продукту, в порівнянні з контрольним зразком (метод промивання). У контрольному зразку методом відварювання в цукровому сиропі в чорносливі збільшення на 2 %, а куразі зменшення на 14 %, в порівнянні з зразком обробленим, методом поля

НВЧ. У контрольному зразку чорносливу вміст винної кислоти становить 20,58 %, в обробленому зразку чорносливу – 21,46 %, в зразку методом відварювання в цукровому сиропі – 24,36 %. У контрольному зразку кураги – 24,0 %, в обробленому зразку кураги – 26,75 %, в зразку методом відварювання в цукровому сиропі – 12,65 %. У родзинках вміст винної кислоти, як і молочної, знижується на 1 % в обробленому зразку при режимах поля НВЧ в порівнянні з контрольним зразком родзинок, але вище, ніж в зразку методом відварювання в цукровому сиропі, на 1,5 %. У контрольному зразку родзинок вміст винної кислоти становить 20,75 %, в обробленому зразку родзинок методом енергії НВЧ – 18,57 %, а в зразку методом відварювання в цукровому сиропі – 6,87 % (табл. 3.4).

Яблучна кислота знаходиться у всіх фруктах і ягодах. У яблучної кислоти приємний кислий смак, вона нешкідлива для організму людини.

У досліджуваних зразках сухофруктів її вміст становить: чорнослив (контроль промитий стерильною водою) – 18,38 %, чорнослив (оброблений методом знезараження ЕМНВЧ) – 19,17 %, чорнослив оброблений методом відварювання в цукровому сиропі – 21,76 %; курага (контроль) – 21,8 %, курага оброблена методом знезараження ЕМПНВЧ – 23,9 %, курага оброблена методом відварювання в цукровому сиропі – 11,3 %. В оброблених зразках методом ЕМПНВЧ спостерігається збільшення вмісту яблучної кислоти на 1 %, в порівнянні з контрольними зразками (методом промивання) даних сухофруктів. У порівнянні зі зразком (метод відварювання) – в чорносливі також відбувається збільшення, а плодах кураги зниження на 12 %.



Таблиця 3.4 – Вплив поля НВЧ на вміст органічних кислот в сухофруктах

№	Найменування сухофруктів	Міститься в 100 г продукції в %					
		Яблучна	Винна	Лимонна	Оцтова	Щавельна	Молочна
1	Чорнослив режими: $V = 0,6 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{с}; \tau = 60 \text{ с}$	19,17	21,46	18,31	17,1	12,87	25,78
2	Чорнослив-контроль	18,38	20,58	17,56	16,46	12,3	24,7
3	Чорнослив контроль-стандарт	21,76	24,36	20,78	19,48	14,6	29,26
4	Курага режими: $V = 0,6 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{с}; \tau = 60 \text{ с}$	23,9	26,75	22,8	21,4	16,0	32,14
5	Курага контроль	21,8	24	20,8	14,64	14,64	29,3
6	Курага контроль-стандарт	11,3	12,65	10,79	10,12	7,59	15,19
7	Родзинки режими: $V = 0,6 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{с}; \tau = 60 \text{ с}$	16,6	18,57	15,86	14,87	11,15	22,33
8	Родзинки контроль	18,6	20,75	17,73	16,62	12,44	24,8
9	Родзинки контроль-стандарт	6,13	6,87	5,86	5,50	4,12	8,25

У родзинках вміст яблучної кислоти, як винної так і молочної, знижується в 1,1 рази в обробленому зразку при режимах поля НВЧ в порівнянні з контрольним зразком родзинок, але вище на 10 % в порівнянні з зразком відвареному в цукровому сиропі. Родзинки (контроль) – 18,6 %, родзинки (оброблений методом знезараження ЕМНВЧ) – 16,6 %, родзинки (відварений в цукровому сиропі) – 6,13 % (табл. 3.4).

У сухофруктах вміст лимонної кислоти значно менше, в порівнянні з молочною і винною, але практично однаковий з яблучною кислотою. Вміст в сухофруктах лимонної кислоти склав:

- чорнослив контроль (метод промивання стерильною водою) – 17,56 % в 100 г продукту, чорнослив, оброблений методом знезараження ЕМПНВЧ – 18,31 % в 100 г продукту, чорнослив, оброблений методом відварювання в цукровому сиропі – 20,78 % на 100 г;
- курага, контроль – 20,8 % в 100 г продукту, курага, оброблена методом знезараження ЕМПНВЧ – 22,8 % в 100 г продукту, курага, оброблена методом відварювання в цукровому сиропі – 10,79 % на 100 г продукту;
- родзинки, контроль – 17,73 % в 100 г продукту, родзинки, оброблені методом знезараження ЕМПНВЧ – 15,86 % в 100 г продукту, родзинки, оброблені методом відварювання в цукровому сиропі – 5,86 % на 100 г продукту.

На відміну від інших органічних кислот в сухих плодах і ягодах в дуже малій кількості містяться оцтова одноосновна ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) і щавлева двоосновна ( $\text{C}_5\text{H}_6\text{O}_4$ ) кислоти.

З даних (табл. 3.4) видно, що вміст усіх органічних кислот, що знаходяться в сухих плодах чорносливу, оброблених методом НВЧ поля, підвищений в середньому на 1,1 % в порівнянні з контрольними зразками сухофруктів (контроль). Але в порівнянні із зразками (контроль-стандарт) – знизилася від 1 до 3 % на 100 г продукту.

У сухих плодах кураги оброблених методом НВЧ поля, вміст кислот також підвищився, в середньому на 1,1 %, в порівнянні з контрольними

зразками сухофруктів (контроль). Але в порівнянні із зразками (контроль-стандарт) підвищилось від 9 до 13 % на 100 г продукту.

При цьому необхідно відзначити, що в зразках ягід родзинок, оброблених в режимах методом знезараження НВЧ поля: експозиція – 60 с, потужність – 450 Вт, відбувається зниження вмісту органічних кислот в середньому в 1,1 рази в порівнянні з контрольним зразком родзинок, але на відміну від зразка, відвареного в цукровому сиропі, вміст органічних кислот вище від 7 до 10 % на 100 г продукту. Цілком ймовірно, це обумовлено тим, що при обробці сухофруктів знезараженням НВЧ поля відбувається підвищення температури води в кислотах, що веде до руйнування органічних кислот, але, з іншого боку, підвищення рівня органічних кислот в сухих плодах кураги і чорносливу, оброблених методом НВЧ знезараження може свідчити про активацію окисно-відновних процесів.

### 3.2.3 Вплив енергії НВЧ на вміст цукру

Одним з найбільш важливих з'єднань, які входять до складу сухої речовини фруктів і ягід, є цукри. Цукри – найважливіша складова частина плодів і ягід. Вміст цукрів у стиглих плодах може змінюватися в дуже широких межах – від 0,5% у деяких сортів цитрусових плодів до 28 % в ягодах винограду.

Найважливішими цукрами плодів і ягід є: глюкоза, фруктоза і сахароза. Причому перші два містяться у всіх плодах, сахароза в деяких з них відсутня, наприклад у винограді. У плодах зерняткових фруктів кількісно переважає фруктоза, а в плодах кісточкових фруктів глюкози трохи більше, ніж фруктози, і вони багатші сахарозою, ніж плоди зерняткових порід.

Ягоди відрізняються від зерняткових і кісточкових плодів найменшим (нижче 1 %) вмістом сахарози, а кількість глюкози і фруктози в них приблизно однаково (від 0,1 % до 3,4 % – в кісточкових і від 9 % до 14 % – в ягодах винограду) [53].

Зазвичай ранні сорти плодових і ягідних культур містять менше цукрів, ніж пізні. Наприклад, в ранніх сортах винограду зазвичай їх 12 – 16 %, а в пізніх – до 12 – 14 %.

Різні цукри мають різну солодкість, яка визначається органолептично. Мінімальна концентрація цукрів, при якій відчувається солодкий смак, для фруктози становить 0,25 %, для сахарози – 0,38 і для глюкози – 0,55 %. Отже, якщо солодкість сахарози прийняти за 1, то для глюкози вона буде 0,69, а для фруктози – 1,52. Тому при оцінці солодкості плодів і ягід необхідно враховувати відносні кількості цукрів, що входять до їх складу [53].

У даній роботі проводився дослідження по визначенню загального цукру вираженого в сахарозі ГОСТ 5903-89. Метод заснований на відновленні лужного розчину міді деякою кількістю редуруючих речовин і визначення кількості що утворився оксиду міді йодометричним способом.

Проведення експерименту.

Взяли зразки сухофруктів заздалегідь оброблені методом знезараження НВЧ поля в режимах варіанту № 9: експозиція 60 с, швидкість нагріву 0,6 °С/с (для всіх сухофруктів однакові). Температура нагріву: для кураги – 80 °С, для чорносливу – 80 °С, для родзинок – 79 °С. Контрольні зразки оброблені, методом промивання стерильною водою.

У конічну колбу місткістю 250 см<sup>3</sup> взяли 25г сухофруктів (окремо кожного зразка). Потім в колбу до половини її обсягу налили воду з температурою (80 ± 5) °С, ретельно струснули і витримали протягом 30 хв., періодично струшуючи. Після охолодження вміст в колбі довели водою до мітки 250 см<sup>3</sup>.

Закрили колбу пробкою і ретельно перемішали. Після чого вміст відфільтрували через фільтр.

У мірну колбу місткістю 100 см<sup>3</sup> внесли піпеткою 50 см<sup>3</sup> відфільтрованого розчину, перевірили реакцію відфільтрованого розчину, додавши одну краплю метилового спирту, так як розчин лужний (з'явилося блакитне забарвлення), додали 3 краплі розчину соляної кислоти (концентрацією 0,5 моль/дм<sup>3</sup>), отримали розчин рожевого кольору. Потім додали 5 см<sup>3</sup> концентрованої соляної

кислоти, в колбу помістили термометр і поставили її на водяну баню, нагріту до 81 °С, протягом 3 хвилин температуру розчину довели до 68 °С і при такій температурі витримали розчин 5 хвилин. Потім розчин в колбі охолодили до кімнатної температури, видалили з колби термометр, нейтралізували соляну кислоту розчином гідроксиду натрію (25 г в 100 см<sup>3</sup>), в кінці нейтралізації додали 1 %-вий розчин гідроксиду натрію до появи жовто-оранжевого забарвлення. Отриманий розчин в колбі довели дистильованою водою до мітки і ретельно перемішали. В отриманому розчині визначили інвертний цукор, потім масову частку загального цукру у відсотках, виражений в інвертному цукрі, вираховували за формулою зазначеної, в ГОСТ5903-89. Для перерахунку загального цукру, вираженого в сахарозі, отримане значення перемножили на коефіцієнт 0,95. Масову частку загального цукру у відсотках, виражали в сахарозі, в перерахунку на суху речовину вираховували за формулою згідно ГОСТ. Результати досліджень по визначенню вмісту загального цукру, вираженого в сахарозі кураги, чорносливу і ягодах винограду, представлені табл. 3.5.

За результатами таблиці можна сказати, що вміст загального цукру в зразках сухих плодів кураги і чорносливу, а також сушених ягід винограду (родзинок), оброблених методом ЕМПНВЧ, підвищилося в середньому на 1,2 % в порівнянні з контрольними зразками, які оброблені згідно лабораторної методики досліджу.

Але це значення нижче в порівнянні з плодами кураги і чорносливу, відварених в цукровому сиропі (технологічна схема) на 1 % в 100 г продукту, в порівнянні з ягодами родзинок на 8 % в 100 г продукту.

Отримані результати можна пояснити тим, що незначний гідроліз крохмалю збільшує вміст цукрів.

Таблиця 3.5 – Вплив НВЧ енергії на утримання загального цукру в сухофруктах (кураги, чорносливу, родзинок)

№	Найменування сухофруктів	Вміст загального цукру вираженого в сахарозі
1	Чорнослив режими: $V = 0,6 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{c}; \tau = 60\text{c}$	24,89
2	Чорнослив контроль	18,81
3	Чорнослив контроль-стандарт	35,75
4	Курага режими: $V = 0,6 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{c}; \tau = 60\text{c}$	30,11
5	Курага контроль	23,47
6	Курага контроль-стандарт	31,56
7	Родзинки режими: $V = 0,6 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{c}; \tau = 60\text{c}$	41,89
8	Родзинки контроль	39,56
9	Родзинки контроль-стандарт	59,27

### 3.2.4 Вплив енергії НВЧ на вміст вітамінів

Групу біологічно активних речовин з відносно низькою молекулярною масою називають вітамінами. Вітаміни входять в активні групи двоатомних ферментів. При відсутності або недостатній їх кількості в їжі у людини і тварин послаблюються біохімічні процеси, порушується обмін речовин. Все це призводить до важких захворювань, а іноді і до загибелі організмів.

Вітамін С є першим вітаміном, хімічна природа якого була розшифрована. У 1928 р угорському біохіміку Альберту Сцент-Дьордь вдалося виділити вітамін С в чистому вигляді, який він назвав аскорбіновою кислотою.

За будовою аскорбінова кислота може бути віднесена до похідних вуглеводів. Аскорбінова кислота добре розчиняється в воді і гірше в інших розчинниках, тому може служити сильним відновником.

Іони багатьох металів є каталізаторами окислення вітаміну «С», існує ряд речовин, які захищають аскорбінову кислоту від окислення. До числа речовин, що оберігають аскорбінову кислоту від окислення, відносяться ксантин, сечовина, різні сірчисті з'єднання. Це необхідно знати при варінні і консервації

плодів і ягід, щоб уникнути втрат вітаміну С. Значному скороченню втрат вітаміну С при сушінні плодів сприяє їх сульфитація, тобто обробка сірчистим ангідридом. При сульфитації виходить з'єднання сірчистого ангідриду що міститься в рослинних тканинах з водою, утворюється сірчиста кислота, яка пригнічує активність аскорбіноксілази, що каталізує процес окислення аскорбінової кислоти. Завдяки здатності аскорбінової кислоти переходити в обернено-окислювальну форму з виділенням двох атомів водню, визначається і її фізіологічна роль. Аскорбінова кислота відноситься до числа акцепторів – переносників водню, вона бере активну участь у перетворенні інших вітамінів (сприяє переходу фолієвої кислоти в фолінову кислоту).

Виявлено різні функції аскорбінової кислоти, в тому числі по-різному стороннє вплив на організм людини: підвищення працездатності, стимулювання діяльності залоз внутрішньої секреції, захист від інтоксикації, кисневої недостатності та ін.

Для збагачення вітамінами хлібобулочних і кондитерських виробів застосовують сухофрукти, які перед вживанням повинні проходити додаткову термічну обробку. Метою обробки є звільнення кураги, чорносливу та родзинок від мікроорганізмів і спор цвілевих грибів.

У даній роботі сухі плоди кураги, чорносливу та ягід родзинок піддали теплової обробки енергією ЕМПНВЧ, після чого провели аналіз на вміст вітаміну С в контрольному зразку сухофруктів і зразках сухофруктів, котрі були оброблені методом ЕМПНВЧ.

дослідження з визначення вмісту вітаміну С проводили по ГОСТ-24556-89. Метод заснований на екстрагуванні вітаміну С розчином кислоти (соляної) з подальшим титруванням візуально розчином 2,6 - діхлорфеноліндофенолята натрію до встановлення світло-рожевого забарвлення.

Проведення експерименту.

Для визначення вмісту вітаміну С були взяті плоди кураги і чорносливу. Контрольний зразок відповідно до досліду був оброблений методом промивання сухофруктів стерильною водою, а дослідні зразки оброблені

методом знезаражування ЕМПНВЧ. Ефективним варіант в боротьбі з грибною мікрофлорою в сухих плодах кураги і чорносливу є варіант № 9 з параметрами: експозиція 60 с, швидкість нагріву 0,6 °С/с (для всіх сухофруктів однакові). Температура нагріву: для кураги – 75 °С, для чорносливу – 80 °С, для родзинок – 79 °С. Далі діяли згідно ГОСТ 24556-89.

Для екстрагування вітаміну С з сухих плодів кураги, чорносливу та ягід родзинок взяли наважку кожного із сухофруктів по 10 г і розтерли в ступці (кожен досліджуваний зразок окремо), з невеликою кількістю екстрагуючого розчину суміші кислот (соляної з масовою часткою 2 %, метафосфорної з масовою часткою 3 %) з розрахунку 1 см<sup>3</sup> на 1 г аналізованого зразка і піску. Вміст ступки перенесли в мірну колбу місткістю 100 см<sup>3</sup>, змивали ступку і товкач невеликими пропорціями екстрагуючого розчину суміші кислот до тих пір, поки об'єм не досяг позначки колби. Потім вміст колби витримали протягом 10 хвилин, перемішали і профільтрували.

У колбу місткістю 50 см<sup>3</sup>, внесли 1 см<sup>3</sup> профільтрованого екстракту, довели обсяг водою до 10 см<sup>3</sup> і провели титрування розчином 2,6 – діхлорфеноліндофенолята натрію до появи слабо-рожевого забарвлення, яке трималося протягом 20 с. Масову частку аскорбінової кислоти у відсотках вираховували за формулою, згідно ГОСТ 24556-89. За остаточний результат прийняли середнє арифметичне результатів двох паралельних визначень.

Результати досліджень визначення вітаміну С представлені в таблиці табл. 3.6. З таблиці видно, що в зразках, оброблених методом ЕМПНВЧ і методом відварювання в цукровому сиропі, в плодах чорносливу і кураги вміст вітаміну С зменшилася на 1 %.



Таблиця 3.6 – Вплив поля НВЧ на вміст вітаміну «С» в сухофруктах

№	Найменування сухофруктів	Вміст вітаміну С
1	Чорнослив режими: $V = 0,6 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{c}; \tau = 60\text{c}$	36,7
2	Чорнослив контроль	38,3
3	Чорнослив контроль-стандарт	35
4	Курага режими: $V = 0,6 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{c}; \tau = 60\text{c}$	39,9
5	Курага контрольний зразок	41,4
6	Курага контроль-стандарт	38

Зменшення вмісту вітаміну С в сухих плодах кураги і чорносливу, оброблених методом ЕМПНВЧ, пов'язане з додатковим нагріванням сухофруктів, при якому підвищується температура і відбувається часткове руйнування аскорбінової кислоти.

### 3.2.5 Вплив енергії НВЧ на органолептичні показники

Все органолептичні показники – смак, запах і колір – визначають, візуально, а також апробуванням продукту.

Органолептичні показники визначали за ГОСТ 1750-86. Метод базується на оцінці зовнішнього вигляду (форми, кольору), запаху, смаку, консистенції, що визначаються органолептично.

За органолептичними показниками до родзинок (сушеному винограду) висуваються такі вимоги. Смак і запах винограду повинні бути солодко-кислими і без сторонніх присмаків і запаху. Колір родзинок залежить від виду і існує для кожного виду окремий.

Для проведення аналізу взяли виноград сушений 0,5 кг, вид – «Сабза».

Контрольний зразок, обробили згідно лабораторному досвіду, методом промивання сухофруктів стерильною водою, який мав підсушену поверхню, коричневого кольору. Смак родзинок – солодкий, з запахом старої сухої ягоди.

Дослідний зразок родзинок обробили методом знезараження ЕМПНВЧ. Ефективним варіантом в боротьбі з пліснявими грибами в ягодах винограду є

варіант № 9. Обробка сухих ягід родзинок проходила в режимах: експозиція 60 с, швидкість нагріву 0,6 °C/с, температура нагріву – 79 °C. І третій зразок, відварили в цукровому сиропі (технологічна схема).

Органолептичні показники дослідного зразка родзинок відрізнялися від контрольного зразка. Поверхня стала блискучою, зволоженою, коричневого кольору. Смак – солодко-кислий без сторонніх присмаків і запаху. У третього зразка органолептичні показники такі ж, що і у дослідного, але смак притомно солодкий.

Чорнослив (слива сушена) представляє продукт, одержуваний шляхом висушування деяких сортів слив. За органолептичними показниками чорнослив повинен відповідати наступним вимогам: смак і запах – кисло-солодкий, ясно виражений, без сторонніх присмаків і запаху; колір – однорідний, чорний або коричневий, глянцева або з відтінком, консистенція – м'ясиста, слабом'ясиста.

Для визначення органолептичних показників взяли сушені плоди чорносливу вагою 1,5 кг (згідно ГОСТ 1750-86).

0,5 кг сушеного чорносливу (далі як контрольний зразок) обробили згідно умов досліду промиваючи стерильною водою, такі 0,5 кг обробили методом ЕМПНВЧ (далі оброблений зразок). Ефективним варіантом в боротьбі з пліснявими грибами в сухих плодах чорносливу – виявився варіант № 9. Обробка сухого чорносливу проходила в режимах: експозиція 60 с, швидкість нагріву 0,6 °C/с, температура нагріву – 80 °C.

Третій зразок відварити в цукровому сиропі згідно з технологічною схемою.

Органолептичні показники контрольного зразка були наступні: смак – солодкий, злегка кислуватий, запах властивий запаху чорносливу. Колір – чорний, поверхня тьмяна, суха, консистенція – слабом'ясиста, черства.

Органолептичні показники зразка обробленого методом ЕМПНВЧ:

- смак – кисло-солодкий,
- запах – властивий чорносливу,
- колір – чорний, поверхня глянцева,

- консистенція – слабом'ясиста, м'яка.

У третьому зразку органолептичні показники ті ж, що і в зразку обробленим методом НВЧ, але смак дуже солодкий.

Курагою називають сушені абрикоси без кісточок. За органолептичними показниками курага повинна відповідати наступним вимогам: колір – однорідний, від світло-жовтого до помаранчевого (для обкуреної кураги) і від світло-бурого до світло-коричневого (для неокуреної кураги); смак і запах – натуральні, властиві абрикосам, без сторонніх присмаків і запахів; консистенція – повинна бути м'якшою.

Для визначення органолептичних показників взяли сушені плоди абрикоса вагою 1,5 кг (згідно ГОСТ 1750-86).

0,5 кг сушеної кураги, (далі як контрольний зразок) обробили згідно досліду промиваючи стерильною водою, такі 0,5 кг обробили методом ЕМПНВЧ (далі як оброблений зразок), ефективним варіантом в боротьбі з пліснявими грибами в сухих плодах абрикоса (кураги) – виявився варіант № 9. Обробка сухої кураги проходила в режимах: експозиція 60 с, швидкість нагріву 0,6 °С/с, температура нагріву – 80 °С. І останні 0,5 кг відварили в цукровому сиропі (технологічна схема).

Органолептичні показники контрольного зразка були наступні:

- смак – солодкий, запах властивий запаху абрикоса, без сторонніх запахів і присмаку;
- колір – жовто-коричневий, поверхня суха з білим нальотом;
- консистенція – м'якша, черства.

Органолептичні показники обробленого зразка методом енергії НВЧ:

- смак – солодкий, запах властивий запаху свіжого абрикоса, без стороннього присмаку;
- колір – жовто-коричневий, поверхня, злегка зволожена без нальоту;
- консистенція – м'якша, м'яка.

Органолептичні і смакові показники обробленого зразка, методом відварювання в цукровому сиропі практично збігаються з показниками в зразку, обробленому методом енергії НВЧ.

#### Висновки за розділом

В результаті досліджень при обробці сухофруктів (кураги, чорносливу, родзинок) методом знезараження ЕМПНВЧ встановлено:

1. При впливі НВЧ поля, зниження вологості у сухофруктів обумовлено випаровуванням води.

2. Підвищення вмісту органічних кислот в куразі і чорносливі і зниження в родзинках, що пояснюється особливостями хімічних властивостей плодів і ягід, а так само з тим, що під впливом поля НВЧ температура води в клітинах сухофруктів підвищилася, що призвело до руйнування деяких кислот, але з іншого боку підвищення рівня органічних кислот може говорити про активацію окислювально-відновних процесів;

3. Підвищення цукру після обробки енергією поля НВЧ, відбувається за рахунок невеликого гідролізу крохмалю, який і збільшив кількість цукрів.

4. Незначне зниження вмісту вітаміну «С» в сухих плодах чорносливу і кураги відбувається так, як під впливом енергії поля НВЧ відбувається руйнування аскорбінової кислоти.

5. При впливі режимів: швидкість нагріву  $0,6\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{с}$  і експозиція 60 с, спостерігається поліпшення органолептичних показників сухих плодів і ягід.

## 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ

### 4.1 Розробка карти безпеки праці

Під час розробки карти безпеки праці (рис. 4.1) нами було враховано всі особливості та умови роботи оператора установки для обробки сухофруктів у полі НВЧ.

<i>I. Загальна інформація</i>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Вимоги картки поширюються на всіх працівників всіх підрозділів;</li> <li>2. Термін дії картки: 5 років (до <b>05.06.2028</b>);</li> <li>3. Проходження інструктажу працівником: кожні <b>6 місяців</b>;</li> <li>4. Відповідальність за невиконання положень цієї картки: дисциплінарна, матеріальна, адміністративна, кримінальна;</li> <li>5. До роботи допускаються особи, яким не менше <b>18 років</b> та які мають відповідну кваліфікацію, пройшли медичний огляд та відповідний інструктаж.</li> </ol>	
<p style="text-align: center;"><i>II. Обов'язки працівника</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. виконувати правила внутрішнього трудового розпорядку;</li> <li>2. користуватися спецодягом та засобами індивідуального захисту;</li> <li>3. працювати тільки на справному обладнанні;</li> <li>4. не допускати сторонніх осіб на робоче місце;</li> <li>5. утримувати робоче місце в чистоті, не захаращувати його.</li> </ol>	<p style="text-align: center;"><i>III. Головні небезпечні фактори</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. захаращеність робочого місця;</li> <li>2. відсутність спеціальних пристосувань, інструменту, обладнання;</li> <li>3. підвищена температура обладнання;</li> <li>4. підвищена температура, вологість, рухливість повітря робочої зони;</li> <li>5. недостатня освітленість робочої зони;</li> <li>6. незахищені токоведучі частини електрообладнання;</li> </ol>
<p style="text-align: center;"><i>IV. Вимоги безпеки перед початком роботи</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Отримати завдання від керівника робіт.</li> <li>2. Одягти спецодяг і привести його в порядок.</li> <li>3. Підготувати робоче місце до виконання робіт, прибрати всі непотрібні речі.</li> <li>4. Впевнитись, що робоче місце достатньо освітлене.</li> <li>5. Підібрати та підготувати необхідні інструменти, пристосування, обладнання.</li> <li>6. Перед вмиканням обладнання необхідно переконавшись, чи нема у машині сторонніх предметів, чи надійне кріплення механізмів.</li> </ol>	<p style="text-align: center;"><i>V. Вимоги безпеки під час роботи</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Перед вмиканням у роботу обладнання необхідно впевнитись у його справності.</li> <li>2. Продукт не повинен торкатися магнетрона.</li> <li>3. Завантаження та розвантаження установки проводиться при вимкненому магнетроні.</li> <li>4. Категорично забороняється працювати на установці з відкритою камерою обробки сировини.</li> </ol>
<p style="text-align: center;"><i>VI. Вимоги безпеки після закінчення роботи</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Після закінчення роботи необхідно вимкнути обладнання.</li> <li>2. Прибрати робоче місце. Звільнити його від відходів виробництва, винести сміття.</li> <li>3. Почистити, помити інвентар, інструмент, скласти його в відведене для нього місце.</li> <li>4. Зняти спецодяг, покласти його в відведене для цього місце; прийняти душ.</li> <li>5. Доповісти керівникові про всі недоліки, які мали місце під час роботи.</li> </ol>	<p style="text-align: center;"><i>VII. Вимоги безпеки в аварійній ситуації</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. негайно відключити від мережі електрообладнання, відключати від систем газ.</li> <li>2. не допускати в небезпечну зону сторонніх осіб.</li> <li>3. повідомити про те, що сталося керівника робіт.</li> <li>4. в усіх випадках виконувати вказівки керівника робіт по усуненню небезпечного стану.</li> </ol>

Рисунок 4.1 – Карта безпеки праці оператора установки для обробки сухофруктів у полі НВЧ

## 4.2 Утилізація відходів консервного виробництва

Переробка відходів консервного виробництва дозволяє отримувати сухий пектин, органічні добрива, фруктові порошки тощо.

Специфіка використання відходів консервного виробництва полягає в тому, що обробка сировини (очищення, різання, дроблення, бланшування) часто або повністю знижує його стійкість до впливу мікроорганізмів. Головна проблема переробки відходів у тому, що вони можуть дуже швидко забродити або загнити, тому не здатні довго зберігатись.

До використання відходів консервного виробництва можна також віднести отримання фруктового порошку, що широко застосовується в харчовій промисловості для виготовлення цукерок, тортів тощо. Вичавлення подрібнюють у грануляторі і сушать у тунельних сушарках спочатку при температурі 110 – 140 °С, а потім – при 70 – 95 °С. Після сушіння вичавки охолоджують, подрібнюють у дробарці, просіюють і фасують у полімерні мішки.

Раціональне використання відходів консервного виробництва може стати ще одним джерелом прибутку вашого підприємства, а інвестиції в технологічну лінію для їхньої переробки окупляться дуже швидко.

### Висновки за розділом

В даному розділі кваліфікаційної роботи було розроблено карту безпеки праці оператора установки для обробки сухофруктів у полі НВЧ, обговорене та визначено шляхи утилізації відходів консервного виробництва.

## 5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

### 5.1 Організація проведення дослідження

Перелік робіт, передбачений ходом дослідження з встановлення впливу техніко-технологічних параметрів процесу обробки сухофруктів в полі НВЧ на їх якісні показники, наведений у табл. 5.1.

Відповідно до плану проведення дослідження будується сітьовий графік – графічна модель, що відображає майбутню роботу або процес у вигляді окремих етапів і дозволяє шляхом розрахунків визначити оптимальний варіант її виконання. На стадії реалізації сітьовий графік забезпечує можливість оперативного управління ходом виконання роботи (рис. 5.1).

Таблиця 5.1 – План проведення дослідження

Шифр робіт $i-j$	Найменування робіт	Тривалість робіт $t_{ij}$ , днів
1	2	3
1-2	Вибір тематики досліджень	1
2-3	Літературний пошук за тематикою досліджень	12
3-4	Складання плану науково-дослідної роботи	3
4-5	Розробка методів та методик проведення досліджень	3
5-6	Підготовка дослідних зразків сухофруктів	2
6-7	Підготовка обладнання для проведення досліджень	15
7-8	Визначення впливу поля НВЧ на загальні мікробне число сухофруктів	4
7-9	Дослідження впливу поля НВЧ на фізико-хімічні показники сухофруктів	3
7-10	Дослідження впливу поля НВЧ на органолептичні показники сухофруктів	2
8-11	Аналіз та обробка отриманих результатів дослідження	1
9-11		1
10-11		1
11-12	Обробка результатів експериментальних даних	4
12-13	Підготовка матеріалу до оприлюднення	5
13-14	Формування демонстраційного матеріалу	4

Відповідно до плану проведення дослідження будується сітвовий графік – графічна модель, що відображає майбутню роботу або процес у вигляді окремих етапів і дозволяє шляхом розрахунків визначити оптимальний варіант її виконання. На стадії реалізації сітвовий графік забезпечує можливість оперативного управління ходом виконання роботи (рис. 5.1).

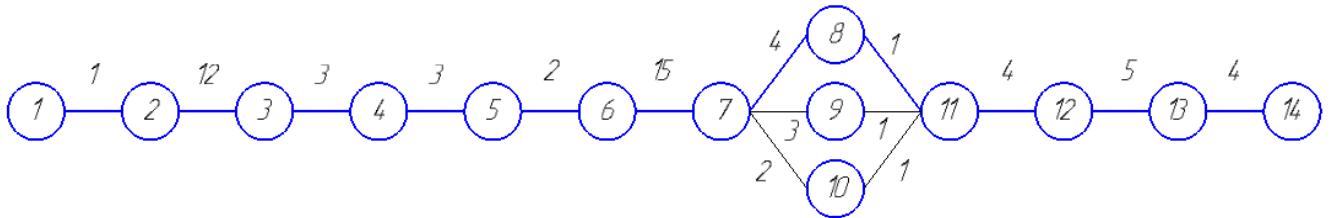


Рисунок 5.1 – Сітвовий графік проведення науково-дослідної роботи

Використовуючи сітвовий графік, знаходять повний шлях – тривалість послідовних робіт від початкової події до кінцевої.

$$L_{1-2-3-4-5-6-7-8-12-13-14-15}^1 = 1 + 18 + 2 + 3 + 3 + 20 + 4 + 1 + 4 + 5 + 4 = 65;$$

$$L_{1-2-3-4-5-6-7-9-12-13-14-15}^2 = 1 + 18 + 2 + 3 + 3 + 20 + 3 + 1 + 4 + 5 + 4 = 62;$$

$$L_{1-2-3-4-5-6-7-10-12-13-14-15}^3 = 1 + 18 + 2 + 3 + 3 + 20 + 5 + 1 + 4 + 5 + 4 = 66;$$

Шлях, який має максимальну тривалість називають критичним. У нашому випадку критичним є четвертий шлях з тривалістю в 66 днів.

## 5.2 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження

Витрати, пов'язані з проведенням дослідження, визначаються за допомогою кошторису витрат. До них належать: витрати на матеріали, електроенергію, нарахування на заробітну плату, амортизацію, накладні витрати.

Витрати на основні та побічні матеріали розраховують за формулою:

$$M = \sum m_1 \cdot C_1, \quad (5.5)$$



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

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

Результати розрахунку витрат на матеріали наведені в табл. 5.4.

Таблиця 5.4 – Необхідна кількість основних матеріалів та їх вартість

Найменування, одиниці	Кількість	Ціна, грн	Сума, грн
Чорнослив, кг	2	70,00	140,00
Курага, кг	2	80,00	160,00
Родзинки, кг	2	80,00	160,00
Всього			460,00

Заробітна плата людей, що приймали участь у дослідженнях, визначається множенням середньочасового заробітку працівника на кількість витраченого часу. Результати розрахунку наведені в табл. 5.5.

Таблиця 5.5 – Розрахунок витрат на заробітну плату

Посада	Середньомісячний заробіток, грн	Середньочасовий заробіток, грн	Кількість людино-годин	Сума, грн
Дипломний керівник	8300	49,40	15	741,00
Всього				741,00

Нарахування на заробітну плату приймаються у розмірі 22 % єдиного податку. Від загальної суми заробітної платні вони складають:

$$H = \frac{741,00 \cdot 22}{100} = 163,02 \text{ грн.}$$

Затрати на витрачену електроенергію визначають за формулою:

$$E = M \cdot K \cdot T \cdot a, , \quad (5.6)$$

де  $M$  – потужність встановленого електрообладнання, кВт;

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

$T$  – час роботи на установці, год;

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

Затрати енергії на роботу мікрохвильової печі:

$$E_{m.n.} = 3,1 \cdot 0,9 \cdot 16 \cdot 1,68 = 74,99 \text{ грн.}$$

Затрати енергії на роботу персонального комп'ютера:

$$E_{n.k.} = 0,9 \cdot 0,9 \cdot 248 \cdot 1,68 = 337,48 \text{ грн.}$$

Загальні затрати електроенергії складають:

$$E = E_{m.n.} + E_{n.k.} = 74,99 + 337,48 = 412,47 \text{ грн.}$$

Витрати на амортизацію устаткування, що використовується в процесі проведення досліджень, розраховуємо за формулою:

$$A = \frac{\Phi \cdot H \cdot t}{100 \cdot 12}, \quad (5.7)$$

де  $A$  – амортизаційні відрахування, грн;

$\Phi$  – вартість устаткування, грн;

$H$  – річна норма амортизації, %;

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

365 – кількість днів у році.

Результати розрахунків витрат на амортизацію наведені в табл. 5.6.

Таблиця 5.6 – Результати розрахунків витрат на амортизацію

Устаткування	Вартість, грн	Річна норма амортизації, %	Тривалість роботи, днів	Витрати на амортизацію, грн
Мікрохвильова піч «Samsung» модель PG81R.	4800,00	10	2	2,63
Персональний комп'ютер	10500,00	24	31	214,02
Всього				216,65

Накладні витрати пов'язані з обслуговуванням та управлінням виробництвом. До них відносять: витрати на оплату праці обслуговуючого та адміністративно-управлінського персоналу. Накладні витрати, що включають витрати пов'язані з обслуговуванням установки, приймаються рівними 80 % розрахованої заробітної плати виконавців дослідження і становлять:

$$\frac{741,00 \cdot 80}{100} = 592,80 \text{ грн.}$$

Кошторис витрат на проведення дослідження наведений в табл. 5.7.

Таблиця 5.7 – Кошторис витрат на проведення дослідження

Витрати	Сума, грн.
Основні матеріали	460,00
Заробітна плата	741,00
Нарахування на заробітну плату	163,02
Електроенергія	412,47
Амортизація	216,65
Накладні витрати	592,80
Всього	2585,94

Аналіз показав, що на першому місці стоять витрати на заробітну плату і накладні витрати.

### 5.3 Розрахунок вартості дослідження

Науково-дослідна робота належить до фундаментальних досліджень, тому ціна визначалась на основі витрат на дослідження і рентабельності:

$$Ц = C + \frac{P \cdot C}{100}, \quad (5.8)$$

де  $Ц$  – вартість дослідження, грн;

$C$  – витрати на дослідження, грн;

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

$$Ц = 2585,94 + \frac{30 \cdot 2585,94}{100} = 3361,72 \text{ грн.}$$

Витрати на проведені дослідження становлять 3361,72 грн.

### Висновки за розділом

Встановлено, що найбільшими статтями витрат під час проведення дослідження є витрати на заробітну плату та накладні витрати, які складають 741,00 грн та 592,80 грн. Загалом, з урахуванням 30 % нормативної рентабельності вартість проведеного дослідження становить 3361,72 грн.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Проведено аналіз опублікованих в літературі і які використовуються в технологічному процесі при переробці сировини методів його оздоровлення, показує, що традиційні хімічні та біологічні прийоми знищення мікроорганізмів не забезпечують достатньої біологічної ефективності. Крім того, більшість використовуваних при знезараженні реагентів створюють екологічні проблеми з огляду на те, що сухофрукти після обробки використовуються безпосередньо в їжу.

Встановлено, що найбільш перспективно зарекомендував себе метод обробки полем НВЧ, він однаково ефективний, як в захисті від комплексу патогенних мікроорганізмів, так і в збереженні органолептичних, смакових і фізико-хімічних властивостей сухих плодів і ягід.

2. Розроблено методики проведення експериментальних досліджень, що базуються на теоретичних положеннях і методах планування експерименту та дозволяють оцінити кількісні характеристики досліджуваного процесу знезараження полем НВЧ сухофруктів при мінімізації обсягу експериментальних досліджень по звільненню сухофруктів від шкідливої мікрофлори.

3. Результати досліджень щодо впливу ЕМПНВЧ на мікрофлору показують, що повне знезараження сухофруктів від загального мікробного забруднення відбувається в діапазоні рівнів параметрів: швидкість нагріву 0,6 °С/с, час обробки 60 с.

4. Під впливом поля НВЧ змінюються фізико-хімічні властивості та якісні показники сухофруктів. Ефективними параметрами є: швидкість нагріву 0,6 °С/с, експозиція 60 с, при яких відбувається підвищення: цукру в 1,1 – 1,5 рази; вмісту органічних кислот в куразі і чорносливі в 1 – 1,5 рази. Вологість продукції знижується в середньому на 1 %.

5. Розроблено карту безпеки праці оператора установки для обробки сухофруктів у полі НВЧ, обговорене та визначено шляхи утилізації відходів консервного виробництва.

6. Встановлено, що найбільшими статтями витрат під час проведення дослідження є витрати на заробітну плату та накладні витрати, які складають 741,00 грн та 592,80 грн. Загалом, з урахуванням 30 % нормативної рентабельності вартість проведеного дослідження становить 3361,72 грн.

## БІБЛІОГРАФІЯ

1. Мельник Ю. О. Аналіз ефективності функціонування плодоовочеконсервних підприємств Тернопільської області // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету ім. В. Гнатюка. Серія: економіка. - 2005. - № 18. - С. 257- 259.
2. Осипов П.В. Інтегральний продуктивний потенціал харчової промисловості. - Одеса: Інститут проблем ринку та економіко-екологічних досліджень НАН України, 2004. - 289 с.
3. <https://newsua.one/econ/76887-pererobka-v-dhodiv-virobnictva-konserviv-v-ukraini.html>
4. <http://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/18504/%D0%9F%D1%80%D0%BE%20%D0%B1%D0%B5%D0%B7%D0%B2%D1%96%D0%B4%D1%85%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D1%96%20%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%97.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
5. <https://studfile.net/preview/9634294/page:3/>.
6. <http://um.co.ua/9/9-5/9-5939.html>.
7. <https://jobs.ua/rus/dkhp/articles-881>.
8. <https://core.ac.uk/reader/249317960>.
9. <https://agrarii-razom.com.ua/culture-variety/akademichna>.
10. Назарова А.І., Фан-Юнг А.Ф. Технологія плодоовочевих консервів, 2-ге вид., Перероб. і доповн. - К.: 2001. - 240 с.
11. Купчик М.П., Гандзюк М.П., Степанець І. Ф., Вендичанський В.Н., Литвиненко А.М., Іваненко. О. В. «Основи охорони праці» - 132с.
12. ДСТУ 4623-2006 «Цукор білий. Технічні умови»
13. ДСТУ 7525:2014 «Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості»
14. ДСТУ ISO 9056-2001 «Тара скляна. Технічні умови»
15. ДСТУ 4518-2008 «Етикетка»

16. ДСТУ 9142:2019«Ящики.Тара»
17. ДСТУ 4900-2007 «Джем, конфітю, повидлю. Загальні технічні умови»
18. Marshall R. T. Ice Cream / Marshall R. T., Goff H. D., Hartel R. W. – [6th Edn.] – New York: Kluwer Academic, 2003. – 371 p.
19. Kilara A. Ice cream and frozen desserts / A. Kilara, R. Chandan, N. Shah // Dairy Processing & Quality Assurance. – Eds. : Wiley-Blackwell: New Delhi, India, 2008. – P. 364– 365.
20. Clarke C. The Science of Ice Cream / Clarke C. – The Royal Society of Chemistry: Cambridge, UK, 2004. – 241 p.
21. Goff H. D. Ice cream and frozen desserts / H. D. Goff, R. W. Hartel // Frozen Foods; Hui, Y.A., Ed.; Marcel Dekker: New York, 2004. – P. 494–565.
22. Hartel, R. W. Ice crystallization during the manufacture of ice cream / R. W. Hartel // Trends in Food Science & Technology. – 1996. – № 7. – P. 315–321.
23. Clarke C. The Science of Ice Cream / C. Clarke // The Royal Society of Chemistry: Cambridge, UK. – 2004. – P. 13-59.
24. Thomas E. L. Structure and properties of ice cream emulsions / Thomas E. L. // Food Technol. – 1981. – P. 35–41.
25. Arbuckle W. S. Ice Cream / Arbuckle W. S. (Fourth edition). Westport Connecticut: The Avi Publishing Company, Inc., 1986. – 483 p.
26. Goff H. D. Changing the ice in ice cream / H. D. Goff, A. Regand, B. Tharp // Dairy Industry International. – 2002. – Vol. 67, № 1. – P. 30–32.
27. The structure of ice cream / Berger K. G., Bullimore B. K., White G. W. [et al.] // Dairy Ind. – 1972. Aug. – P. 419–424, – 1997. Sept. – P. 493–497
28. Turan S. Interaction of Fat and Air in Ice Cream / S. Turan, M. Kirkland, P. A.Trusty // Dairy Industry International. – 1999. – Vol. 64, № 1. – P. 27–31.
29. Koxholt M. M. R. Effect of the Fat Globule Sizes on the Meltdown of Ice Cream / M. M. R. Koxholt, B. Eisenmann, J. Hinrichs // Journal of Dairy Science. – 2001. – Vol. 84, № 1. – P. 31–37.



30. Patel M. R. Increasing The Protein Content of Ice Cream / M. R. Patel, R. J. Baer, M. R. Acharya // *Journal of Dairy Science*. – 2006. – Vol. 89, № 5. – P. 1400–1406.
31. Flores A. A. Recrystallization in ice cream after constant and cycling temperature storage conditions as affected by stabilizers / A. A. Flores, H. D. Goff. *J. Dairy Sci.* – 1999. – № 82. – P. 1408–1415.
32. Hartel R. W. Mechanisms and kinetics of recrystallization in ice cream / R. W. Hartel // *Properties of Waters in Foods : ISOPOW 6* ; Reid, D. S., Ed., Blackie Academic & Professional : New York, – 1998. – P. 287–319.
33. Bayardo Karla. Effects of Stabilizers and Processing on the Microstructure and Stability of a Model of Ice Cream: A Thesis for the degree of Master of Science / Bayardo Karla – Canada: Guelph , 2001. – 175 p.
34. Protein-polysaccharide interactions / J. L. Doublier, C. Garnier, D. Renand,, C. Sanchez // *Current Opinion in Colloid & Interface Science*. – 2000. – № 5. – P. 202–214.
35. Goff H. D. Hydrocolloid applications in frozen foods: an end-users viewpoint / H. D. Goff, P. A Williams // *Gums and Stabilizers for the Food Industry*. Ed.; Royal Society of Chemistry: Dorset, UK. – 2006. – № 13. – P. 403–412.
36. Dickinson E. Hydrocolloids at interfaces and the influence on the properties of dispersed systems / E. Dickinson // *Food Hydrocolloids*. – 2003. – №17. – P. 23– 39.
37. Eisner M. D. Air cell microstructure in high viscous ice cream matrix / M. D. Eisner, H. Wildmoser, E. J. Windhab // *Colloids and Surfaces & Physicochemical and Engineering Aspects*. – 2005. – P. 263, 390–399.
38. Скалецька Л.Ф., Подпрятков Г.І. Біохімічні зміни продукції рослинництва при її зберіганні та переробці: навч. посібник. Київ: Видавничий центр НАУ. 2007. 288 с.
39. Зберігання і переробка продукції рослинництва: навч. посібник. Г.І. Подпрятков та ін. Київ: Мета, 2002. 495 с.

40. Найченко В.М., Осадчий О.С. Технологія зберігання і переробки плодів та овочів з основами товарознавства: підруч. для студ. вищ. навч. закл.. Київ : Школяр, 2007. 502 с.

41. Найченко В.М. Практикум з технології зберігання і переробки плодів та овочів з основами товарознавства: [для студ. вищ. навч. закл.] / В.М. Найченко, І.Л. Заморська. Умань, 2010. 211 с.

42. Осокіна Н.М., Гайдай Г.С. Технологія зберігання і переробки продукції рослинництва : підруч. Умань, 2005. 614 с.

43. Литовченко О.М., Токар А.Ю. Виноробство із плодів та ягід: підручник. Умань: УВП, 2007. 430 с.

44. Скрипников Ю.Г. Технологія переробки плодів та ягід : підручник. Київ: Урожай, 1991. 268 с.

45. Осокіна Н.М. Василюшина О.В. Наукове обґрунтування нових технологій тривалого зберігання і переробки плодів вишні: монографія. Умань: Візаві, 2014. 192 с

46. Технології консервування плодів та овочів: підручник. О.І. Аністратенко та ін.; за ред. А.Ю. Токар. Умань: Сочінський, 2015. 568 с.

47. Технології зберігання, консервування та переробки плодів і овочів: підручник. Калайда К.В. та ін. Мелітополь: Люкс. 2017. 291 с.

48. Калина В.С., Гезь Я.В. Удосконалення рецептури пастильних кондитерських виробів із використанням цикорію і топінамбуру. *Вісник Національного технічного університету «ХП»*. Серія: Нові рішення у сучасних технологіях, 2021. №3(9), С. 26–32.

49. Інноваційні методи обробки продовольчої сировини / С.Ю. Миколенко, О.В. Гончарова, А.М. Пугач, А.В. Купченко, В.С. Кошулько, Я.В. Гезь: Монографія. Дніпро: Журфонд, 2017. 224 с.

50. Handbook of Vegetables and Vegetable Processing, 2nd Edition. Muhammad Siddiq (Editor), Mark A. Uebersax (Editor). 2018. 1104 p.