

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ**

**Інженерно-технологічний факультет**

Кафедра технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції

**П о я с н ю в а л ь н а   з а п и с к а**

до дипломної роботи  
ступеня вищої освіти «Магістр»  
на тему:

**Обґрунтування впливу попередньої обробки на  
якість сушених яблук**

**Виконав:** студент 2 курсу, групи МГХТ-1-19  
за спеціальністю 181 «Харчові технології»

\_\_\_\_\_ Леснік Костянтин Володимирович

**Керівник:** \_\_\_\_\_ Кошулько Віталій Сергійович

**Рецензент:** \_\_\_\_\_

Дніпро 2020

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції

Ступінь вищої освіти: «Магістр»

Спеціальність: 181 «Харчові технології»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри

технології зберігання і переробки

сільськогосподарської продукції

доктор технічних наук, професор

Чурсінов Ю.О.

\_\_\_\_\_

(підпис)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 р.

**З А В Д А Н Н Я  
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Лесніка Костянтина Володимировича

1. Тема роботи «Обґрунтування впливу попередньої обробки на якість сушених яблук».

Керівник роботи Кошулько Віталій Сергійович, кандидат технічних наук, доцент, затверджені наказом закладу вищої освіти від «29» вересня 2020 року № 2397.

2. Строк подання студентом роботи 27 листопада 2020 року

3. Вихідні дані до роботи 1. Літературні джерела та періодичні видання.

2. Наукова та науково-технічна документація, що стосується питань теплової обробки овочів та фруктів з метою покращення їх показників якості.

3. Нормативно-технологічна документація. 4. Патентна документація.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1 Огляд літератури. 2 Об'єкти та методики досліджень.

3 Дослідна частина. 4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

5 Організаційно-економічна частина. Загальні висновки. Список джерел посилання. Додатки.

## 5. Перелік демонстраційного матеріалу

1 Огляд літератури. 2. Мета та задачі досліджень. 3. Дослідне устаткування. 4 Дослідна частина. 5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. 6 Кошторис витрат на проведення досліджень. Загальні висновки.

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1 – 4	Кошулько В.С., доцент	29.09.2020	27.11.2020
5	Кравець В.В., доцент	29.09.2020	27.11.2020
6	Павленко О.С., доцент	29.09.2020	27.11.2020

7. Дата видачі завдання 29 вересня 2020 року.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	29.09-30.09.20	виконано
2	Огляд Літератури	01.10-11.10.20	виконано
3	Об'єкти та методики досліджень	12.10-25.10.20	виконано
4	Дослідна частина	26.10-01.11.20	виконано
5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	02.11-20.11.20	виконано
6	Організаційно-економічна частина	21.11-24.11.20	виконано
7	Загальні висновки та список джерел посилання	25.11-26.11.20	виконано
8	Розробка та підготовка демонстраційного матеріалу	27.11.20	виконано

**Студент**

\_\_\_\_\_ ( підпис )

Леснік К.В.

**Керівник роботи**

\_\_\_\_\_ ( підпис )

Кошулько В.С.

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка дипломної роботи містить 95 сторінок друкованого тексту, 18 рисунків та ілюстрацій, 16 таблиць та використано 100 літературних джерел посилань.

Мета досліджень – підвищення якості сушених яблук шляхом розробки комплексу підготовчих технологічних операцій з фіксованими параметрами і режимами.

Об'єкт дослідження – процеси попередньої обробки та сушіння сортів яблук вітчизняного походження.

Предмет дослідження – взаємозв'язок технологічних параметрів процесів підготовки та сушіння яблук з якісними показниками готового продукту.

Свіжі плоди і овочі в процесі зберігання зазнають різних мікробіологічних, біохімічних та ферментативних змін, які призводять до зниження їх рівня якості. Одним із засобів пригнічення зростання мікроорганізмів і ферментативної активності є видалення вологи шляхом природної або штучної сушки.

Рослинна сировина, як об'єкт сушіння, характеризується великою кількістю води і малим вмістом сухих речовин. Основна частина води знаходиться у вільному вигляді і тільки близько 5 % зв'язані з клітинними колоїдами і міцно утримуються. Цим пояснюється легкість висушування фруктів та овочів, до масової частки вологи 12 – 14 % і ускладнює видалення залишкової вологи.

Ключові слова: ЯБЛУКА, СУШКА, ІЧ-ОПРОМІНЕННЯ, НВЧ-ПОЛЕ, НАГРІВ, ТЕМПЕРАТУРА, СУХА РЕЧОВИНА, ТРИВАЛІСТЬ, ВОЛОГА, ФРУКТИ.

## ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	9
1.1 Характеристика яблук в якості об'єктів сушки	9
1.1.1 Обґрунтування вибору яблук в якості об'єкта досліджень	9
1.1.2 Проведення сортовідбору яблук, призначених для сушіння	11
1.1.3 Хімічний склад свіжих і сушених яблук	11
1.1.4 Біохімічні і структурні зміни яблук в процесі сушіння	13
1.2 Характеристика варіантів операцій по підготовці яблук до сушіння	14
1.3 Вплив способів і умов зберігання на якість сировини і готової продукції	19
1.4 Обґрунтування вибору мети і завдань досліджень і елементів технології сушіння	24
1.4.1 Обґрунтування вибору способу сушіння	24
1.4.2 Обґрунтування вибору типу і виду сушильної установки для проведення досліджень	25
Висновки до розділу	26
2 ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИКИ ДОСЛІДЖЕНЬ	28
2.1 Умови проведення досліджень	28
2.2 Характеристика установки SELF COOKING CENTER та установки ІЧ-опромінення	28
2.3 Оцінка якості сировини і готової продукції	32
2.3.1 Визначення органолептичних показників якості	32
2.3.2 Визначення масової частки вологи, вмісту вітаміну С і масової частки цукрів	32
2.3.3 Визначення розварюваності сушених овочів	32
2.4 Об'єкти досліджень	32
Висновки до розділу	33

3 ДОСЛІДНА ЧАСТИНА	34
3.1 Характеристика якості сировини і готової продукції	34
3.2 Результати сортовідбору яблук, призначених для сушіння	36
3.3 Вплив очищення сировини на якість готової продукції і тривалість сушіння	37
3.4 Вплив попередньої теплової обробки на якість готової продукції	44
3.5 Вплив попередньої обробки ІЧ-променями на якість готової продукції і тривалість сушіння	49
3.6 Результати зміни якісних характеристик при зберіганні сушених яблук	54
Висновки до розділу	59
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	61
4.1 Дослідження та оцінка стану охорони праці в ПП «Біолайт»	61
4.2 Рекомендації щодо покращення стану охорони праці в ПП «Біолайт»	66
4.3 Розрахунок штучного освітлення виробничого приміщення лабораторії ПП «Біолайт»	66
4.4 Вимоги безпеки праці для оператора обладнання для сушки фруктів ІЧ-опроміненням	68
4.5 Безпека в надзвичайних ситуаціях у разі вибуху	72
Висновки по розділу	74
5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	75
5.1 Організація проведення дослідження	75
5.2 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження	80
5.3 Розрахунок вартості дослідження	83
Висновки до розділу	83
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	84
СПИСОК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	86
ДОДАТКИ	

## ВСТУП

В останнє десятиліття в плодоовочевій промисловості відбулася істотна зміна якості консервування продукції ряду асортиментних груп. В першу чергу це стосується фруктових соків і нектарів, томатної пасты, сушеної плодоовочевої продукції і багатьох інших продуктів [60].

Свіжі плоди і овочі в процесі зберігання зазнають різних мікробіологічних, біохімічних та ферментативних змін, які призводять до зниження їх рівня якості. Одним із засобів пригнічення зростання мікроорганізмів і ферментативної активності є видалення вологи шляхом природної або штучної сушки.

Рослинна сировина, як об'єкт сушіння, характеризується великою кількістю води і малим вмістом сухих речовин. Основна частина води знаходиться у вільному вигляді і тільки близько 5 % зв'язані з клітинними колоїдами і міцно утримуються. Цим пояснюється легкість висушування фруктів та овочів, до масової частки вологи 12 – 14 % і ускладнює видалення залишкової вологи.

Для того, щоб відповідати вимогам сучасного покупця, висушений харчовий продукт повинен мати високі показники якості, як органолептичні, так і фізико-хімічні. Оптимальний режим сушіння повинен здійснюватися при мінімальних витратах тепла і енергії і полягати в максимальному збереженні хіміко-технологічних показників якості сировини, що використовується для сушки.

Дослідження останніх років спрямовані на вдосконалення елементів технології сушіння, які б забезпечували максимальну збереженість харчових і смакових властивостей продукту, а також високу ефективність процесу [53].

Якість сушеної плодоовочевої продукції багато в чому залежить від комплексу і параметрів підготовчих операцій сировини і напівфабрикатів [68].

Мета досліджень – підвищення якості сушених яблук шляхом розробки комплексу підготовчих технологічних операцій з фіксованими параметрами і режимами.

Відповідно до поставленої мети і на підставі аналізу літературних джерел необхідно вирішити наступні завдання досліджень

- дати обґрунтування вибору яблук в якості предмета досліджень;
- провести аналіз впливу очищення сировини, попередньої теплової обробки і попередньої обробки інфрачервоними променями на тривалість сушіння та якість готової продукції;
- проаналізувати динаміку змін якісних показників сушених яблук протягом заданого періоду зберігання;
- обґрунтувати вибір комплексу оптимальних підготовчих операцій і тимчасового інтервалу сушки;
- дослідити стан охорони праці в ПП «Біолайт»;
- виконати розрахунок кошторису витрат на проведення досліджень.

Об'єкт дослідження – процеси попередньої обробки та сушіння сортів яблук вітчизняного походження.

Предмет дослідження – взаємозв'язок технологічних параметрів процесів підготовки та сушіння яблук з якісними показниками готового продукту.



## 1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

### 1.1 Характеристика яблук в якості об'єктів сушки

#### 1.1.1 Обґрунтування вибору яблук в якості об'єкта досліджень

Фрукти як об'єкти сушіння характеризуються невеликим вмістом сухих речовин і великим вмістом води. До складу фруктів входять цукри, крохмаль, вуглеводи, ліпіди, пектинові речовини, білкові речовини.

Фрукти і ягоди як об'єкти сушіння відрізняються від овочів більш тривалим циклом висушування, що пояснюється в них високим вмістом цукрів і наявністю амінокислот, що ускладнює застосування високих температур сушильного агента, щоб уникнути карамелізації цукрів; наявністю пектинових речовин, які здатні утримувати вологу; наявністю тонкої, міцної шкірки, яка захищає поверхню від випаровування [39, 64].

Яблуко є плодом яблуні, який люди вживають в їжу як в свіжому вигляді, так і після термічної обробки, так само яблука служать сировиною для кулінарної продукції і для приготування різних напоїв.

Яблука сушать різними способами: в духових шафах, акустичним сушінням, сублімації, прямо на сонці і ін., отримуючи смачні сухофрукти.

Яблуко – один з найпопулярніших дієтичних продуктів. Завдяки набору корисних речовин воно сприяє посиленню процесів обміну речовин в організмі. Яблука – це не просто харчовий продукт, наповнений клітковиною, а ще й цінним вітамінно-мінеральним комплексом, який до того ж має багато харчових волокон [34].

Яблука є цінним природним джерелом вітаміну С. Кислі яблука більш багаті цим вітаміном. Також містять антибіотики – фітонциди, які згубно впливають на збудників вірусу грипу і інших хвороб. Яблука містять такі важливі природні кислоти, як яблучну, винну, лимонну.

Сушені яблука дуже корисні, ними можна харчуватися у будь-який час року. Їх можна їсти як сухими, так і варити з них компот. Вони багаті кальцієм,

калієм, залізом, натрієм, фосфором, йодом, сірою, міддю, молібденом і іншими елементами. Завдяки таким складовим, яблука позитивно впливають на обмінні процеси в організмі, внутрішньоклітинні та міжклітинні взаємодії речовин, покращують травлення і роботу кишківника, сприяють розвитку корисних бактерій всередині нього.

Яблука сушені рекомендують приймати вагітним, а також людям похилого віку. Вони добре впливають на нервову систему, імунітет, роботу пам'яті та інтелектуальні здібності. З'їдаючи кілька штук щоденно знижується вірогідність розвитку старчого недоумства і втрати пам'яті. Крім цього, яблука знижують розвиток ракових метастаз.

Через вміст заліза яблука рекомендують приймати людям, що страждають на анемію. Користь сушених яблук буде і хворим на гіпертонію. Яблука сушені знижують тиск і допомагають при тромбофлебіті. Сушені яблука корисні і при хронічному запаленні товстої кишки. Крім цього, яблука мають сечогінний ефект [33].

Такий довгий послужний список обґрунтований елементами, що входять в сушні яблука. Це і клітковина, і білок, і катехіни, і різні кислоти, і вітаміни (особливо вітамін С), і ефірні масла, і амігдалин, і флавоноїди, і фітонциди, і цукри, і пектини, і харчові волокна цей перелік можна продовжувати. Йоду яблука містять в 8 разів більше, ніж банани, і в 13 разів більше, ніж апельсини. Тому їх використовують для профілактики зубної хвороби.

Яблуко містить багато таких речовин і вітамінів, на які не впливають термічна обробка і високі температури.

Сушені яблука також добрі для заміни чіпсів і сухариків. Адже у них все натуральне, калорій набагато менше, а користі і вітамінів в рази більше.

Сушені яблука містять: цукри (до 12 %) – фруктозу, глюкозу, сахарозу, органічні кислоти (до 2,42 %) – яблучну, лимонну, винну, хлорогенову і арабінову, пектинів, дубильні і фарбувальні речовини, мінеральні солі, органічні сполуки заліза і фосфору, вітаміни – провітамін А – каротин (0,12 – 0,3 мг %), вітамін С (5 – 64,2 мг %) і ефірну олію. До складу ефірної олії входять оцтовий

альдегід і складні ефіри амілового спирту з мурашиною, оцтовою, капроною та каприловою кислотами. Шкірка плодів містить флавоноїди [68,69].

### 1.1.2 Проведення сортовідбору яблук, призначених для сушіння

Яблука для сушіння використовують кислі і кисло-солодкі осінніх і зимових сортів (Антонівка, Апорт, Коричне, Аніс і ін.). Солодкі яблука малоприсадатні для сушіння, так як з них виходить погано розварюваний, неароматний і несмачний сушений продукт. Ранні сорти для сушіння не застосовують, оскільки готовий продукт з них виходить низької якості і вихід його невеликий [52].

Для сушіння вибирають сорти з високим вмістом сухих речовин, цукрів, органічних кислот і вітамінів, переважно з щільною білою м'якоттю.

### 1.1.3 Хімічний склад свіжих і сушених яблук

Кожен сорт дикорослих і культивованих яблук має свої характерні особливості і різний хімічний склад. Все залежить від походження, умов зростання, ступеня зрілості плодів. Все це визначає харчові властивості, смак і використання. Хімічний склад яблук дуже різноманітний і багатий. У 100 грамах їстівної частини свіжих яблук міститься 11 % вуглеводів, 0.4 % білків, до 86 % води, 0,6 % клітковини і 0.7 % органічних кислот, серед яких яблучна і лимонна. Крім того, в яблуках виявлені жирні летючі кислоти: уксусна, масляна, ізомасляна, капронова, пропіонова, валеріанова, ізовалеріанова. Яблука містять також дубильні речовини і фітоциди, є бактерицидними речовинами [13].

Біологічно активні речовини, які визначають смак і біологічну цінність сировини: поліфеноли, вітаміни, органічні кислоти, мінеральні речовини найбільш схильні до несприятливих змін при підготовці матеріалу до сушіння, а також в процесі самої сушки, що і призводить до зниження біологічної цінності готового продукту.

Гідрофільні речовини в клітині знаходяться у вигляді водних розчинів гідрофобні – у вигляді емульсій і колоїдних розчинів. Всі біохімічні реакції, що протікають в яблуках як у вихідній сировині, нерозривно пов'язані з водою.

Високий вміст моноцукрів призводить при сушінні до реакції меланоїдіноутворення і потемніння продукту. Крім цього, високий вміст цукрів в яблуках призводить до збільшення тривалості процесу сушіння.

Целюлоза, геміцелюлоза - основні компоненти, які утворюють каркас рослинної клітини, в воді не розчиняються і при сушінні практично не змінюються.

Пектинові речовини – мають здатність зв'язувати вологу і збільшують тривалість сушіння.

Поліфенольні речовини мають високу біологічну активність, грають роль у формуванні смаку, кольору, запаху. При технологічній обробці часто є причиною ферментативного потемніння.

Органічні кислоти легко розчиняються у воді і при митті (особливо очищеної і нарізаної сировини) спостерігаються значні їх втрати.

Вітаміни є дуже лабільними і чутливими до зміни температури і впливу кисню. Це необхідно враховувати, як при підготовці сировини до сушіння, так і в процесі самої сушки.

Мінеральні речовини при сушінні практично всі зберігаються. Але щоб уникнути їх втрат не можна довго тримати у воді очищену і нарізану сировину.

Харчова цінність сушених яблук складається з основних елементів хімічного складу та енергетичної цінності, відображених в таблицях 1.1 і 1.2.

Таблиця 1.1 – Вміст основних елементів хімічного складу свіжих яблук в 100 г продукту

Продукт	Вода, г	Білки, г	Жири, г	Цукри, г	Крохмаль, г	Клітковина, г	Органічні кислоти (в перерахунку на яблучну), г	Зольні елементи, г
Яблука свіжі	6,5	0,4	0	9,0	0,8	0,6	0,7	0,5

Таблиця 1.2 – Вміст мінеральних речовин, вітамінів і енергетична цінність свіжих яблук в 100 г продукту

Продукт	Мінеральні речовини, мг						Вітаміни, мг					Енергетична цінність, ккал
	Na	K	Ca	Mg	P	Fe	β- каротин	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	PP	C	
Яблука свіжі	6	48	6	9	1	0,6	0,03	0,03	0,02	0,30	6	38

Таким чином, яблука в якості сировини являють собою складний структурний об'єкт сушіння і зневоднення його без втрат харчових якостей є дуже важким завданням.

#### 1.1.4 Біохімічні і структурні зміни яблук в процесі сушіння

У процесі сушіння яблука, як і більшість видів рослинної сировини, зменшується в розмірах. Це природний процес при сушінні. Усадка – зменшення об'єму і розмірів матеріалу в процесі сушіння. Плоди відносяться до числа капілярно-пористих матеріалів, тому при сушінні дають значну усадку, зменшуючись в об'ємі в 3 – 4 рази. Усадка проходить рівномірно протягом всього процесу сушіння.

Побуріння в процесі сушіння викликається реакцією утворення між амінокислотами і відновлюючими цукрами, карамелізацією за рахунок термічного розкладання цукрів, а також ферментативними реакціями, пов'язаними з процесом окислення поліфенольних з'єднань. Найпоширеніший спосіб обмеження реакцій побуріння – сульфитація продуктів перед сушінням. В результаті цього підвищується критична температура сушки. Це дозволяє при протиточному сушінні підвищити температуру подаваного сушильного агента і, тим самим, збільшити продуктивність сушильних установок. Для обмеження реакцій побуріння використовують також обробку продуктів перед сушінням в розчинах аскорбінової або лимонної кислот в концентрації 0,1 %.

Більш сильний перегрів впливає на смакові і відновлювальні властивості, на харчову цінність сушених продуктів. Підгорання характеризується максимально допустимою критичною температурою. При нагріванні вище цієї температури продукт підгорає. Критична температура у однакових продуктів залежить від вологості.

Колір яблук при сушінні може змінитися і не тільки в результаті підгорання. Це може бути за рахунок реакцій окислення, якщо висушують продукти, які довго зберігалися в очищеному вигляді.

При сушінні матеріалу може спостерігатися таке явище як затвердіння, що на певному етапі процес сушіння практично зупиняє. Це відбувається за рахунок того, що на поверхні продукту утворюється практично непроникна для вологи тверда скоринка. За рахунок неї волога не може випаровуватися з поверхні продукту. Продукт всередині залишається вологим. Щоб цього уникнути, фрукти, висушувані в цілому вигляді і у виді великих шматків, в початковий період сушіння при високій відносній вологості висушують при низькій температурі сушильного агента. Наприклад, застосовують повітря з початковою температурою 50 – 55 °С і відносній вологості 60 – 65 %. Ці умови перешкоджають утворенню на поверхні твердої скоринки. Якщо продукти нарізані на дрібні шматочки, то поверхневого затвердіння не відбувається.

Зниження відновлювальної здатності викликається незворотним перегрівом продуктів. Він може відбуватися і без видимої зміни забарвлення (побуріння) [34].

## 1.2 Характеристика варіантів операцій по підготовці яблук до сушіння

Існує багато аргументів за і проти попередньої обробки фруктів і овочів перед сушінням. Правда в тому, що деякі продукти обов'язково потребують обробки, а інші – ні.

Одне з найбільш важливих речовин, що містяться у фруктах і овочах, це природні ензими. Це каталізатори, які забезпечують проростання з зерна, розвиток пагонів і листя, можливість плодоносити. Завдяки ензімам плоди

дозрівають. Але цим їх дії не обмежуються. Якщо їх не зупинити, плоди перестигають і починають гнити.

Сушка не зупиняє дію ензимів. Вона лише уповільнює її. Деякі продукти добре зберігаються і без попередньої обробки, інші продовжують втрачати колірні, смакові і поживні властивості після їх обробки. Деякі фрукти – яблука, банани, персики і абрикоси – значно темніють під час обробки і сушки. Особливо, якщо сушити на сонці. Потемніння не псує фрукт, але говорить про те, що ензими все ще надають свою дію на смак, колір і поживну цінність продукту.

Фрукти, як правило, не піддаються бланшуванню, так як це псує їх свіжий природний смак, а вміст кислот робить цей захід необов'язковим. Щоб уникнути потемніння і зберегти природний колір, їх найчастіше перед сушінням обробляють парами сірки.

Деякі фахівці, що мають багаторічний досвід в сушінні продуктів стверджують, що в попередній обробці немає необхідності, за умови, що продукти правильно підготовлені і швидко висушені. Більш того, вони говорять що продукти, що не піддаються попередній обробці зберігають більше природних вітамінів і корисних ензимів. За їх словами, попереднє бланшування надмірно розварює продукти, а інші способи, такі як обробка сіркою, додає в їжу небажані хімікати.

Тому єдино правильний вибір – знайти золоту середину між цими способами. Звичайно, ідея сушити продукти найбільш природним чином хороша, але до деяких яких випадках, попередня обробка необхідна для збереження свіжості смаку і біологічної цінності [63].

Виходячи з характеристики асортиментів сушених яблук, готова продукція може бути очищена і неочищена, сульфітована і нессульфітована, піддана і непіддана попередній високотемпературній тепловій обробці і т.д.

Очищення яблук застосовується для видалення зовнішніх покривних товстих клітин, з висохлої протоплазми. Після очищення збільшується поверхня контакту нарізаних часток яблук з теплоносієм й прискорюється процес сушіння, крім цього, очищений сушений продукт швидше відновлюється під час

розварювання. Істотними недоліками операції безпосередньо перед сушінням є збільшення втрат водорозчинних вітамінів до сушки, збільшення поверхні карамелізації цукрів, інтенсифікації реакції Майяра (неферментативного потемніння).

При підготовці плодів до сушки їх ріжуть на шматочки різних розмірів і форми: стовпчики, круги, часточки, стружку, кубики та пластинки. Це дуже впливає на швидкість сушіння, а, отже, на продуктивність сушильної установки. Зі зменшенням товщини шматочків продукту скорочується тривалість зневоднення і прискорюється час відновлення сушеного продукту при його кулінарній обробці. Якщо продукти нарізані на дрібні шматочки, поверхнєве затвердіння відбувається в меншому ступені [23].

Найбільшу перевагу віддають сушеним плодам, нарізаним у вигляді часточок і кубиків, оскільки такий продукт добре підходить для компотів, добре упаковується в упаковку і має дуже привабливий вигляд.

Наявність не до кінця, нерівномірно розрізаних частинок по товщині і ширині або злиплі частинки неприпустима, так як порушується режим сушки. Поверхня зрізу плодів повинна бути гладкою, рівною [52].

Сульфітацію застосовують для попередження потемніння матеріалів в процесі сушіння і зберігання. Сульфітація проводиться обробкою 0,1 – 0,5 % розчинами сульфіту, бісульфіту, піросульфіту шляхом занурення в них сировини на 2 – 3 хвилини або зрошення протягом 20 с після різання. Обробка також може проводитися обкурюванням газоподібними сірчистим ангідридом.

Розчини сірчистої кислоти і її солей є сильними відновниками, інактивують окислювальні ферменти і тим самим гальмують процеси ферментативного потемніння. Крім того, в процесі сульфітації  $\text{SO}_2$  приєднується до вільних карбонільних груп редукуючих цукрів, оберігаючи їх від реакції меланоїдиноутворення. При сульфітації порушується проникність клітинних оболонок. У сульфітованих продуктах краще зберігаються колір, вміст аскорбінової кислоти, але значно руйнується вітамін В [11, 36].



Розчини сірчистої кислоти і її солей не мають запаху, тому сульфитація проводиться в цеху на обладнанні, яке встановлюється в основну технологічну лінію.

При сушінні велика частина сірчистого ангідриду випаровується і в готових сушених продуктах він практично відсутній.

Бланшуванням плодоовочевої сировини називається короткочасна теплова обробка при певному температурному режимі в воді, паром або у водних розчинах солей, цукру, органічних кислот, лугів. Бланшування є дуже важливою попередньою операцією, від якої в значній мірі залежать якість продукту і втрати у виробництві. У перекладі на українську мову бланшування означає відбілювання. Однак в залежності від виду сировини, технології виготовлення тих чи інших консервів бланшування застосовується для різних цілей з досяганням різних результатів, основні з яких: припинення біохімічних процесів в продукті, знищення більшої частини мікроорганізмів, зміна об'єму і маси, підвищення проникності протоплазми клітин, зміна консистенції, видалення повітря, летючих речовин, клейстеризація крохмалю, збереження природного кольору продукту.

Бланшування допомагає досягти закріплення кольору, зберегти смакові якості і запах продукту. Цей процес призводить до прискорення процесу зневоднення, усуває розтріскування плодів, витікання соку при сушінні. Попередня теплова обробка прискорює наступні процеси кулінарного приготування страви з сушених яблук, тобто покращує їх набухаємість і розварюваність. Сушені яблука, які пройшли процес бланшування мають більшу стійкість при зберіганні, ніж небланшовані [31]. Бланшування допомагає забезпечити зниження активності ензимів, які руйнують вітаміни, а також зберегти смакові якості, при цьому втрата яблуками вітамінів може досягати до 30 %.

Бланшування інактивує оксіредуктазу, в тому числі більш стійку пероксидації, що гине лише після 3 хв прогріву в воді температурою 97 °С, і гідролази, закріплює фарбуючий пігмент – глюкокон, витісняє повітря (до 12 – 15 % об'єму) з міжклітинних ходів сировини, ущільнює тканини.

Крім того, бланшування сприяє змиванню воскового шару з поверхні шкірки і утворення «сітки» мікроскопічних тріщин, збільшенню проникності шкірки і прискоренню випаровування вологи при сушінні, гальмує окислення вітамінів, прискорює відновлення і разваювання сушених яблук. При бланшуванні порушується рівновага колоїдної системи клітин сировини, починається набухання і гідратація колоїдів і знижується гідрофільність білків, що полегшує сушку [15].

Вчені встановили, що пероксидаза і інші ферменти після їх інактивації теплом можуть регенеруватися. Тому потрібно передбачати такий режим бланшування, при якому неможлива подальша регенерація ферментів.

Режими бланшування залежать від температури і виду середовища, тривалості процесу і розміру часток. Бланшування нарізаних яблук проводиться в водяних або парових бланшувачах при температурі води або насиченої пари 94 – 100 °С протягом 3 – 8 хв. Бланшування у воді призводить до значно більших втрат водорозчинних речовин в порівнянні з бланшуванням паром [16].

На сьогоднішній день деякі фахівці в даній області висловлюють думки про нецільеспрямованість застосування попередньої теплової обробки [30].

Головним недоліком бланшування вважається істотна зміна фізико-хімічних властивостей, корисних мінеральних речовин, а так само сприяє видаленню повітря з тканин і припиняє діяльність окислюючих ферментів, що викликає псування продуктів під час зберігання [25, 27].

В результаті попередньої теплової обробки цукри, желюючі пектинові речовини і клейстеризований крохмаль, що містяться в плодах яблук, просочуються в міжклітинний простір, повністю заповнюючи його, забивають пори, тим самим перешкоджають видаленню вологи при сушінні. В процесі бланшування відбувається втрата фарбувальних речовин, відсутність яких негативно впливає на товарні властивості готових яблук.

На підставі останніх досліджень, при використанні мікрохвильового нагріву на початковому етапі сушіння, створюється оптимальна температура (70 – 80 °С), всередині шматочків яблук, що замінює попередню теплову обробку. Така

температура дає бланшуючий ефект. В результаті зниження швидкості сушки, знижується температура плодів яблук і вони досушуються до характерної підсушеної скоринки.

Найбільш актуальною і перспективною в даний момент є обробка продуктів інфрачервоними променями. У теперішній час використовують два варіанти обробки. Перший варіант передбачає застосування інфрачервоних променів в якості основного теплоносія протягом всього сушильного процесу. Другий варіант передбачає використання інфрачервоного випромінювання в якості попередньої теплової обробки перед основним етапом сушіння. Інфрачервоне випромінювання твердих тіл обумовлено збудженням молекул і атомів тіла внаслідок їх теплового руху. При поглинанні інфрачервоного випромінювання, що опромінюється тілом в ньому збільшується тепловий рух атомів і молекул, що викликає його нагрівання. Перенесення енергії відбувається від тіла з великим потенціалом перенесення тепла до тіла з меншим потенціалом. Для харчових продуктів глибина проникнення інфрачервоних променів досягає 6 – 12 мм. На цю глибину проникає невелика частина енергії випромінювання, але температура шару, що лежить на відстані 6 – 7 мм від поверхні матеріалу, зростає значно інтенсивніше, ніж при нагріванні конвективним способом. Короткохвильові інфрачервоні промені чинять сильніший вплив на харчові продукти як за рахунок великої глибини проникнення, так і більш ефективного впливу на молекулярну структуру продуктів [40].

### 1.3 Вплив способів і умов зберігання на якість сировини і готової продукції

У західних країнах велике значення надають проблемі зберігання сировини і харчових продуктів, завдяки різним способам і прийомам. Для досягнення бажаного результату харчові продукти піддають різноманітним видам впливів, наприклад: дезінфікуючими засобами, хімічними речовинами і впливу теплових, силових імпульсних полів, ультрафіолетових променів, мікроопромінення, бактеріальних ферментів, які знаходяться в регульованому газовому середовищі.

Проблема забезпечення зберігання продовольчих товарів актуальна не тільки в Україні, але і у всьому світі. Так, за даними ФАО, 25 % виробленої продукції гине, не доходячи до споживача. Чим нижча якість продукції і більше відстань перевезення, тим вище товарні втрати. Подовжені терміни зберігання, неможливість створення оптимальних умов перевезення та зберігання також сприяють зростанню втрат маси товарів на кожному етапі руху товару.

Таким чином, товарні втрати можуть виникати практично на всіх стадіях руху товару, причому їх розмір багато в чому визначається застосовуваними технологіями [22].

За 1990 – 2005 роки річне споживання фруктів і ягід на душу населення України не перевищило 35 кг при нормі 85 кг. Поряд з подальшим збільшенням виробництва плодів і ягід в результаті впровадження новітніх технічних, технологічних і організаційно-економічних заходів найбільшим резервом населення в найближчі роки є скорочення втрат і охорону якості плодово-ягідної продукції на всіх етапах: виробництво, зберігання, доведення до споживача [17, 19].

В практиці зберігання плодів та овочів знаходить широке застосування спосіб зберігання в регульованій атмосфері – РА. Цей спосіб заснований на зберігання плодів при відносно низькій температурі (0 – 4 °С) в газованому середовищі, збідненому киснем ( $O_2$ ) і збагаченому вуглекислим газом ( $CO_2$ ). Вплив зовнішніх факторів і, зокрема, газового складу атмосфери на життєдіяльність рослин, насіння і плодів давно привертало увагу вчених. Відомі дослідження в цьому напрямку мають більш ніж вікову давнину [45].

У нашій країні вперше дослідження в цій області проводилися в 1913 м Я.Я. Нікітинським, С.С. Загорянським і Ф.В. Церевітіновим. В Англії вивчення впливу  $CO_2$  на життєдіяльність рослинних організмів було розпочато Кіддом в кінці першої світової війни, перші сховища з РГС (регульоване газове середовище) введені в експлуатацію в 1928 р, а більш повні результати досліджень були опубліковані тільки в 1935 р Уже тоді встановили, що плоди різних сортів яблук неоднаково реагують на зміну газового складу середовища. РГС для зберігання

яблук і груш широко застосовується в Англії, Нідерландах, Швейцарії, Німеччині, Італії, Франції та інших європейських країнах, а також в США, Канаді та ін. Загальний об'єм зберігання зерняткових плодів в ряді країн значно зріс. В Англії з використанням цього методу зберігають 60 – 70 % всієї продукції, призначеної для довгострокового зберігання; в Італії, Франції, Бельгії і деяких інших країнах – від 35 до 45 %, в Угорщині близько 30 %, в Австралії – понад 20 %. Практичний досвід показує, що застосування РГС дозволяє значно подовжити терміни зберігання багатьох сортів яблук, зменшити втрати в масі (в 2 - 3 рази) без помітного зниження якості плодів. Розвитку цього методу сприяло також успішне застосування нових видів будівельних конструкцій для зберігання в РГС. Успіх зберігання плодів в РГС заснований на відповідному регулюванні в них процесів післязбирального дозрівання [66].

Багаторічні дослідження вчених показали, що використання прогресивних методів зберігання в регульованому газовому середовищі не забезпечує комплексний захист плодів від фізіологічних змін, а після вивантаження з камери фруктосховища плоди інтенсивно перестигають і уражаються фізіологічними і мікробіологічними хворобами.

Основна причина – накопичення етилену, який синтезується плодами або надходить з навколишнього середовища. Важливим аспектом розвитку зберігання плодово-ягідної продукції є застосування сучасних матеріалів, технологій та обладнання для створення стаціонарних спеціалізованих плодосховищ за умови можливості забезпечення обладнанням необхідного газового, температурного і вологісного режиму [18, 28].

Основними факторами, що впливають на якість і стійкість сушених фруктів при зберіганні, є хімічний склад сировини, способи підготовки його до сушіння, режими сушіння, вміст вологи в готовому продукті і умови зберігання.

Для здатності лежати сушених продуктів дуже важливо, щоб плоди, що надходять на сушку, були достатньо зрілими, здоровими, без механічних ушкоджень [35].

З підготовчих процесів велике значення для подальшого зберігання сушених продуктів має правильне бланшування сировини. Інактивує окислювальні ферменти, бланшування сприяє кращому збереженню сушеного продукту. Сульфитація сировини сприяє кращому збереженню кольору та С-вітамінній активності [52].

Сушені фрукти є органічними речовинами. У цих речовинах протікають фізико-хімічні процеси, які можуть вплинути на їх якість. Швидкість протікання цих процесів залежить багато в чому від способу обробки продуктів, умов зберігання та їх упаковки [23].

У процесі сушіння окремі плоди або шматочки висихають неоднаково. Явно недосушені шматочки або їх скупчення слід забирати з загальної маси і повертати на досушку. Що ж до основної маси висушених продуктів, то важливим завданням є вирівнювання вологості у всіх її частинах. Практично це легко досягається при утриманні висушених і охолоджених плодів у великих ємностях – скринях, засіках. В окремих шматочках і між сусідніми шматочками йде постійний рух вологи: якщо є шматочок з надмірною вологістю, а поруч пересушений, то через кілька годин або днів частина вологи з недосушеного шматочка випарується в навколишнє повітря, а звідти поглинеться сусіднім пересушеним шматочком. Таким чином, можна простим прийомом частково регулювати вологість сушених продуктів. Слід рекомендувати таку витримку для вирівнювання вологи. Але це ефективно лише в тому випадку, якщо загальний рівень вологості всієї маси висушеного продукту не вище максимальної межі, зазначеного для кожного виду сушеної продукції. Тому треба ретельно стежити за станом сушених плодів відразу після їх виходу. Якщо вони недосушені, їх слід не вивантажувати з сит, а досушити додатково.

Інша справа, якщо плоди виходять з сушарки в трохи пересушеному стані. Такі продукти не можуть запліснявіти або зіпсуватися, якщо, звичайно, вони будуть зберігатися в сухому приміщенні. Але зайве пересушування небажано з двох причин. По-перше, на пересушку витрачається зайвий час і тепла енергія, тобто виникають зайві матеріальні витрати. По-друге, більш тривала тепла дія

погіршує якість цих продуктів. Вони темніють, пригорають, погіршується їх відновлювальність при замочуванні перед вживанням в їжу.

До того ж зниження кінцевої вологості сушених продуктів у порівнянні з наведеними вище межами не дає ніякого ефекту при звичайних умовах зберігання їх в негерметичній тарі, тобто в ящиках, мішках і т.д. Як всередині маси продукту протікає постійний обмін вологи, так і між висušеним продуктом і навколишнім повітрям йде безперервний обмін вологи через пакувальний матеріал, якщо тільки він не забезпечує повної і надійної герметичності упаковки [70].

Режим зберігання сушених фруктів характеризується двома параметрами – температурою і відносною вологістю повітря в приміщенні складу [52].

Сушені плоди і ягоди містять до 40 – 50 % цукру від сухої маси, тому вони гігроскопічні. Тому головним фактором, що впливає на збереження сухофруктів, є вологість повітря. У сховищах при високій вологості сухофрукти вбирають вологу з повітря, що призводить до псування і зниження вмісту сухих речовин [44, 46].

Сухофрукти потрібно зберігати в герметичній тарі або ящиках з використанням щільного паперу. Попадання сонячних променів впливає негативно на якість продукції. Також якість продукції знижується в результаті пошкодження мікроорганізмами або шкідниками.

У сушених плодах при зберіганні можуть відбуватися неферментативні хімічні перетворення, пов'язані в першу чергу з окисленням. Спостерігаються потемніння, пов'язані з утворенням меланоїдинів, зміна смаку і аромату, втрата вітаміну С. Особливе значення це має відносно плодів після сублімаційної сушки. Продукти в цьому випадку являють собою пористе тіло з великою поверхнею контакту з киснем. Для них необхідна упаковка в бляшану герметичну тару, при чому бажано заповнити її інертним газом (азотом або вуглекислотою).

Сухофрукти зберігають у сховищах з гарною вентиляцією. Перед тим як завантажити продукцію їх ремонтують, закладають щілини і просушують. Якщо в сховищах виявляють шкідників проводять дезінфекцію, потрапляють гризуни закладають вікна і двері щільно прибивають сітки з чарунками в кілька

міліметрів. Сушені перші плоди закладають строго за видами продукції, сортам і терміном надходження в сховища. Зберігають в ящиках або коробках. Якщо немає контейнерів, яблука зберігають на стелажах, де вологість повітря не повинна перевищувати 70 %, а температура зберігання 5 – 20 °С. Так як при високій температурі продукція темніє. Для сушених фруктів термін зберігання не повинен перевищувати 12 місяців [1, 58].

#### 1.4 Обґрунтування вибору мети і завдань досліджень і елементів технології сушіння

Вибір оптимальної технології сушіння буде проводитися залежно від комплексу підготовчих технологічних операцій.

Щоб вибрати оптимальну технологію сушки для плодів, потрібно виділити пріоритети, які будуть головними в процесі.

При сучасному розвитку і вдосконаленні технології сушіння взято орієнтир на вдосконалення якісних характеристик сировини, на прискорення сушильного процесу, на зниження енергетичних і трудових витрат, на випуск сушеної продукції невеликими партіями з привабливою упаковкою і тривалими термінами зберігання і реалізації.

##### 1.4.1 Обґрунтування вибору способу сушіння

Одне з найбільш перспективних напрямків сушки, що відповідають заданим умовам – створення комбінованих способів, поєднуючи мікрохвильовий і конвективний нагрів, надаючи сировині знезаражувальний ефект, тим самим дозволяючи знизити зараженість мікроорганізмами, видалення вологи за більш короткий час, що використовують електрофізичні методи впливу на висушуваний матеріал [70].

Комбіновані способи сушіння застосовуються з метою підвищення економічності процесу і зниження витрати електроенергії. До таких способів відносяться різні комбінації відомих способів сушки: конвективно-



високочастотна, радіаційно-високочастотна, радіаційно-конвективна, радіаційно-контактна і ін. [53].

Використання НВЧ-енергії дозволяє значно інтенсифікувати процес сушіння. Найбільша ефективність досягається при поєднанні конвективного і НВЧ-енергопідводів. Таке поєднання забезпечує високу якість готового продукту і економічну ефективність роботи сушильних установок [14].

У роботі [21], були розглянуті та обґрунтовані питання суміщення двох способів нагріву мікрохвильового і конвективного. Можливі варіанти поєднання теплоносіїв (одночасного або послідовного) постійне поле зору вчених і фахівців в області плодоовочевого сушильного виробництва.

Вибір одночасного суміщення конвективного і НВЧ-способів сушки цілком обґрунтований. Для того, щоб проводити досліди з найменшими витратами часу і для отримання сушеного продукту з найкращими якісними показниками даний метод нагріву сировини оптимальний. Крім цього, обрана установка для сушіння сировини якраз передбачає одночасне поєднання теплоносіїв.

1.4.2 Обґрунтування вибору типу і виду сушильної установки для проведення досліджень

На сьогоднішній день використання сушильних установок великої потужності неефективно, тому що існує дефіцит сировини, поставки, які досить часто порушуються.

У цій ситуації можна рекомендувати переробним підприємствам використання малогабаритних видів обладнання, які розділені на невеликі партії продукції. Малогабаритні сушильні установки не вимагають великих витрат на експлуатацію і технічне обслуговування.

В результаті проведеного аналізу джерел літератури в якості установки для проведення досліджень був зупинений вибір на сушильній установці SELF COOKING CENTER, керуючись наступним:

- установка ідеально підходить для вирішення завдань при проведенні дослідів, так як передбачає можливість використання одночасного поєднання двох способів сушіння вихідної сировини: конвективного і мікрохвильового;
- простота експлуатації при необхідності швидкої зміни способу сушки і при створенні певних параметрів і режимів сушильного процесу;
- можливість сушіння різноманітних видів продовольчої сировини;
- малі габарити установки і безпеку її експлуатації.

### Висновки до розділу

Встановлено, що на якісну характеристику сушених плодів великий вплив мають підготовчі технологічні операції.

Від їх характеру, послідовності застосування, сумісності один з одним, параметрами сушіння і наступного періоду зберігання залежать якісні показники готового продукту.

Правильний, безпомилковий вибір форми нарізки продукту, механічна і теплова попередні обробки призводить до суттєвого поліпшенню якісних показників. У кожного способу підготовки сировини перед сушінням є переваги і недоліки. І кожен з них використовується залежно від мети подальшого використання сушеного продукту. Один варіант сушеного продукту може бути який використовується для недоторканного запасу, оскільки був спочатку створений як продукт тривалого зберігання. Інший варіант передбачений для дитячого харчування і тому повинен володіти високими ругідраційними властивостями. У третьому випадку сушений продукт фактично створювався як сухий десерт і як напівфабрикат для приготування солодких страв. Задані властивості і показники у всіх трьох варіантів сушених продуктів можуть бути різними.

Доцільність використання очищення, бланшування і інших операцій перед сушінням можуть підтвердити тільки експериментальні досліді.

За матеріалами українських і зарубіжних джерел інформації огляду наукових дослідів попередня обробка інфрачервоними променями з метою отримання високої якості сушеної продукції недостатньо вивчена. Інфрачервоне випромінювання широко відоме тільки як спосіб сушіння, але і він не знаходить широкого застосування оскільки високі затрати на його використання і його застосування економічно доцільно в комбінації з іншими теплоносіями. Тому становить інтерес роздивитися короткочасну обробку інфрачервоними променями не в якості основного способу сушіння, а в якості підготовчої операції перед основним сушильним процесом [29].

На підставі аналізу літератури з досліджуваної теми були визначені мета і завдання дослідження.

Мета досліджень – підвищення якості сушених яблук шляхом розробки комплексу підготовчих технологічних операцій з фіксованими параметрами і режимами.

Відповідно до поставленої мети і на підставі аналізу літературних джерел необхідно вирішити наступні завдання досліджень:

- дати обґрунтування вибору яблук в якості предмета досліджень;
- провести аналіз впливу очищення сировини, попередньої теплової обробки і попередньої обробки інфрачервоними променями на тривалість сушіння та якість готової продукції;
- проаналізувати динаміку змін якісних показників сушених яблук протягом заданого періоду зберігання;
- обґрунтувати вибір комплексу оптимальних підготовчих операцій і тимчасового інтервалу сушки;
- дослідити стан охорони праці в ПП «Біолайт»;
- виконати розрахунок кошторису витрат на проведення досліджень.

Об'єкт дослідження – процеси попередньої обробки та сушіння сортів яблук вітчизняного походження.

Предмет дослідження – взаємозв'язок технологічних параметрів процесів підготовки та сушіння яблук з якісними показниками готового продукту.

## 2 ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИКИ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 2.1 Умови проведення досліджень

Дослідження по вибору способу сушіння, часових інтервалів, ступеня підготовки різних видів сировини до сушіння проводяться на кафедрі технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції Дніпровського державного аграрно-економічного університету.

В якості вихідного матеріалу для проведення досліджень використовувались матеріали, які були надані ПП «Біолайт». Виробничий експеримент щодо доцільності застосування розроблених елементів технології сушіння проводився на виробничому підприємстві ПП «Біолайт» міста Дніпро, що спеціалізується на переробці плодоовочевої продукції.

Для сушки зразків обрана установка мікрохвильової сушки SELF COOKING CENTER, в якій можливе використання трьох способів сушки: конвективної, нагріву в електричному полі НВЧ (мікрохвильової) і комбінованої, коли поєднується конвекція теплим повітрям і енергія електричних мікрохвиль. Для досліджень в якості сировини для сушіння обрані яблука. При сушінні яблук використаний суміщений спосіб сушіння в якості оптимального для прискорення сушильного процесу.

### 2.2 Характеристика установки SELF COOKING CENTER та установки ІЧ-опромінення

Основна робота установки спрямовані на використання мікрохвильової енергії спільно з циркуляцією «теплого» повітря.

Установка мікрохвильової сушки може здійснюватися в 3 режими: мікрохвильовий, комбінований, одночасно мікрохвильовий та електричний методи обробки, традиційний електронагрівач.

#### 1. Мікрохвильовий режим.

Мікрохвильова обробка в пристрої проводиться способом об'ємного прогріву, де енергія поля від магнетронів, охоплює теплом весь об'єм оброблюваного продукту. Тому повітря і тара для продуктів не нагріваються, тому що не поглинають НВЧ-поле. У цього методу теплової обробки ряд переваг:

- одночасний нагрів всього об'єму продуктів зі значною ефективністю якості сушіння;
- час зберігання висушеного продукту збільшується в рази;
- руйнування мікрофлори в продукті (спори грибків, цвілі)
- глибоке знезараження продуктів, як наслідок економія енергії на внутрішньому прогріванні.

## 2. Комбінований режим

Пристрій виконує всі функції установки мікрохвильової сушки до того ж тепле повітря, з трубчастих електронагрівачів (ТЕНів) завдяки вентилятору рівномірно розноситься по всьому об'єму, здійснюючи поверхневе обсушування продукту.

## 3. Традиційний електронагрів.

Нагрівання продуктів відбувається теплим повітрям, що надходить з ТЕНів завдяки вентилятору. НВЧ генератори в цьому режимі не використовуються для зневоднення поверхні продукту після вилучення вологи зсередини завдяки мікрохвильовій енергії.

У цьому пристрої знаходяться наступні частини:

- сушильна камера з дверима;
- три блоки НВЧ генератора, що перетворюють силу змінного струму в НВЧ потужність;
- блок вентилятора, який допомагає видалити вологу з камери;
- три блоки живлення для приведення напруги до виду для роботи магнетронів;
- калорифер, в якому відбувається нагрівання повітря, що надходить в камеру знизу за допомогою вентилятора;
- пульта управління.

Сушильна камера складається з нержавіючої сталі. Продукти для сушки кладуть в камеру на трьох і більше діелектричних контейнерах, розташованих на бічних стінках камери.

Двері сушильної камери пристрою завдяки гумовим ущільнювачам щільно прилягають до камери і захищають від витоку НВЧ-енергії. Для керування щільністю притиснення дверей до камери пристрою, посередині корпусу і дверей розташований кінцевий вимикач. При погано замкнених дверях вимикач не допускає запуск НВЧ-генератора. Забезпечуючи при цьому безпеку використання.

Будь-який блок НВЧ-генератора складається з магнетрона, хвильового вентилятора і високовольтного накаливого трансформатора.

Блок живлення включає в себе однофазний силовий трансформатор, високовольтний випрямляч на діодах, регулятор напруги.

У калорифері знаходяться три трубчатих електронагрівача і система витяжки.

Пульт управління оснащений кнопками включення і виключення, вентиляції камери, напруження анодної напруги, реле часу, перемикачем головного приладу для виміру струмів магнетронів, мікроамперметром, попереджувальними лампами, ручками «Регулювання анодного струму магнетронів», перемикачем режиму роботи, лампами оповіщення роботи магнетронів. Загальний вигляд установки мікрохвильової сушки SELF COOKING CENTER приведений на рисунку 2.1.



Рисунок 2.1 – Установка мікрохвильової сушки SELF COOKING CENTER.

Технічні дані установки наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Технічна характеристика установки

Найменування показників	Значення показників
Місткість продукту, кг, не менше	10
Час сушіння, залежно від вихідного продукту, год	0,3 – 3
Живлення установки:	
Напруга, В	$380 \pm 10$
Частота, Гц	$50 \pm 1$
Споживана потужність, кВт, не більше	7
Кількість магнетронів, шт.	3
Габаритні розміри установки, см	1300×800×168
Маса установки, кг	500

На рисунку 2.2 приведений загальний вигляд дослідної установки ІЧ-опомінення харчових продуктів, а саме яблук.



Рисунок 2.2 – Загальний вигляд дослідної установки ІЧ-опомінення харчових продуктів

## 2.3 Оцінка якості сировини і готової продукції

### 2.3.1 Визначення органолептичних показників якості

Для визначення органолептичних показників якості свіжих і сушених плодів використовувалися загальноприйняті методики (ГОСТ 13340.1-77)

### 2.3.2 Визначення масової частки вологи, вмісту вітаміну С і масової частки цукрів

Методика, визначення масової частки вологи. Масова частка вологи в зразках свіжих і сушених плодів визначалась відповідно до методики ГОСТ 28561-90.

Методика визначення вмісту вітаміну С. Визначення вмісту вітаміну С в зразках свіжих і сушених плодів проводилась відповідно до методики ГОСТ 24556-90.

Методика визначення масової частки цукрів. Визначення масової частки цукрів в зразках свіжих і сушених плодів проводилась відповідно до методики по Бертрану, ГОСТ 8756.22-90.

### 2.3.3 Визначення розварюваності сушених овочів

Разварюваність сушених плодів визначається за методикою ГОСТ 13340.1-77. Разваріваність сушених плодів визначається часом, необхідним для проведення їх повної готовності до вживання. Відлік часу проводять з моменту закипання води з пробою.

## 2.4 Об'єкти досліджень

Об'єктом проведення дослідження є підготовчі технологічні операції в процесі сушіння яблук.

Вибір яблук в якості предмета досліджень цілком обґрунтований. Яблука різних сортів, що володіють високою врожайністю, вирощуються практично



повсюдно на території України. Сировина для сушіння дуже вигідна, дешева, фізіологічно цінна і цілком придатна для сушильного виробництва.

Розглянемо опис обраного сорту яблук, що використовується як об'єкт досліджень.

Сорт яблуні Антонівка звичайна.

Ранньозимовий сорт з невстановленого родоводу, створений народною селекцією. Займає провідне становище в сортименті яблуні в Україні. Плоди середньої або вище середньої величини, поверхня гладка. Колір при зйомці зеленувато-жовтий, стає жовтим при зберіганні, без покривного рум'янцю або з дуже слабким розмитим рум'янцем на меншій частині поверхні. М'якоть жовтуватого відтінку, соковита, солодко-кисла з деяким надлишком кислоти, завдяки неповторному «Антонівському» смаку і аромату, не тільки не знижує дегустаційну оцінку, а підвищує її. Зрілі плоди видають найсильніший незвичайно привабливий запах. Звичайний термін знімання плодів – середина вересня. Термін зберігання – 90 днів, після обробки антиоксидантами – на місяць довше. Плоди споживаються в свіжому вигляді і добре підходять для переробки: соків, компотів, повидла тощо [43, 49, 51].

Недоліки: дуже низька збереженість сильно вражається засмагою.

Результати дослідів порівнюємо з вимогами існуючого нормативного документа ГОСТ 28502-90 на готову продукцію.

### Висновки до розділу

В даному розділі дипломної роботи розглянуто методи та методики проведення досліджень, охарактеризовано обладнання для проведення експериментальних досліджень та визначено об'єкт та предмет досліджень.

### 3 ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

#### 3.1 Характеристика якості сировини і готової продукції

В даний час якість плодоовочевої сировини, що надходить на переробку, визначають відповідно до вимог державних стандартів до свіжих тих, що заготовлюються та поставляються плодів [3, 4, 6].

Сушені зерняткові фрукти за якісними характеристиками мають відповідати вимогам чинного стандарту з дотриманням норм і правил, затверджених в установленому порядку [5]. Вимоги до якості сушених яблук викладені в таблицях 3.1, 3.2 та 3.3 [5].

Таблиця 3.1 – Вимоги до органолептичних показників сушених зерняткових фруктів

Показник	Характеристика			
	Оброблені		Необроблені	
	Вищий	Перший та столовий	Вищий	Перший та столовий
Зовнішній вигляд та консистенція	Цілі плоди або кружечки (бокові зрізи, повноцінні за м'якоттю), шматочки плодів. Сушені фрукти повинні бути еластичними, не крихкими, не злипатися при стисненні. Допускається комкування напівфабрикату, усувається при незначному механічному впливі.			
Колір	Від світло-жовтого до світло-кремового	Від світло-жовтого до кремового	Від жовтого до кремового	Від кремового до коричневого
	Допускається рожевий відтінок, властивий деяким помологічними сортам яблук			
Смак та запах	Властиві фруктам даного виду, без стороннього смаку або запаху. Легкий запах сірчаного ангідриду в оброблених плодах не вважається стороннім.			

Таблиця 3.2 – Вимоги до фізико-хімічними показників сушених зерняткових фруктів

Найменування показника	Норма
Масова частка вологи, % не більше в напівфабрикаті: яблука	19
в готовому продукті: яблука	20
масова частка сірчистого ангідриду, % не більше	0,1

Таблиця 3.3 – Норми по вмісту дефектів плодів

Найменування показника	Норми для видів і сортів нарізаних плодів					
	Очищені та неочищені без насінної камери, оброблені або необроблені			Неочищені з насінною камерою, оброблені або необроблені		
	Вищий	Перший	Столовий	Вищий	Перший	Столовий
Масова доля дефектних плодів, враховуючи механічні пошкодження, не більше % з них:			Не нормується, крім вказаних нижче			Не нормується, крім вказаних нижче
плоди пошкоджені шкідниками, хворобами, порчені	7,0	13,0	Не нормується, крім вказаних нижче	16,5	29,5	Не нормується, крім вказаних нижче
Плоди порчені	Не допускається	0,5	2,5	Не допускається	1	2,5
Плоди пошкоджені шкідниками	0,3	0,5	0,5	0,3	0,5	0,5
Масова частка домішок рослинного походження, % не більше	1	2	2	3,5	5,5	6

У сушених зерняткових фруктах не допускається:

- мінеральні домішки, що відчуюються органолептично;
- металодомішок і інші сторонні домішки;
- плоди загнили, горілі, відходи;
- комахи-шкідники, їх личинки і лялечки.

Так само не допускається в сушених зерняткових фруктах ознак спиртового бродіння і цвілі, видимих неозброєним оком.

### 3.2 Результати сортовідбору яблук, призначених для сушіння

Для того щоб зробити вибір сортів яблук, оптимально придатних для сушіння, використовувалася інформація, отримана з ПП «Біолайт».

Для порівняльного аналізу були відібрані сорти яблук осінніх і зимових термінів дозрівання, які найбільш придатні для сушіння. Результати порівняльного аналізу наведені в таблиці. Основні показники сортів яблук взятих для відбору приведені в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Основні показники сортів яблук для сушіння

Сорт	Характеристика мя'коті	Вміст		
		сухих речовин, %	загального цукру, %	вітамін С, мг/%
Антонівка	Жовтувата, соковита, середньої щільності, зерниста	14,1	5,31	21,13
Пам'ять Мічуріна	Біла або кремова, дрібнозерниста, ніжна, соковита, середньої щільності	12,4	4,64	14,10
Клоуз	Кремова, щільна, соковита	14,9	5,31	14,12
Слава переможцям	Біла або злегка кремувата, дуже ніжна, соковита	13,5	6,03	19,10
Богатир	Біла, дрібнозерниста, ніжна, соковита	15,7	4,11	19,40

Вибір сорту для сушіння проводився не тільки за найбільшою кількістю сухої речовини в сировині, але і по найбільшому вмісту інших фізіологічно цінних речовин, таких як вітаміни та вуглеводи. Для сушіння яблук надзвичайно важливий також такий показник як якість м'якоти.

За найбільшим вмістом сухих речовин лідерами є сорти: Богатир – 15,7; Клоуз – 14,9; Антонівка – 14,1. Найбільший вміст загального цукру спостерігається у сортів: Клоуз – 5,31; Слава переможцям – 6,03; Антонівка – 5,31. Вітамін С міститься в найбільшій кількості в таких сортах як: Слава переможцям – 19,1; Антонівка звичайна – 21,13; Богатир – 19,4.

За сукупністю показників кращим сортом для сушіння було обрано Антонівку. Характеристика даного сорту повністю відповідає вимогам до сортів яблук, призначених для сушіння.

### 3.3 Вплив очищення сировини на якість готової продукції і тривалість сушіння

Динаміка зміни масової частки вологи.

Визначення значень фізико-хімічних показників зразків яблук в процесі сушіння проводиться через 2 години з початку сушильного процесу, а потім через кожні 30 хв. Дані по залежності масової частки вологи від часу сушіння в зразках сушених яблук представлені на рисунку 3.1.

Експериментальним шляхом доведено, що етап найбільш інтенсивного видалення вологи з продукту, незалежно від ступеню підготовки сировини, триває в середньому 2 години і знаходиться в межах 30,40 – 34,12 %. Протягом цього часу спостерігається найвища швидкість видалення вологи при несформованому поверхневому каркасі. Найбільш інтенсивним буде об'ємний нагрів. Після того як з продукту буде видалено понад 75 % вологи, контроль за її масовою часткою необхідно здійснювати частіше, для того щоб зафіксувати значення, відповідне нормативному і не пересушити зразки.

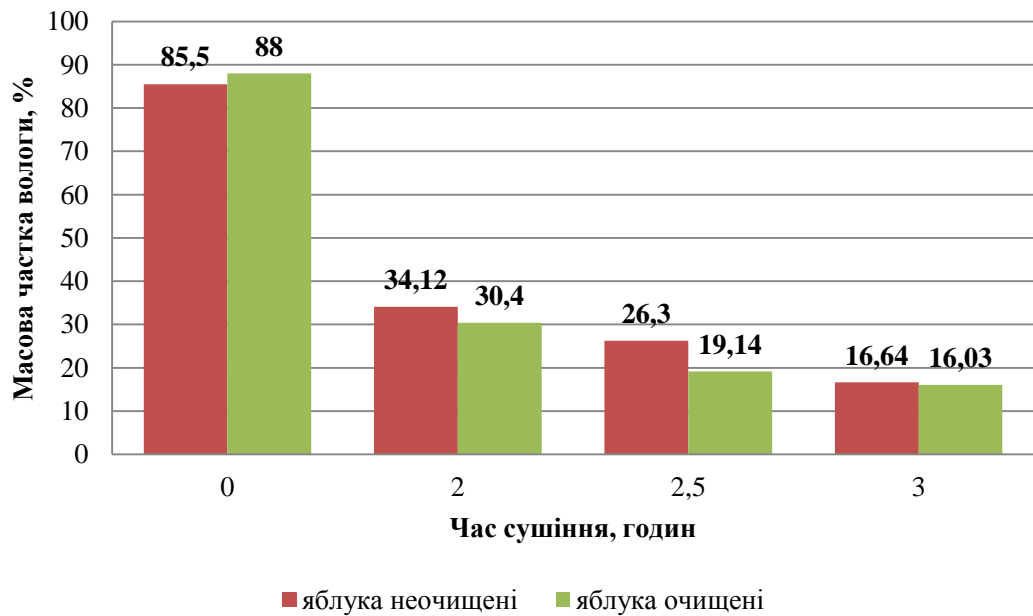


Рисунок 3.1 – Залежність масової частки вологи від часу сушіння в зразках сушених яблук сорту Антонівка звичайна

На другому етапі сушіння після формування стійкого поверхневого каркасу на межі 2 – 2,5 години швидкість видалення вологи буде варіюватись. Об'ємний нагрів буде менш інтенсивним, а поверхневий залишиться на тому ж рівні.

Аналіз зміни масової частки вологи в процесі сушіння зразків яблук показує, що оптимальний час сушки неочищених плодів становить 3 години. За цей час масова частка вологи досягає свого нормативного значення у зразків неочищених 16,64 % і у зразків очищених 16,03 %.

Зразки яблук без шкірки висушуються до нормативного значення за 2,5 години. Скорочення часу сушки пояснюється тим, що після видалення шкірки збільшується поверхня нагріву з відкритими капілярами. Швидкість видалення вологи на першому етапі сушіння (протягом 2 годин) в зразках без шкірки буде вище, ніж в неочищених зразках.

#### Динаміка зміни вмісту вітаміну С.

Видалення шкірки зі зразків яблук призводить до збільшення поверхні окислення, а, отже, і до додаткових втрат вітаміну С. Тому спочатку в зразках яблук з шкіркою буде більше аскорбінової кислоти, ніж в зразках без шкірки. Ця різниця буде зберігатися на всьому шляху сушильного процесу. Дані по

залежності вмісту вітаміну С від часу сушіння в зразках сушених яблук представлено на рисунку 3.2.

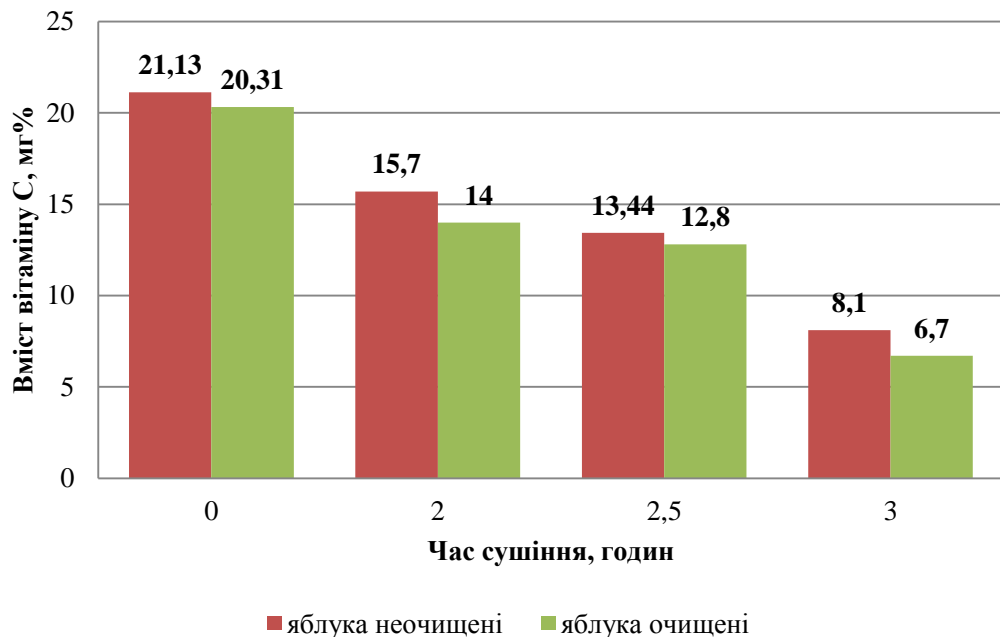


Рисунок 3.2 – Залежність вмісту вітаміну С від часу сушіння в зразках сушених яблук

Під час сушіння втрати вітаміну С ще більше збільшаться за рахунок інтенсивних окислювальних процесів і високою вологопровідністю паренхімної тканини яблук. В результаті відзначається низька масова частка вітаміну С в сухій речовині готового продукту.

На межі 2 – 2,5 годин сушильного процесу, в результаті формування сталого каркаса висушуваних часток продукту швидкість руйнування вітаміну С сповільнюється, але потім, у міру розтріскування поверхневого каркаса, втрати аскорбінової кислоти збільшуються.

Динаміка зміни масової частки цукрів.

Характер зміни цукрів в процесі сушіння зразків яблук трохи інший, ніж тенденції зміни вмісту вітаміну С. Втрати цукрів під час сушки пов'язані виключно з карамелізацією і протіканням реакції меланоїдиноутворення. Дані про залежність масової частки цукрів від часу сушіння в зразках сушених яблук представлено на рисунку 3.3.

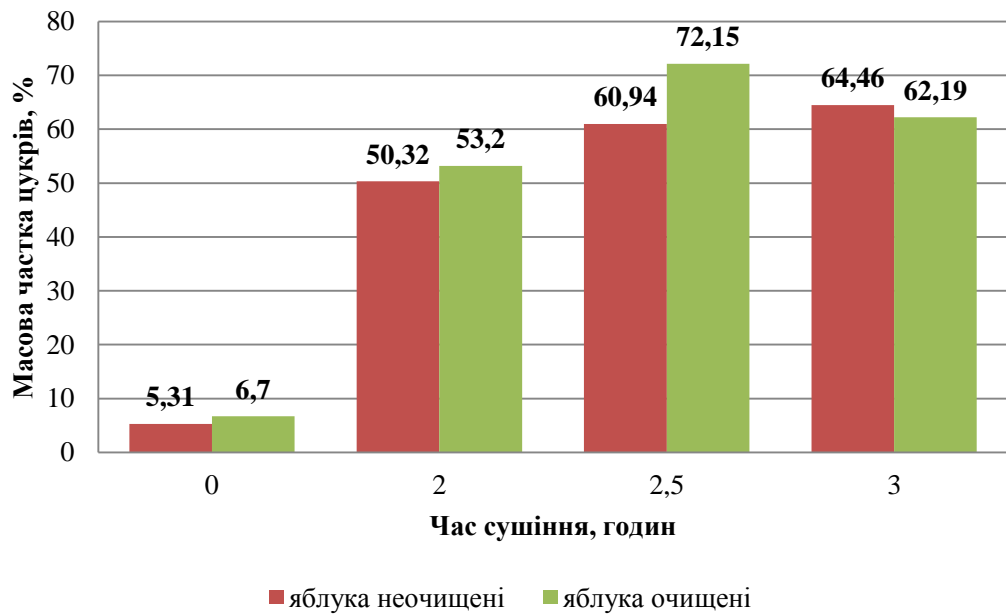


Рисунок 3.3 – Залежність масової частки цукрів від часу сушіння в зразках сушених яблук

Після звільнення яблук від шкірки в зразках змінюється склад сухих речовин. Масова частка клітковини і м'яких волокон зменшується, а цукрів збільшується. Тому до початку сушіння утворюється різниця між масовою часткою цукру в зразках очищених і неочищених яблук, яка зберігається до закінчення сушильного процесу.

Після формування поверхневого каркаса частинок, після закінчення відповідно 2,5 годин (у зразків очищених яблук) і 3 годин (у зразків неочищених яблук) починається «запікання» яблук з утворенням тонкої карамельної скоринки. У міру продовження процесу сушіння поверхневий каркас починає давати мікротріщин. Частинки продукту стають ламкими, тому пересушування яблук призводить до збільшення втрат не тільки цукрів, але і в цілому всіх сухих речовин. В обраному сорті Антонівка вдається зберегти 72,15 % цукрів, що позитивно впливає на смакові якості готового продукту.

Динаміка змін органолептичних показників якості.

Як показують дані таблиці 3.5, найбільш приваблива органолептична характеристика обох зразків за зовнішнім виглядом, консистенцією і кольором



спостерігається у зразків плодів, які були висушені протягом 2,5 годин. Очищені яблука набувають в процесі сушіння більш інтенсивного колір, тому їм віддається перевага.

Таблиця 3.5 – Порівняльний аналіз органолептичних показників якості

Найменування показників	Час сушіння, годин		
	2	2,5	3
Яблука неочищені			
Зовнішній вигляд і консистенція	Часточки цілі, сухі, еластичні, але злипаються при натисканні	Часточки цілі, сухі, еластичні	Часточки цілі, сухі, еластичні
Колір	Світло-жовтий з зеленуватим відтінком	Світло-жовтий з кремовим відтінком, інтенсивний	Жовто-кремовий, інтенсивний, яскравий
Смак	Кисло-солодкий, не виражений	Кисло-солодкий, виражений	Кисло-солодкий, виражений
Яблука очищені			
Зовнішній вигляд і консистенція	Часточки цілі, сухі, еластичні, але злипаються при натисканні	Часточки цілі, сухі, еластичні	Часточки цілі, сухі, еластичні, злегка ламкі
Колір	Світло-жовтий, однорідний	Жовтий з кремовим відтінком, інтенсивний, яскравий	Кремовий, з коричневими вкрапленнями
Смак	Кисло-солодкий, не виражений	Кисло-солодкий, виражений	Кисло-солодкий, виражений

На рисунках 3.4, 3.5, 3.6, 3.7, 3.8 та 3.9 зображено зразки очищених та неочищених сушених яблук після 2, 2,5 та 3 годин сушіння. Якщо значення критерію відповідає нормативному, то йому присвоюється від 1 до 2 балів, у випадках, коли значення критерію краще нормативного – присвоюється три бали. За результатами експертної оцінки органолептичних показників неочищених зразків були присвоєні наступні бали: після 2 години сушіння 1,6; після 2,5 годин сушки – 1,9; після 3 годин сушіння 2,3. У зразків очищених яблук після 2 години сушіння – 2,0; після 2,5 годин сушіння – 2,5 і після 3 годин сушіння – 1,7 балів.



Рисунок 3.4 – Зразок очищених яблук, висушених 2 години



Рисунок 3.5 – Зразок очищених яблук, висушених 2,5 години



Рисунок 3.6 – Зразок очищених яблук, висушених 3 години



Рисунок 3.7 – Зразок неочищених яблук, висушених 2 години



Рисунок 3.8 – Зразок неочищених яблук, висушених 2,5 години



Рисунок 3.9 – Зразок неочищених яблук, висушених 3 години

Результати визначення розварюваності.

Для визначення розварюваності були взяті зразки очищених плодів з оптимальним часом сушіння – 2,5 години і неочищених плодів з оптимальним часом сушки 3 години.

За результатами дослідів час розварювання, коли консистенція продукту буде м'якою, становить: для очищених зразків яблук – 12 хвилин, для неочищених зразків яблук – 16 хвилин. Різниця в часі розварювання пояснюється тим, що в неочищених зразках збільшується час на розварювання шкірки.

### 3.4 Вплив попередньої теплової обробки на якість готової продукції

Так як в якості базового зразка для порівняльного аналізу вибирали неочищені яблука, то порівняльному аналізу піддавали бланшовані і небланшовані зразки неочищених яблук. Бланшування проводилося парою протягом 10 – 15 хвилин.

Динаміка зміни масової частки вологи.

Бланшування зразків яблук призводить до збільшення масової частки вологи у вихідній сировині. Будь-який бланшуючий агент призводить, в кінцевому рахунку, до зволоження продукту. Інтенсивне поверхнєве зволоження виникає в міру конденсації пари, яким обробляється продукт. Дані по залежності масової частки вологи від часу сушіння в зразках сушених яблук представлені на рисунку 3.10.

В результаті дії пари поверхнєві шари частинок розм'якшуються, що призводить до порушення капілярної структури, а, отже, і до затримки видалення вологи під час сушіння.

Різниця в масовій частці вологи бланшованих і небланшованих зразків зберігається протягом всього часу сушіння.

Для того, щоб довести бланшовані сировинні зразки до нормативних значень масової частки вологи, їх висушували протягом 3,5 годин, де показник

становив 18,48 %. Таким чином, можна зробити висновок, що необхідність бланшуванні немає, так як попередня теплова обробка збільшує час сушки.

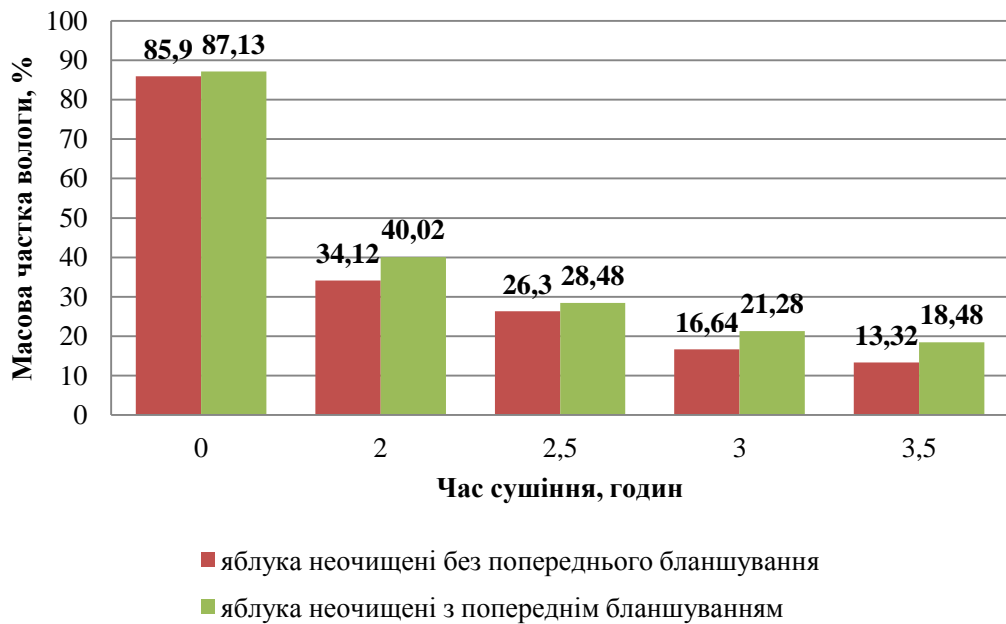


Рисунок 3.10 – Залежність масової частки вологи від часу сушіння в зразках сушених яблук

Динаміка зміни вмісту вітаміну С.

Оскільки вітамін С є водорозчинним і сильно схильний до дії окислювальних процесів, бланшування призводить до суттєвих втрат аскорбінової кислоти в зразках яблук ще до початку сушіння.

Дані про залежність вмісту вітаміну С від часу сушіння в зразках сушених яблук показано на рисунку 3.11.

Після бланшування у поверхневого шару частинок порушується капілярна структура, утворюється «підварена» парою оболонка, яка закриває капілярні ходи, і в подальшому буде формувати поверхневий каркас. Ця оболонка зменшує канали доступу повітря до вітаміну С, і тому, в процесі сушіння скорочується різниця у вмісті вітаміну С в бланшованих і небланшованих зразках яблук. За час сушіння різницю в значеннях вмісту аскорбінової кислоти повністю вирівняти не вдається. Тому у всіх зразках небланшованих сушених яблук вміст вітаміну С буде дещо більше (8,10 %), ніж в бланшованих (7,08 %).

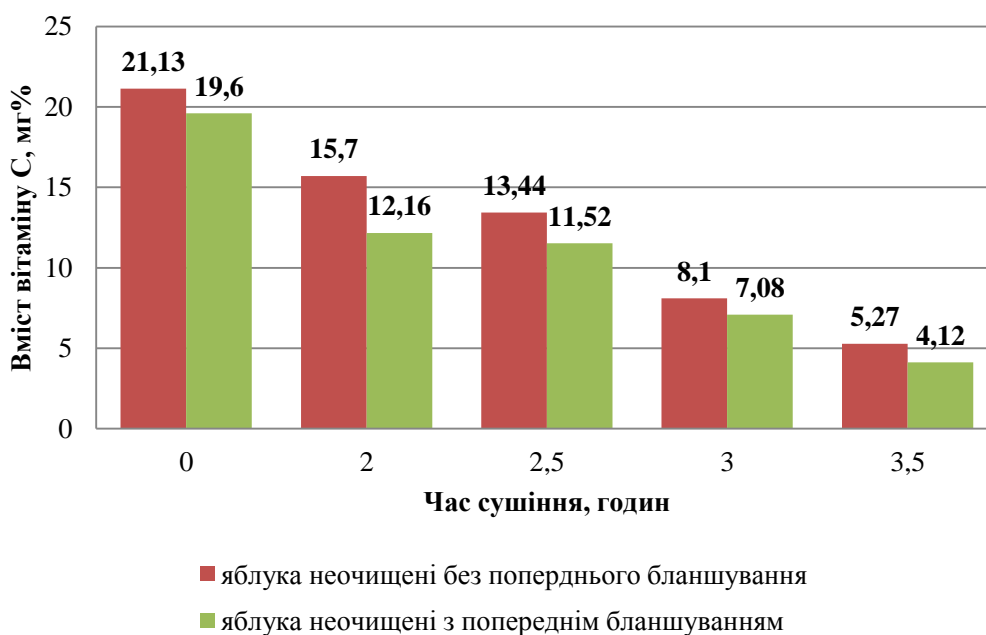


Рисунок 3.11 – Залежність вмісту вітаміну С від часу сушіння в зразках сушених яблук

Динаміка зміни масової частки цукрів.

Аналіз графіків зміни цукрів в висушуваних зразках яблук дозволяє зробити висновок, що бланшування проводити не рекомендується.

Дані по залежності масової частки цукрів від часу сушіння в зразках сушених яблук показано на рисунку 3.12.

У висушених зразках без попереднього бланшування цукрів зберігається більше. Цукри є розчинними речовинами, і вони активно переходять в бланшуючий агент. Тому втрати цукрів під час бланшування очевидні.

Різниця в значеннях масової частки цукрів в бланшованих і небланшованих зразках яблук настільки висока, що вона не тільки зберігається, а й збільшується на протягом всього сушильного процесу. Збільшення різниці в значеннях можна пояснити більш раннім утворенням стійкого поверхневого каркасу під час сушіння у зразків бланшованих яблук. Раннє утворення каркасу призводить до швидкої карамелізації, а, отже, і до додаткових втрат цукрів.

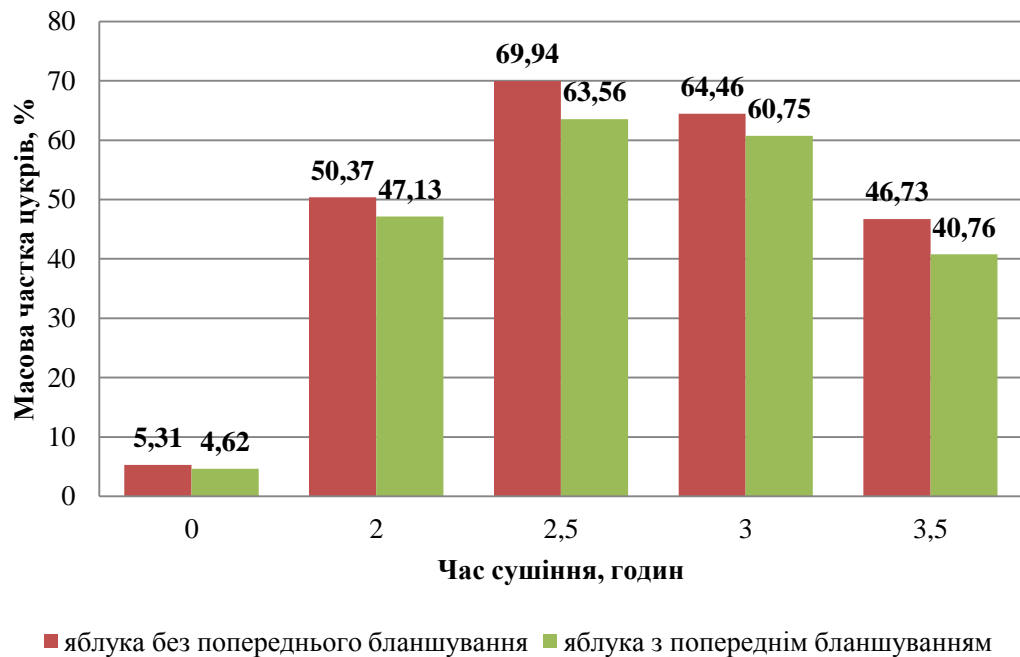


Рисунок 12 – Залежність масової частки цукрів від часу сушіння в зразках сушених яблук

Найбільша масова частка цукрів спостерігається в бланшованих сушених зразках яблук (40,76 %).

Динаміка зміни органолептичних показників якості.

Органолептичні показники якості зразків яблук характеризують недоцільність попереднього бланшування. Дані аналізу органолептичних показників якості неочищених зразків сушених яблук показано в таблиці 3.6.

Пара руйнує фарбувальні речовини продукту, «відбілює» їх. Крім цього, бланшований зразок висушується до необхідної консистенції за 3,5 години, тоді як зразок без попереднього бланшування має найбільш привабливий зовнішній вигляд, колір і консистенцію вже через 3 години сушильного процесу. Якщо продукт сушити далі, то підвищується його ламкість, з'являються тріщини, карамелізується і поступово спалюється цукор.

За результатами експертної оцінки органолептичних показників неочищених зразків були присвоєні такі бали: після 2 години сушки – 1,4; після 2,5 годин сушіння – 1,8; після 3 годин сушіння – 2,2; після 3,5 годин сушіння – 2,5 бали.

Таблиця 3.6 – Дані аналізу органолептичних показників якості неочищених зразків сушених яблук

Найменування показників	Час сушіння, годин			
	2	2,5	3	3,5
Яблука неочищені небланшовані				
Зовнішній вигляд і консистенція	Часточки цілі, сухі, еластичні, але злипаються при натисканні	Часточки цілі, сухі, еластичні	Часточки цілі, сухі, еластичні	Часточки цілі, сухі, еластичні, трохи ламкі
Колір	Світло-жовтий однорідний	Світло-жовтий з кремовим відтінком, інтенсивний, яскравий	Жовтий, з кремовим відтінком, інтенсивний, яскравий	Кремовий з коричневими вкрапленнями
Смак	Кисло-солодкий, не виражений	Кисло-солодкий, виражений	Кисло-солодкий, виражений	Кисло-солодкий, виражений
Яблука неочищені бланшовані				
Зовнішній вигляд і консистенція	Часточки цілі, сухі, еластичні, але злипаються при натисканні	Часточки цілі, сухі, еластичні, але злипаються при натисканні	Часточки цілі, сухі, еластичні, але злипаються при натисканні	Часточки цілі, сухі, еластичні
Колір	Світло-жовтий, однорідний	Жовтий, неінтенсивний, матовий	Жовтий, неінтенсивний, матовий	Жовтий з кремовим відтінком, неінтенсивний, матовий
Смак	Кисло-солодкий, не виражений	Кисло-солодкий, виражений	Кисло-солодкий, виражений	Кисло-солодкий, виражений

Результати визначення розварюваності.

Для визначення розварюваності були взяті зразки бланшованих і небланшованих неочищених плодів з оптимальним часом сушіння – 3 години. Час розварювання зразків сушених яблук в залежності від попередньої теплової обробки для бланшованих яблук склав 10 хвилин, а для небланшованих – 16 хвилин. Бланшування яблук сприяє швидкому відновленню продукту під час



розварювання. Дані досліджу свідчать, що бланшування необхідно для скорочення часу розварюваності сушених яблук

Таким чином, за результатами досліджень впливу бланшування яблук на якість готової продукції і тривалість сушіння, бланшування проводити не рекомендується. Попередня теплова обробка збільшує час сушки і погіршує органолептичні показники. Бланшування необхідно тільки для отримання швидкорозварюваних сушених продуктів.

### 3.5 Вплив попередньої обробки ІЧ-променями на якість готової продукції і тривалість сушіння

Оскільки контрольними зразками були обрані яблука без будь-якої попередньої обробки, то поверхневому впливу інфрачервоними променями піддавали зразки неочищеної і небланшованої сировини. Інфрачервоний нагрів проводили протягом 15 хвилин на відстані 10 см від поверхні яблук.

Динаміка зміни масової частки вологи Аналіз змін масової частки вологи в зразках сушених яблук показав, що оптимальний час сушки для плодів оброблених ІЧ променями складає 2,5 години, а необроблених 3 години.

Дані по залежності масової частки вологи від часу сушіння в зразках сушених яблук представлено на рисунку 3.13.

Попередня ІЧ обробка дозволяє скоротити час сушіння на півгодини. Це пояснюється тим, що під час обробки ІЧ променями частково видаляється волога, утворюється корочка підсихання, що в подальшому сприяє скороченню часу сушіння.

Обробка ІЧ-променями призводить лише до поверхневого нагріву, який зберігає капілярну структуру висушуваних частинок. Збереження капілярної структури сприяє під час сушки швидкому видаленню залишкової вологи. Оскільки вибраний оптимальний суміщений спосіб нагріву, то під час сушки частки продукту відразу нагріваються по всьому об'єму, що сприяє від самого початку високій швидкості сушіння.

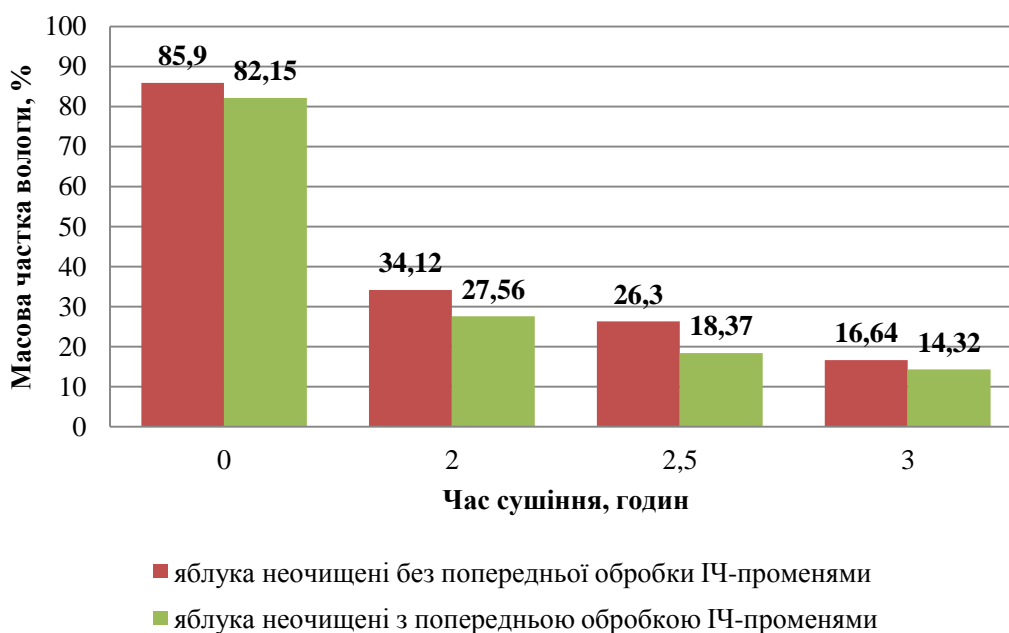


Рисунок 3.13– Залежність масової частки вологи від часу сушіння в зразках сушених яблук

В ході дослідів сушені яблука сорту Антонівка, що були оброблені інфрачервоними променями мали хороші показники за вмістом масової частки вологи (18,37 %).

Динаміка зміни вмісту вітаміну С.

Як вже зазначалося раніше інтенсивні окислювальні процеси, а також висока вологопровідність паренхімної тканини яблук приводять до значних втрат аскорбінової кислоти в процесі сушіння.

Характер кількісних змін вітаміну С в зразках яблук представлено на рисунку 3.14.

Тому вітамін С має низьку масову частку в сухій речовині продукту. На межі 2 – 2,5 годин сушильного процесу швидкість зниження концентрації вітаміну С падає, але потім, у міру розтріскування поверхневого каркасу висушених частинок, після закінчення 3 годин сушіння, відбувається його значне руйнування. Тому, сушку рекомендується закінчити після закінчення 2,5 годин. Після закінчення цього часу сушіння якраз досягне свого нормативного значення волога в зразках підданих попередній обробці ІЧ-променями.

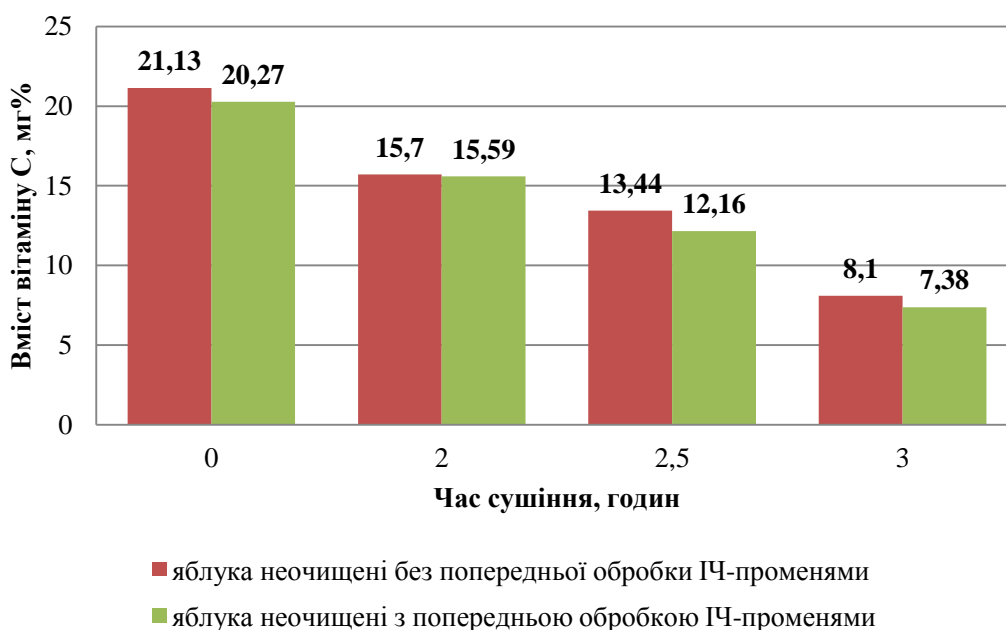


Рисунок 3.14 – Залежність вмісту вітаміну С від часу сушіння в зразках сушених яблук

Під час обробки продукту ІЧ-променями втрати вітаміну С неминучі, але так як ця обробка короткочасна, то даними втратами можна «пожертвувати» для поліпшення інших якісних показників продукту і для скорочення сушильного процесу.

Зразок сушених яблук, оброблених ІЧ-променями мав хороші якісні показники за вмістом вітаміну С 11,52 мг %.

Динаміка зміни масової частки цукрів.

Вміст цукрів в зразках яблук досягає максимуму по закінченні 2,5 годин сушки. Потім поверхневий каркас продукту, як вже було зазначено вище, поступово починає давати мікротріщин, цукри на поверхні будуть карамелізуватися. На рисунку 3.15 представлена залежність масової частки цукрів від часу сушіння в зразках сушених яблук.

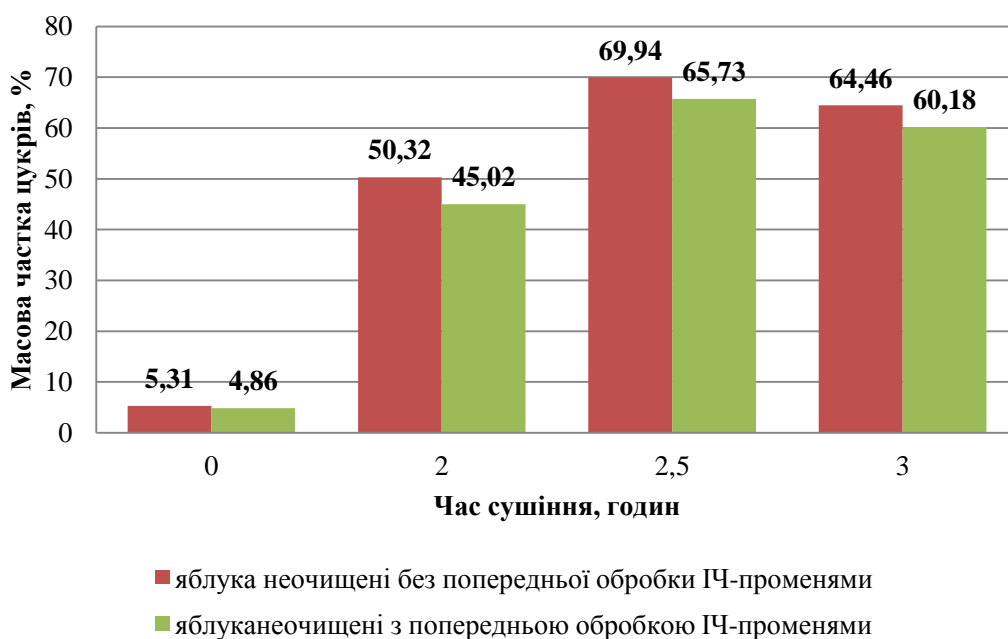


Рисунок 3.15 – Залежність масової частки цукрів від часу сушіння в зразках сушених яблук

Попередня обробка ІЧ-променями призводить до передчасної карамелізації цукрів на поверхні продукту, тому масова частка цукрів в зразках без попередньої обробки ІЧ-променями трохи вище аналогічного показника в зразках з попередньою обробкою ІЧ-променями. Масова частка цукрів в сушених зразках яблук, попередньо оброблених інфрачервоними променями склала 65,73 %.

Динаміка змін органолептичних показників якості.

Як показують дані таблиці 3.7, найбільш приваблива органолептична характеристика обох зразків за зовнішнім виглядом, консистенцією, кольором і смаку спостерігається у зразків плодів, які були висушені протягом 2,5 годин з попередньою обробкою ІЧ-променями і зразків плодів які були висушені протягом 3 годин без попередньої обробки ІЧ-променями.

Таблиця 3.7 – Порівняльний аналіз органолептичних показників якості

Найменування показників	Час сушіння, годин		
	2	2,5	3
Яблука неочищені без попередньої обробки ІЧ-променями			
Зовнішній вигляд і консистенція	Часточки цілі, сухі, але злипаються при натисканні	Часточки цілі, сухі, еластичні	Часточки цілі, сухі, еластичні
Колір	Світло-жовтий з зеленуватим відтінком, неоднорідний, матовий	Світло-жовтий з кремовим відтінком, матовий, неоднорідний	Жовто-кремовий, матовий, однорідний
Смак	Кисло-солодкий, невиражений	Кисло-солодкий, невиражений	Кисло-солодкий, невиражений
Яблука неочищені з попередньою обробкою ІЧ-променями			
Зовнішній вигляд і консистенція	Часточки цілі, сухі, але злипаються при натисканні	Часточки цілі, сухі, еластичні	Часточки цілі, сухі, еластичні, злегка крихкі
Колір	Світло-жовтий, яскравий, неоднорідний	Жовтий з кремовим відтінком, яскравий, неоднорідний	Кремовий, однорідний, яскравий
Смак	Кисло-солодкий, виражений	Кисло-солодкий, виражений	Кисло-солодкий, виражений з карамельним присмаком

Попередня обробка ІЧ-променями призводить до часткової карамелізації цукрів. Під час сушіння процес карамелізації стає більш інтенсивним, тому у яблук попередньо оброблених ІЧ-променями виражений карамельний присмак з'являється вже після закінчення 2,5 годин сушильного процесу.

Більш інтенсивний колір спостерігається у зразків підданих попередній обробці ІЧ-променями. Яскравість і однорідність кольору утворюється рано, так як під час попередньої обробки вже формується первісна скоринка підсихання.

В цілому більш привабливі органолептичні показники якості формуються в зразках з попередньою обробкою ІЧ-променями.

За результатами експертної оцінки органолептичних показників не очищених зразків були присвоєні такі бали: після 2 годинної сушки – 1,6; після 2,5 годин сушіння – 2,3; після 3 годин сушіння – 1,7 балів.

Результат визначення розварюваності.

Для визначення розварюваності були взяті зразки плодів попередньо оброблених ІЧ-променями з оптимальним часом сушіння – 2,5 години і зразки плодів без обробки ІЧ-променями з оптимальним часом сушки 3 години.

За результатами дослідів час розварювання, становить: для зразків яблук попередньо оброблених ІЧ-променями – 20 хвилин, а для зразків яблук без обробки ІЧ-променями – 16 хвилин.

Різниця в часі розварювання пояснюється тим, що в плодах попередньо оброблених ІЧ-променями поверхневий каркас більш щільний і на його розм'якшення під час розварювання витрачається більше часу.

Таким чином, за результатами досліджень впливу попередньої обробки інфрачервоними променями можна констатувати, що цей спосіб обробки є найбільш ефективним за наступними показниками: сприяє скороченню часу сушіння до 2,5 годин, максимальному збереженню вітаміну С і цукрів і створення найбільш привабливих органолептичних властивостей готового продукту.

### 3.6 Результати зміни якісних характеристик при зберіганні сушених яблук

Так як очищені яблука мають високу вологопоглинальну здатність, для проведення експерименту зі зміни якісної характеристики були відібрані тільки зразки неочищених яблук.

Зміна масової долі вологи.

Проводячи аналіз результатів змін масової частки вологи в зразках сушених яблук під час зберігання можна простежити наступну тенденцію, пов'язану з підвищенням частки вологи в сушеному продукті.

Темп підвищення масової частки вологи в зразках сушених яблук через певний період зберігання показаний в таблиці 3.8.

Таблиця 3.8 – Динаміка зміни масової частки вологи в зразках сушених яблук

Варіант попередньої обробки	Період зберігання, місяць %				Темп збільшення масової частки вологи після року зберігання, разів
	Відразу після сушки	3	6	12	
Яблука неочищені без обробки	16,64	19,46	22,18	25,12	1,51
Яблука неочищені з попередніми бланшуванням	18,48	27,73	28,63	31,97	1,73
Яблука неочищені з попередньої обробкою ІЧ-променями	18,37	19,65	21,81	23,33	1,27

Скоринка підсихання, яка утворилася на етапі попередньої обробки інфрачервоними променями, захищає зразки яблук від зволоження і протягом всього періоду зберігання. Тому ступінь зволоження продукту через рік зберігання буде найменшою. Масова частка вологи буде в межах нормативної (до 25 %).

Якщо ж яблука не обробляти ІЧ-променями, то через рік зберігання реалізація їх видається сумнівною. Сушені зразки будуть містити вологу масова частка якої буде трохи вища за ту, яку вимагає стандарт.

Бланшовані зразки перед сушінням спочатку будуть мати масову частку вологи більше, ніж інші зразки яблук. Несформована до кінця скоринка підсихання під час сушіння, призведе в подальшому до значного зволоження продукту під час зберігання. Безумовно, продукція з масовою часткою вологи значно вище, ніж того вимагає стандарт, для подальшого зберігання та реалізації не припустима.

При спостереженні за якісним станом зразків сушених яблук під час зберігання бланшовані зразки сушених яблук реально можна зберігати не більше

трьох місяців, яблука без попередньої обробки «витримують» без зволоження понад нормативних значень масової частки вологи шість місяців, і, тільки оброблені ІЧ-променями яблука перед сушінням дійсно зберігають нормативне значення масової частки вологи протягом року зберігання і є абсолютно придатними для реалізації.

Зміна вмісту вітаміну С.

Темп зниження вмісту вітаміну С в зразках сушених яблук через певний період зберігання показаний в таблиці 3.9

Таблиця 3.9 – Динаміка зміни вмісту вітаміну С в зразках сушених яблук

Варіант попередньої обробки	Період зберігання, місяць, %				Темп зниження вмісту вітаміну С після року зберігання, разів
	Одразу після сушки	3	6	12	
Яблука неочищені без обробки	8,10	7,64	5,31	4,76	1,70:
Яблука неочищені з попередніми бланшуванням	4,12	3,71	3,19	2,03	2,00
Яблука неочищені з попередньою обробкою ІЧ-променями	12,16	10,96	9,73	8,50	1,43

Аскорбінова кислота руйнується, перш за все, в результаті окислювальних процесів та теплового впливу. Залежно від способу попередньої обробки поверхня і структура часточок сушених яблук різна.

Зразок з попередньою обробкою ІЧ-променями має сформований поверхневий каркас, який захищає вітамін С що знаходиться у внутрішніх шарах продукту, від надмірних втрат. Тому темп зниження вмісту вітаміну С протягом періоду зберігання є найменшим.

Втрати вітаміну С в процесі зберігання сушених яблук без обробки ІЧ-променями більш значні. Поверхневий каркас часточок сформований не повністю, тому вітамін С більш доступний для кисню з повітря.



Попереднє бланшування значно сприяє відчутним втратам вітаміну С. В процесі сушки продукту зі зруйнованою капілярною структурою втрати аскорбінової кислоти становляться ще більшими. Поверхнева кірочка підсихання в результаті сушильного процесу формується дуже слабо. Темп втрат вітаміну С по спливу періоду зберігання найвищий.

Зміна масової частки цукрів.

Проводячи аналіз результатів змін масової частки цукрів в зразках сушених яблук під час зберігання можна простежити таку тенденцію, пов'язану зі зниженням частки цукрів в сушеному продукті. Темп зниження масової частки цукрів в зразках сушених яблук через певний період зберігання показаний в таблиці 3.10

Таблиця 3.10 – Динаміка зміни масової частки цукрів в зразках сушених яблук

Варіант попередньої обробки	Період зберігання, місяць				Темп зниження вмісту масової частки цукрів після року зберігання, разів
	Одразу після сушки	3	6	12	
Яблука неочищені без обробки	64,46	62,55	60,05	58,92	0,086
Яблука неочищені з попереднім бланшуванням	40,76	38,14	36,10	35,47	0,13
Яблука неочищені з попередньою обробкою ІЧ-променями	65,73	64,86	62,68	61,99	0,057

Втрати цукрів в сушених яблуках протягом періоду зберігання не великі. Кількісні втрати пов'язані з інверсією цукрів і цукрово-амінними реакціями.

Цукри (крім моносахаридів), протягом тривалого періоду часу зберігання піддаються інверсії. Інтенсивність утворення інвертного цукру залежить від температури зберігання і величини масової частки вологи. Висока масова частка вологи в бланшованих зразках яблук перед сушінням і температура зберігання

вище 10 °C призводять до досить інтенсивної інверсії цукрів під час зберігання, а, отже, і до підвищенням кількісних кількісних втрат.

Цукрово-амінні реакції, пов'язані з меланоїдоутворенням, будуть інтенсивніше там, де продукти будуть менше захищені від впливу кисню. Отже, такими продуктами будуть знову попередньо бланшовані зразки яблук перед сушінням.

Зразки яблук, які перед сушінням пройшли обробку ІЧ-променями, меланоїдоутворенню будуть піддаватися протягом всього періоду зберігання в найменшій мірі, так як зразки з щільним поверхневим каркасом менше доступні для впливу кисню повітря. Отже, втрати цукрів, пов'язаних з меланоїдоутворенням, будуть найменшими.

Втрати цукрів в зразках сушених яблук протягом періоду зберігання будуть найменшими, якщо використовувати перед сушінням короткочасну попередню обробку інфрачервоними променями.

Зміна органолептичних показників якості.

Як видно з даних таблиці 3.11, найбільш приваблива органолептична характеристика зразків за зовнішнім виглядом, консистенцією, кольором і смаком спостерігається у зразків плодів після року зберігання з попередньою обробкою ІЧ-променями.

Зміна органолептичних показників якості сушених яблук пов'язана зі зміною їх хімічного складу.

Колір продукту, в зв'язку з інтенсифікацією реакції Майяра і підвищенням масової частки вологи, стає інтенсивніше.

З'являються коричневі тони. Особливо це помітно в зразках яблук з попередніми ІЧ-нагріванням.

Таблиця 3.11 – Порівняльний аналіз органолептичних показників якості зразків сушених яблук після року зберігання

Найменування показників	Види попередньої обробки		
	Яблука неочищені	Яблука неочищені з попередніми бланшуванням	Яблука неочищені з попередньою обробкою ІЧ-променями
Зовнішній вигляд і консистенція	Часточки цілі, сухі, еластичні, трохи злипаються	Часточки цілі, сухі, значно сліпаються	Часточки цілі, сухі, еластичні
Колір	Кремовий, однорідний, інтенсивний, яскравий	Світло-кремовий, чи неоднорідний, неінтенсивний, матовий	Світло-коричневий однорідний, яскравий
Смак	Кисло-солодкий, виразний	Кисло-солодкий слабо виражений	Кисло-солодкий з легким карамельним присмаком

У зв'язку зі зволоженням продукту під час зберігання, частково розм'якшується поверхневий шар часточок. Часточки будуть злипатися у зразків бланшованих яблук. Перерозподіл співвідношення складових частин в результаті підвищення масової частки вологи, кислот і цукрів. У результаті кисло-солодкий смак стає менш виражений.

Найбільшу «стійкість» до впливу умов зберігання мають зразки сушених яблук з попереднім ІЧ-нагріванням. Їх органолептичні показники практично залишилися на колишньому рівні.

#### Висновки до розділу

В даному рзділідипломної роботи було встановлено, що очищення плодів від шкірки призводить до скорочення часу сушіння з 3 годин до 2,5 годин (на 17 %) і отримання готового продукту з більш привабливими органолептичними показниками, що дозволить знизити енерговитрати і підвищити якість сушеної продукції.

Доведено, що в якості попередньої теплової обробки, бланшування парою, ефективно тільки для отримання сушених яблук швидкого розварювання. В інших випадках бланшування недоцільно, так як ця операція сприяє збільшенню часу сушіння та до втрат вітаміну С і цукрів.

Встановлено, що короточасний вплив інфрачервоними променями є найбільш ефективним видом попередньої обробки яблук за наступними показниками: сприяє скороченню часу сушіння на 0,5 – 1,0 год, максимальному збереженню вітаміну С і цукрів і створення найбільш привабливих органолептичних властивостей готового продукту. Попередня обробка інфрачервоним нагріванням дозволяє зберігати готову продукцію без зниження рівня якості після закінчення періоду зберігання – 12 місяців. Після закінчення року зберігання темп збільшення масової частки вологи в зразках з інфрачервоним опромінюванням найнижчий (1,27 %) у порівнянні з іншими варіантами попередньої обробки (в зразках неочищених яблук без обробки 1,51 % і яблук бланшованих 1,73 %). За основним показниками масової частки вологи зразки з попередньою обробкою інфрачервоними променями повністю відповідають вимогам чинного стандарту, тоді як зразки з іншими видами попередньої обробки мають масову частку вологи вище, ніж вимагає нормативний документ.

Доведено, що з усіх видів попередньої обробки яблук перед сушінням найбільш ефективним є короточасний вплив інфрачервоними променями протягом 10 – 15 хвилин. Ефективність цього виду попередньої обробки підтверджується найкращими показниками якості сушених яблук, найменшими кількісними втратами під час сушіння і в процесі аналізованого періоду зберігання таких цінних компонентів як цукру і вітаміну С. Це дозволяє отримати продукцію з високими якісними показниками і забезпечує високий рівень рентабельності виробництва.

## 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

### 4.1 Дослідження та оцінка стану охорони праці в ПП «Біолайт»

Охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності [82].

Небезпечний виробничий фактор – виробничий фактор, вплив якого на працівника у певних умовах призводить до травм, гострого отруєння або іншого раптового різкого погіршення здоров'я або до смерті. На підприємстві такими факторами є: робота з високими напругами (до 380 В) [82].

Шкідливий виробничий фактор – фактор середовища і трудового процесу, вплив якого на працюючого за певних умов може викликати професійне захворювання, тимчасове або стійке зниження працездатності, підвищити частоту соматичних і інфекційних захворювань, призвести до порушення здоров'я нащадків, а саме нерівномірне освітлення робочих місць та підвищена температура при роботі з технологічним обладнанням [82].

Виробничий травматизм – явище, що характеризується сукупністю виробничих травм і нещасних випадків на виробництві [82].

Метою дослідження виробничого травматизму є розробка заходів по запобіганню нещасних випадків на підприємстві. Для цього необхідно систематично аналізувати і узагальнювати їх причини. Аналіз причин травматизму дозволяє поділяти їх на організаційні, технічні, психофізіологічні та санітарно-гігієнічні. Згідно даних підприємства за 2017 – 2019 роки випадків виробничого травматизму зафіксовано не було.

Для кількісної характеристики виробничого травматизму в основному використовують такі показники [83]:

- коефіцієнт частоти травматизму:

$$K_q = \frac{T}{P} \cdot 1000, \quad (4.1)$$

$$K_{q2017} = \frac{1}{24} \cdot 1000 = 41,67$$

- коефіцієнт важкості травматизму:

$$K_g = \frac{D}{T} \cdot 1000, \quad (4.2)$$

$$K_{g2018} = \frac{18}{1} \cdot 1000 = 18000$$

- коефіцієнт втрат робочого часу

$$K_{em} = \frac{D}{P} \cdot 1000, \quad (4.3)$$

$$K_{em2019} = \frac{18}{24} \cdot 1000 = 750$$

де  $T$  – кількість нещасних випадків (травм) за досліджуваний період;

$P$  – середня (за списком) кількість працівників, чол.;

$D$  – сумарна втрата днів непрацездатності в результаті нещасного випадку, днів.

Для аналізу стану виробничого травматизму та захворювань розглянемо дані таблиці 4.1

Таблиця 4.1 – Основні показники виробничого травматизму на ПП «Біолайт» за 2017 – 2019 роки

Показники	Роки		
	2017	2018	2019
1	2	3	4
Кількість працюючих, чол.	24	24	24
Кількість нещасних випадків, од.	1	-	-
Кількість днів непрацездатності:			
- від травматизму	18	-	-
- від профзахворювань	-	-	-
Коефіцієнт частоти травматизму	41,67	-	-
Коефіцієнт важкості травматизму	18000	-	-
Коефіцієнт втрат робочого часу	750	-	-

У 2017 році на підприємстві трапився нещасний випадок з працівником, який під час обслуговування сепаратора пошкодив руку, тобто порушив вимоги безпеки. Кількість днів непрацездатності склала 18 днів.

Зберігання та переробка плодово-ягідної сировини, як і все інші, пов'язане з необхідністю дотримання певних вимог з забезпечення безпечних методів праці та збереження здоров'я працівників. На підприємствах незалежно від їх типу та продуктивності повинні суворо дотримуватись галузевих та загальних правил безпеки праці, правил пожежо-вибухобезпеки.

На підприємстві в обов'язковому порядку проводять інструктажі з охорони праці – вступний, первинний, повторний, позаплановий і цільовий. Недоліком є те, що на робочих місцях не вивішені інструкції з правил безпеки і виробничої санітарії при обслуговуванні кожного виду діяльності.

Адміністрація підприємства організувала роботу на кожному робочому місці у суворій відповідності до вимог правил безпеки праці, норм виробничої санітарії і трудового законодавства, повсякденно слідкувати за дотриманням робочими правильних і безпечних умов праці, виконання інструкцій з цих питань, своєчасно забезпечувати робочих спецодягом та іншими запобіжними засобами і засобами індивідуального захисту у відповідності з діючими нормами.

Робочі знають і виконують всі вимоги, що стосуються безпечних методів праці. Вступний інструктаж висвітлює такі питання, як правила внутрішнього трудового розпорядку, безпеки, пов'язані з перебуванням робітника на території, рухом транспорту, перебуванням у складських приміщеннях, прийомних пристроях, загальні правила електробезпеки, заходи пожежної безпеки, порядок використання санітарно-побутових приміщень, спецодягу, надання першої допомоги при нещасних випадках і т.д. Після проведення вступного інструктажу з безпеки праці обов'язково робиться відмітка у особових контрольних картках.

Крім вступного, ще проводиться інструктаж на робочому місці. Це робить керівник цеху. Під час інструктажу робітник ознайомлюється з технологічним процесом, правилами безпеки і пожежо та вибухобезпеки на даній ділянці роботи, з будовою, призначенням машин і заходами безпеки при їх обслуговуванні, з призначенням і технічним застосуванням запобіжних засобів, з безпечною роботою з електрообладнанням. Робочого ознайомлюють з правилами поведінки у виробничих приміщеннях, із внутрішньо цеховим зв'язком і сигналами, з аспіраційними установками і необхідністю утримання їх у справному стані, правилами транспортування і перенесення вантажу, укладки штабелів і послідовністю їх розбору, недопустимістю загромождження проходів і проїздів, з заходами безпеки при газації і дегазації виробничих і складських приміщень, з необхідністю підтримання санітарного стану на робочому місці. Проходження робочими і інструктажу відображається у особовій контрольній картці.

Кожні 6 місяців з робочими проводиться повторний інструктаж з безпеки праці за програмою вступного інструктажу і інструктажу на робочому місці, враховуючи специфіку виконуваної роботи.

Проходження повторного інструктажу з безпеки праці відображається в цеховому журналі – «Журнал реєстрації інструктажу з безпеки праці».



На підприємстві розроблений і затверджений комплексний план заходів з покращення умов праці. Його складають на п'ятирічний термін і пов'язують з п'ятирічним планом розвитку підприємства.

У комплексному плані відображаються наступні основні розділи і заходи:

- удосконалення організації праці;
- удосконалення технологічних процесів, що призводять до покращення умов праці;
- механізація важких і трудомістких робіт;
- забезпечення санітарно-побутовими приміщеннями у відповідності до діючих норм;
- реконструкція і удосконалення аспіраційних і вентиляційних систем;
- зниження шуму і вібрації;
- покращення освітленості робочих місць, зон обслуговування, території підприємства;
- впровадження більш ефективних запобіжних засобів;
- покращення забезпеченості спецодягом і спецвзуттям;
- покращення навчання працюючих безпечному веденню робіт та інші заходи.

Для безпечного обслуговування обладнання встановлено, що проходи між окремими машинами 0,8 м. Машини і обладнання надійно заземлене, муфти, що обертаються, кінці валів мають огорожу.

На даному підприємстві встановлені такі недоліки з охорони праці: не в усіх передбачених місцях встановлено загорожі перед рухомими частинами обладнання та недостатня освітленість виробничих приміщень цехів та виробничо-технологічної лабораторії.

В ПП «Біолайт» стан охорони праці знаходиться на належному рівні, але мають недоліки: атестація робочих місць не проводиться; інструкції з безпеки праці не завжди виконуються, перевірка їх знання і виконання робітниками підприємства не проводиться; непридатні засоби індивідуального захисту та спецодяг і спецвзуття замінюються не своєчасно; система створення мікроклімату

в приміщеннях не працює, що призводить до зниження працездатності і продуктивність праці; стан всіх запобіжних пристроїв а також загорож на обладнанні знаходиться в незадовільному стані; фінансування заходів та засобів з охорони праці в товаристві не відповідає потребам господарства.

#### 4.2 Рекомендації щодо покращення стану охорони праці в ПП «Біолайт»

1. Більше уваги приділяти курсовому навчанню робітників підрозділів.
2. Провести заходи щодо покращення забезпечення робітників спецодягом.
3. Встановити в передбачених місцях загорожі перед рухомими частинами обладнання, для запобігання травматизму;
4. Закріпити належним чином кожухи на клиноремінних передачах;
5. Для запобігання пиловиділення в приміщення потрібно модернізувати аспіраційне обладнання;
6. Обновити пожежні щити та обладнання;
7. Вжити заходів щодо опалення приміщень.

#### 4.3 Розрахунок штучного освітлення виробничого приміщення лабораторії ПП «Біолайт»

Розрахунок виконаємо за методом використання світлового потоку. Для цього знайдемо висоту підвісу світильників [84]:

$$H_c = H - h_p + h_r, \quad (4.4)$$

де  $H$  – висота приміщення, м;

$h_p$  – висота робочого місця, м;

$h_r$  – відстань від стелі до світильника, м.

Для всіх приміщень висота підвісу буде складати:

$$H_c = 3,5 - 1 + 0,5 = 2 \text{ м}$$

Далі визначаємо показник приміщення:

$$\varphi = \frac{a \cdot b}{H_c \cdot a + b}, \quad (4.5)$$

де  $a, i, b$  – довжина і ширина приміщення відповідно, м.

У нашому випадку цей індекс складає:

$$\varphi = \frac{12 \cdot 6}{2 \cdot 12 + 6} = \frac{72}{36} = 2$$

Для приміщень лабораторій використовують, як правило, світильники з люмінесцентними лампами. В нашому випадку обираємо світильники типу ЖКХ, для яких,  $\varphi = 2$ , коефіцієнт використання світлового потоку  $n = 65$ . Далі визначаємо кількість світильників в приміщенні лабораторії при умові розміщення їх один від одного на відстані два метри:

$$n = \frac{S}{l^2}, \quad (4.6)$$

Звідси,

$$n = \frac{72}{4} = 18 \text{ шт.}$$

Таким чином, приймаємо кількість світильників рівну 18 шт.

Далі визначаємо світловий потік однієї лампи за формулою:

$$F = \frac{E_{\min} \cdot K \cdot Z \cdot S}{n \cdot \eta}, \quad (4.7)$$

де  $E$  – мінімальна освітленість, що дорівнює 300 люкс;

$K$  – коефіцієнт запасу, що враховує запиленість світильників ( $K = 1,7$ );

$Z$  – відношення середньої освітленості до мінімальної ( $Z = 0,53$ );

$S$  – площа приміщення, м<sup>2</sup>;

$n$  – кількість світильників, шт.;

$\eta$  – коефіцієнт використання світлового потоку ( $\eta = 0,55$ ).

Розрахунковий світовий потік складає:

$$F = \frac{300 \cdot 1,7 \cdot 0,53 \cdot 72}{18 \cdot 0,55} = 1965 \text{ лм}$$

Отже,

$$E = \frac{1965 \cdot 18 \cdot 0,55}{1,7 \cdot 72 \cdot 0,53} = 300 \text{ лк.}$$

Далі за визначеним мінімальним світовим потоком вибираємо лампи для світильників. Таким чином, для обраних світильників типу ЖКХ приймаємо LED лампи потужністю 25 Вт.

4.4 Вимоги безпеки праці для оператора обладнання для сушки фруктів ГЧ-опроміненням

#### Загальні положення

До роботи оператором установки ГЧ-опромінення зерна допускаються особи не молодше 18 років, які пройшли навчання з обслуговування і безпечної

експлуатації цих агрегатів та попереднє навчання й перевірку знань із питань охорони праці і мають про це відповідне посвідчення [85, 86].

Оператори з подібних агрегатів та машин повинні мати відповідну кваліфікаційну групу з електробезпеки.

Узгоджуйте з безпосереднім керівником чітке визначення меж вашої робочої зони. Не допускайте знаходження сторонніх осіб у робочій зоні.

До роботи приступайте у спецодязі, упевнившись, що він не має пошкоджень, елементів, які звисають, не прилягають і можуть бути захоплені деталями, що рухаються й обертаються.

Не приступайте до роботи у стані алкогольного, наркотичного або медикаментозного сп'яніння, у хворобливому або стомленому стані.

Куріть тільки у спеціально відведених і обладнаних для цих цілей місцях.

Не працюйте з несправним агрегатом і пристосуваннями, не використовуйте їх не за призначенням, а також не користуйтеся сторонніми предметами.

Перед вживанням їжі вимийте руки з милом, витріть їх чистим рушником або висушіть повітрям.

Не відпочивайте на оброблюваному матеріалі.

### Вимоги безпеки перед початком робіт

Отримайте від керівника робіт завдання.

Одягніть спецодяг та засоби індивідуального захисту (не переодягайтесь поблизу обертових або рухомих деталей і механізмів машин і обладнання).

Проведіть технічне обслуговування згідно з інструкцією заводу-виготовлювача.

Перевірте наявність і справність захисних огорожень приводів робочих органів, наявність та справність захисних (запобіжних) пристроїв.

Забезпечте захист струмопідвідних проводів і кабелів до установки від механічних пошкоджень або підвісьте їх на висоту, недоступну для пошкодження машинами та торкання людьми.

Перевірте надійність кріплення й наявність заземлення електрообладнання установки і пульта керування нею. Не приступайте до роботи з відчиненими дверцятами пультів керування, знятих кришках магнітних пускачів та іншої електроапаратури.

Перед включенням машини переконайтесь, що нікому із присутніх біля машини не загрожує небезпека від рухомих частин і механізмів.

#### Вимоги безпеки під час виконання роботи

Перед включенням машин переконайтесь, що поблизу машин відсутні люди, і подайте звуковий сигнал.

Не працюйте зі знятими огороженнями пасових і ланцюгових передач, муфт, блоків натяжних пристроїв, місць набігання полотен транспортерів на барабани, опорних роликів і роликів нижньої гілки стрічки в зонах робочих місць, а також рухомих частин машин і механізмів, що знаходяться в місцях, вільних для доступу.

Усувайте пошкодження, проводьте очищення машини від зерна, мащення й регулювання тільки при виключеному рубильнику, відключеному штепсельному з'єднанні і зупиненій машині.

Під час обслуговування й очищення вузлів машин і електрообладнання, що знаходяться високо, користуйтеся розсувною або переносною драбиною з опорними наконечниками, що виключають можливість сковзання її по підлозі (землі, площадці тощо).

#### Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях

Зупиніть машину при електроударі, з'явленні стороннього шуму, вібрації, запаху горілого і загорянні зерна в сушильній камері. Зупинку машини починайте з припинення подавання електричного струму.

При появі напруги на корпусі машини терміново відключіть загальний рубильник. Викличте чергового електрика. Усі пошкодження

електроприводів, пульту управління, силової й освітлювальної мереж повинен усувати тільки електрик.

При враженні працівника електричним струмом як можна швидше звільніть потерпілого від його дії (тривалість дії струму визначає тяжкість травмування), для цього негайно відключіть рубильник чи інший пристрій.

При неможливості швидкого відключення електроустановки вживайте заходів щодо звільнення потерпілого від струмоведучих частин, користуючись мотузкою, палицею, дошкою чи іншими сухими діелектричними предметами, або відтягніть потерпілого за одягу (якщо вона суха і відстає від тіла), наприклад за поли піджака, за комір, при цьому уникайте дотику з оточуючими металевими предметами й частинами тіла потерпілого, не покритими одягом.

Якщо потерпілий торкається проводу, який лежить на землі, то перш ніж підійти до нього положіть собі під ноги суху дошку, згорток сухої одягу або суху, що не проводить електричний струм, підставку і відокремте провід від потерпілого за допомогою сухої палиці, дошки. При цьому рекомендується діяти по можливості однією рукою.

У разі, якщо потерпілий судорожно стискає в руці один струмоведучий елемент (наприклад провід), відокремте потерпілого від землі (просуньте під нього суху дошку, відтягніть ноги від землі мотузкою або за одягу).

Якщо нема можливості відокремити потерпілого від струмоведучих частин чи вимкнути електроустановку від джерела живлення, перерубайте провід сокирою із сухим дерев'яним держакком або перекусіть їх інструментом з ізолюваними ручками. Перерубуйте й перекушуйте кожний провід окремо. Можна скористатися і неізолюваним інструментом, тільки необхідно обгорнути його ручки сухою вовняною або прогумованою тканиною.

В разі виникнення пожежі на стаціонарних об'єктах викличте пожежну команду, повідомте керівництво і приступіть до ліквідації осередку загоряння згідно з вимогами інструкції про заходи з пожежної безпеки.

При виникненні пожежі на електроустановках у першу чергу необхідно повідомити про це пожежну охорону, відповідального за електрогосподарство, керівника робіт.

При загорянні одежі постарайтесь зняти її або накрийте палаючу ділянку щільною матерією, при можливості занурте у воду.

#### Вимоги безпеки після закінчення роботи

Відключіть двигуни агрегату в зворотній послідовності їхнього включення.

Очистіть машини, обладнання, майданчики, робочі приміщення від сміття і віднесіть у спеціально відведене місце.

Приберіть робоче місце. Очистіть інструмент, інвентар, пристрої і покладіть у відведене місце. Приведіть у порядок спецодяг і засоби індивідуального захисту і здайте їх на зберігання.

Помийте руки й обличчя теплою водою з милом.

При здачі зміни повідомте змінника про технічний стан обладнання і розкажіть про особливості роботи.

Повідомте керівника про всі помічені недоліки у процесі роботи і вжиті заходи до їх усунення.

#### 4.5 Безпека в надзвичайних ситуаціях у разі вибуху

На небезпеку вибуху може вказувати запах газу і задимлення. Близько приміщення – сліди ремонтних робіт, ділянки стіни з порушеним забарвленням, що відрізняється від загального фону.

Основні вражаючі фактори вибуху. Пожежо-вибухові явища характеризуються такими факторами:

- повітряної ударної хвилею, що виникає при різного роду вибухах газо-повітряних сумішей, резервуарів з перегрітою рідиною і резервуарів під тиском;
- тепловим випромінюванням і осколками, що розлітаються;



- дією токсичних речовин, які застосовувалися в технологічному процесі чи утворилися в ході пожежі або інших аварійних ситуаціях.

Дія повітряної ударної хвилі може викликати вторинні наслідки, так як при вибуху вибухової речовини в атмосфері виникають ударні хвилі, що поширюються з великою швидкістю у вигляді областей стиску. Ударна хвиля досягає земної поверхні і відбивається від неї на деякій відстані від епіцентру вибуху, фронт відбитої хвилі зливається з фронтом падаючої хвилі, внаслідок чого утворюється так звана головна хвиля з вертикальним фронтом.

При наземному вибуху повітряна ударна хвиля, як і при повітряному вибуху, поширюється від епіцентру з вертикальним фронтом.

Термічні і механічні пошкодження людей. В останні роки у зв'язку з широким і постійним використанням хімічних речовин у промисловості, сільському господарстві та побуті почастішали випадки опіків хімічними речовинами. Деякі хімічні сполуки на повітрі при зіткненні з вологою та іншими хімічними речовинами вибухають, викликаючи термохімічні опіки.

Найбільш характерними видами травм при аваріях і катастрофах, викликаних вибухами, бувають: поранення, забиті місця, переломи кісток, розриви і розчавлювання тканин, ураження електричним струмом, опіки, отруєння.

Дії при вибухах:

- при вибуху на підприємстві перш за все необхідно попередити робітників і службовців, а також оповістити яке проживає поблизу населення;

- необхідно скористатися індивідуальними засобами захисту, а при їх відсутності для захисту органів дихання – використовувати ватно-марлеву пов'язку;

- при пошкодженні будівлі вибухом входити в нього слід з надзвичайною обережністю. Необхідно переконатися у відсутності значних ушкоджень перекриттів, стін, ліній електро-, газо-і водопостачання, а також витоків газу, осередків пожежі.

- якщо вибух викликав загоряння, необхідно використовувати первинні засоби (вогнегасники). Для недопущення поширення вогню треба задіяти пожежні крани і гідранти.
- необхідно надати допомогу тим, хто опинився придавлений уламками конструкцій. Допомогти витягти людей з завалів;
- при порятунку постраждалих слід дотримуватися запобіжних заходів від можливого обвалу, пожежі та інших небезпек, обережно вивести і надати їм першу медичну допомогу, загасити палаючий одяг, припинити дію електричного струму, зупинити кровотечу, перев'язати рани, накласти шини при переломі кінцівок.

#### Висновки по розділу

В даному розділі дипломної роботи було досліджено стан та організація охорони праці на підприємстві, безпека праці при роботі з агрегатами та машинами для проведення обробки фруктів НВЧ-полем, вимоги перед початком роботи, під час роботи, після її завершення та при виникненні аварійних ситуацій. Також було запропоновано заходи щодо поліпшення стану охорони праці на підприємстві. Виконано розрахунок системи освітлення виробничого приміщення лабораторії ПП «Біолайт» згідно розрахунків загальна кількість світильників складає 18 шт, типу ЖКХ, приймаймо Led лампи потужністю 25 Вт.

## 5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

### 5.1 Організація проведення дослідження

Одним з найпопулярніших фруктів в Україні є яблука, вони складають третину нашого фруктового раціону – до 13 кг на рік на людину.

Яблука і продукти їх переробки мають цінні властивості. У них містяться: легко засвоювані цукри, фруктові кислоти, дубильні і ароматичні речовини, які надають плодам приємний смак, вітаміни, пектинові речовини, які можуть виводити з організму важкі метали та отруйні сполуки, що утворюються в кишечнику гнильними бактеріями.

Удосконалення процесу сушіння плодів – одна з найважливіших завдань для харчової промисловості, що обумовлено низьким ступенем переробки сировини.

Яблучні чіпси є високоякісним продуктом харчування, мають високі дієтичні та смакові властивості. Вони зроблені з натуральних яблук шляхом сушіння, без використання обсмажування і олії, в порівнянні з картопляними чіпсами. Завдяки цінним поживним властивостям даний яблучний продукт популярний на світовому ринку. В даний час тривалість процесу сушіння при виробництві яблучних чіпсів становить 4 – 4,5 години.

Організація досліджень включає: складання переліку робіт, визначення їх взаємозв'язку і тривалості, побудову сітьового графіка, визначення критичного шляху, розрахунок кошторису витрат на проведення експерименту.

Перелік робіт, передбачений ходом дослідження з обґрунтування процесу НВЧ-сушки яблучних чіпсів, 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	Обґрунтування вибраного напрямку наукових досліджень	1
2-3	Пошук літературних джерел за тематикою досліджень	12
3-4	Написання літературного огляду	5
4-5	Складання послідовного плану виконання дослідних робіт	2
5-6	Розробка та викладення методик проведення досліджень	4
6-7	Підготовка дослідних зразків яблук	3
7-8	Підготовка дослідного устаткування	15
8-9	Дослідження фізико-механічних властивостей дослідних зразків яблук	2
8-10	Визначення впливу температури на ступінь перетворення яблук	2
8-11	Визначення впливу температури яблук на час НВЧ-обробки	6
8-12	Визначення впливу потужності НВЧ-джерела на швидкість сушки яблук.	8
9-13	Обробка результатів експериментальних дослідження	1
10-13		1
11-13		1
12-13		2
13-14	Підготовка матеріалу для доповіді	6

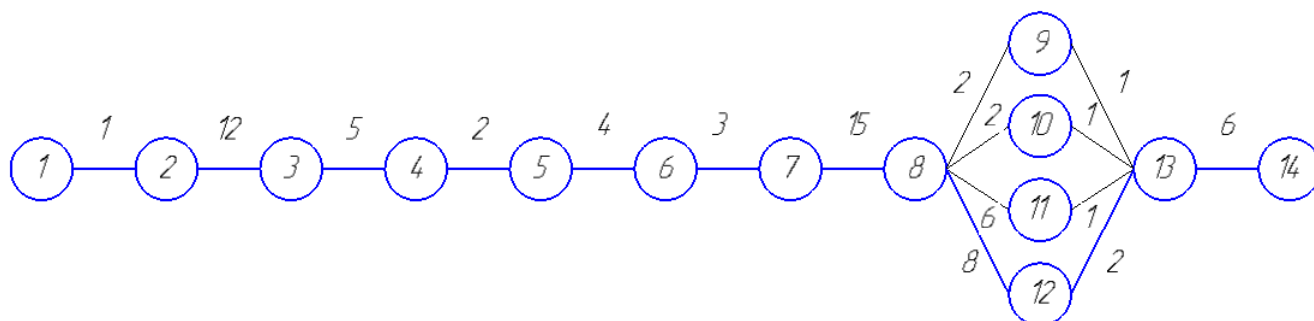


Рисунок 5.1 – Сітьовий графік проведення науково-дослідної роботи

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

$$L_{1-2-3-4-5-6-7-8-9-13-14}^1 = 1 + 12 + 5 + 2 + 4 + 3 + 15 + 2 + 1 + 6 = 51;$$

$$L_{1-2-3-4-5-6-7-8-10-13-14}^2 = 1 + 12 + 5 + 2 + 4 + 3 + 15 + 2 + 1 + 6 = 51;$$

$$L_{1-2-3-4-5-6-7-8-11-13-14}^3 = 1 + 12 + 5 + 2 + 4 + 3 + 15 + 6 + 1 + 6 = 55;$$

$$L_{1-2-3-4-5-6-7-8-12-13-14}^4 = 1 + 12 + 5 + 2 + 4 + 3 + 15 + 8 + 2 + 6 = 58.$$

Шлях, який має максимальну тривалість називають критичним. У нашому випадку критичним є четвертий шлях з тривалістю в 58 дні.

Наступний етап – розрахунок параметрів часу:

- пізній термін здійснення події  $T_i^n$  – різниця між критичним шляхом та максимальним шляхом від даної події до кінцевої;

- ранній термін здійснення події  $T_i^p$  – найбільший шлях від початкової до і-тої події; ранній термін здійснення кінцевої події дорівнює тривалості критичного шляху  $L_{KP} = 58$  дні.

Резерв шляху розраховують за формулою:

$$R_1 = T_1^n - T_1^p, \quad (5.1)$$

де  $R_1$  – резерв шляху, днів;

$T_1^n$  – пізній термін здійснення події, днів;

$T_1^p$  – ранній термін здійснення події, днів.

Результати розрахунку представлені у табл. 5.2.

Таблиця 5.2 – Терміни здійснення подій (ранній та пізній) і резерв шляху

Номер події	Ранній термін здійснення події $T_1^p$ , дні	Пізній термін здійснення події $T_1^n$ , дні	Резерв шляху $R_1$ , дні
1	0	0	0
2	1	1	0
3	13	13	0
4	18	18	0
5	20	20	0
6	24	24	0
7	27	27	0
8	42	42	0
9	44	51	7
10	44	51	7
11	48	51	3
12	50	50	0
13	52	52	0
14	58	58	0

Повний резерв часу роботи – максимальна кількість часу, на який можна збільшити тривалість даної роботи, не змінюючи при цьому тривалість критичного шляху. Повний резерв часу роботи розраховують за формулою:

$$R_{ij}^n = T_j^n - T_i^n - t_{ij}, \quad (5.2)$$

де  $R_{ij}^n$  – повний резерв часу роботи, днів;

$t_{ij}$  – загальна тривалість роботи, днів.

Вільний резерв часу – максимальна кількість часу, на який можна збільшити тривалість робіт чи відстрочити її початок, не змінюючи при цьому ранніх термінів початку наступних робіт. Показник визначають по формулі:

$$R_{ij}^e = T_j^p - T_i^p - t_{ij}, \quad (5.3)$$

де  $R_{ij}^e$  – вільний резерв часу роботи, днів;

$T_1^n$  – пізній термін здійснення події, днів;

$T_1^p$  – ранній термін здійснення події, днів.

Коефіцієнт напруженості робіт дозволяє судити про те, наскільки вільно можна мати у своєму розпорядженні наявні резерви.

Коефіцієнт напруженості робіт розраховують за формулою:

$$K_{ij}^H = \frac{L_{maxij} - t_{ij}}{L_{kp} - t_{ij}}, \quad (5.4)$$

де  $L_{maxij}$  – довжина максимального шляху, що проходить через роботу;

$L_{kp}$  – довжина критичного шляху ( $L_{kp} = 58$  дні).

Результати розрахунків наведені у табл. 5.3.

Отже, використання мережевого планування допомагає правильно організувати дослідження, змодельовати, проаналізувати, а також, при необхідності, перебудувати його план з метою економії часу і коштів. При складанні сіткового графіка потрібно прагнути до рівнобіжного виконання окремих робіт, що дозволяє скоротити загальний термін проведення експерименту.

Проаналізувавши отримані розрахункові дані, можна зробити висновок, що на виконання повного комплексу робіт, передбаченого ходом дослідження, потрібно витратити 58 дні. Виконання робіт, які лежать на критичному шляху, необхідно закінчувати точно в термін, адже вони не мають резерву часу, а коефіцієнт їх напруженості дорівнює найбільшому значенню.

Однак дані табл. 5.3 свідчать про те, що календарні терміни окремих видів робіт можна зміщувати в часі в разі виникнення необхідності.

Таблиця 5.3 – Результати розрахунку вільного і повного резервів часу

Шифр робіт $i-j$	Вільний резерв часу $R_{ij}^e$ , дні	Повний резерв часу $R_{ij}^n$ , дні	Коефіцієнт напруженості
1-2	0	0	0,00
2-3	0	0	0,02
3-4	0	0	0,25
4-5	0	0	0,34
5-6	0	0	0,39
6-7	0	0	0,44
7-8	0	0	0,63
8-9	0	7	0,75
8-10	0	7	0,75
8-11	0	3	0,81
8-12	0	0	0,84
9-13	0	0	0,77
10-13	0	0	0,77
11-13	0	0	0,84
12-13	0	0	0,89
13-14	0	0	1,00

## 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  $m_1$  – кількість витраченого  $i$ -го матеріалу;

$C_1$  – – 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
Яблука, кг	5	9,2	46,00
Всього			46,00

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	8000	47,62	20	952,40
Всього				952,40

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



$$H = \frac{952,40 \cdot 22}{100} = 209,53 \text{ грн.}$$

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 НВЧ-сушарку складають:

$$E_1 = 2,2 \cdot 0,9 \cdot 16 \cdot 1,68 = 53,22 \text{ грн.}$$

Затрати енергії на персональний комп'ютер складають:

$$E_2 = 1,3 \cdot 0,9 \cdot 80 \cdot 1,68 = 157,25 \text{ грн.}$$

Загальні затрати електроенергії складають:

$$E = E_1 + E_2 = 53,22 + 157,25 = 210,47 \text{ грн.}$$

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;

12 – кількість місяців 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
НВЧ-сушарка	6850,0	20	2	7,51
Персональний комп'ютер	10000,40	20	10	54,80
Всього				62,31

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 % від розрахованої заробітної плати виконавців дослідження і становлять:

$$\frac{952,40 \cdot 80}{100} = 761,92 \text{ грн.}$$

Кошторис витрат на проведення дослідження наведений в табл. 5.7.

Таблиця 5.7 – Кошторис витрат на проведення дослідження

Витрати	Сума, грн.
Основні матеріали	46,00
Заробітна плата	952,40
Нарахування на заробітну плату	209,53
Електроенергія	210,47
Амортизація	62,31
Накладні витрати	761,92
Всього	2242,63

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 ( $P = 30$ ), %.

$$Ц = 2242,63 + \frac{30 \cdot 2242,63}{100} = 2915,42 \text{ грн.}$$

Витрати на проведені дослідження становлять 2915,42 грн.

### Висновки до розділу

Відповідно до плану проведення дослідження було побудовано сітьовий графік, тривалість критичного шляху якого складає 62 дні. Така тривалість критичного шляху не перевищує визначений термін для виконання роботи над дослідженням, а отже, складений сітьовий графік можна вважати оптимальним.

Найбільшими статтями витрат під час проведення дослідження є витрати на заробітну плату та накладні витрати, які складають 952,40 грн та 761,92 грн. Загалом, з урахуванням 30 % нормативної рентабельності вартість проведеного дослідження становить 2915,42 грн.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Обґрунтовано саме вибір яблук, як предмету досліджень, а також за результатами аналізу фізико-хімічних показників якості (вміст сухих речовин, вітамінів, масова частка цукрів) в якості оптимального для сушки сорту яблук було обрано сорт Антонівка звичайна.

2. Встановлено аналіз впливу очищення плодів від шкірки призводить до скорочення часу сушіння з 3 годин до 2,5 годин (на 17 %) і отримання готового продукту з більш привабливими органолептичними показниками, що дозволить знизити енерговитрати і підвищити якість сушеної продукції.

Встановлено, що в якості попередньої теплової обробки, бланшування паром, ефективно тільки для отримання сушених яблук швидкого розварювання. В інших випадках бланшування недоцільно, так як ця операція сприяє збільшенню часу сушіння та до втрат вітаміну С і цукрів. Доведено, що короткочасний вплив інфрачервоними променями є найбільш ефективним видом попередньої обробки яблук за наступними показниками: сприяє скороченню часу сушіння на 0,5 – 1,0 год, максимальному збереженню вітаміну С і цукрів і створення найбільш привабливих органолептичних властивостей готового продукту.

3. Проаналізовано динаміку змін якісних показників сушених яблук протягом заданого періоду зберігання та встановлено, що попередня обробка інфрачервоним нагріванням дозволяє зберігати готову продукцію без зниження рівня якості після закінчення періоду зберігання – 12 місяців. Після закінчення року зберігання темп збільшення масової частки вологи в зразках з інфрачервоним опромінюванням найнижчий (1,27 %) у порівнянні з іншими варіантами попередньої обробки (в зразках неочищених яблук без обробки 1,51 % і яблук бланшованих 1,73 %). За основним показниками масової частки вологи зразки з попередньою обробкою інфрачервоними променями повністю відповідають вимогам чинного стандарту, тоді як зразки з іншими видами

попередньої обробки мають масову частку вологи вище, ніж вимагає нормативний документ.

4. Обґрунтовано вибір комплексу оптимальних підготовчих операцій і тимчасового інтервалу сушки, а саме з усіх видів попередньої обробки яблук перед сушінням найбільш ефективним є короткочасний вплив інфрачервоними променями протягом 10 – 15 хвилин. Ефективність цього виду попередньої обробки підтверджується найкращими показниками якості сушених яблук, найменшими кількісними втратами під час сушіння і в процесі аналізованого періоду зберігання таких цінних компонентів як цукру і вітаміну С. Це дозволяє отримати продукцію з високими якісними показниками і забезпечує високий рівень рентабельності виробництва.

Видалення шкірки яблук необхідно рекомендувати тільки для прискорення сушки і поліпшення таких органолептичних показників якості як консистенція і смак. В процесі проведення цієї операції збільшуються втрати біологічно цінних речовин, а під час зберігання підвищується здатність продукту до адсорбції вологи з навколишнього середовища.

Попереднє бланшування парою перед сушінням яблук ефективно тільки для отримання продукту швидкого розварювання. В інших випадках бланшування проводити недоцільно.

5. Досліджено стан та організація охорони праці на підприємстві, безпека праці при роботі з агрегатами та машинами для проведення обробки фруктів НВЧ-полем, вимоги перед початком роботи, під час роботи, після її завершення та при виникненні аварійних ситуацій. Виконано розрахунок системи освітлення виробничого приміщення лабораторії ПП «Біолайт» згідно розрахунків загальна кількість світильників складає 18 шт, типу ЖКХ, приймаймо Led лампи потужністю 25 Вт.

6. Найбільшими статтями витрат під час проведення дослідження є витрати на заробітну плату та накладні витрати, які складають 952,40 грн та 761,92 грн. Загалом, з урахуванням 30 % нормативної рентабельності вартість проведеного дослідження становить 2915,42 грн.

## СПИСОК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Адаменко В.Я. Интенсификация технологических процессов пищевой промышленности с помощью энергии СВЧ [Текст] / В.Я. Адаменко, И.Н. Борисова, А.И. Жаринов, И.А. Рогов // Обзорная информация. – М.: ЦНИИТЭИ, 1974. – 51 с.
2. Брайнина Х.З., Иванова А.В., Шарафутдинова Е.Н. Оценка антиоксидантной активности пищевых продуктов методом потенциометрии // Известия высших учебных заведений // Пищевая технология. 2004. №4. С. 73 – 75.
3. Бурач О. Сушка плодов и овощей [Текст] / О. Бурач, Ф. Берки. – М.: Пищевая промышленность, 1978. – 279 с.
4. Вода в пищевых продуктах [Текст] / Под редакцией Р.Б. Дакуорта. – М.: Пищ. пром-сть, 1980. – 376 с.
5. Волькенштейн В.С. Скоростной метод измерения теплофизических характеристик материалов [Текст] / В.С. Волькенштейн // Тепло-массо перенос. – Минск, 1962. – Т.1. – С. 65 – 69.
6. Гельперин Н.И. Основные процессы и аппараты химической технологии [Текст] / Н.И. Гельперин. – М.: Химия, 1981. – 812 с.
7. Генин, С.А. Технология сушки картофеля, овощей и плодов [Текст] / С.А. Генин. – М.: Пищ. пром-сть, 1971. – 191 с.
8. Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов [Текст]: СанПиН 2.3.2.1078–01 п. 6.6.1. – М.: Изд-во стандарт, 2001. – 269 с.
9. Гинзбург А. С. Теплофизические характеристики пищевых продуктов: Справочник [Текст] / А. С. Гинзбург, М.А. Громов, Г.И. Красовская. – М.: Агропромиздат, 1990.– 287 с.
10. Гинзбург А.С. Массовлагообменные характеристики пищевых продуктов [Текст] / А.С. Гинзбург. – М.: Легк. и пищ. пром-сть, 1982. – 280 с.
11. Гинзбург А.С. Основы теории и техники сушки пищевых производств [Текст] / А.С. Гинзбург. – М.: Пищ. пром-сть, 1973. – 528 с.

12. Гинзбург А.С. Расчет и проектирование сушильных установок пищевой промышленности [Текст] / А.С. Гинзбург. – М.: Агропромиздат, 1985. – 336 с.

13. Грачев Ю.П. Математические методы планирования экспериментов [Текст] / Ю.П. Грачев. – М.: Пищ. пром-сть, 1979. – 200 с.

14. Гришин М.А. Интенсификация сушки яблок и айвы [Текст] / М.А. Гришин, Р.И. Ярославская // Консервная и овощесушильная пром-сть. – 1970. – №11. – С. 34 – 36.

15. Гродым, Т.Л. Установка для сушки фруктов теплом уходящих газов [Текст] / Т.Л. Гродым // Пищ. пром-сть. – 1990. – №3. – С. 14 – 15.

16. Громов М.А. Теплофизические характеристики плодов [Текст] / М.А. Громов // Консервная и овощесушильная пром-сть. – 1971. – №10. – С. 35 – 36.

17. Громов М.А. Теплофизические характеристики плодов при консервировании компотов [Текст] / М.А. Громов, А.М. Дибиров // Консервная и овощесушильная пром-сть. – 1979. – №1. – С. 34 – 36.

18. Гуляев В.Н. Сушеные овощи и фрукты [Текст] / В.Н. Гуляев. – М.: Пищ. пром-сть, 1980. – 190 с.

19. Добкин В.М. Системный анализ в управлении [Текст] / В. М. Добкин. – М.: Химия, 1984. – 224 с.

20. Дущенко В.П. Сушка яблок инфракрасным излучением [Текст] / В.П. Дущенко, Г.П. Ганя // Консервная и овощесушильная пром-сть. – 1972. – №2. – С. 33.

21. Зозулевич Б.В. Интенсивность испарения воды при сушке фруктов на туннельных сушилках [Текст] / Б.В. Зозулевич, А.А. Силин // Консервная и овощесушильная пром-сть. – 1972. – №9. – С. 15 – 17.

22. Идельчик И.Е. Аэродинамика технологических аппаратов: (подвод, отвод и распределение потока по сечению аппаратов) [Текст] / И. Е. Идельчик. – М.: Машиностроение, 1983. – 351 с.

23. Ильясов С.Е. Определение показателя цветности сушеных плодов и винограда [Текст] / С.Г. Ильясов, А.К. Ангерсбах, М.И. Ангерсбах, В.Н. Казимов // Консервная, овощесушильная и пищекокцентратная пром-ть. – 1986. – №5.–

С. 9 – 17.

24.Калашников Г.В. Ресурсосберегающие технологии пищевых концентратов [Текст] / Г.В. Калашников, А.Н. Остриков. – Воронеж: ВГУ, 2001.– 355 с.

25.Калашников Г.В. Алгоритм проектирования оборудования влаготепловой обработки сыпучего растительного сырья [Текст] / Г.В. Калашников, Е.В. Литвинов, М.Н. Растегаев // Актуальные проблемы сушки и термовлажностной обработки материалов, ГОУ ВПО «ВГЛТА». – Воронеж, 2010. – С. 213 – 215.

26.Калашников Г.В. Анализ свойств яблок на основе применения термоаналитических методов [Текст] / Г.В. Калашников, Е. В. Литвинов // Пищевая промышленность. Хранение и переработка сельхозсырья. – 2012. – № 11.–С. 28–31.

27.Калашников Г.В. Кинетика СВЧ-сушки яблок [Текст] / Г.В. Калашников, Е. В. Литвинов// Вестник «ВГУИТ». – 2012. – № 2. – С. 40 – 42.

28.Калашников Г.В. Нестационарность тепловых полей пластины при переменном влаготепловом воздействии [Текст] / Г.В. Калашников, Е.В. Литвинов, М.Н. Растегаев // Актуальные проблемы сушки и термовлажностной обработки материалов, ГОУ ВПО «ВГЛТА». – Воронеж, 2010. – С. 210 – 212.

29.Калашников Г.В. Оборудование для гидратации и сушки пищевого растительного сырья [Текст] / Г.В. Калашников, Е.В. Литвинов // СЭТТ – 2011, Том 1. – Москва, 2011. – С. 429 – 431.

30.Калашников Г.В. Программно-логический алгоритм управления процессами гидратации и сушки плодоовощного сырья [Текст] / Г.В. Калашников, А.А. Шевцов, Е.. Литвинов//Вестник «ВГТА». – 2011. – № 1. – С. 89 – 93.

31.Калашников Г.В. Анализ ограничений при оптимизации влаготепловой обработки сыпучего пищевого растительного сырья [Текст] / Г.В. Калашников, Е.В. Литвинов, М. Н. Растегаев // Матер. II Междунар. На-уч-техн. конф: «Новое в технологии и технике пищевых производств» / ВГТА,– Воронеж, 2010. – С. 479 – 482.



32. Калашников Г.В. Конструкция секции СВЧ-сушки [Текст] / Г.В. Калашников, Е. В. Литвинов // Материалы международной научно-технической интернет-конференции («ЭПАХПП – 2011») «Энергосберегающие процессы и аппараты в пищевых и химических производствах» – Воронеж: ВГТА, 2011. – С. 206 – 211.

33. Калашников Г.В. Методика расчета комбинированного оборудования непрерывного действия для влаготепловой обработки плодоовощного сырья с СВЧ-энергоподводом [Текст] / Г.В. Калашников, Е. В. Литвинов // Материалы Международной научно-практической конференции: «Техника и технологии: пути инновационного развития». Курск, 2011. – С. 76 – 78.

34. Калашников Г.В. Механизм влагоприращения при влаготепловой обработке продукта [Текст] / Г.В. Калашников, Е.В. Литвинов, М.Н. Растегаев // Материалы III международной научно-техн. конф.: «Инновационные технологии и оборудование для пищевой промышленности» В 3 т., Т.2. ВГТА. – Воронеж , 2009. – С. 241 – 242.

35. Калашников Г.В. Особенности комбинированной влаготепловой обработки плодоовощного сырья [Текст] / Г.В. Калашников, Е.В. Литвинов, М.Н. Растегаев // Матер. II Междунар. науч.-техн. конф: «Новое в технологии и технике пищевых производств» / ВГТА.– Воронеж, 2010. – С. 482 – 483.

36. Калашников Г.В. Разработка экспериментальной установки для исследования влаготепловой обработки пищевого растительного сырья [Текст] / Г.В. Калашников, Е.В. Литвинов, П.С. Бабич // Материалы студенческой научной конференции за 2011 год [Текст]/ВГТА,– Воронеж, 2011.– 431 – 369.

37. Калашников Г.В. Система управления процессом комбинированной СВЧ-сушки плодоовощного сырья [Текст] / Г.В. Калашников, Е.В. Литвинов // Материалы международной научно-технической интернет-конференции («ЭПАХПП – 2011») «Энергосберегающие процессы и аппараты в пищевых и химических производствах» – Воронеж: ВГТА, 2011. – С. 449 – 453.

38. Калашников Г.В. Термический анализ местных сортов яблок [Текст] / Г.В. Калашников, Е.В. Литвинов, П.С. Бабич // Материалы студенческой научной

конференции за 2012 год [Текст]/ Вор. гос. ун-т инж. технол.– Воронеж, 2012. – с. 61.

39.Калашников Г.В. Энергоресурсосберегающая линия производства плодоовощных чипсов [Текст] / Г.В. Калашников, Е. В. Литвинов // Материалы международной научно-технической конференции «Адаптация ведущих технологических процессов к пищевым машинным технологиям»: В 3 ч. Ч.3./ Воронеж, гос. ун-т инж. технол. – Воронеж, 2012. – 218 с. – с. 184 – 186.

40.Калашников Г.В. Энергосберегающая конвективно-СВЧ-сушка плодоовощного сырья [Текст] / Г.В. Калашников, Е.В. Литвинов // Техника и технологии: пути инновационного развития: материалы Международной научно-практической конференции; Юго-Зап. гос. ун-т. Курск, 2011. – С. 78.

41.Карабула Б.В. Сублимационная сушка фруктового пюре [Текст] / Б.В. Карабула, Л.М. Либерман // Пищ. пром-сть. – 1988. – №6. – С. 21 – 22.

42.Кафаров В.В. Системный анализ процессов химической технологии: Энтропийный и вариационный методы неравновесной термодинамики в задачах химической технологии [Текст] / В. В. Кафаров и др. – М.: Наука, 1988. – 366 с.

43.Кац З.А. Исследование процесса сушки яблок в виброкипящем слое [Текст] / З.А. Кац, А.П. Рысин, Е.А. Шевцова // Консервная и овощесушильная пром-сть. – 1971. – №7. – С. 15 – 17.

44.Кац З.А. Производство сушеных овощей, картофеля и фруктов [Текст] / З.А. Кац. – М.: Лег. и пищ. пром-сть, 1984. – 216 с.

45.Клингер Т. Сверхвысокие частоты [Текст] / Т. Клингер. – М.: Наука, 1969. – 217 с.

46.Ковальская Л.П. Технология пищевых производств [Текст] / Л.П.Ковальская, Г.М.Мелькина, Н.Н. Шебершнева и др.; Под ред. Л.П. Ковальской. – М.: Агропромиздат, 1988. – 286 с.

47.Котова Д. Л. Термический анализ ионообменных материалов [Текст] / Д. Л. Котова, В. Ф. Селеменев. – М.: Наука, 2002. – 156 с.

48.Кретов И.Т. Интенсификация процесса сушки овощей и круп / И.Т. Кретов, В.М. Кравченко, А.Н. Остриков // Консервная, овощесушильная и

пищеконцентратная пром-сть. – 1990. – №1. – С. 24.

49.Кретович В.Л. Биохимия растений [Текст]: Учеб. – 2–е изд., пере-раб. и доп.; для биол. спец, ун-тов. – М.: Высш. шк., 1986. – С. 503.

50.Кучменко Т.А. Контроль качества и безопасности пищевых продуктов, сырья [Текст]: лабораторный практикум: учеб.пособие /Т.А. Кучменко, Р.П. Лисицкая, П.Т. Суханов, Ю.А. Асанова, Л.А. Харитоновна. – Воронеж. гос. технол. акад., ООО «СенТех». – Воронеж, 2010. – 116 с.

51.Лапин А.А. Антиоксидантные свойства продуктов растительного происхождения [Текст] / А.А. Лапин, М.Ф. Борисенков, А.П. Карманов, и др. // Химия растительного сырья. 2007. №2. С. 79–83.

52.Литвинов Е. В. Тороидальный аппарат для производства чипсов из плодовоовощного сырья [Текст] / Е.В. Литвинов // Всерос. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых: «Инновационные технологии и материалы (ИТМ–2011)»: сб. докл.. Воронеж: ФГБОУВПО «ВГТУ», 2011.213 с. – с. 116 – 118.

53.Лыков А. В.Тепломассообмен [Текст] / А. В. Лыков. – М.: Энергия, 1978. – 479 с.

54. Лыков А.В. Теория сушки [Текст] / А.В. Лыков. – М.: Энергия, 1968. – 472 с.

55.Лыков А.В. Теория теплопроводности [Текст] / А.В. Лыков. – М.: Высшая школа, 1967. – 600 с.

56.Любошиц И.Л. Сушка дисперсных термочувствительных материалов [Текст] / И.Л. Любошиц, Л.С. Слободкин, И.Ф. Пикус. – Минск.: Наука и техника, 1969. –214 с.

57.Макарова Н. В. Антиокислительные свойства яблок и продуктов их переработки [Текст] / Н. В. Макарова, А. В. Зюзина // Изв. вузов. Пищ. тех-нол.- 2010. – №4. – С. 18 – 20.

58.Макарова Н.В. Антиоксидантная активность яблок различных сортов [Текст] / Н.В. Макарова, А.В. Зюзина // Изв. вузов. Пищ. технол. – 2010. – № 4. – С. 31 – 33.

59.Максимов А.Г. Исследование процессов тепло- и массообмена при внутреннем источнике теплоты [Текст]: автореф. дис. канд. техн. наук / Г. Максимов. – М.: МТИПП, 1956. – 18 с.

60.Некрутман С.В. Диэлектрические свойства пищевых продуктов на частоте 2375 МГц [Текст] / С.В. Некрутман // Электронная обработка материалов. – 1973. – № 4. – С. 82 – 84.

61.Некрутман С.В. Массоперенос при нагреве пищевых продуктов в электрическом поле СВЧ [Текст] / С.В. Некрутман // Изв. вузов. Пищ. технология. – 1969. – № 6. С. 67 – 70.

62.Некрутман С.В. Тепловая обработка пищевых продуктов в электрическом поле СВЧ [Текст] / С.В. Некрутман. – М.: Экономика, 1972. – 140 с.

63.Нетушил А.В. Высокочастотный нагрев в электрическом поле [Текст] / А.В. Нетушил. – М.: Высш. шк., 1961. – 375 с.

64. Нечаев А.П. Технологии пищевых производств [Текст] / А.П. Нечаев, И.С. Шуб, О.М. Аношина и др. – М.: КолосС, 2005. – 768 с.

65.Нечаев А.П. Пищевая химия [Текст] / А.П. Нечаев, С.Е. Траубенберг, А.А. Кочетков . – СПб.: ГИОРД, 2007. – 640с.

66.Никаноров Г.М. Аэродинамическое сопротивление неподвижного слоя яблок [Текст] / Г.М. Никаноров // Консервная, овощесушильная и пище-концентратная пром-ть. – 1991. – № 1. – С. 5 – 6.

67.Никаноров Г.М. Обработка яблок токами промышленной частоты / Г.М. Никаноров, А.М. Гавриленков // Тезисы докл. на Шестой Всесоюз. на-уч.-техн. конф. по электрофизическим методам обработки пищевых продуктов и с-х. сырья. – М., 1989. – С. 186.

68.Никаноров Г.М. Сушка яблок путем предварительного нагрева их током промышленной частоты [Текст]: информ. листок / Г.М. Никаноров. – Курск: ЦНТИ, 1991. – 3 с.

69.Никаноров Г.М. Экспериментальные исследования кинетики сушки яблок [Текст] / Г.М. Никаноров, А.М. Гавриленков, И.Т. Кретов. – М.: Деп. в Агро

НИИТЭИПП, 1990. – № 7. – С. 87.

70. Ольховая Л.П. Технология переработки сырья растительного происхождения: учеб. пособие [Текст] / Л.П. Ольховая, А.А. Кушнирук ; Федер. агентство по рыболовству, Дальневост. гос. тех. Ун-т. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2009. – 111 с.

71. Орлов А.И. Нечисловая статистика [Текст] / А.И. Орлов. – М.: «МЗ-Пресс», 2004. – 516 с.

72. Осипова В.А. Экспериментальное исследование процессов теплообмена [Текст] / В.А. Осипова. – М.: Энергия, 1979. – 320 с.

73. Остапенко А.М. О воздействии СВЧ-энергии на биологические объекты [Текст] / А.М. Остапенко, В.А. Матисов, А.В. Беловолов // Изв. вузов. Пищ. технология. – 1975. – №5. – С. 123 – 127.

74. Павлов И.С. Активные потери пищевых продуктов [Текст] / И.С. Павлов // Активные потери пищевых продуктов. – М.: 1958. – С. 43 – 49.

75. Павлов К.Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии [Текст] / К.Ф. Павлов, П.Г. Романков, А.А. Носков. – Л.: Химия, 1987. – 576 с.

76. Панфилов В. А. Технологические линии пищевых производств (теория технологического потока): Учеб. пособие [Текст] / В.А. Панфилов. – М.: Колос, 1993. – 288 с.

77. Педенко А.И. Действие электромагнитного поля сверхвысококачастотного диапазона на микроорганизмы [Текст] / А.И. Педенко, Б.И. Белицкий, И.В. Лерина // Изв. вузов. Пищ. технология. – 1982. – № 5. – С. 54 – 56.

78. Процессы и аппараты пищевых производств [Текст] / А.Н. Остриков, Ю.В. Красовицкий, А.А. Шевцов [и др.]: под ред. А.Н. Острикова. – СПб.: ГИОРД, 2007. – 704 с.

79. Рогов И.А. Техника сверхвысококачастотного нагрева пищевых продуктов [Текст] / И.А. Рогов, С.В. Некрутман, Г.В. Лысов. – М.: Легк. и пищ. пром-сть, 1981. – 297 с.

80. Рогов И.А. Электрофизические методы обработки пищевых продуктов

[Текст] / И.А. Рогов. – М. : Агропромиздат, 1988. – 272 с.

81. Сажин Б.С. Основы техники сушки [Текст] / Б.С. Сажин. – М.: Химия, 1984. – 320 с.

82. ДСТУ 2293-99. Охорона праці терміни та визначення основних понять (34095).

83. ДНАОП 0.00-4.03-01. Положення про порядок розслідування та ведення обліку нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на виробництві (43338).

84. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень.

85. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів (1641).

86. ДНАОП 0.00-4.15-98 Положення про розробку інструкцій з охорони праці.

87. Седов Е.Н. Биохимическая и технологическая характеристика плодов генофонда яблони [Текст] / М.А. Макаркина, Н.С. Левгерова. – Орел.: Изд-во ВНИИСПК, 2007. – 312 с.

88. Силич А.А. Изучение некоторых технологических приемов производства сушеных плодов и фруктов без косточек [Текст] / А.А. Силич, Т.В. Шлягун // Консервная и овощесушильная пром-сть. – 1983. – №22. – С. 11.

89. Силич А.А. Техника и технология сушки фруктов в туннельных сушилках [Текст] / А.А. Силич, Б.В. Зозулевич, В.Г. Поповский. – М.: ЦНИИ–ТЭИпищепром, 1975. – 55 с.

90. Стабников В.Н. Процессы и аппараты пищевых производств [Текст] / В.Н. Стабников, В.И. Баранцев. – М.: Пищевая промышленность, 1974. – 360 с.

91. Установки для сушки семенного зерна в условиях комбинированного энергоподвода [Текст] / С.Т. Антипов, Е.А. Ширшов, А.В. Прибытков, Д.А. Казарцев // Техника машиностроения. – 2002. – №4. – С. 98 – 101.

92. Федоров В.Г. Планирование и реализация экспериментов в пищевой промышленности [Текст] / В.Г. Федоров, А.К. Плесконос. – М.: Пищевая промышленность, 1980. – 240 с.

93. Филоненко Г.К. Сушка пищевых растительных материалов [Текст] / Г.К. Филоненко, М.А. Гришин, Я.М. Гольденберг. – М.: Пищ. пром-сть, 1980. – 240 с.

94. Хусайнов И.М. Сушка плодов и винограда с использованием аккумулированной солнечной энергии [Текст] / И.М. Хусайнов. – М.: Легкая и пищ. пром-сть, 1983. – 40 с.

95. Чипсы из яблок. Kitson J.A., Lackey C.L., Wright H.T. New fruit flavor snack. «Food. Eng.», 1972, 44, № 11, 50 – 51 (англ.).

96. Чудновский А.Ф. Теплообмен в дисперсных средах [Текст] / А.Ф. Чудновский. – М.: Гостехиздат, 1954. – 444 с.

97. Шаргут Я. Эксергия [Текст] / Я. Шаргут, В. Петела; пер. с польского. – М.: Энергия, 1968. – 279 с.

98. Щукин, В.К. Теория и техника теплофизического эксперимента [Текст] / В.К. Щукин. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 360 с.

99. Явчуновская С.В. Повышение качества сушки плодоовощной продукции малой и средней влажности за счет создания и использования электрических конвейерных установок микроволновой сушки [Текст]: автореф. дис. канд. техн. наук [Текст] / С.В. Явчуновская. – Саратов, 1998. – 20 с.

100. Яшин Я.И. Природные антиоксиданты – надежная защита человека от опасных болезней и старения [Текст] / А.Я. Яшин, В.Ю. Рыжнёв, Н.И. Черноусова. — М.: ТрансЛит, 2009. С. 212.

Додатки



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Дніпровський державний аграрно-економічний університет  
Кафедра технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції

## **Обґрунтування впливу попередньої обробки на якість сушених яблук**

Виконавець: ст. гр. МгХТ-1-19 Леснік К.В.

Керівник: доцент Кошунько В.С.

Дніпро – 2020

## ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

2

Вміст основних елементів хімічного складу свіжих яблук в 100 г продукту

Продукт	Вода, г	Білки, г	Жири, г	Цукри, г	Крохмаль, г	Клітковина, г	Органічні кислоти (в перерахунок на яблучну), г	Зольні елементи, г
Яблука свіжі	6,5	0,4	0	9,0	0,8	0,6	0,7	0,5

Вміст мінеральних речовин, вітамінів і енергетична цінність свіжих яблук в 100 г продукту

Продукт	Мінеральні речовини, мг						Вітаміни, мг			Енергетична цінність, ккал		
	Na	K	Ca	Mg	P	Fe	β-каротин	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>		C	
Яблука свіжі	6	48	6	9	1	0,6	0,03	0,03	0,02	0,30	6	38

## МЕТА ТА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ

### 3

Мета досліджень – підвищення якості сушених яблук шляхом розробки комплексу підготовчих технологічних операцій з фіксованими параметрами і режимами.

Відповідно до поставленої мети і на підставі аналізу літературних джерел необхідно вирішити наступні завдання досліджень:

- дати обґрунтування вибору яблук в якості предмета досліджень;
- провести аналіз впливу очищення сировини, попередньої теплової обробки і попередньої обробки інфрачервоними променями на тривалість сушіння та якість готової продукції;
- проаналізувати динаміку змін якісних показників сушених яблук протягом заданого періоду зберігання;
- обґрунтувати вибір комплексу оптимальних підготовчих операцій і тимчасового інтервалу сушки;
- дослідити стан охорони праці в ПП «Біолайт»;
- виконати розрахунок витрат на проведення досліджень.

Об'єкт дослідження – процеси попередньої обробки та сушіння сортів яблук вітчизняного походження.

Предмет дослідження – взаємозв'язок технологічних параметрів процесів підготовки та сушіння яблук з якісними показниками готового продукту.

## ДОСЛІДНЕ УСТАТКУВАННЯ

4



Установка мікрохвильової сушки SELF COOKING CENTER.

Технічна характеристика установки

Найменування показників	Значення показників
Місткість продукту, кг, не менше	10
Час сушіння, залежно від вихідного продукту, год	0,3 – 3
Живлення установки:	
Напруга, В	380 ± 10
Частота, Гц	50 ± 1
Споживана потужність, кВт, не більше	7
Кількість магнетронів, шт.	3
Габаритні розміри установки, см	1300×800×168
Маса установки, кг	500

## ДОСЛІДНЕ УСТАТКУВАННЯ

5



Загальний вигляд дослідної установки ІЧ-опомінення харчових продуктів

## ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

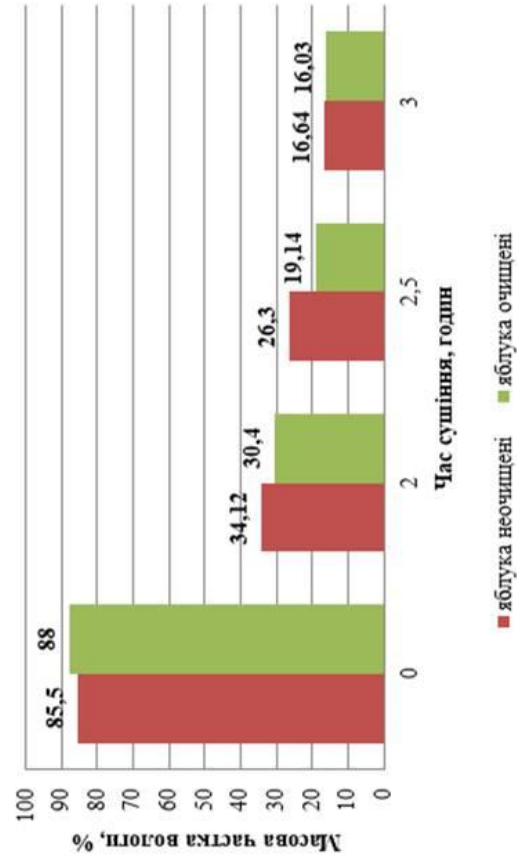
## 6

Вимоги до органолептичних показників сушених зерняткових фруктів

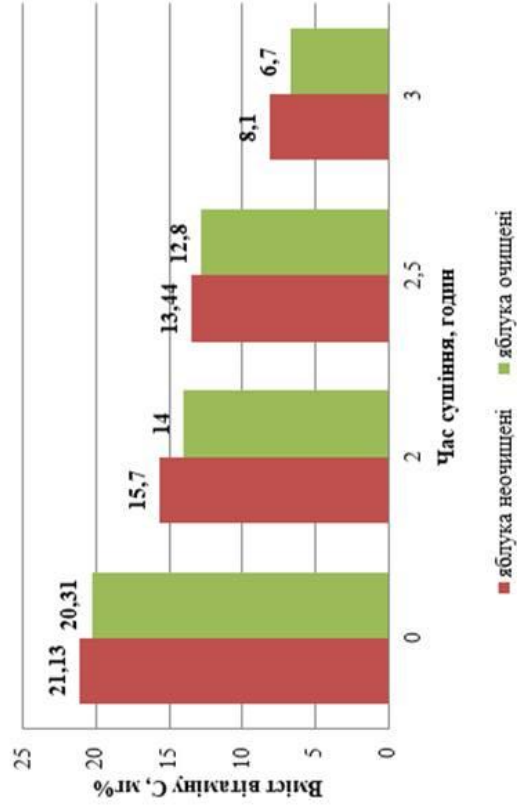
Показник	Характеристика		
	Оброблені		Необроблені
	Вищий	Перший та столовий	Вищий та столовий
Зовнішній вигляд та консистенція	Цілі плоди або кружечки (бокові зрізи, повноцінні за м'якоттю), шматочки плодів. Сушені фрукти повинні бути еластичними, не крихкими, не злипатися при стисненні. Допускається комкування напівфабрикату, усувається при незначному механічному впливі.		
Колір	Від світло-жовтого до світло-кремового	Від світло-жовтого до кремового	Від жовтого до кремового
	Допускається рожевий відтінок, властивий деяким помологічними сортам яблук		
Смак та запах	Властиві фруктам даного виду, без стороннього смаку або запаху. Легкий запах сірчаного ангідриду в оброблених плодах не вважається стороннім.		

## ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

7



Залежність масової частки вологи від часу сушіння в зразках сушених яблук сорту Антонівка звичайна

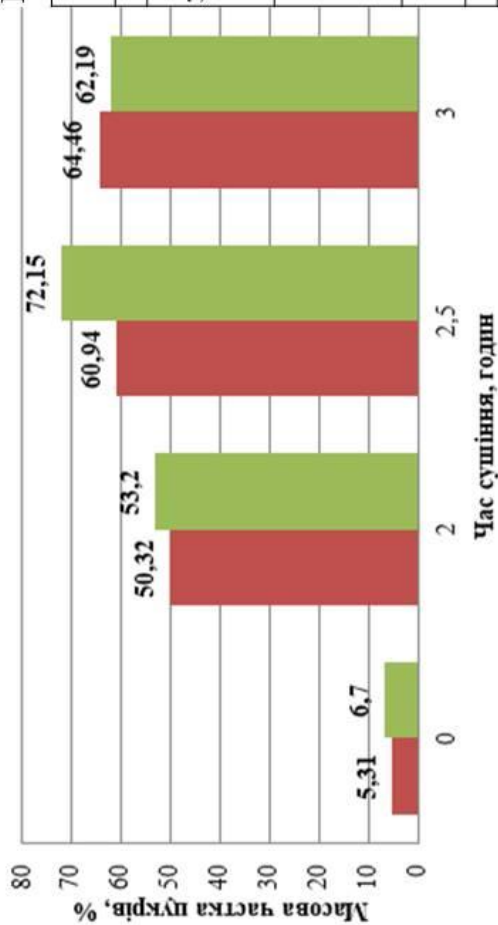


Залежність вмісту вітаміну С від часу сушіння в зразках сушених яблук

## ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

8

Порівняльний аналіз органолептичних показників якості



Залежність масової частки цукрів від часу сушіння в зразках сушених яблук

Найменування показників	Час сушіння, годин		
	2	2,5	3
	Яблука неочищені		
Зовнішній вигляд і консистенція	Часточки цілі, сухі, еластичні, але злипаються при натисканні	Часточки цілі, сухі, еластичні	Часточки цілі, сухі, еластичні
Колір	Світло-жовтий з зеленуватим відтінком	Світло-жовтий з кремовим відтінком, інтенсивний	Жовто-кремовий, інтенсивний, яскравий
Смак	Кисло-солодкий, не виражений	Кисло-солодкий, виражений	Кисло-солодкий, виражений
	Яблука очищені		
Зовнішній вигляд і консистенція	Часточки цілі, сухі, еластичні, але злипаються при натисканні	Часточки цілі, сухі, еластичні	Часточки цілі, сухі, еластичні, злегка ламкі
Колір	Світло-жовтий, однорідний	Жовтий з кремовим відтінком, інтенсивний, яскравий	Кремовий, з коричневими вкрапленнями
Смак	Кисло-солодкий, не виражений	Кисло-солодкий, виражений	Кисло-солодкий, виражений



## ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

9



Зразок очищених яблук, висушений 2 години



Зразок очищених яблук, висушений 2,5 години



Зразок очищених яблук, висушений 3 години

## ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

10



Зразок неочищених яблук,  
висушений 2 години



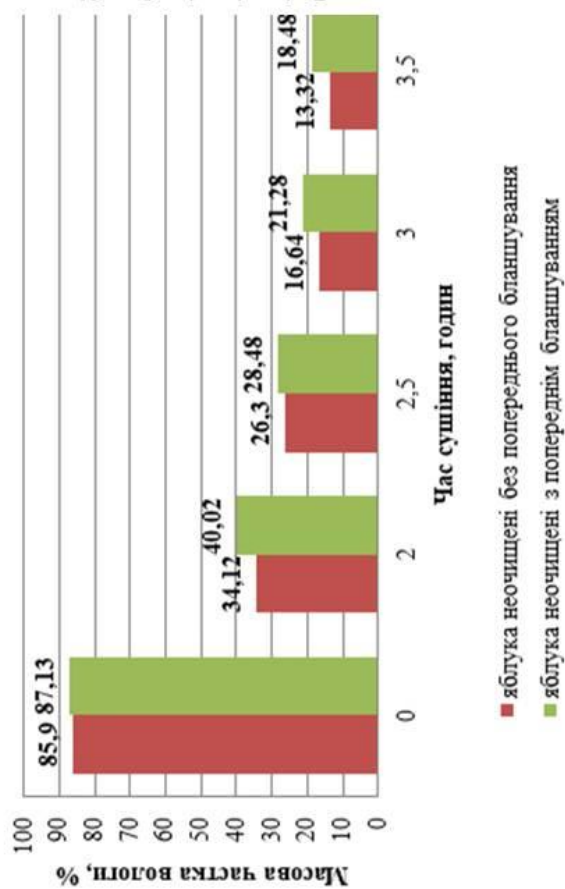
Зразок неочищених яблук,  
висушений 2,5 години



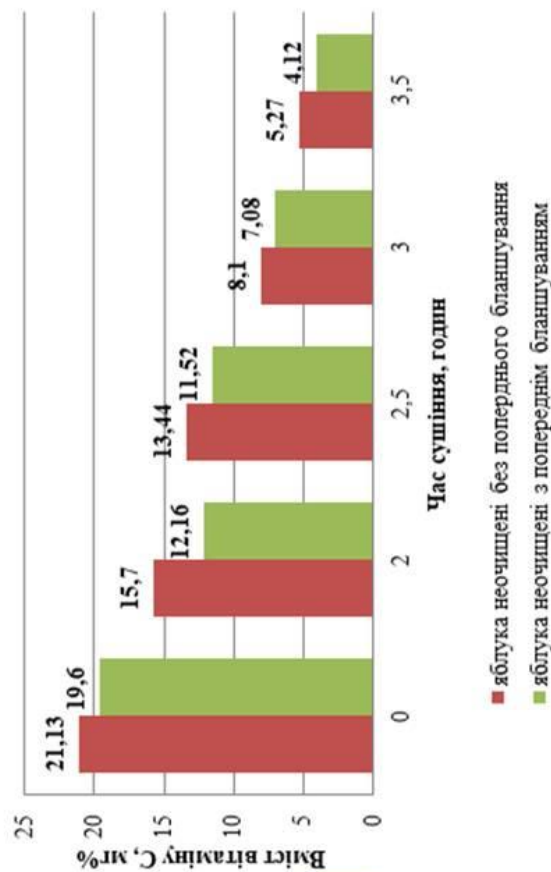
Зразок неочищених яблук,  
висушений 3 години

## ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

## 11



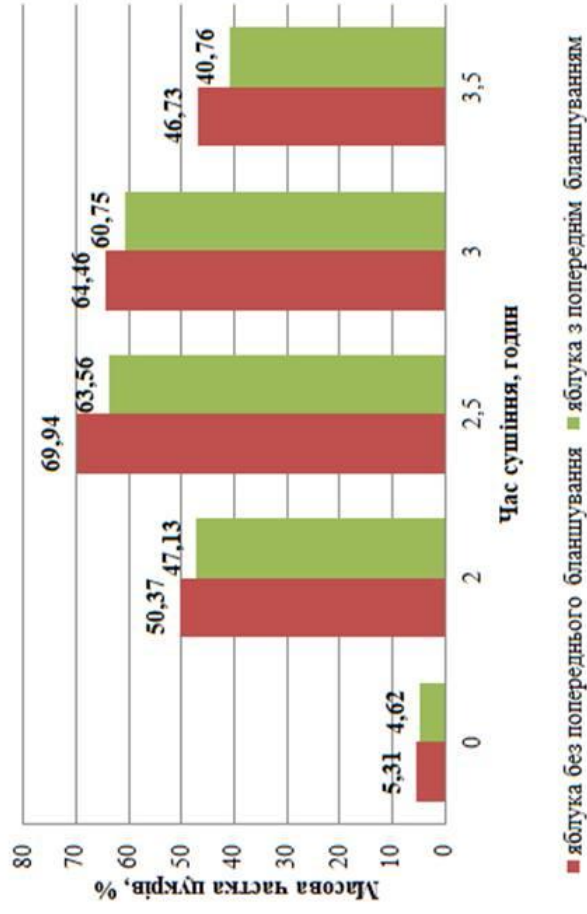
Залежність масової частки вологи від часу сушіння в зразках сушених яблук



Залежність вмісту вітаміну С від часу сушіння в зразках сушених яблук

## ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

12



Залежність масової частки цукрів від часу сушіння в зразках сушених яблук

## ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

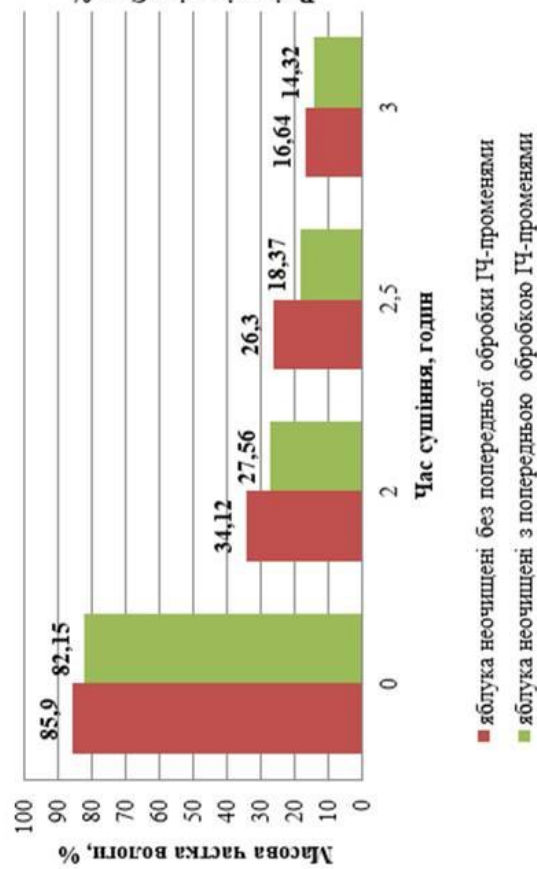
# 13

Дані аналізу органолептичних показників якості неочищених зразків сушених яблук

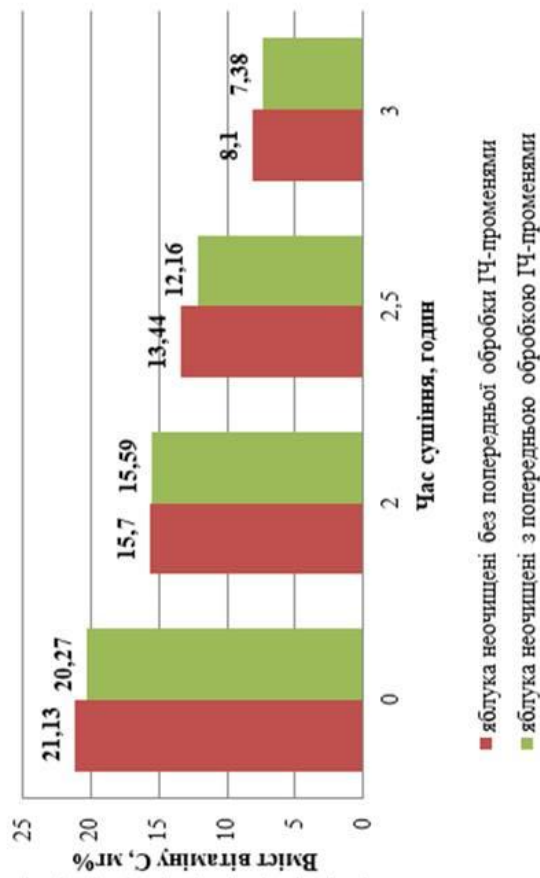
Найменування показників	Час сушіння, годин		
	2	2,5	3
	Яблука неочищені небланшовані		
Зовнішній вигляд і консистенція	Часточки цілі, сухі, еластичні, але злипаються при натисканні	Часточки цілі, сухі, еластичні	Часточки цілі, сухі, еластичні
Колір	Світло-жовтий однорідний	Світло-жовтий з кремовим відтінком, інтенсивний, яскравий	Жовтий, з кремовим відтінком, інтенсивний, яскравий
Смак	Кисло-солодкий, не виражений	Кисло-солодкий, виражений	Кисло-солодкий, виражений
	Яблука неочищені бланшовані		
Зовнішній вигляд і консистенція	Часточки цілі, сухі, еластичні, але злипаються при натисканні	Часточки цілі, сухі, еластичні, але злипаються при натисканні	Часточки цілі, сухі, еластичні
Колір	Світло-жовтий, однорідний	Жовтий, неінтенсивний, матовий	Жовтий з кремовим відтінком, неінтенсивний, матовий
Смак	Кисло-солодкий, не виражений	Кисло-солодкий, виражений	Кисло-солодкий, виражений

## ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

## 14

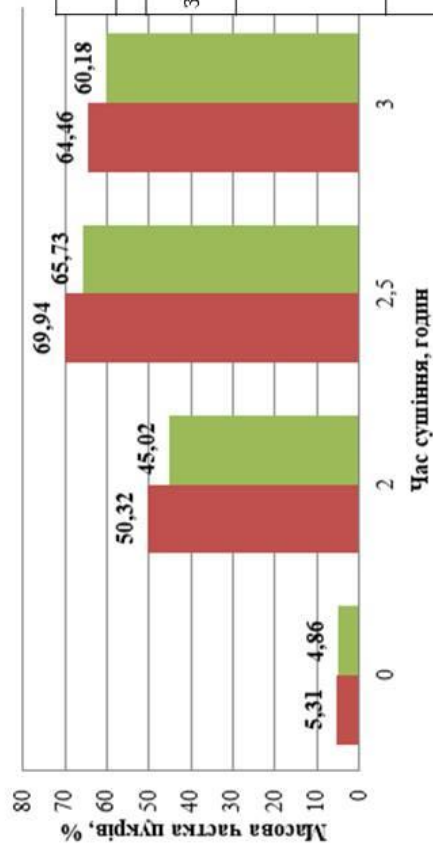


Залежність масової частки вологи від часу сушіння в зразках сушених яблук



Залежність вмісту вітаміну С від часу сушіння в зразках сушених яблук

## Порівняльний аналіз органолептичних показників якості



■ яблука неочищені без попередньої обробки ІЧ-променями  
 ■ яблука неочищені з попередньою обробкою ІЧ-променями

Залежність масової частки пукрів від часу сушіння в зразках сушених яблук

Найменування показників	Час сушіння, годин		
	2	2,5	3
Яблука неочищені без попередньої обробки ІЧ-променями			
Зовнішній вигляд і консистенція	Часточки цілі, сухі, але злипаються при натисканні	Часточки цілі, сухі, еластичні	Часточки цілі, сухі, еластичні
Колір	Світло-жовтий з зеленуватим відтінком, неоднорідний, матовий	Світло-жовтий з кремовим відтінком, матовий, неоднорідний	Жовто-кремовий, матовий, однорідний
Смак	Кисло-солодкий, невиражений	Кисло-солодкий, невиражений	Кисло-солодкий, невиражений
Яблука неочищені з попередньою обробкою ІЧ-променями			
Зовнішній вигляд і консистенція	Часточки цілі, сухі, але злипаються при натисканні	Часточки цілі, сухі, еластичні	Часточки цілі, сухі, еластичні, злегка крихкі
Колір	Світло-жовтий, яскравий, неоднорідний	Жовтий з кремовим відтінком, яскравий, неоднорідний	Кремовий, однорідний, яскравий
Смак	Кисло-солодкий, виражений	Кисло-солодкий, виражений	Кисло-солодкий, виражений з карамельним присмаком

## ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

16

Динаміка зміни масової частки вологи в зразках сушених яблук

Варіант попередньої обробки	Період зберігання, місяць %			Темп збільшення масової частки вологи після року зберігання, разів
	Відразу після сушки	3	6	
Яблука неочищені без обробки	16,64	19,46	22,18	1,51
Яблука неочищені з попередніми бланшуванням	18,48	27,73	28,63	1,73
Яблука неочищені з попередньої обробкою ІЧ-променями	18,37	19,65	21,81	1,27

Динаміка зміни вмісту вітаміну С в зразках сушених яблук

Варіант попередньої обробки	Період зберігання, місяць, %			Темп зниження вмісту вітаміну С після року зберігання, разів
	Одразу після сушки	3	6	
Яблука неочищені без обробки	8,10	7,64	5,31	1,70:
Яблука неочищені з попередніми бланшуванням	4,12	3,71	3,19	2,00
Яблука неочищені з попередньою обробкою ІЧ-променями	12,16	10,96	9,73	1,43



Порівняльний аналіз органолептичних показників якості зразків сушених яблук після року зберігання

Найменування показників	Види попередньої обробки		
	Яблука неочищені	Яблука неочищені з попередніми бланшуванням	Яблука неочищені з попередньою обробкою ГЧ-променями
Зовнішній вигляд і консистенція	Часточки цілі, сухі, еластичні, трохи злипаються	Часточки цілі, сухі, значно спілаються	Часточки цілі, сухі, еластичні
Колір	Кремовий, однорідний, інтенсивний, яскравий	Світло-кремовий, чи неоднорідний, неінтенсивний, матовий	Світло-коричневий однорідний, яскравий
Смак	Кисло-солодкий, виразний	Кисло-солодкий слабо виражений	Кисло-солодкий з легким карамельним присмаком

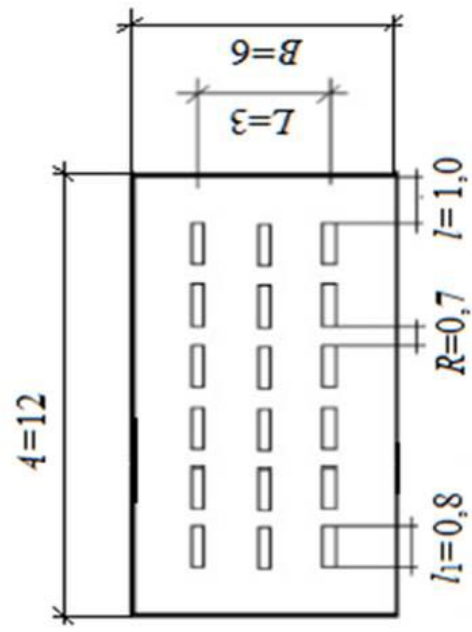


Схема розміщення світильників в приміщенні лабораторії

Характеристика системи освітлення:

Тип світильників – ЖКХ.

Тип ламп – люмінесцентні газорозрядні LED.

Кількість ламп – 18 шт.

Потужність ламп – 25 Вт.

## КОШТОРИС ВИТРАТ НА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

19

Витрати	Сума, грн.
Основні матеріали	46,00
Заробітна плата	952,40
Нарахування на заробітну плату	209,53
Електроенергія	210,47
Амортизація	62,31
Накладні витрати	761,92
Всього	2242,63

Найбільшими статтями витрат під час проведення дослідження є витрати на заробітну плату та накладні витрати, які складають 952,40 грн та 761,92 грн. Загалом, з урахуванням 30 % нормативної рентабельності вартість проведеного дослідження становить 2915,42 грн.

Доведено, що короткочасний вплив інфрачервоними променями є найбільш ефективним видом попередньої обробки яблука за наступними показниками: сприяє скороченню часу сушіння на 0,5 – 1,0 год, максимальному збереженню вітаміну С і цукрів і створення найбільш привабливих органолептичних властивостей готового продукту.

Проаналізовано динаміку змін якісних показників сушених яблук протягом заданого періоду зберігання та встановлено, що попередня обробка інфрачервоним нагріванням дозволяє зберігати готову продукцію без зниження рівня якості після закінчення періоду зберігання – 12 місяців. Після закінчення року зберігання темп збільшення масової частки вологи в зразках з інфрачервоним опромінюванням найнижчий (1,27 %) у порівнянні з іншими варіантами попередньої обробки (в зразках неочищених яблук без обробки 1,51 % і яблук бланшованих 1,73 %). За основним показником масової частки вологи зразки з попередньою обробкою інфрачервоними променями повністю відповідають вимогам чинного стандарту, тоді як зразки з іншими видами попередньої обробки мають масову частку вологи вище, ніж вимагає нормативний документ.

Обґрунтовано вибір комплексу оптимальних підготовчих операцій і тимчасового інтервалу сушки, а саме з усіх видів попередньої обробки яблук перед сушінням найбільш ефективним є короткочасний вплив інфрачервоними променями протягом 10 – 15 хвилин. Ефективність цього виду попередньої обробки підтверджується найкращими показниками якості сушених яблук, найменшими кількісними втратами під час сушіння і в процесі аналізованого періоду зберігання таких цінних компонентів як цукру і вітаміну С. Це дозволяє отримати продукцію з високими показниками і забезпечує високий рівень рентабельності виробництва.

Досліджено стан та організація охорони праці на підприємстві, безпека праці при роботі з агрегатами та машинами для проведення обробки фруктів НВЧ-полем, вимоги перед початком роботи, під час роботи, після її завершення та при виникненні аварійних ситуацій. Виконано розрахунок системи освітлення виробничого приміщення лабораторії ПП «Біолайт» згідно розрахунків загальна кількість світильників складає 18 шт, типу ЖКХ, приймаймо Led лампи потужністю 25 Вт.

Найбільшими статтями витрат під час проведення дослідження є витрати на заробітну плату та накладні витрати, які складають 952,40 грн та 761,92 грн. Загалом, з урахуванням 30 % нормативної рентабельності проведеного дослідження становить 2915,42 грн.