

**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 процесу сушіння кизилу та
продуктів на його основі**

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

_____ Лапенко Матвій Павлович

Керівник: _____ Куянов Юрій Юрійович

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**

Лапенко Матвію Павловичу

1. Тема роботи «Обґрунтування процесу сушіння кизилу та продуктів на його основі».

Керівник роботи Куянов Юрій Юрійович, 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 при виробництві харчових продуктів. 3. Нормативно-технологічна документація.

4. Патентна документація.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1 Сучасний стан процесів переробки кісточкових плодів.

2 Об'єкти, методики досліджень та експериментальні установки. 3 Дослідна частина. 4 Практичне впровадження отриманих результатів. 5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. 6 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 Практичне впровадження отриманих результатів. 6. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. 7 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	Куянов Ю.Ю., 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	Сучасний стан процесів переробки кісточкових плодів	01.10-11.10.20	виконано
3	Об'єкти, методики досліджень та експериментальні установки	12.10-25.10.20	виконано
4	Дослідна частина	26.10-01.11.20	виконано
5	Практичне впровадження отриманих результатів	02.11-15.11.20	виконано
6	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	16.11-20.11.20	виконано
7	Організаційно-економічна частина	21.11-24.11.20	виконано
8	Загальні висновки та список джерел посилання	25.11-26.11.20	виконано
9	Розробка та підготовка демонстраційного матеріалу	27.11.20	виконано

Студент

_____ (підпис)

Лапенко М.П.

Керівник роботи

_____ (підпис)

Куянов Ю.Ю.

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка дипломної роботи містить 88 сторінок друкованого тексту, 18 рисунків та ілюстрацій, 16 таблиць та використано 80 літературних джерел посилань.

Мета і задачі дослідження. Метою роботи є теоретичне та експериментальне дослідження процесів сушіння плодів кизилу і продуктів на їх основі з розробкою технологій переробки та високоефективного обладнання для виробництва нової продукції підвищеної харчової та біологічної цінності.

Об'єкт дослідження – процес сушіння кизилу та продукції на його основі.

Предмет дослідження – способи та апаратура для сушіння плодової сировини.

Одним з найбільш раціональних способів забезпечення тривалого зберігання плодів є сушіння, так як в сухих продуктах сповільнюються мікробіологічні процеси, що погіршують їх якість. Все більшого поширення при зневодненні рослинних матеріалів набуває спосіб їх сушіння в псевдозрідженого шару, який характеризується високою інтенсивністю. Відносно досліджень процесів сушіння кісточкових плодів у псевдозрідженого шару необхідно відзначити, що їх вкрай мало, а процеси сушіння плодів кизилу та продуктів на їх основі зовсім не вивчались. Перш за все відсутні теоретичні і експериментальні дослідження нестационарного тепломасообміну при сушінні кісточкових плодів як багат шарової структури з урахуванням їх форми. Перспективним напрямком в сушінні плодової сировини є виробництво сухих продуктів у вигляді крупки, пластівців, гранул, порошків, однак їх розробка та впровадження з точки зору науки про процеси і апарати потребує подальшого вивчення.

Ключові слова: КИЗИЛ, ВОЛОГИСТЬ, ТЕМПЕРАТУРА, ТРИВАЛІСТЬ, ПЛОДИ, СУШІННЯ, КОНВЕКТИВНЕ, ПСЕВДОЗРІДЖЕНИЙ ШАР, ДОСЛІДЖЕННЯ.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 СУЧАСНИЙ СТАН ПРОЦЕСІВ ПЕРЕРОБКИ КІСТОЧКОВИХ ПЛОДІВ	9
1.1. Обґрунтування вибору об'єкту досліджень	9
1.2 Аналіз технологічних схем переробки плодів	12
1.3 Аналіз конструкційних особливостей сушильного технологічного обладнання	13
Висновки до розділу	21
2 ОБ'ЄКТИ, МЕТОДИКИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ УСТАНОВКИ	22
2.1 Експериментальні установки для сушіння плодів кизилу та продуктів його переробки	22
2.2 Об'єкти досліджень та методики визначення характеристик продуктів та їх змін при обробці	24
Висновки до розділу	29
3 ДОСЛІДНА ЧАСТИНА	30
3.1 Дослідження процесів конвективного сушіння плодів кизилу в нерухомому шарі	30
3.2 Дослідження процесів сушіння плодів кизилу в псевдозрідженому шарі	32
3.3 Дослідження процесів контактного сушіння кизилового пюре	38
3.4 Дослідження хімічного складу кизилу та продуктів його переробки	41
3.5 Вплив кінетики процесу сушіння плодів кизилу на їх харчову цінність	46
Висновки до розділу	47
4 ПРАКТИЧНЕ ВПРОВАДЖЕННЯ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ	49
4.1 Розробка технологічного процесу сушіння кизилу та продуктів його переробки	49
Висновки до розділу	54

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	55
5.1 Дослідження та оцінка стану охорони праці в ПП «Біолайт»	55
5.2 Рекомендації щодо покращення охорони праці	58
5.3 Рекомендації щодо забезпечення безпеки та поліпшення умов праці в цеху з сушки плодів кизилу ПП «Біолайт»	59
5.4 Вимоги безпеки праці під час експлуатації обладнання для сушки харчових продуктів	62
5.5 Безпека праці в надзвичайних ситуаціях у разі вибуху	66
Висновки до розділу	67
6 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	69
6.1 Організація проведення дослідження	69
6.2 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження	74
6.3 Розрахунок вартості дослідження	77
Висновки до розділу	78
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	79
СПИСОК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	81
ДОДАТКИ	

ВСТУП

Сучасна концепція державної політики України в галузі харчування населення спрямована на виробництво харчових продуктів загального та спеціального призначення шляхом впровадження нових технологій виробництва продукції з наведено збагаченим хімічним складом, у тому числі лікувально-профілактичної дії та для масового вжитку. Використання для вказаних цілей нетрадиційної сировини, зокрема дикоростучих плодів та ягід, які є найважливішим джерелом незамінних біологічно активних речовин, потребує подальшого впровадження. На сьогодні потенціал заготівлі та переробки дикоростучої сировини на Україні майже не використовується. Причиною цього є насамперед відсутність прогресивних технологій її переробки, низька ефективність і значна енергоємність переробного обладнання та вузький перелік нормативних документів на промислову продукцію з її використанням. Переробка у промислових масштабах плодів кизилу дикоростучого, широко розповсюдженого у Кримському регіоні, взагалі не ведеться.

Одним з найбільш раціональних способів забезпечення тривалого зберігання плодів є сушіння, так як в сухих продуктах сповільнюються мікробіологічні процеси, що погіршують їх якість. Все більшого поширення при зневодненні рослинних матеріалів набуває спосіб їх сушіння в псевдозрідженого шару, який характеризується високою інтенсивністю. Відносно досліджень процесів сушіння кісточкових плодів у псевдозрідженого шару необхідно відзначити, що їх вкрай мало, а процеси сушіння плодів кизилу та продуктів на їх основі зовсім не вивчались. Перш за все відсутні теоретичні і експериментальні дослідження нестационарного тепломасообміну при сушінні кісточкових плодів як багат шарової структури з урахуванням їх форми. Перспективним напрямком в сушінні плодової сировини є виробництво сухих продуктів у вигляді крупки, пластівців, гранул, порошків, однак їх розробка та впровадження з точки зору науки про процеси і апарати потребує подальшого вивчення.

У цьому зв'язку набуває актуальності задача наукового обґрунтування способів та раціональних режимів переробки плодів кизилу як біологічно цінної сировини з багат шаровою структурою при максимальному збереженні її якості у кінцевому продукті та запропонування ресурсозберігаючих технологій виробництва нової продукції підвищеної харчової цінності з розробкою відповідного технологічного обладнання.

Мета і задачі дослідження. Метою роботи є теоретичне та експериментальне дослідження процесів сушіння плодів кизилу і продуктів на їх основі з розробкою технологій переробки та високоефективного обладнання для виробництва нової продукції підвищеної харчової та біологічної цінності.

З метою дипломної роботи були пов'язані наступні задачі:

- виконати огляд літературних джерел;
- обґрунтувати раціональні режими сушіння плодів кизилу та встановити можливість інтенсифікації процесу;
- провести оцінку якості нової продукції за органолептичними та фізико-хімічними показниками, запропонувати напрямки її подальшого використання;
- здійснити заходи щодо впровадження результатів досліджень у виробництво;
- дослідити стан охорони праці в ПП «Біолайт»;
- виконати розрахунок кошторису витрат на проведення досліджень.

Об'єкт дослідження – процес сушіння кизилу та продукції на його основі.

Предмет дослідження – способи та апаратура для сушіння плодової сировини.

1 СУЧАСНИЙ СТАН ПРОЦЕСІВ ПЕРЕРОБКИ КІСТОЧКОВИХ ПЛОДІВ

1.1. Обґрунтування вибору об'єкту досліджень

Проблема здорового харчування населення стоїть на сьогодні дуже гостро. Згідно оцінкам експертів стан організму населення планети на 50 % залежить від способу життя, найважливішим чинником якого є харчування.

За даними досліджень [20] у складі дикоростучої плодово-ягідної продукції знаходиться значна кількість БАР, які задовольняють добову потребу в них та здійснюють виражений вплив на різні фізіологічні функції організму. Встановлено [22], що поглинаюча здатність пектинів плодів збільшується у присутності органічних кислот цієї сировини. Її грубоволокниста структура захищає організм від ішемічної хвороби серця, шлунково-кишкових захворювань, діабету, ожиріння [23]. Підвищенню імунітету організму та поліпшенню обміну речовин сприяють вітаміни [24]. Доведено [25], що антимикробна дія дикоросів зумовлена присутністю в них фітонцидів. Завдяки вмісту фенольних сполук дикоростучі рослини володіють жовчогінною, протизапальною, протиалергічною та судинорозширювальною дією [26]. Смакові та ароматичні речовини у їх складі стимулюють діяльність травних залоз, покращують засвоєння їжі.

Яскравим представником, наділеним харчовою та біологічною цінністю є розповсюджений в Україні кизил звичайний /*Cornusmas*/.

Про терапевтичні властивості кизилу вперше згадується у працях А.Сахорбухта, практикуючого лікаря Персії IX ст. Про цілющі властивості цієї рослини здавна складались легенди [28]. На цінність кизилу як плодового, технічного та декоративного дерева вказують і багато сучасних науковців [29].

За довідковими даними [34] біохімічний склад кизилу порівняно з іншими дикоростучими свідчить про переважний вміст ряду БАР в його плодах (табл. 1.1, 1.2).

Ряд науковців вказують на переважний вміст кислот та дубильних речовин, а також поліфенолів у дикорослих плодах порівняно з селекційними формами кизилу.

Таблиця 1.1 – Вміст основних харчових речовин та енергетична цінність дикоростучих плодів та ягід (в г на 100 г продукту)

Вид дикоростучої сировини	Вода	Білки	Вуглеводи		Клітковина	Органічні кислоти	Зола	Енергетична цінність, ккал
			Всього	Моно- та дисахариди				
Кизил	85,0	1,0	9,7	9,0	1,5	2,0	0,8	45
Горобина чорноплідна	80,5	1,5	12,0	10,8	2,7	1,3	1,5	54
Терен	83,0	1,5	9,3	8,3	2,4	2,5	1,3	47
Журавлина	89,5	0,5	4,8	3,8	2,0	3,1	0,3	28
Обліпіха	75,0	0,9	5,5	5,0	4,7	2,3	0,7	30
Шипшина	66,0	1,6	24,0	20,0	4,0	2,0	2,2	101
Ожина	88,0	2,0	5,3	4,4	2,0	2,0	0,7	33

Таблиця 1.2 – Вітамінний та мінеральний склад дикоростучих плодів та ягід

Вид дикоростучої сировини	Вітаміни, мг					Мінеральні речовини, мг					
	β-каротин	B1	B2	PP	C	Na	K	Ca	Mg	P	Fe
Кизил	-	-	-	-	25	32	363	58	26	34	41
Горобина чорноплідна	1.2	0.01	0.02	0.3	15	-	-	-	-	-	-
Терен	1.4	0.04	0.05	0.2	17	14	239	32	17	25	1.9
Журавлина	сл.	0,02	0,02	0,15	15	12	119	14	8	11	0,6
Обліпіха	10,0	0,1	0,05	0,6	200	-	-	-	-	-	-
Шипшина	2,6	0,05	0,33	0,6	470	5	23	26	8	8	11,5
Ожина	0,1	0,014	0,05	0,4	15	21	208	30	29	32	1,0

Доведено [29], що протицинготна, антибіотична дія кизилу набуває максимального прояву під час взаємного впливу поліфенолів та вітаміну С. Поліфеноли кизилу володіють протипухлинною, антивірусною дією та здійснюють антимікробний вплив. Дані сучасної медицини свідчать про

бактеріостатичну дію зрілих плодів кизилу на такі хвороботворні мікроорганізми, як пневмокок, золотистий стафілокок, збуджувачі стовбняку та дизентерії, кишкова паличка, патогенні грибки. За ствердженням [35] кизил здійснює бактерицидну дію на мікроби тифозно-дизентерійної групи, не поступаючись своєю бактерицидністю перед плодами гранату.

В табл. 1.3 приведено узагальнені літературні дані складу кизилу, які свідчать про його високу біологічну цінність. У цьому зв'язку використання кизилу у «здоровій дієті», повсякденне включення у раціон продуктів на його основі цілком виправдане.

Таблиця 1.3 – Біохімічний склад плодів кизилу

Вміст у плодах, % на 100г сирого продукту						
Сухих речовин	Загальна кислотність	Загальна кількість цукру	Дубильних та барвних речовин	Пектинових речовин	Вітаміну С, мг%	Золи
15,0 – 16,0	3,0	13,0	-	-	27,0 – 36,0	-
24-35	1,1 – 3,2	9,4 – 17,4	0,57 – 0,6	0,6 – 1,03	36 – 122	0,74
15,2 – 19,3	1,5 – 3,35	7,97 – 18,4	0,18 – 0,48	0,97 – 1,4	39,3 – 55,9	-
19,1	1,78	9,23	0,71	0,63	55,6	0,83
23,4 – 37,8	1,54 – 3,0	9,36 – 17,4	960 – 2320*	0,67 – 1,0	8,6 – 35,5	-
13,9 – 24	1,04 – 3,4	6,0 – 14,64	0,33	0,73	17,1 – 98,5	0,94
20,7	2,43	5,12	0,34	0,76	77,80	-
19,0	1,1 – 3,2	9,4 – 17,4	2400*	0,6 – 1,0	122	-

* - в мг%

Однак, природні насадження кизилу внаслідок розвитку інфраструктури півострова дуже скоротилися. Промислову переробку цієї цінної сировини в Україні, не організовано. В зв'язку з цим вирішення проблем переробки цього продукту з урахуванням потенціалу його збору є актуальним і необхідним. Пошук нових способів його переробки, які максимально зберігають його природні корисні властивості, стали метою наших досліджень.

1.2 Аналіз технологічних схем переробки плодів

Переробка кизилу повинна включати ряд операцій по сортуванню плодів з видаленням дефектних екземплярів та сторонніх домішок для отримання партії сировини, однорідної по ступеню зрілості та кольору; калібруванню її до однорідності по розміру, миттю для видалення з поверхні плодів механічних забруднень, мікроорганізмів та залишків ядовитих речовин. Потім плоди піддають бланшуванню шляхом обробки гострою парою, гарячою (85 – 90 °С) водою чи 0,1 %- ним розчином лимонної або винної кислоти на протязі 5 хв.

Сушіння як один з найефективніших способів консервації продукції для заготівлі кизилу застосовується тільки у побуті. Спосіб сушіння для заготівлі плодів та ягід на думку фахівців [49] має ряд переваг у порівнянні з іншими: спрощений процес первинної обробки; економічність у використанні тари та площ для зберігання; висока транспортабельність і збереженість. Консервування плодово-ягідної сировини шляхом видалення вологи використовується у світі все в більш широких масштабах [50, 51] та є перспективним напрямком створення нових технологій переробки дикоростучих видів плодів та ягід.

Послідовність операцій у процесі сушіння плодів представлена на рис. 1.1.

Таким чином, з наведеного огляду технічної літератури слідує, що перелік продукції переробки кизилу досить обмежений, для консервації застосовують високі концентрації цукру та дію високотермічної обробки, а також хімічні консерванти для подальшого збереження якості.

У зв'язку з цим процес переробки кизилу способом сушіння привертає увагу, так як позитивно відрізняється отриманням низькокалорійної продукції з високими якісними показниками та можливістю варіювання параметрами термічної обробки сировини з остаточним отриманням кінцевого продукту заданої вологості для забезпечення його тривалого зберігання.

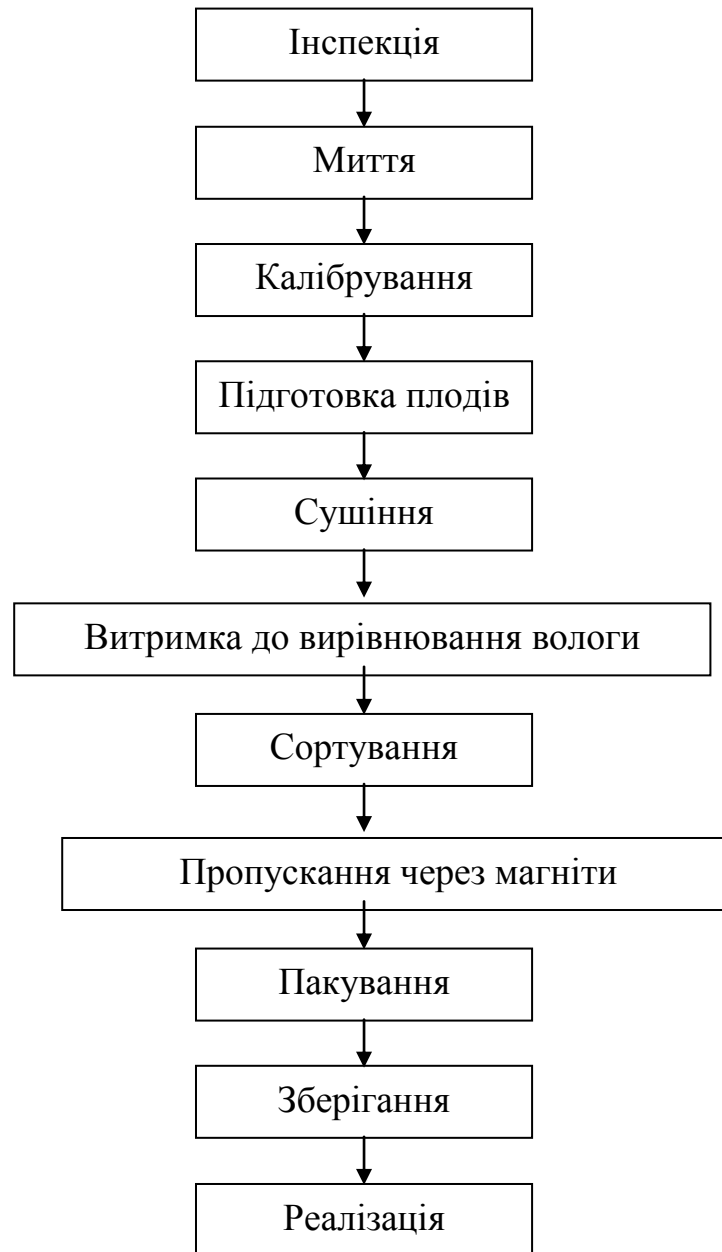


Рисунок 1.1 – Технологічна схема сушіння плодів

1.3 Аналіз конструкційних особливостей сушильного технологічного обладнання

У переробній промисловості використовують різні способи штучного сушіння плодів та овочів: конвективний, кондуктивний, радіаційний, струмом високої частоти, у НВЧ-полі, сублімаційний, сушіння у псевдозрідженого шару та віброкиплячого шару [65].

Найбільш широко з конвеєрних використовують 4-стрічкові парові сушарки – ПКС-20,-40 і КСА-80 та парові сушарки типу СПК-40, СПК-90, модернізовані 5-стрічкові сушарки СПК-4Г-15 (-30,-45,-90). Стрічкові сушарки мають металічний корпус (рис. 1.2), в якому розміщені один над одним попарно барабани стрічкового транспортера 1 та натягнуті на них 3 – 5 сітчастих конвеєрних стрічки 2, виготовлені з антикорозійної сталі.

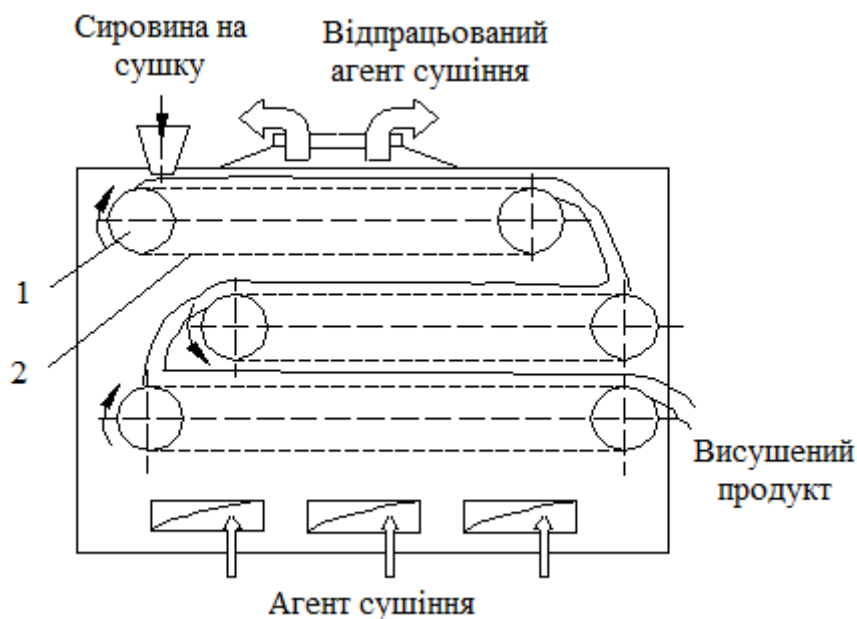


Рисунок 1.2 – Схема стрічкової сушарки

Завантаження в 3 – 4-стрічкових сушарках здійснюють з одного торця, а в 5-стрічкових – з різних сторін, що є їх суттєвою перевагою та основою для організації поточного процесу. Підігрів здійснюють за допомогою ребристих калориферів, встановлених під кожною стрічкою, в деяких модулях встановлені вентилятори для видалення вологи. У процесі руху сировина зворушується спеціальними пристроями, які сприяють механізації процесу сушіння, регулюванню основних параметрів процесу та вибору оптимальних для різних видів сировини з отриманням продукції високої якості.

Недоліком цих сушарок є значно громіздка конструкція та незначна продуктивність. Для її підвищення та забезпечення компактності установки використовують конвеєри для багатократного переміщення продукту. Відома

розробка [6] конвеєрної сушарки з поступовим пониженням температури сушіння на кожній послідуєчій стрічці від 105 °С до 55 °С, що інтенсифікує процес.

Стрічкові конвеєрні сушарки з вогняними калориферами типу СКО використовують на підприємствах, де відсутнє виробництво пару. Сушарка типу СКО-90 (рис. 1.3) застосовується для сушіння плодоовочевої продукції.

Вона має конструкцію закритої теплоізоляційної камери 1 з розміщеними у ній один над одним п'яти конвеєрами з приводом. При цьому кожен дещо зміщений відносно іншого для пересипання продукту з однієї стрічки на іншу.

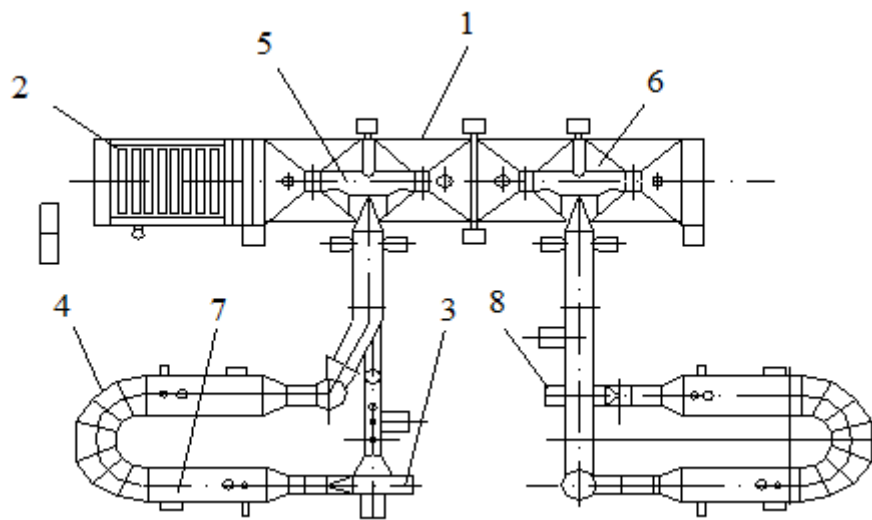


Рисунок 1.3 – Схема сушарки СКО- 90

Для загрузки продукту та його рівномірного розподілу по ширині стрічки передбачено загрузочний конвеєр 2 від окремої привідної станції. Для циркуляції агенту сушіння сконструйовані два замкнуті контури з вентиляторами 3, повітряводами 4, колекторами 5, витяжними коробами 6, сушаркою та теплогенераторами 7.

У процесі сушіння продукт перемішують спеціальні зворушувачі. Для очищення стрічок під нижніми поверхнями верхніх конвеєрів встановлені щітки, а на поверхні барабанів – скребки. Теплогенератори 7 здійснюють підігрів повітря без його безпосереднього контакту з продуктами згорання палива через стінку теплообмінника.

Розглянуті сушарки поруч з простотою улаштування мають великі габарити та громіздку конструкцію, потребують великих площ для монтажу.

Для сушіння відходів переробки плодів застосовують барабанні сушарки. Барабан з ребрами усередині довжиною 7,5 м та кутом нахилу має постійну швидкість обертання. Барабанна сушарка комплексного агрегату АМВ-0,65 [7] використовується для сушіння яблучних вичавок.

Найбільш ефективним прискорюванням процесу сушіння є переміщення продукту потоком сушильного агенту, що практично втілюється під час сушіння у ПЗШ, який придатний для сипучих та мілкоподрібнених продуктів і скорочує період сушіння у 2 – 3 рази, дає змогу використовувати більш високі температури (110 – 120 °С).

В даний час розроблено ряд різновидностей сушарок з псевдозрідженого шару, у яких реалізовані окремі інженерні вирішення: сушарки вертикальні і горизонтальні, з конвективним, радіаційним та змішаним підводом теплоти.

На рис. 1.4 представлена схема установки для сушіння у псевдозрідженого шару, в конструкцію якої входять заслінки 1, встановлені в камері 2 з перфорованою решіткою 3.

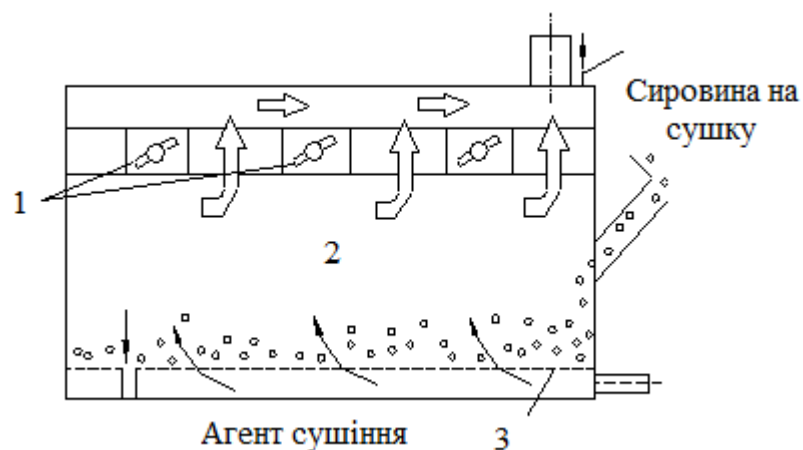


Рисунок 1.4 – Схема сушарки з псевдозрідженого шару

Відомі зарубіжні зразки (німецької фірми «Бюттнер» та фірми США «Лінк-Белт») подібних сушарок. Розроблена російськими науковцями установка для сушіння в псевдозрідженого шару [8] має вигляд вертикальної камери, витягнутої

у горизонтальному напрямку та розділену щільною газорозподільною решіткою, при цьому щілини решітки розміщені радіально. За цих умов та при подачі матеріалу через форсунку підвищується якість та надійність процесу.

Ще інтенсивніше протікає сушіння у сушарці А1-ФМУ (рис. 1.5), яка відноситься до віброкиплячих установок. Її застосовують для сушіння рідинних продуктів на основі плодів розпилюванням продукту з допомогою форсунки 4 на краплі розміром 5 – 500 мкм з нанесенням на поверхню інертного матеріалу.

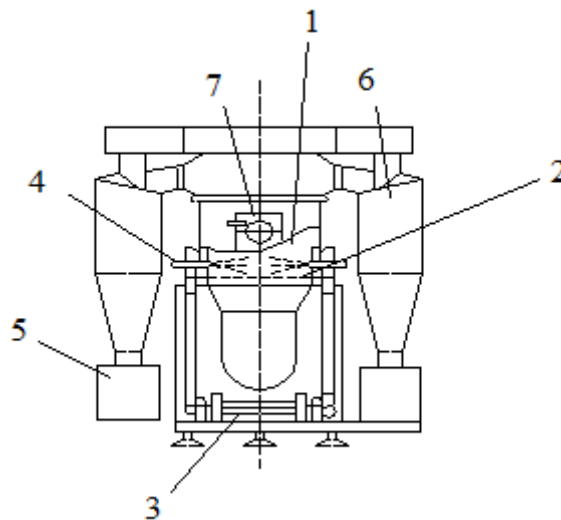


Рисунок 1.5 – Схема вібросушарки

Вібрації у камері сушарки 1 піддається тільки встановлена з невеликим зазором газорозподільна решітка 2, для чого застосовано ексцентричний вібропривід 3 з поворотними протитягами. В результаті досягається зниження гідравлічного опору матеріалу. Останній, віброуючи на решітці 2, контактує з відбійною сіткою. Циклони 6 вловлюють висушений продукт та спрямовують його в збірний бачок 5. Для контролю за процесом передбачено оглядове вікно 7. Конструкції таких сушарок бувають горизонтальні чи вертикальні.

Сушіння у віброкиплячому шарі відзначається високою інтенсивністю, але пов'язане з підвищеними енерговитратами.

При кондуктивному способі за рахунок контакту тонкого шару продукту з дуже нагрітою поверхнею випаровування проходить досить інтенсивно.

Використовують одно- та двовальцьові сушарки. У корпусі 1 (рис. 1.6) двовальцьової сушарки обертаються два барабани 4. Тонка плівка висушеного продукту знімається з барабану ножами-скребками 2, та видаляється за допомогою шнека 3 на подрібнення.

Підігрів барабану здійснюється паром чи гарячим маслом. Вологе повітря відганяється вентилятором. Тривалість сушіння регулюється частотою обертання вальців, можливо регулювати зазор між ними та продуктивність сушарки.

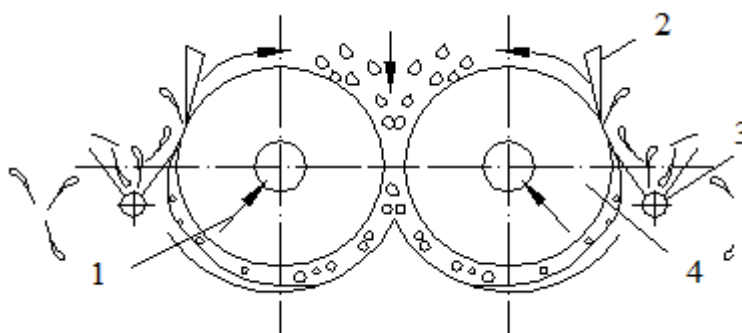


Рисунок 1.6 – Двовальцьова сушарка

Особливістю застосування вальцьових сушарок є висока швидкість видалення вологи, простота конструкції, можливість висушування широкої гами різноманітних продуктів. Так, відомо [9] їх застосування для сушіння плодового пюре з яблук. Недоліком є використання пари у якості теплоносія та непродуктивні втрати енергії на нагрів вільної поверхні вальця.

Розпилювальні сушарки застосовують для сушіння соків, екстрактів з плодово-ягідної сировини. За конструкцією сушарка вказаного типу являє собою вертикальну циліндричну камеру 3 (рис. 1.7) з подачею відцентровим насосом продукту з баку через вертикальний трубопровід до розпилювального диску 2.

Обертання останнього здійснює парова турбіна 5. Після контакту з повітрям сухі крупні частки продукту після осідання на дно за допомогою скребків подаються на сито, а підхоплені повітрям дрібні частки - через отвір виносяться в рукав фільтру 4. Встановлений шнековий транспортер переміщує їх з продуктом з камери. При короткочасній обробці та високій якості продукції цей спосіб

сушіння має недоліки значних втрат сировини та високої собівартості обладнання і кінцевого продукту.

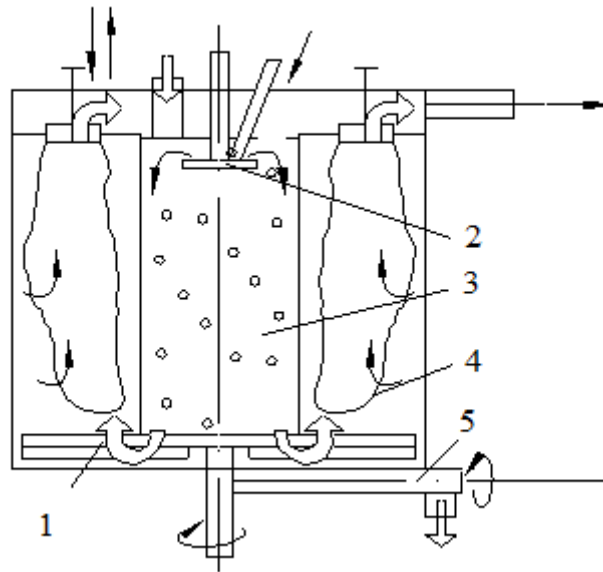


Рисунок 1.7 – Схема розпилувальної сушарки

Максимальне збереження харчової цінності продукту під час висушування забезпечується вакуумним сублімаційним сушінням.

Умови протікання процесу передбачають температуру, нижчу за криогідрантну, а тому значних змін структури продукту та його хімічного складу не відбувається. Відновлення якостей продукту після гідратації висушеного шляхом сублімації практично повне.

Установка сублімаційного сушіння (рис. 1.8) включає сушильну шафу 1 з полками 4, що підігріваються, на які укладають об'єкт сушіння. Пари, що виділяються, відводяться в конденсатор 2, поверхня якого покривається снігом. Він зіскрібається шкребками 3 в збірник й видаляється шнеком.

Для сушіння плодівих соків застосовують також вакуум-сублімаційну сушарку УСС-5. Вона складається з трьох блок-модулів з субліматором та виносним десубліматором у кожному. У середині циліндричного горизонтального корпусу субліматора з напівсферичними торцями встановлено нагрівальні елементи у вигляді набраних у секції плит з циркуляцією в них високотемпературного органічного теплоносія. В субліматор одноразово загрузають 8 візків у вигляді консольних етажерок з піддонами для продукту.

Сушіння здійснюється шляхом заморожування продукту та послідуочого нагріву під вакуумом для випаровування з нього льоду.

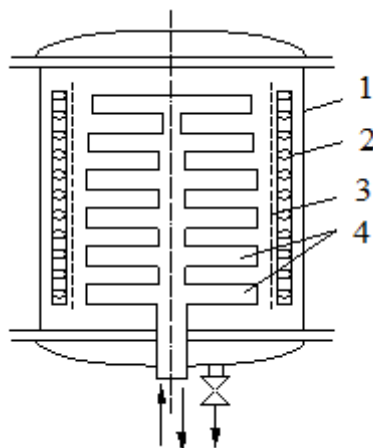


Рисунок 1.8 – Схема сублімаційної сушарки

Вітчизняні вчені довели перспективність процесу сублімаційного сушіння фруктового пюре та збереження якості сировини в установці безперервної дії роторного типу з поворотним субліматором з постійною енергоподачею [8]. Незважаючи на переваги цього виду сушіння слід відмітити значну тривалість процесу, складність конструкції та високу собівартість продукції.

Сушіння в НВЧ-полі (рис. 1.9) здійснюється між двома пластинами – електродами 1, до яких підводять струм високої частоти.

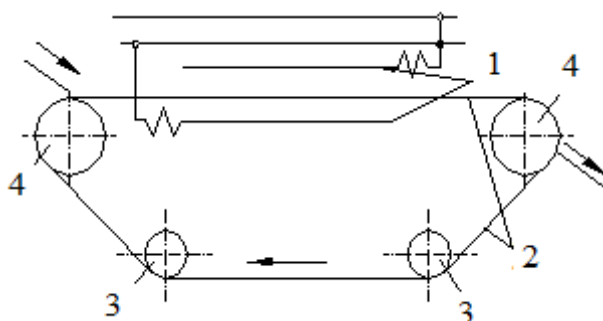


Рисунок 1.9 – Схема установки для сушіння в полі НВЧ

Продукт переміщується по стрічці 2 за допомогою ведучих роликів 4, та допоміжних підтримуючих роликів 3. При цьому молекули матеріалу, що висушується, коливаються й він нагрівається по всій його товщині, що значно

скорочує тривалість сушіння. Однак, енерговитрати при такому сушінні в 3 – 4 рази вище, ніж при конвективному.

МХ-вакуумна сушарка барабанного типу застосовується для сушіння цілих плодів або шматочків рослинної сировини. Вона включає сушильну камеру, пристрій, що штабелює, систему магнетронів на поверхні барабану та вакуум-насос. Сушіння в цій установці забезпечується комбінуванням видалення вологи за рахунок дії тиску та діелектричного нагріву продукту у НВЧ-діапазоні. Недоліки розглянутої конструкції установки подібні до вказаних щодо сублімаційних сушарок.

Розглянуті способи сушіння та апарати для їх забезпечення у більшій мірі відзначаються складністю устаткування, громіздкістю конструкції, підвищеною енергоємністю, високою собівартістю продукції. Привертають увагу застосування способу сушіння плодів у псевдозрідженого шару та кондуктивне сушіння плодового пюре, так як їх апаратне забезпечення відзначається простотою конструкції, помірною собівартістю, значною економією енерговитрат та пониженою втратою харчової цінності у порівнянні з традиційним конвективним сушінням.

Таким чином, переробка кизилу з застосуванням вказаних більш інтенсивних способів сушіння та устаткування удосконалених конструкцій потребує ретельного вивчення та обґрунтованої розробки.

Висновки до розділу

В даному розділі дипломної роботи було встановлено, що плоди кизилу звичайного є джерелом цінних незамінних БАР та мають широкі перспективи використання у переробній та харчовій промисловостях для виробництва продукції підвищеної біологічної цінності.

Особливості сушіння різних видів рослинного матеріалу зумовлюють необхідність вивчення структурних та технологічних ознак плодів кизилу та пюре на їх основі, змін їх характеристик у процесі сушіння.

2 ОБ'ЄКТИ, МЕТОДИКИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ УСТАНОВКИ

2.1 Експериментальні установки для сушіння плодів кизилу та продуктів його переробки

Початкові експериментальні дослідження проводились на лабораторній сушильній установці періодичної дії марки «Franz Skradewck Laborgerate» конвективним способом (передачею теплоти до продукту за рахунок руху сушильного агенту – повітря, його перемішування з вологою, що випаровується, і подальшого їх видалення).

Сушильна установка, схема якої наведена на рис. 2.1, складається з камери, де відбувається обезводнення продукту, електричного калориферу для підігріву сушильного агенту (повітря), вентилятора та системи обдуву.



Рисунок 2.1 – Загальний вигляд дослідної установки

1 – блок керування; 2 – камера сушіння, 3 – випускний патрубок відпрацьованого повітря.

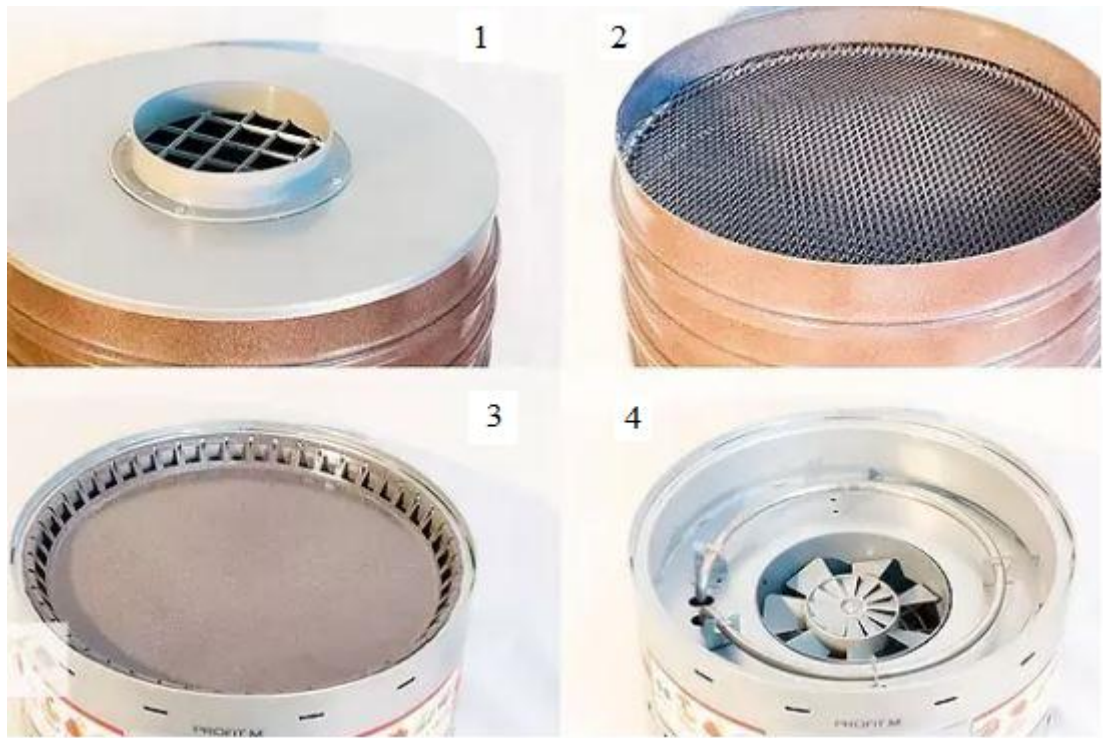


Рисунок 2.2 – Конструктивні елементи дослідної сушильної установки
 1 – кришка сушильної камери з засобами для заміру швидкості повітряного потоку та температури; 2 – конструктивний елемент сушарки для забезпечення режиму сушіння у псевдозрідженому шарі; 3 – конструктивний елемент сушарки для забезпечення режиму контактного сушіння; 4 – основа сушарки з калорифером та нагнітальним вентилятором.

Матеріал, який підлягає висушуванню, розміщується на полках сушарки 2 та 3 (в залежності від режиму сушки), розміщених в камері сушіння. Нижче камери знаходяться калорифер та нагнітальний вентилятор, а вище кришка 1 сушильної камери (рис. 2.2).

Питома витрата сушильного агенту регулювалась вентилятором, що приводився в обертання електродвигуном.

Температура сушильного агенту в калорифері регулювалась за допомогою блока керування, контролювалась показниками амперметра і вольтметра.

2.2 Об'єкти досліджень та методики визначення характеристик продуктів та їх змін при обробці

Для проведення експерименту використовували плоди кизилу звичайного, зібраного у стадії технічної зрілості. Точність проведених досліджень забезпечувалась використанням плодів, отриманих з одних і тих же місць збору.

Об'єктом дослідження є процес сушіння плодів кизилу та продукції на основі пюре кизилу.

Предметом дослідження є способи та апаратура для сушіння плодової сировини.

Основна сировина – плоди кизилу та свіже плодове пюре – відповідали вимогам діючих СТ і ТУ. Підготовку та дослідження зразків проводили в лабораторіях ПП «Біолайт» та Дніпровського державного аграрно-економічного університету.

У ході досліджень відповідно до поставлених мети та завдань нами були підібрані та використані сучасні загальноприйняті методи досліджень, які дозволили в повній мірі охарактеризувати біохімічну та харчову цінність сировини та продуктів на її основі, розробити обґрунтовані схеми переробки кизилу для промислового впровадження.

Органолептичну оцінку якості продуктів переробки плодів кизилу здійснювали за методикою Тільгнера Д.Е. [17]. При цьому користувалися п'ятибальною системою оцінки з урахуванням коефіцієнтів вагомості відповідно до існуючих рекомендацій. Досліджувались наступні органолептичні показники: зовнішній вигляд, колір, консистенція, запах, смак.

Для оцінки біохімічних та мікробіологічних показників якості вихідної сировини та продуктів її переробки використовували наступні методики:

- відбір середніх проб плодів, підготовку до аналізу і визначення їх хімічного складу проводили за стандартними методиками [17, 19];

- вміст сухих речовин визначали гравіметричним методом – висушуванням зразків до постійної маси у сушильній шафі при температурі 103 ± 2 °C [18];

- пектинові речовини – колориметричним карбозольним методом з побудовою калібрувальної кривої по галактуроновій кислоті [18];

- вільні органічні кислоти – титруванням 0,1 % NaOH з перерахунком по коефіцієнту для яблучної кислоти (0,0067) [18],

- вміст аскорбінової кислоти за її вилученням з послідуочим потенціометричним титруванням розчином 2,6 % дихлорфеноліндофеноляту натрію [18];

Відбір та підготовку проб для визначення мікробіологічних показників зразків проводили за наступними методиками:

- відбір проб для мікробіологічних аналізів – ГОСТ 26668-85 «Продукты пищевые и вкусовые. Методы отбора проб для микробиологических анализов»;

- підготовка проб до мікробіологічних аналізів – ГОСТ 26669-85 «Продукты пищевые и вкусовые. Подготовка проб для микробиологических анализов» та ГОСТ 26670-85 «Продукты пищевые и вкусовые. Методы культивирования микроорганизмов».

Дослідження виконувалось на експериментальній установці, схема якої зображена на рис. 2.1.

Методики досліджень сушіння плодів кизилу та пюре на його основі були наступними.

Для проведення експериментальних досліджень використовували плоди кизилу свіжі, урожаю 2019 – 2020 років. Процес сушіння плодів у цілому вигляді досліджували на лабораторній установці, загальний вигляд якої приведений на рисунках 2.1 та 2.2.

Технологічний процес виробництва плодів сушених з кизилу включав ряд послідовних операцій первинної обробки: миття плодів кизилу проточною водою для видалення забруднень, сортування по ступеню зрілості, розміру та забарвленню, промивання проточною водою, видалення плодоніжок.

При проведенні досліджень на установці, зображеній на рис. 2.1, послідовність операцій була наступною:

- 1) підготовка установки до експерименту – включали калорифер та вентилятор, заслінка при цьому ставилась в нейтральне положення;
- 2) плоди кизилу розкладали рівним шаром на перфоровану решітку з нержавіючої сталі після попереднього визначення їх загальної маси;
- 3) встановлювали решітку у сушильну установку, фіксуючи за допомогою секундоміра тривалість сушіння;
- 4) записували показання контрольно-вимірювальної апаратури;
- 5) через визначений проміжок часу здійснювали відбір проб матеріалу для біохімічного дослідження впродовж усього досліджу;
- 6) по закінченню експерименту встановлювали вихід кінцевого продукту та відбирали пробу для лабораторного дослідження його якості.

При проведенні досліджень по сушінню плодів кизилу в псевдозрідженому шарі з використанням установки, зображеної на рис. 2.1 та 2.2, методика проведення експерименту включала такі особливості.

З метою інтенсифікації процесу за рахунок додаткового впливу на клітинну структуру плодів в серії дослідів перед сушінням здійснювали гідротермічну обробку сировини – бланшування гарячою водою, парою та 1 % розчином NaOH з послідуною нейтралізацією залишків луку дією 0,2 % розчину лимонної кислоти. Визначали та встановлювали робочу швидкість теплоносія. Досягнення робочого стану визначали за досягненням постійних режимних параметрів процесу. У декілька зразків досліджуваного продукту встановлювали «гарячі» спаї термопар з різними відносними координатами (у центрі часток та поблизу поверхні). Перед закріпленням термопар в плодах кизилу на визначену глибину проробляли отвори з діаметром дещо меншим за діаметр кульки спаю термопари.

Послідовно проводили дослідження маси підготовленого матеріалу, потім поміщали його у камеру та відмічали висоту нерухомого шару. Під час експерименту виміряли швидкість і температуру теплоносія до та після

проходження шару, висоту псевдозрідженого шару матеріалу, температуру окремих часток продукту, витрати сушильного агенту.

Тривалість обробки фіксували за допомогою секундоміра ПВ-53Щ та контролювали з допомогою діаграмної стрічки швидкодіючого потенціометру КСП-4. Робочу швидкість повітря у камері вибирали за умови рівномірного псевдозрідження вологого продукту по всьому об'єму шару. Через певні проміжки часу установку відключали для відбору проб матеріалу на встановлення вологості.

Для визначення вологовмісту плодів кизилу брали до уваги наступне.

Кісточкові плоди складаються із твердої кісточки з ядром, м'якоті і шкірочки. Ці складові мають різні теплофізичні, структурно-механічні та масовологообмінні характеристики. В спеціальній літературі [14, 15] даних про ці характеристики для плодів майже не наведено. Стосовно плодів кизилу, то ці дані зовсім відсутні. В науковій та практичній літературі кісточкові плоди (вишня, черешня, слива, абрикос, персик) розглядаються як однорідний продукт без виділення їх складових. При цьому за початкову вологість, на наш погляд, приймають вологість м'якоті плодів. В зв'язку з цим нами проведено ряд теоретичних та експериментальних досліджень по визначенню таких важливих для практики та теорії процесу сушіння характеристик плодів кизилу (початкових, проміжних та кінцевих), як вологість окремих його складових, коефіцієнтів теплопровідності, теплоємності та температуропровідності.

По-перше, нами були визначені вологість та вологовміст вихідної сировини та кінцевого продукту після сушіння. Оскільки плоди кизилу мають дуже тонку шкірочку, а кісточка не має явно вираженого ядра, то нами в подальшому визначались характеристики продукту, який складається з м'якоті та кісточки.

Швидкість потоку сушильного агенту контролювалась за допомогою анемометра типу АСО-3, закріпленого на стояку.

Отримані результати систематизувались та зводились у таблиці. На основі табличних даних будували графіки та проводилась їх математична обробка з

метою встановлення закономірностей та взаємозв'язку досліджуваних величин, а також визначалась відносна й абсолютна похибка проведених досліджень [19].

В експерименті по конвективному сушінню натурального плодового пюре на основі кизилу з отриманням напівфабрикату пластованого після попередньої обробки кизил протирали через металеве сито з діаметром отворів ($d = 0,7$ мм) до утворення однорідної консистенції. Під час протирання відділяли подрібнену масу від кісточок і видаляли грубі частинки.

Надалі підготовлену масу (плодове пюре) розкладали на дека, покриті пергаментним папером, шаром завтовшки 5 мм. Потім дека поміщали в лабораторну сушильну камеру, в якій рівномірним потоком по ширині і висоті камери поступало повітря з калориферної установки з 50 %-ною рециркуляцією повітря. В ході експерименту визначали загальну тривалість процесу сушіння пюре до утворення пласта темно-червоного кольору, еластичної, пружної консистенції, кислого смаку, з ароматом свіжих плодів кизилу. По закінченню дослідження відбирали пробу напівфабрикату для лабораторного дослідження біохімічних показників його якості.

Отримання пластованого напівфабрикату з термооброблених плодів кизилу відрізнялося від попереднього експерименту використанням сировини для протирання після її попередньої гідротермічної обробки. Кизил протягом 30 хв. обробляли перегрітою парою. Технологічний процес передбачав додаткове отримання соку кизилового з використанням універсальної пароварки СПУ.

У резервуар наливали 2 л води, підготовлені плоди закладали в завантажувальний бункер, закривали кришкою, затиском перекиваючи шланги, та ставили на джерело тепла. Кінець шланга опускали в посуд, встановлений нижче за рівень дна приймального соку.

Після охолодження партії термообробленого кизилу його протирали вищевказаним методом. Процес сушіння пластованого напівфабрикату з термооброблених плодів у подальшому не відрізнявся від експерименту з отриманням аналога зі свіжого плодового пюре.

Експериментальне дослідження процесу контактного сушіння плодового пюре з кизилу на лабораторній установці для комбінованого сушіння (рис. 2.1) здійснювали після поєднання пюре з 0,2%-м розчином лимонної кислоти, додання 7 – 10 % крохмалю та перемішування рецептурної композиції. Експеримент по контактному сушінню плодового пюре проводили на дослідах з варіюванням товщини шару пюре від 1 до 8 мм та температури поверхні нагрівання 70, 80, 90, 100 та 110 °С.

Методика проведення експериментальних досліджень кондуктивного сушіння пюре з кизилу складалась у наступному. Вивчався вплив на якісні показники продукту сушіння різних факторів та параметрів обробки – товщини шару продукту, температури поверхні нагріву, рецептурної композиції пюре з домішками, тривалості процесу.

Товщина шару на поверхні нагріву підтримувалась постійною.

Під час досліду через кожні 5 – 60 с (в залежності від маси матеріалу та температури поверхні, що гріє) брали проби на вологість, число яких у кожному досліді складало від 5 до 20.

Висновки до розділу

В даному розділі дипломної роботи було приведено методи та методики проведення досліджень, охарактеризовано об'єкти досліджень та експериментальне обладнання, що застосовується при проведенні досліджень.

3 ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

3.1 Дослідження процесів конвективного сушіння плодів кизилу в нерухомому шарі

Для визначення напрямку інтенсифікації процесу сушіння плодів кизилу проведена серія експериментальних досліджень. Справа в тому, що на даний час штучне сушіння кісточкових плодів здійснюється в конвективних камерних, тунельних та стрічкових сушарках при тривалості процесу від 7 до 25 год. Така тривалість призводить до значних витрат якості кінцевого продукту.

У процесі конвективного сушіння при постійному нагріванні кісточкових плодів при температурі 60 – 90 °С відбуваються значні структурні зміни органічних речовин, унаслідок чого спостерігається збільшення вмісту сухих речовин від 15 – 16 % до 80 – 95 %.

На рис. 3.1 наведені криві видалення вологи і швидкості конвективного сушіння плодів кизилу при температурі 60 °С, одержані на сушильній установці, що зображена на рис. 2.1.

Отримана залежність вологості продукту та швидкості сушіння від часу показує, що весь процес може бути поділений на три етапи. На першому етапі сушіння – період прогріву – протягом перших 2-х годин відбувається незначне вилучення вологи з продукту (з 71,5 % до 62,5 %). Критична точка, що характеризує перехід від періоду підігріву до наступного другого періоду, – постійної швидкості сушіння – означає, що поверхнева волога випарувалась і процес вологопереносу активно переміщується всередину продукту.

Період постійної швидкості вилучення вологи (з 62,5 % до 43,5 %) триває наступних 3 години і характеризується зростанням температури продукту, при цьому волога дуже інтенсивно випаровується. На цьому етапі видалається адсорбційна і осмотично зв'язана волога.

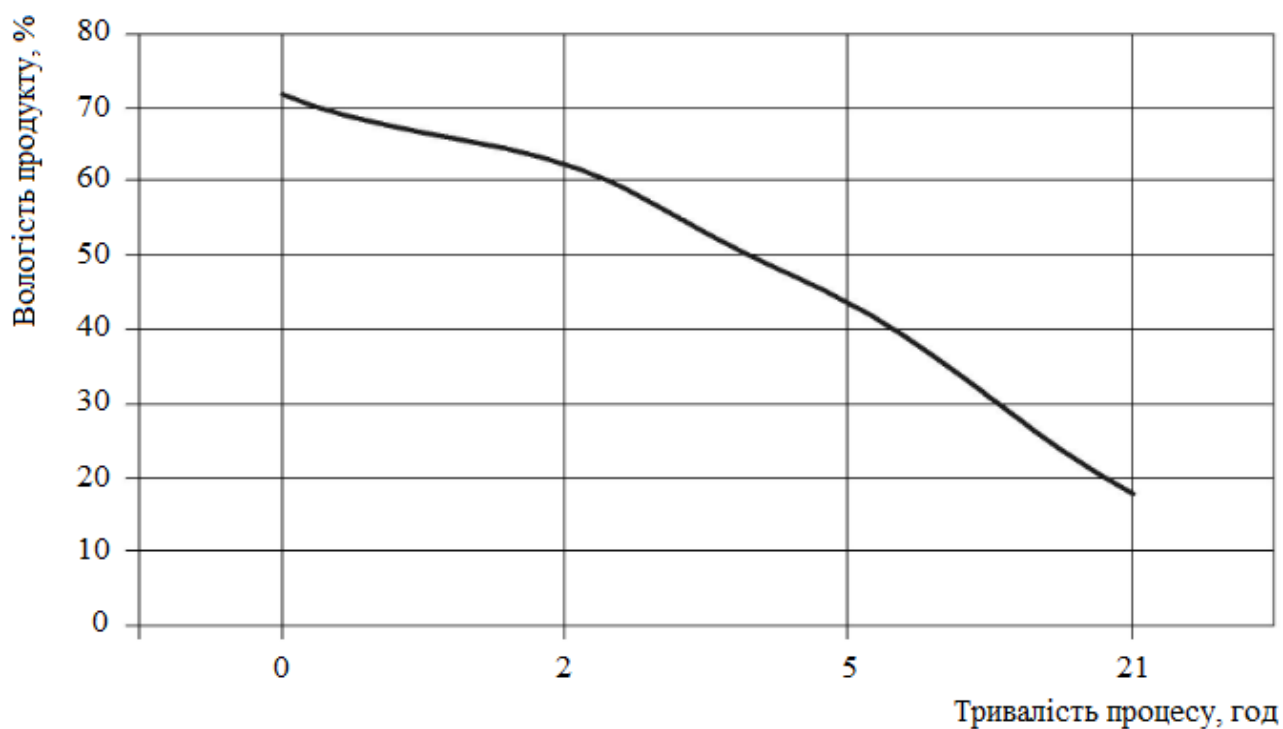


Рисунок 3.1 – Зміна вологості плодів кизилу під час сушіння

Третій етап – період падаючої швидкості вилучення вологи – відображає зниження вологи у продукті з 43,5 % до 18 % за досить тривалий термін (16 год.). На цьому етапі видаляється структурна волога, що міститься в рослинних клітинах.

Отримані нами експериментальні дані кінетики сушіння плодів кизилу співпадають з основними закономірностями типового процесу низькотемпературного сушіння вологовмісної рослинної сировини.

В процесі експериментальних досліджень нами виявлено наступне. Обмеженість швидкості сушильного агента (повітря) приводила до нерівномірного розподілу теплоти та вологи, нерівномірного нагріву плодів та місцевого перегріву. Збільшення швидкості повітря приводило до його проривів в місцях з малим питомим навантаженням і до поганого омивання плодів на інших перфорованих лотках. Відмітимо, що питоме навантаження матеріалу на перфорованих лотках було обмежене шаром висотою в 2 – 3 плоди. Відмічені недоліки та довготривалість процесу сушіння (16 год.) підтвердило необхідність досліджень по його інтенсифікації. Одним із більш досконалих методів

конвективного сушіння харчових продуктів є сушіння в псевдозрідженому шарі. Завдяки тому, що продукт підтримується під час сушіння в завислому стані збільшується загальна поверхня випаровування, покращується вологообмін між матеріалом та сушильним агентом, посилюється конвекція, що інтенсифікує процес.

3.2 Дослідження процесів сушіння плодів кизилу в псевдозрідженому шарі

Впровадження в харчову промисловість методу псевдозрідженого шару показало перспективність його застосування в поточних лініях по виробництву багатьох харчових продуктів, так як дає можливість [19] підвищити ефективність сушильної апаратури і продуктивність праці.

Досліди по визначенню критичних швидкостей псевдозрідження плодів кизилу проводили на установці, принципова схема якої наведена на рис. 2.1 з використанням робочого органу з решітчастим дном.

Дослідження проводилися з плодами кизилу врожаю 2019 – 2020 років, які мають форму витягнутого еліпсоїда обертання. Їхня характеристика наведена в [16].

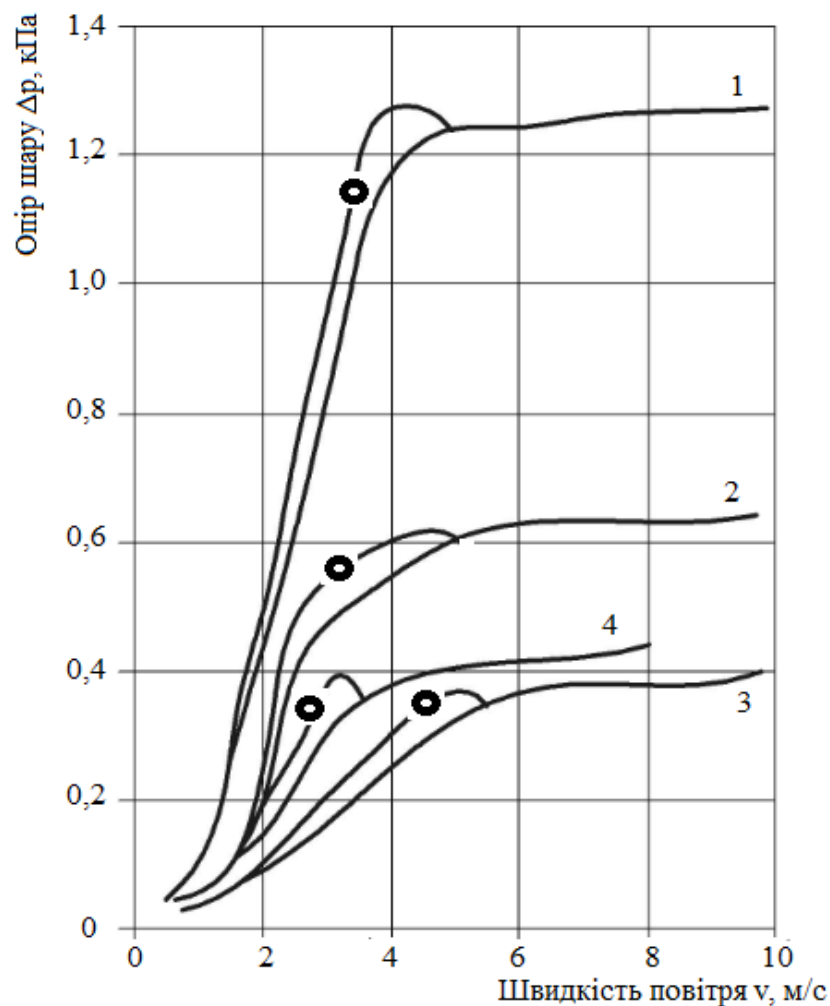
В процесі сушіння вологовміст плодів кизилу змінювався від 230 – 300 % до 20 – 30 %, швидкість повітря – від 0 до 11 м/с, а питома навантаження на решітку – від 20 до 100 кг/м².

На рис. 3.2 представлений ряд кривих псевдозрідження, отриманих при продуванні повітря з температурою 20 °С через шар плодів кизилу вологовмістом 235 % (криві 1-3) і 26 % (крива 4) при різних питомих навантаженнях (20, 50 і 100 кг/м²).

Візуальні спостереження показують, що на початку продування шар продукту залишається нерухомим, його опір збільшується пропорційно зростанню швидкості повітря, по степеневому закону.

При подальшому збільшенні швидкості повітря шар починає набухати, спучуватись. При цьому опір спученого шару досягає максимального значення, а

потім падає. Зменшення опору можливо пояснити появою в шарі продукту каналів, через які проривається частина повітря. В цей момент тільки верхні плоди шару кизилу приходять в рух. При подальшому збільшенні швидкості повітря в шарі виникає бурне кипіння, всі плоди приходять в рух, але кипіння при цьому нерівномірне і нестійке. Поступове збільшення швидкості повітряного потоку веде до того, що інтенсивність руху плодів в шарі збільшується, підвищується і рівномірність кипіння. Опір шару при цьому практично залишається постійним.



- 1 - вологовміст 235 %, питоме навантаження 100 кг/м²
- 2 - вологовміст 235 %, питоме навантаження 50 кг/м²
- 3 - вологовміст 235 %, питоме навантаження 20 кг/м²
- 4 - вологовміст 26 %, питоме навантаження 36 кг/м²
- - сушіння в режимі псевдозрідженого шару

Рисунок 3.2 – Криві псевдозрідження плодів кизилу в залежності від їх вологовмісту та питомого навантаження на решітку

Як впливає з рис. 3.2 для сухого матеріалу швидкість повітря, при якій опір шару досягає максимального значення, так звана швидкість початку псевдозрідження, склала 2,9 – 3 м/с. При цьому маса матеріалу в шарі врівноважується гідродинамічним тиском потоку повітря – настає гідродинамічна рівновага. При подальшому збільшенні швидкості повітря шар розширюється, інтенсивність перемішування часток зростає, але перепад тиску залишається практично постійним. Рівномірне, стійке кипіння, що відповідає початку другої стадії псевдозрідження – стадії вихрового кипіння – забезпечується при швидкості повітря 4,4 – 4,6 м/с, при цьому висота шару матеріалу перевищує початковий нерухомий стан у 2 – 2,5 рази.

Для шару плодів кизилу вологовмістом 235 % його опір визначався як максимальний при швидкості руху повітря 3,8 – 4,2 м/с. Зі зростанням швидкості руху повітря до 5 м/с на деяких ділянках шару плодів кизилу утворились канали. При подальшому збільшенні швидкості повітря кипіння ставало більш рівномірним, а при швидкості 5,5 – 6,0 м/с було стабільним та рівномірним.

З рис. 3.2 впливає також, що швидкість початку псевдозрідження майже не залежить від величини питомого навантаження на газорозподільну решітку. Гідравлічний опір шару плодів кизилу залежить від вологості матеріалу – чим більший вологовміст, тим більший опір. Швидкість винесення часток матеріалу вологовмістом 235 % із шару складає близько 10,7 м/с, вологовмістом 26% – 8 м/с.

Підводячи підсумки досліджень необхідно відзначити і наступний момент. Опір шару є одним з основних елементів сумарного опору тракту, який долають тягодуттєві пристрої; тому з метою економії електроенергії процес сушіння в псевдозрідженому шарі варто вести при мінімально можливому опорі шару. Згідно наших досліджень цей мінімум опору варто приймати з мінімального навантаження 20 – 30 кг/м².

Варто враховувати також і той факт, що мінімум опору залежить від площі решітки. Чим вона менша, тим простіше і надійніше вирішуються питання газорозподілу і розподілу матеріалу.

На рис. 3.3 наведена залежність кінетики сушіння плодів кизилу у псевдозрідженому шарі від температури сушильного агенту, так як вона є основним параметром, що здійснює вирішальний вплив на тривалість процесу (особливо у першому періоді) та якість продукту. Встановлено, що підвищення температури теплоносія веде до зменшення тривалості періоду постійної швидкості сушіння, а також до збільшення частки цього періоду в загальній тривалості процесу.

З точки зору економічності, процес сушіння доцільно вести при можливо більш високих температурах теплоносія. Підвищення температури сушильного агенту, що надходить у шар, приводить, за інших рівних умов, до збільшення продуктивності установки, зменшення її габаритів, зниження питомої витрати теплоносія, тобто до зниження питомої витрати електроенергії.

Оскільки кизил слід віднести до термічно чутливих продуктів, то з метою збереження БАР, у першу чергу – вітамінів, сушіння можна вести при максимальній температурі теплоносія (повітря) 100 °С.

Тривалість процесу сушіння плодів кизилу зі збереженням якості можна скоротити, піддаючи їх попередній гідротермічній обробці. Вплив такої обробки можна оцінити по залежностях, приведених на рис. 3.4.

У кожному з трьох дослідів процес сушіння вели за однакових умов від вихідного вологовмісту м'якоті свіжих плодів 235 – 400 % до кінцевого 30 – 32 %.

Встановлено позитивний вплив на тривалість сушіння плодів кизилу у псевдозрідженому шарі обробки розчином луку. Інтенсивність сушіння у цьому випадку зростає у 1,5 рази.

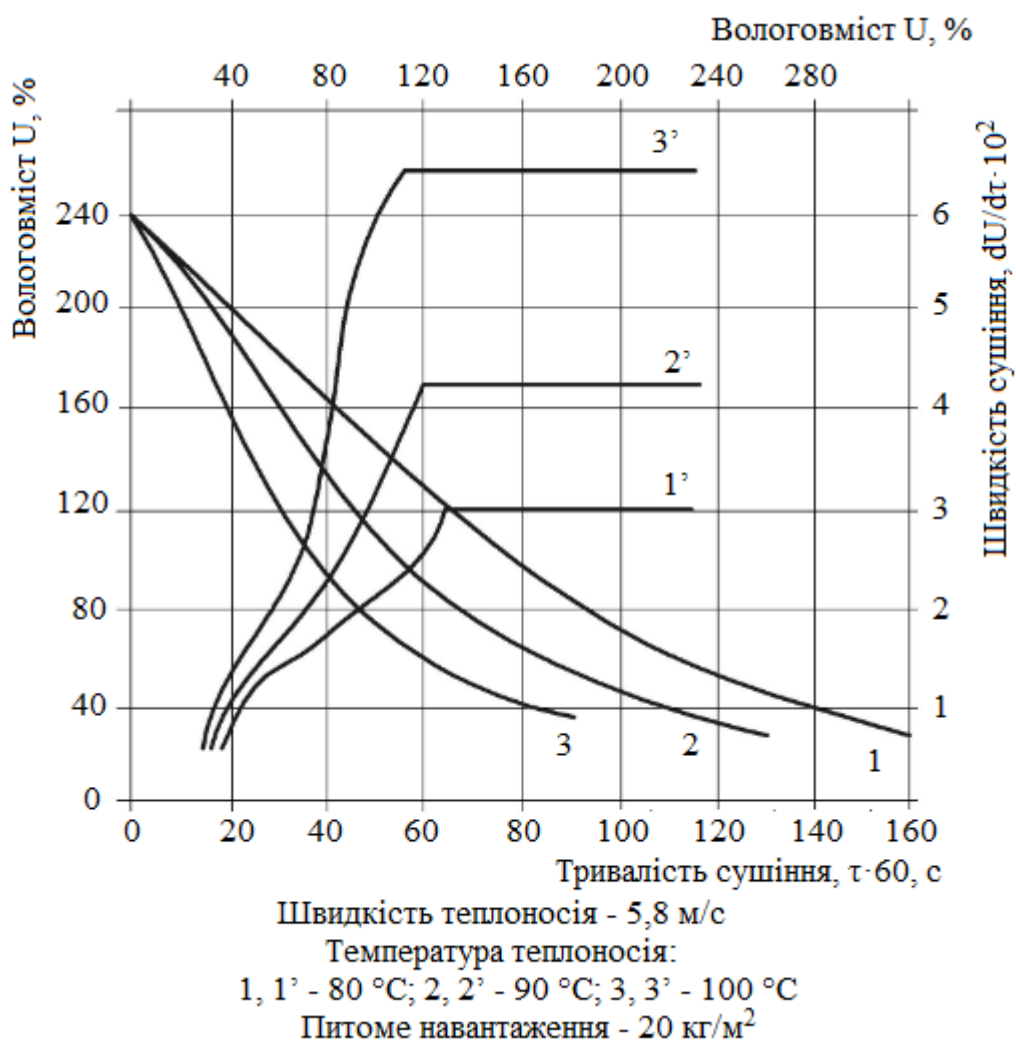
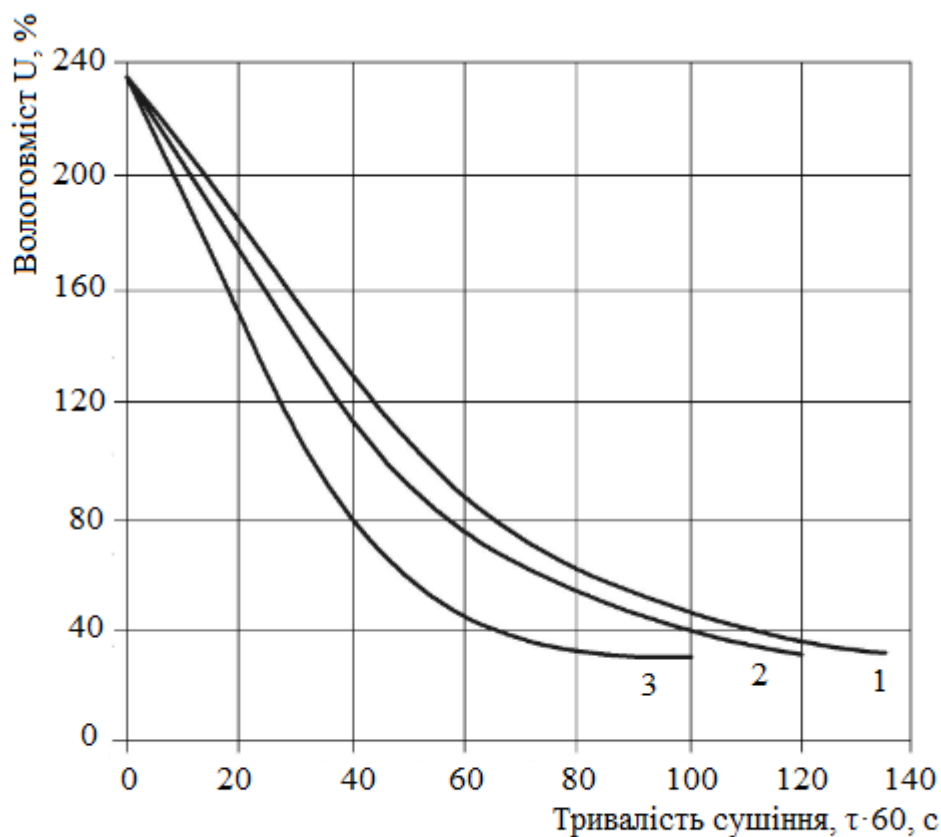


Рисунок 3.3 – Криві сушіння (1,2,3) і швидкості сушіння (1', 2', 3') плодів кизилу в псевдозрідженому шарі при різних температурах повітря

Таким чином, проведені дослідження свідчать про необхідність первинної обробки плодів кизилу до початку процесу сушіння розчином лугу з послідуною нейтралізацією розчином кислоти, що дає змогу значно інтенсифікувати процес та сприяє більшій збереженості вітамінної цінності вихідної сировини.

Аналіз експериментальних даних по кінетиці сушіння кизилу в псевдозрідженому шарі дозволив зробити наступні висновки.

Для всіх реалізованих дослідів вплив температури сушильного агента на швидкість сушіння носить однаковий характер – з підвищенням температури швидкість сушіння у періоді постійної швидкості збільшується, а границі його розширюються, що важливо для інтенсифікації сушіння.



1 - без бланшування; 2 - з бланшуванням H_2O ; 3 - з бланшуванням 1 % розчином $NaOH$
 Температура теплоносія - $90\text{ }^{\circ}C$; Питоме навантаження - 20 кг/м^2

Рисунок 3.4 – Залежність кінетики сушіння плодів кизилу в псевдозрідженому шарі від гідротермічної обробки

Процес протікає у три періоди. Перший період – розігріву, супроводжується інтенсивним зростанням температури продукту (до $2\text{ }^{\circ}C/хв.$). Втрата вологи ним в цей час порівняно невелика та стає примітною лише в кінці періоду. Тривалість першого періоду складає біля 10 хвилин. У другому періоді процесу, який характеризується підвищенням температури продукту до практично постійного значення (меншого за температуру сушильного агенту на $5 - 8\text{ }^{\circ}C$) та інтенсивним випаровуванням вологи (до вологості $20 - 25\%$), швидкість видалення вологи постійна, її максимальне значення складає $0,3 - 0,4\%$ /хв. Третій період характеризується постійністю температури продукту та повільним випаровуванням вологи. H_2O

Вологість плодів кизилу після сушіння досягає $12 - 15\%$ (вологовміст – $14 - 18\%$), процес видалення вологи відбувається головним чином у період

постійної швидкості сушіння, тривалість якого складає 0,6 – 0,7 загальної тривалості.

Підводячи підсумки розгляду кінетики сушіння плодів кизилу в псевдозрідженому шарі, можна рекомендувати наступні показники і раціональні режими:

- температура сушильного агента – 90 – 100 °С;
- швидкість повітря – 5,5 – 6,0 м/с на початку процесу, 4,5 – 4,6 м/с в кінці процесу;
- питоме навантаження на решітку – 50 – 80 кг/м².

3.3 Дослідження процесів контактного сушіння кизилового пюре

У цих наших дослідженнях об'єктом сушіння було кизилове пюре з масовою часткою сухих речовин 19 – 21 %. Були проведені дослідження по визначенню кінетики сушіння і запису зміни температур поверхні, що гріє, та продукту. Встановлено, що при нанесенні пюре на поверхню з температурою 130 – 140 °С продукт швидко прогривається – температура в 100 °С досягається за 100 – 120 с.

Весь процес видалення вологи можливо розділити на дві стадії. Перша стадія, що протікає за 80 – 120 с, характеризується інтенсивним зменшенням маси речовини за рахунок випаровування вологи. На другій стадії швидкість зміни маси пюре майже постійна, але спостерігається швидке підгоряння продукту і його потемніння.

При нанесенні пюре на поверхню з температурою 80 – 90 °С процес сушіння довгочасний, масова частка сухих речовин в кінцевій продукції складає 70 – 75 %.

Найбільш сприятливою для сушіння кизилового пюре є температура поверхні, що гріє, 100 – 110 °С.

Приведемо експериментальні дані про зміну вологовмісту продукту в часі при температурі поверхні нагрівання 110 °С та вихідній товщині півки пюре 2 мм (табл. 3.1), одержані на дослідній установці (рис. 2.1).

З цих даних видно, що значна частина вологи (68 %) випаровується приблизно на першій третині процесу, а половина вологи випаровується протягом перших 60 с.

На рис. 3.5 наведені крива зміни вологовмісту пюре при сушінні та криві зміни температури поверхні, що гріє, і продукту.

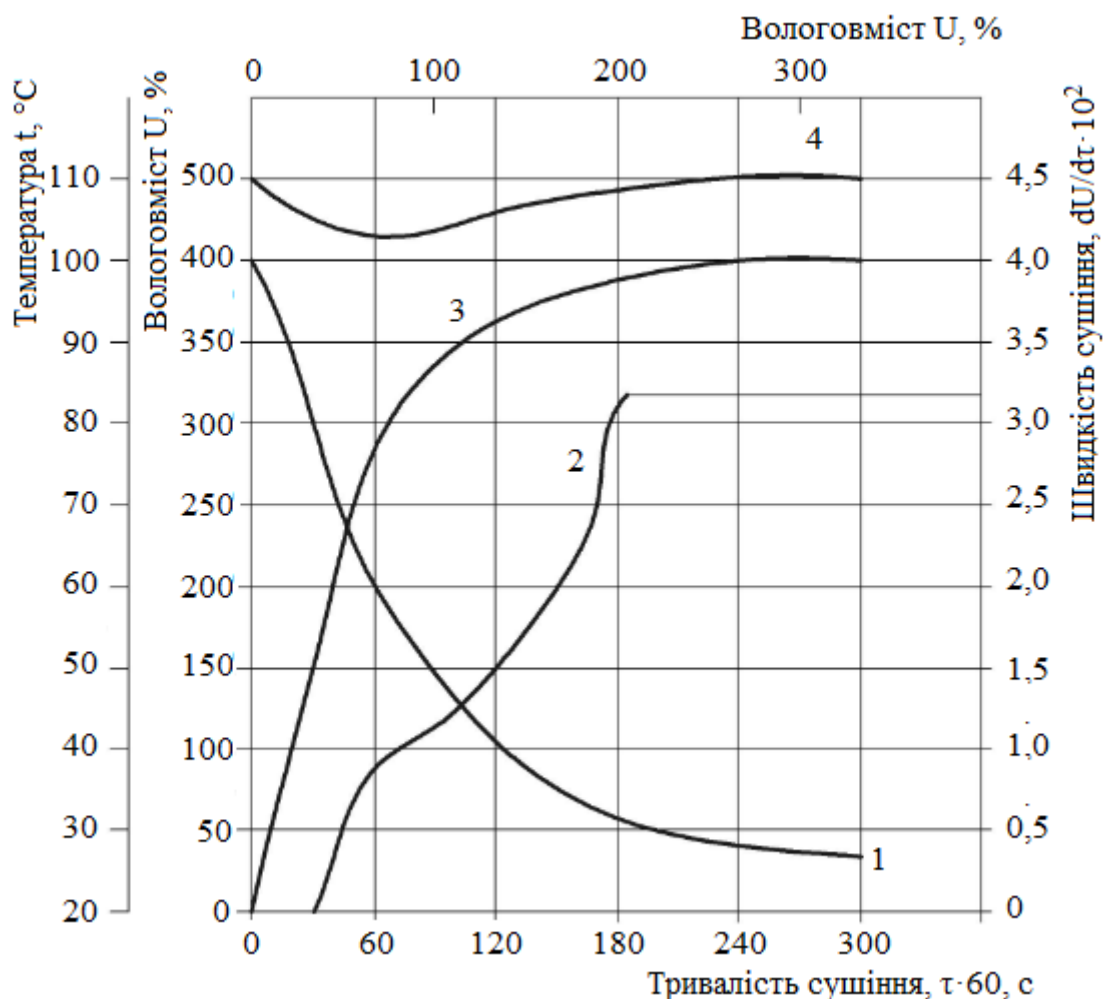


Рисунок 3.5 – Зміна вологовмісту (1), швидкості процесу (2), температури продукту (3) та температури поверхні, що гріє, (4) при кондуктивному сушінні кизилового пюре шаром товщиною 2 мм

Аналіз отриманих результатів дозволяє зробити наступні висновки. Температура поверхні, що гріє, в момент нанесення продукту з температурою 20

°С знижується приблизно на 5 – 10 °С з екстремумом при 60 с, а потім поступово підвищується до попередньо визначеного значення.

Аналіз температурної кривої 3 показує, що зростання температури плівки пюре в період постійної швидкості сушіння йде дуже інтенсивно, швидкість прогрівання матеріалу при цьому досягає 1 °С/с.

Таблиця 3.1 – Кінетика кондуктивного сушіння кизилового пюре

Вміст вологи, %	400-310	310-200	200-140	140-105	105-80	80-60	60-50	50-43	43-38	38-36
Тривалість, с.	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300
Випарувано, в % від початкової маси вологи	22,5	27,5	17,5	8,75	6,25	5,0	2,2	2,0	1,25	0,5

У подальшому (після досягнення моменту кипіння) температура пюре продовжує збільшуватись, але темп її зростання уповільнюється, і до кінця процесу вона стабілізується. В цей момент кінцевий вологовміст пюре наближається до рівноважного і процес сушіння практично закінчується. Температурний напір в кінці процесу сушіння склав 10 °С.

Період постійної швидкості сушіння триває до значення критичного вологовмісту, рівного 210 %.

Другий період – падаючої швидкості сушіння – характеризується асиметричним наближенням до нульового значення, відповідного рівноважному вологовмісту 32 %.

Для визначення тривалості сушіння пюре в другому періоді скористаємося кривою швидкості сушіння (крива 2 на рис. 3.5), побудованою нами способом графічного диференціювання кривої сушіння (кривої 1). Замінюємо криву швидкості сушіння в другому періоді прямою лінією; при цьому критична точка 210 % зсується в точку критичного приведенного вологовмісту 218 %.

Таким чином, результати даних досліджень роботи дозволяють установити принципову можливість виробництва порошку кизилу кондуктивним способом

сушіння кизилового пюре шляхом видалення максимально можливої кількості вологи та подальшого подрібнення висушеного пюре і досушування до потрібної вологості.

3.4 Дослідження хімічного складу кизилу та продуктів його переробки

У таблиці 3.2 приводиться порівняльна біохімічна характеристика свіжих плодів (зразок №1), сушених плодів(№2), напівфабрикатів пластованих на основі натурального плодового пюре (№3) та термообробленого кизилу (№4).

Таблиця 3.2 – Хімічний склад свіжих, сушених плодів і напівфабрикатів на основі кизилу

№	Суша речовина, %	Титровані кислоти, %	Аскорбінова кислота, мг/100г
1	16,5	2,78	52,8
2	80,01	9,56	23,6
3	79,14	12,57	28,51
4	73,70	-	24,9

Порівняльні дані про вміст вітаміну С у плодах кизилу та різних видів консервованої продукції на його основі зображено на рис. 3.6 у виді діаграми.

Вміст вітаміну С в напівфабрикаті з натурального плодового пюре значно вищий, порівняно з аналогом із термообробленого кизилу, що свідчить про більш значну вітамінну цінність першого. Найбільша кількість вітаміну С міститься в пюре з свіжих плодів, призначеному для виробництва напівфабрикату пластованого.

Досліджуваний новий спосіб переробки свіжих плодів кизилу з отриманням пластованих напівфабрикатів потребував вивчення змін їх якісних показників у процесі зберігання та обґрунтування оптимальних способу збереження та виду упаковки.

Нашими дослідженнями у лабораторних умовах визначені зміни якості сушених плодів кизилу та пластованих напівфабрикатів на основі пюре з кизилу

після зберігання протягом 30 та 90 днів. Для визначення оптимальних умов збереженості харчової цінності у експерименті застосували різні варіації. Дані про проведений експеримент наведені у табл. 3.3.

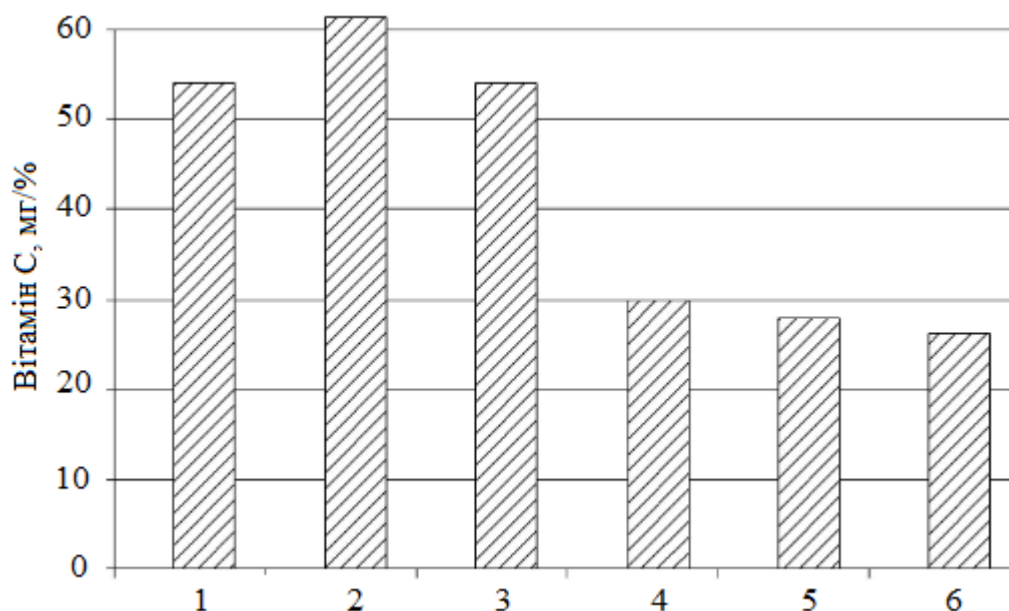


Рисунок 3.6 – Вміст вітаміну С в плодах кизилу і продуктах його переробки:

1 – свіжі плоди; 2 – плодове пюре; 3 – сік; 4 – напівфабрикат пластований з натурального плодового пюре; 5 – напівфабрикат пластований з термооброблених плодів; 6 – плоди після сушіння.

При цьому зразки плодів після сушіння було закладено на збереження за стандартних умов – при температурі 18 – 20 °С, відносній вологості 65 – 70 %, при доступі світла. Для пакування використали 2 види матеріалу: поліетилен з герметичним закриттям та пакет з щільного паперу.

Таблиця 3.3 – Умови зберігання зразків пластованих напівфабрикатів

№ зразку	Вид упаковки	Температура зберігання, °С	Наявність світла
1, 1a*	Термостатичний полімер	20 ± 2 °С	+
2, 2a*	Термостатичний полімер	20 ± 2 °С	-
3, 3a*	Термостатичний полімер	+4 - +6 °С	-
4, 4a*	Алюмінієва фольга	20 ± 2 °С	-
5, 5a*	Алюмінієва фольга	+4 - +6 °С	-
6, 6a*	Скляна тара	20 ± 2 °С	+
7, 7a*	Скляна тара	20 ± 2 °С	-
8, 8a*	Скляна тара	+4 - +6 °С	-

a*- зразки пластованого напівфабрикату з термообробленого пюре.

Зміни якостей закладеної на збереження продукції спочатку проводили органолептично. У всіх без виключення зразках слід відмітити повне збереження натурального смаку та значної долі аромату свіжих плодів кизилу і значну втрату кольору зі зміною від темно-червоного у напівфабрикатів до бордово-коричневого в сушених плодів. Зниження цього важливого показника якості викликане цукроамінними перетвореннями та реакціями окислення поліфенольних сполук у складі продукту, а також руйнуванням вітаміну С, що є інгібітором протікання вказаних небажаних реакцій.

Не було встановлено наявного впливу матеріалу упаковки на якість сушених плодів кизилу. Після 30 і 90 днів збереження в обох випадках вони мали ідентичний вигляд. Зі збільшенням строку зберігання відзначалося більш значне потемніння плодів та незначне усихання.

Найвищої якісної оцінки згідно діючої методики [77] за 5-бальною оцінкою отримали зразки, що зберігалися за умов використання упаковки з алюмінієвої фольги (зразки № 4 – 5).

Дещо нижчі органолептичні показники відзначали якість продукції після збереження у скляній тарі та з використанням термостатичного полімерного пакету (зразки № 1 – 3 та № 6 – 8). Це явилось наслідком нещільності прилягання напівфабрикатів у вигляді рулонів та значна кількість початкового доступу

повітря у судині до надання їй герметичності в першому випадку. Постійний незначний доступ кисню навколишнього повітря при неможливості забезпечення повної герметичності упаковки в лабораторних умовах стали причиною втрати якості зразків у другому. Створені таким чином умови для протікання окислювальних процесів суттєво вплинули на якість продукту з першочерговим значним знебарвленням. Виключення цих недоліків у випадку використання фольги шляхом її щільного обертання навколо зразків пластованих напівфабрикатів запобігло значній зміні барвних речовин під дією кисню.

Прискорення протікання реакцій окислювального характеру з послідуєчим потемнінням продукції явно залежало від наявності дії непрямого сонячного випромінювання. Розгляд впливу цього показника на збереження якості привів до підтвердження закономірного негативного впливу світла на кінцеву якість продукції переробки кизилу у нашому випадку. З цього приводу було встановлено також оптимальним зберігання напівфабрикатів з використанням алюмінієвої фольги. Зразки після збереження у інших видах упаковки за умов темного приміщення відзначалися дещо кращою якістю у порівнянні зі збереженими на світлі (зразки № 2, 7 та № 1, 8 відповідно).

У ході експерименту не було відзначено явних переваг способу зберігання пластованих напівфабрикатів на основі пюре з кизилу за умов збереження з пониженою температурою. Про те підвищена вологість в об'ємі камери побутового холодильника сприяла адсорбуванню вологи пластованими напівфабрикатами та появі пліснявіння. За візуальною оцінкою після збереження було відзначено незначне зниження еластичності пластів за рахунок усихання.

Послідуєчим етапом експерименту стало визначення змін якості продуктів переробки кизилу після зберігання протягом 90 днів. Були проведені лабораторні дослідження біохімічного складу зразків до і після зберігання – сушених плодів (зразки № 1, 2 відповідно), пластованих напівфабрикатів з термообробленого кизилу (№ 3, 4) та на основі плодового пюре (№ 5, 6). Отримані дані приведені у табл. 3.4. Після зберігання зразків встановлено збільшення вмісту сухих речовин у сушених плодів до 86,2 %, що свідчить про додаткову втрату вологи у зразках за

умов збереження у приміщенні з низькою вологістю. За 90 днів зберігання напівфабрикатів відбулися аналогічні процеси при збільшенні долі сухих речовин у зразках на 11,8 % та 8 % відповідно.

Таблиця 3.4 – Дані про хімічний склад зразків до і після зберігання

№	Суха речовина, %	Аскорбінова кислота, мг/100г
1	84,0	24,8
2	86,20	16,08
3	73,70	24,9
4	82,40	16,32
5	73,14	28,51
6	79,00	26,31

Втрати вмісту аскорбінової кислоти, встановлені у всіх зразках після зберігання, та характер його змін подано на рис. 3.7. Внаслідок дії окислювальних ферментів продукту вміст вітаміну С у цілих плодах знизився на 8 мг %. Дещо менші втрати аскорбінової кислоти у зразках продуктів переробки кизилу: на 6,7 та 2,2 мг % відповідно. При цьому встановлено уповільнену динаміку зниження кількісної частки вітаміну С у напівфабрикаті з натурального плодового пюре.

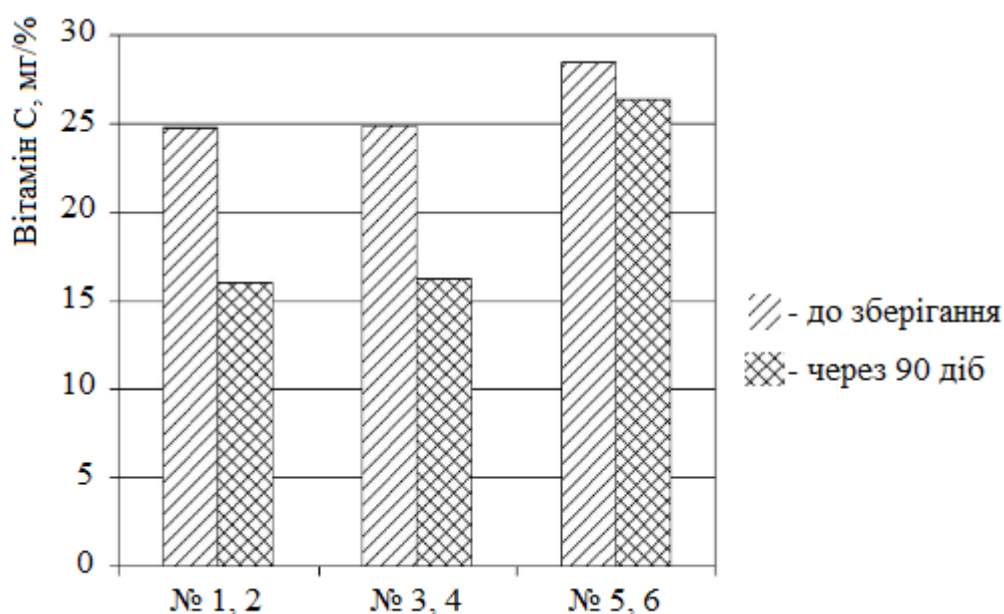


Рисунок 3.7 – Зміни вмісту вітаміну С у зразках у процесі зберігання

Отримані результати якісного складу плодів кизилу та продукції на його основі підтверджують його високу біологічну цінність та свідчать на користь доцільності його більш широкого використання в переробній промисловості і повсякденному харчуванні.

3.5 Вплив кінетики процесу сушіння плодів кизилу на їх харчову цінність

В проведених експериментальних дослідженнях у заданому інтервалі часу послідовно встановлювали зміну вмісту аскорбінової кислоти, як найменш термостабільного показника вітамінної цінності кизилу та визначали загальну кількість органічних кислот за відомими методиками. Отримані дані зведено в табл. 3.5.

Зміна вмісту аскорбінової кислоти в зразках плодів кизилу у процесі сушіння при температурі 60 °С (рис. 3.8) протягом 20 год. наочно демонструє динаміку термічної деструкції вітаміну.

Аналіз проведених нами експериментальних досліджень показує, що при сушінні плодів кизилу різке зменшення вмісту аскорбінової кислоти спостерігається під час першої половини тривалості сушіння. При цьому зниження кількості вітаміну С склало від 52,8 мг% у вихідній сировині до 30,45 мг%; потім в період падаючої швидкості сушіння його кількість поступово знижується до стабільного значення близько 25 мг% (табл. 3.5).

Таблиця 3.5 – Зміна хімічного складу плодів кизилу (в % на сиру речовину) у процесі конвективного сушіння при температурі теплоносія 60 °С

Тривалість процесу, хв.	Вміст сухих речовин, %	Титрована кислотність, %	Вміст вітаміну С, мг/%
1	2	3	4
0	16,5	2,78	52,8
30	18,0	2,97	31,64
60	19,5	3,16	30,45
90	21,0	3,32	30,20
120	22,5	3,49	29,94

Продовження таблиці 3.5

1	2	3	4
150	28,6	4,47	29,70
180	34,8	5,43	29,44
210	41,0	6,41	28,74
240	45,0	7,37	28,05
270	48,5	8,35	27,36
300	52,5	9,63	26,66
360	58,0	9,61	26,05
480	65,0	9,6	25,80
600	69,0	9,59	25,80
720	72,5	9,58	25,80
840	76,5	9,58	25,80
960	79,0	9,58	25,00
1080	80,0	9,57	25,00
1200	81,0	9,57	24,95
1260	84,0	9,56	24,80

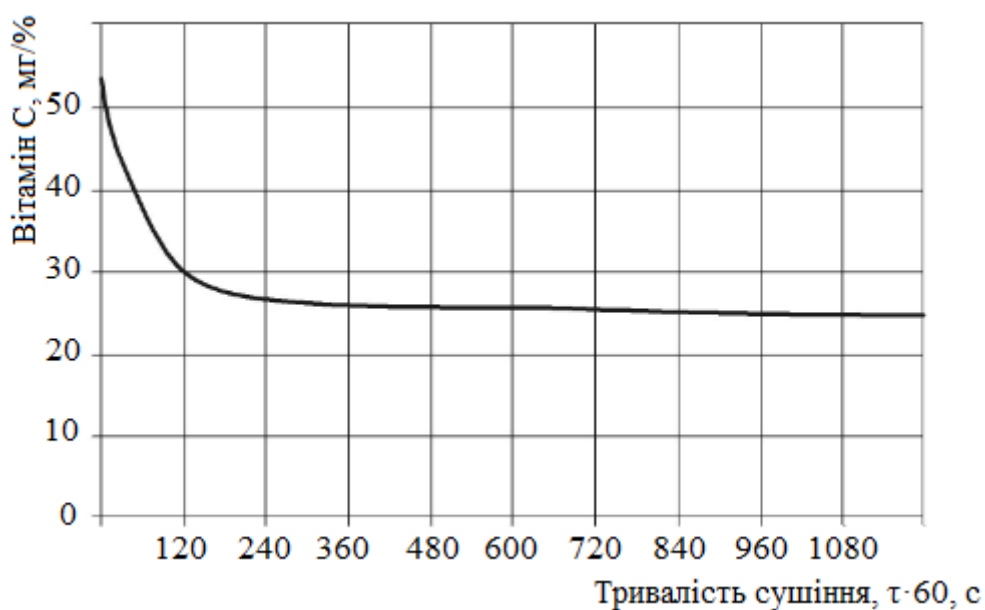


Рисунок 3.8 – Динаміка зміни вмісту вітаміну С у процесі сушіння

Висновки до розділу

В даному розділі дипломної роботи було досліджено кінетику сушіння плодів кизилу у псевдозрідженому шарі в залежності від ряду параметрів: температури сушильного агента, навантаження на решітку, попередньої

гідротермічної обробки. Визначено раціональні параметри процесу. В результаті дослідження кінетики сушіння плодів кизилу в псевдозрідженому шарі можна рекомендувати наступні показники і раціональні режими: температура сушильного агента – 90 – 100 °С; швидкість повітря – 5,5 – 6,0 м/с на початку процесу, 4,5 – 4,6 м/с в кінці процесу; питоме навантаження на решітку – 50 – 80 кг/м².

Встановлено можливість інтенсифікації процесу конвективного сушіння плодів кизилу за рахунок попередньої гідротермічної обробки, що дозволяє скоротити тривалість процесу в 1,5 рази.

Досліджено закономірності процесу кондуктивного сушіння пюре та доведена можливість отримання плодового порошку з плодів кизилу у такий спосіб. Виведено аналітичне рівняння для визначення тривалості сушіння пюре до заданого вологовмісту. Раціональні параметри процесу кондуктивного сушіння: температура поверхні, що гріє, – 100 – 110 °С, товщина плівки – 1,5 – 2 мм, тривалість сушіння – 200 – 300 с.

Підтверджено зростання втрат БАР та органолептичних якостей продуктів сушіння на основі кизилу у процесі зберігання. Однак сушені плоди та пластовані напівфабрикати продовж 90 днів зберігання залишаються значним джерелом вітаміну С та поліфенольних сполук. Встановлено краще збереження якості у пластованих напівфабрикатів у порівнянні з сушеними плодами та визначено оптимальні умови і вид упаковки для їх довготривалого зберігання.

Встановлено, що процес конвективного сушіння плодів кизилу у псевдозрідженому шарі характеризується заощадливою дією на склад біологічно активних речовин сировини. Зменшення втрат вітамінів при цьому способі сушіння зумовлене незначною рушійною дією на корисні складові матеріалу внаслідок недовгої тривалості процесу.

Визначено гранично допустимі температури та тривалість процесу сушіння, які забезпечують збереженість вітамінної цінності та кольорової гами готової продукції.

4 ПРАКТИЧНЕ ВПРОВАДЖЕННЯ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

4.1 Розробка технологічного процесу сушіння кизилу та продуктів його переробки

На підставі проведених досліджень розроблено технологічний процес виробництва сушених плодів кизилу способом псевдозрідження, пластованих напівфабрикатів з пюре кизилу та отримання плодового порошку на основі вказаних продуктів переробки вихідної сировини.

Технологічний процес сушіння плодів кизилу у псевдозрідженому шарі (рис. 4.1) включає ряд послідовних етапів.

Підготовка сировини. Плоди інспектують та сортують за якістю на стрічковому (ТСІ) чи роликовому (КТО, КТВ) транспортері. При цьому відбирають пом'яті, гнилі, плісняві, забруднені і уражені шкідниками плоди. Потім сировину миють в спеціальних мийних машинах барабанного типу А9-КМ-2 чи уніфікованих КУВ-1 в чистій проточній воді до повного видалення всіх забруднень. Після інспекції плоди піддають повторному миттю з використанням душових насадок чи мийно-стрихувальних машин марки КМЦ .

На наступному етапі видаляють неїстівні частини плодів на машині для видалення плодоніжок ОП чи М8/КЗП. Потім плоди бланшують гострим паром протягом 10 хв. чи у воді при температурі 90 –100 °С протягом 3 – 8 хв., кількість води повинна складати 10 – 15 % від маси плодів.

У подальшому плоди піддають бланшуванню в шахтних або шнекових ошпарювачах (марки КФА-05) протягом 1 хв. у киплячому розчині 1 %-го розчину NaOH з послідуною нейтралізацією лугу розчином 2 %-ї лимонної кислоти. Попередня перед сушінням обробка плодів розчином лугу прискорює процес, запобігає значній зміні кольору сировини, зменшує втрати термолабільних речовин, в т.ч. вітаміну С.

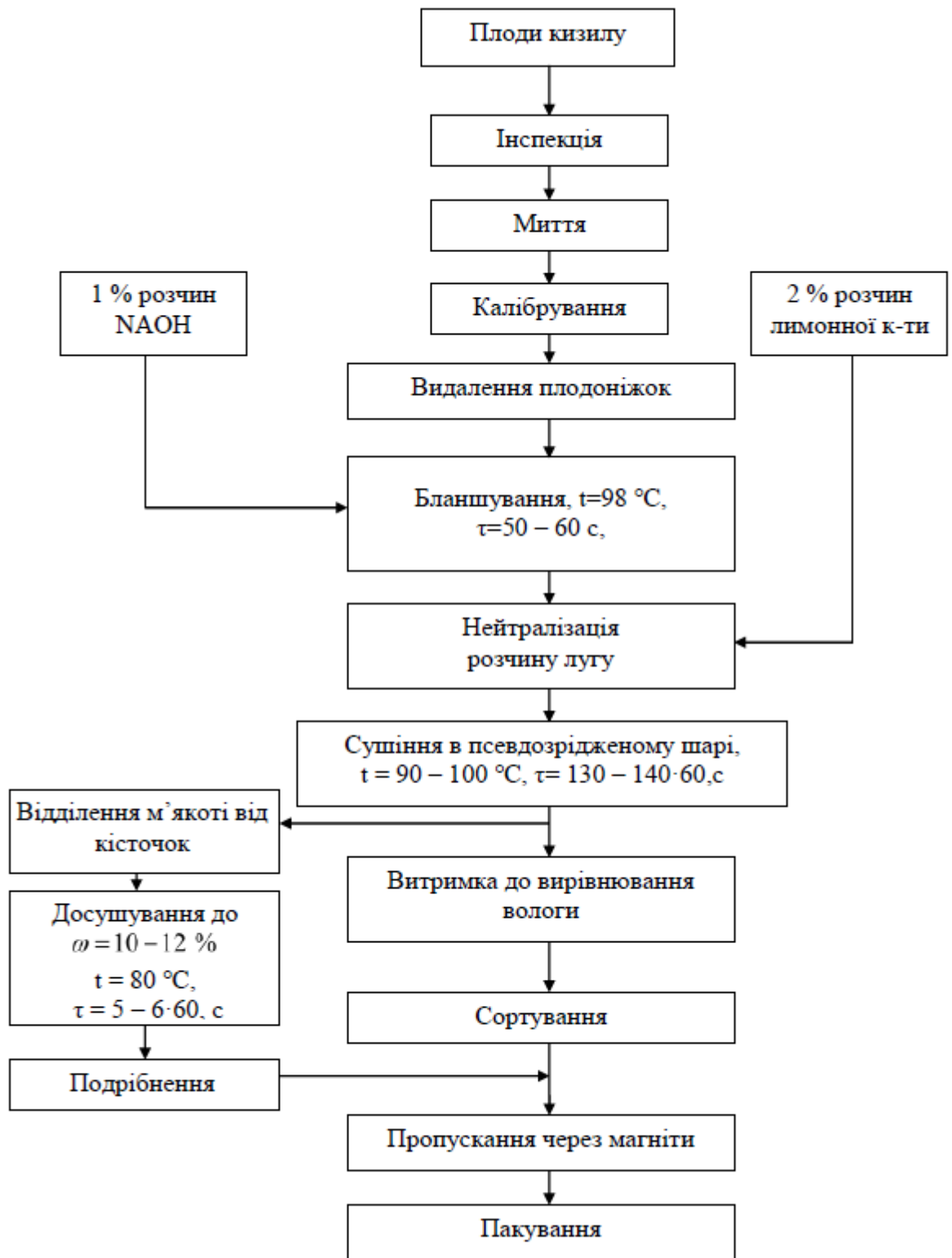


Рисунок 4.1 – Технологічна схема сушіння плодів кизилу у псевдозрідженому шарі

Вказані явища пояснюються руйнуванням міцної, маловологопроникливої шкірочки плодів кизилу, утворенням мікротріщин на поверхні плодів та

підвищенню проникності тканин за рахунок плазмолізу рослинних кліток и приводить до прискорення процесів обезводнення. Наступна операція зрошування сировини розчином лимонної кислоти веде до нейтралізації дії їдкого лугу та запобігає руйнуванню значною мірою аскорбінової кислоти при подальшій термічній обробці.

Після попередньої обробки плоди кизилу сушать у апараті псевдозрідженому шарі безперервної дії при температурі 90 °С до вмісту сухих речовин 19 – 22 %. Потім плоди витримують протягом години до вирівнювання вологи, сортують, пакують та маркірують.

З метою отримання плодового порошку сушені плоди кизилу піддають обробці на спеціальному устаткуванні для відділення м'якоті від кісточки з одночасним досушуванням. Потім шматочки м'якоті подрібнюють в дробарках КДУ, плодоовочевих подрібнювальних машинах марки А9-КІС в порошок з розмірами часток не більш 1,5 мм.

Подрібнений порошок безперервно подається на сита розсіву марки ЕРШ (шовкове сито № 27 чи капронове № 29). Порошок з частками більше 0,25 мм повторно подрібнюється та просівається.

Порошок з кизилу вологістю не більш 6 % фасують у пакети з полімерних матеріалів по ГОСТ 19360-74 с наступною герметизацією термозварюванням.

Технологічний процес виробництва пластованих напівфабрикатів з пюре кизилу включає ряд послідовних операцій.

Плоди кизилу, зібрані у стадії технічної зрілості, інспектують, миють, калібрують, видаляють плодоніжки, як при виробництві сушених плодів. Бланшування здійснюють в шахтних або шнекових ошпарювачах (марки КФА-05) і дигестерах. В процесі бланшування необхідно стежити за тим, щоб плоди були рівномірно ошпарені.

У процесі виробництва напівфабрикатів першим способом бланшовані плоди кизилу негайно передають на протирання з допомогою протиральних машин зі здвоєними барабанами з дротяними або з гумовими накладними бичами марки Т1-КП2Д (частота обертання валу з гумовими бичами не більш 300 об/хв.).

Сировину протирають через сита з діаметром вічок 1,5 мм, потім повторно – на фінішері з діаметром осередків сита 0,7 – 0,8 мм. Якість протирання контролюється по відсутності в пюре роздроблених кісточок, часток шкірки.

За другий спосіб після попередньої обробки плоди піддають тривалій (протягом 30 – 40 хв.) дії перегрітої пари у шнековому підігрівачі ЛЕ-18 (виробництва Угорщини) з видаленням утворюваного натурального соку, потім термічно оброблену сировину протирають, як за попередньою технологією.

За фізико-хімічними показниками пюре з кизилу повинне відповідати вимогам ГОСТ 1817-70 «Пюре плодове і ягідні. Напівфабрикати»:

- вміст сухих речовин в пюре (по рефрактометру), %, не менше 13,0;
- вміст твердих мінеральних домішок (піску), %, не більш 0,01;
- вміст солей міді (у перерахунку на мідь), мг на 1 кг продукту, не більш 5,0.

Надалі підготовлену масу розкладають на дека, покриті пергаментним папером, вирівнюють шаром товщиною 5 – 7 мм. Потім дека поміщають в сушильну камеру, в якій рівномірним потоком по ширині і висоті камери поступає повітря з калориферної установки.

Підготовлене пюре сушать в шафовій сушильній установці, періодичної дії, конвективним способом за умов 50 %-ної рециркуляції повітря. Процес сушіння здійснюють при температурі 60 – 68 °С протягом 10 – 12 год. до отримання пластованого напівфабрикату еластичної консистенції та охолоджують з метою вирівнювання вологи.

Знімають висушені пласти та звертають їх у формі рулонів. Пакують в картонні чи дерев'яні ящики, перекладаючи пергаментом.

Технологічна схема виробництва пластованих напівфабрикатів у сушильній шафі шляхом конвективного сушіння зображена на рис. 4.2.

Для виробництва пластованого напівфабрикату з пюре кизилу з використанням вальцової сушарки до готового пюре з кизилу додають 0,1 – 0,2 % розчину лимонної кислоти та 7 – 10 % крохмалю і ретельно перемішують. Для змішування використовують фаршемішалки типу Л5-ФМ2-М-150.

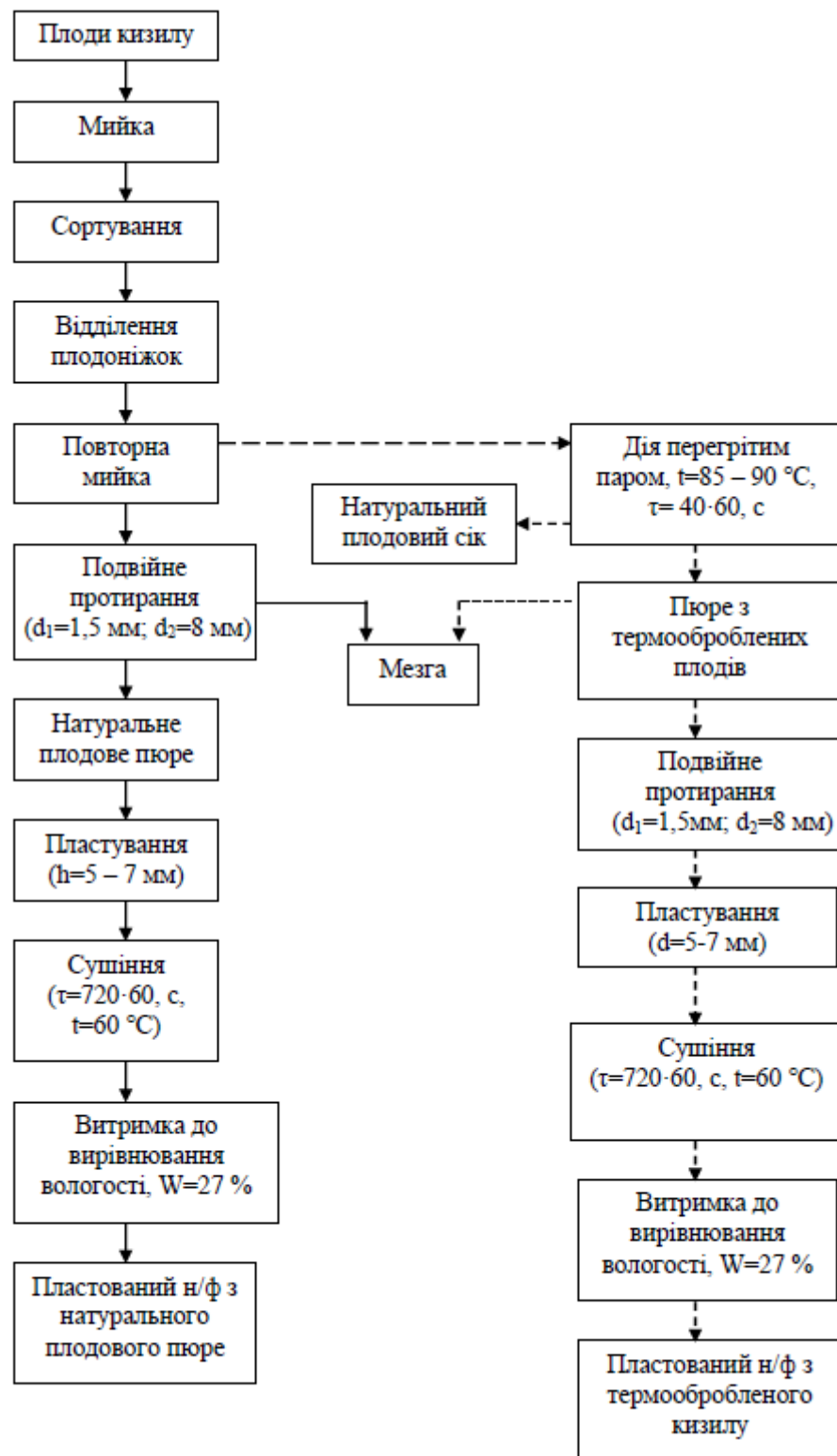


Рисунок 4.2 – Технологічна схема виробництва пластованих напівфабрикатів конвективним способом

Крохмаловмісний компонент рецептурної композиції сприяє покращенню структурно-механічних властивостей маси, зменшує адгезійні властивості пюре з кизилу.

Лимонна кислота виступає у якості стабілізатора вітаміну С та антоціанових барвних речовин сировини.

Отриману рецептурну композицію наносять шаром товщиною 2 – 5 мм на барабан вальцьової сушарки і ведуть процес видалення вологи при постійній температурі та частоті обертання барабану

Висновки до розділу

В даному розділі дипломної роботи на основі отриманих експериментальних даних розроблені технологічні процеси переробки кизилу, які можуть бути рекомендовані до впровадження в приватному підприємстві «Біолайт» міста Дніпро.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 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 [77].

Шкідливий виробничий фактор – фактор середовища і трудового процесу, вплив якого на працюючого за певних умов (інтенсивність, тривалість та ін.) може викликати професійне захворювання, тимчасове або стійке зниження працездатності, підвищити частоту соматичних і інфекційних захворювань, призвести до порушення здоров'я нащадків [77].

Небезпечний виробничий фактор – виробничий чинник, вплив якого на працівника у певних умовах призводить до травм, гострого отруєння або іншого раптового різкого погіршення здоров'я або до смерті [77].

На підприємстві об'єктами підвищеної небезпеки є обладнання для термічної обробки плодової сировини, а саме це сушарка, бланшувальна установка.

Аналіз виробничого травматизму виявляє причини нещасних випадків як в масштабах окремої галузі господарювання, так і в масштабах відомства. Шляхом проведення такого аналізу на виробництві виявляються джерела травматизму та основні причини, що призвели до нещасного випадку [78].

Причини, що призводять до травматизму бувають побічними і безпосередніми. Побічні причини, що обумовлюють настання нещасного випадку, можуть бути виявлені ще за довго до його виникнення. Безпосередні причини передують нещасному випадку тому їх неможливо виявити завчасно.

При проведенні аналізу було виявлено деякі недоліки (порушення) з охорони праці на підприємстві, а саме:

- неналежне виконання інструкцій з охорони праці деякими робітниками елеватора;
- несвоєчасна заміна непридатного захисного взуття працівникам елеватору;
- видача лише одного респіратора на зміну.

Для кількісної характеристики виробничого травматизму в основному використовують такі показники [78]:

- коефіцієнт частоти травматизму:

$$K_{\text{ч}} = \frac{T}{P} \cdot 1000, \quad (5.1)$$

$$K_{\text{ч}2017} = \frac{1}{24} \cdot 1000 = 41,67$$

- коефіцієнт важкості травматизму:

$$K_{\text{в}} = \frac{D}{T} \cdot 1000, \quad (5.2)$$

$$K_{\text{в}2018} = \frac{18}{1} \cdot 1000 = 18000$$

- коефіцієнт втрат робочого часу

$$K_{\text{вм}} = \frac{D}{P} \cdot 1000, \quad (5.3)$$

$$K_{\text{вм}2019} = \frac{18}{24} \cdot 1000 = 750$$

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 5.1

Таблиця 5.1 – 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.

Оперативну роботу і контроль за станом охорони праці в підприємстві здійснює інженер з охорони праці, який підпорядкований директору. Інженер з охорони праці господарства – це людина з вищою інженерною освітою, зі стажем роботи 6 років, з них на посаді інженера з охорони праці – 3 роки.

В ПП «Біолайт» є добре оснащений кабінет з охорони праці. В ньому проводиться навчання працівників безпечним методам праці, семінари, тематичні заняття з робітниками різних професій тривалістю 30 годин. Кабінет обладнаний учбовими плакатами, макетами різних установок, зразками індивідуального захисту.

В цеху з переробки плодово-ягідної сировини виділене місце під куточок з охорони праці, яке обладнане відповідними стендами.

При вступі на роботу на підприємство робітники ознайомлюються з колективним договором, в якому є угода по охороні праці.

Раз на рік проводиться медогляд всіх робітників підприємства. Останні два роки в товаристві паспортизація не проводилась. Підприємство, по можливості, забезпечує робітників спецодягом, а тих, хто працює на шкідливих роботах – спецхарчуванням.

На підприємстві проводяться всі види інструктажів, про що свідчать відповідні записи в журналах реєстрації.

В ПП «Біолайт» стан охорони праці знаходиться на належному рівні, але маютьяся недоліки: не проводиться атестація робочих місць; підвищений рівень запиленості робочих місць; не проводиться інструктаж з охорони праці та надання першої медичної допомоги, для учнів і студентів, які прибувають на виробничу практику до підприємства.

5.2 Рекомендації щодо покращення охорони праці

Для поліпшення стану охорони праці на підприємстві пропонуємо:

- відповідально виконувати інструкції з охорони праці та більш строго перевіряти їх знання і виконання робітниками цеху;
- замінювати непридатні засоби індивідуального захисту та спецодяг і спецвзуття своєчасно;
- створити оптимальний мікроклімат, який забезпечить підвищення працездатності і продуктивність праці;
- переглянути наявність всіх запобіжних пристроїв а також загорож задля для попередження травматизму;
- збільшити фінансування заходів та засобів з охорони праці.

5.3 Рекомендації щодо забезпечення безпеки та поліпшення умов праці в цеху з сушки плодів кизилу ПП «Біолайт»

Захисне заземлення – це електричне з'єднання з землею або її еквівалентом, металічних неструмопровідних частин, які можуть опинитися під напругою [79].

Розрахунок параметрів захисного заземлення обладнання цеху з сушки плодів кизилу проводять для запобігання електричних травм, які можуть бути викликані при торканні металевих конструкцій або корпусів електроустаткування, що опинилися під напругою внаслідок пошкодження ізоляції, а також для захисту апаратури.

Визначаємо розрахунковий опір ґрунту з урахуванням сезонних змін:

$$\rho_{\epsilon} = \rho_{\epsilon p} \cdot k_c^{\epsilon} = 50 \cdot 1,8 = 90 \text{ Ом}\cdot\text{м} \quad (5.4)$$

де $\rho_{\epsilon p}$ – питомий опір ґрунту, згідно завдання $\rho_{\epsilon p} = 50 \text{ Ом}\cdot\text{м}$;

k_c^{ϵ} – коефіцієнт сезону, приймаємо 1,8.

Визначаємо опір одиночного вертикального електрода, Ом:

$$R_{\epsilon} = \frac{0,366 \cdot \rho_{\epsilon}}{L} \cdot \left[\lg\left(\frac{2L}{d}\right) + 0,5 \lg\left(\frac{4S + L}{4S - L}\right) \right], \quad (5.5)$$

де S – відстань від земної поверхні до середини вертикально розташованого електрода, м.

$$S = t_0 + 0,5L = 0,85 + 0,5 \cdot 3,0 = 2,35 \text{ м} \quad (5.6)$$

Тепер

$$R_e = \frac{0,366 \cdot 90}{3,0} \cdot \left[\lg \left(\frac{2 \cdot 3,0}{1,2} \right) + 0,5 \lg \left(\frac{4 \cdot 2,35 + 3,0}{4 \cdot 2,35 - 3,0} \right) \right] = 12,68 \text{ Ом.}$$

Визначаємо приблизну кількість електродів n_0 , приймаючи коефіцієнт використання вертикальних електродів $\eta_e = 1$ і припустимий опір заземлюючого обладнання $R_0 = 4$ Ом:

$$n_0 = \frac{R_e}{\eta_e \cdot R_0} = \frac{12,68}{1 \cdot 4} = 3,17 \approx 4 \text{ шт.} \quad (5.7)$$

Проведемо перевірочний розрахунок необхідної кількості вертикальних заземлювачів:

$$n = \frac{R_e}{\eta_e \cdot R_0} = \frac{12,68}{0,75 \cdot 4} = 4,3 \approx 5 \text{ шт.}$$

Приймаємо кінцеву кількість електродів яка складає 5 штук і позначається $n_{e.ост.}$, коефіцієнт використання вертикальних електродів $\eta_{e.ост.} = 0,7$ і визначаємо довжину горизонтальної з'єднувальної смуги L_2 .

Довжина горизонтальної з'єднувальної смуги при розташуванні електродів в ряд визначаємо за формулою:

$$L_2 = 1,05 \cdot a \cdot n_{e.ост.} - 1 = 1,05 \cdot 3,0 \cdot 5 - 1 = 12,6 \text{ м.} \quad (5.8)$$

Визначаємо опір горизонтальної смуги:

$$R_2 = \left(\frac{0,366 \cdot \rho_2}{L_2} \right) \cdot 0,5 \lg \left(\frac{2 \cdot L_2^2}{b \cdot t_0} \right), \quad (5.9)$$

де ρ_2 – розрахунковий опір для горизонтальної смуги.

$$\rho_z = \rho_{zp} \cdot k_c^z = 50 \cdot 6 = 300 \text{ Ом} \quad (5.10)$$

де k_c^z – коефіцієнт клімату для горизонтальної смуги.

Тепер,

$$R_z = \left(\frac{0,366 \cdot 300}{12,6} \right) \cdot 0,5 \lg \left(\frac{2 \cdot 12,6^2}{0,09 \cdot 0,85} \right) = 15,12 \text{ Ом}$$

Визначаємо сумарний опір контуру заземлення:

$$R_{\text{сум}} = \frac{R_b \cdot R_z}{R_b \cdot \eta_z + n_{\text{в.ост.}} \cdot R_z \cdot \eta_{\text{в.ост.}}} = \frac{12,68 \cdot 15,12}{12,68 \cdot 0,74 + 5 \cdot 15,12 \cdot 0,7} = 3,10 \text{ Ом} \quad (5.11)$$

де η_z – коефіцієнт використання горизонтальної смуги.

Схема системи заземлення електрообладнання цеху з сушки плодів кизилу приведена на рисунку 5.1.

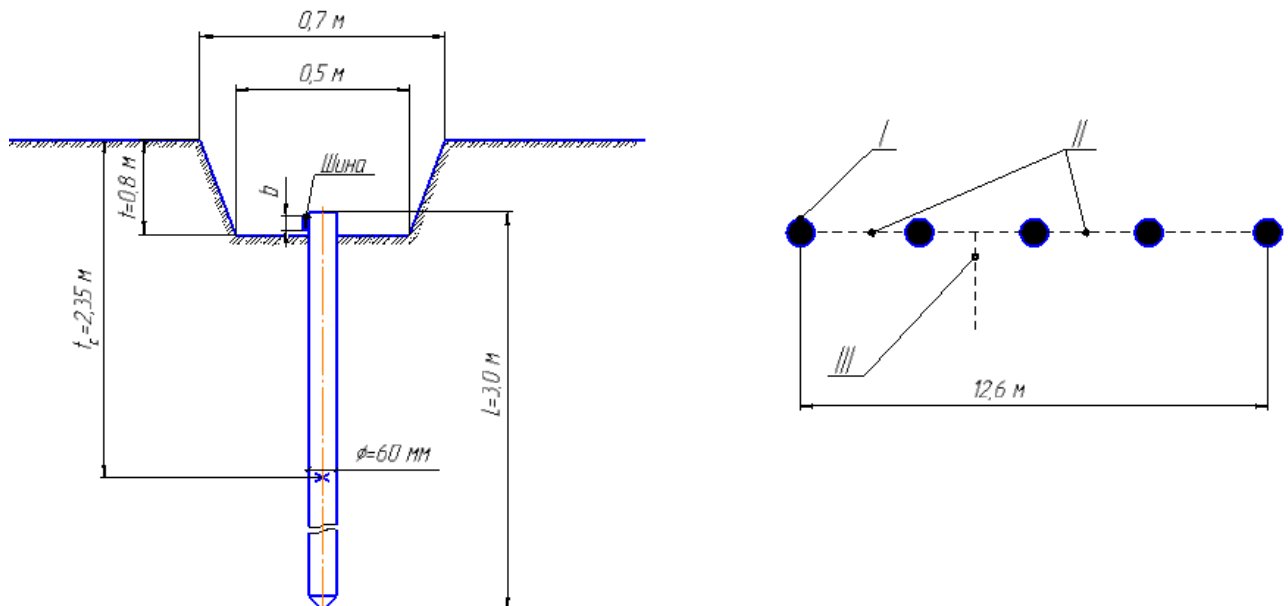


Рисунок 5.1 – Схема системи заземлення електрообладнання цеху

I – електроди заземлення; II – шина; III – заземлюючий провідник.

Згідно розрахунків кількість заземлювачів складає 5 шт. довжиною по 3,0 м, довжина з'єднувальної смуги складає 12,6 м, електроди розставлені в ряд, сумарний опір контуру заземлення складає $3,1 \text{ Ом} < 4 \text{ Ом}$, отже розрахунки виконані вірно.

5.4 Вимоги безпеки праці під час експлуатації обладнання для сушки харчових продуктів [80]

Загальні положення

До роботи оператором установки для сушки харчових продуктів 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 .

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

Узгоджуйте з безпосереднім керівником чітко 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 держакон або перекусіть їх інструментом з ізольованими 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 одержі 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.

5.5 Безпека праці в надзвичайних ситуаціях у разі вибуху

На підприємстві ПП «Біолайт» проводяться роботи з переробки плодово-ягідної сировини, які пов'язані з високими температурами та тиском, що може призвести до пожежі та вибуху. Тому на підприємстві розробляються заходи щодо дії працівників у разі вибуху.

Ознаки, що свідчать про небезпеку 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.

У транспортних мережах ознаками, що свідчать про небезпеку вибуху, можуть бути непрямі ознаки використання саморобних або промислових вибухових пристроїв, нетипових для даного місця.

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.

Вторинні наслідки від вибухів. 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 почастишали 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;

- 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 до розділу

В даному розділі дипломної роботи було розглянуто вимоги охорони праці під час подрібнення плодоовочевої сировини, а також приведено розрахунки системи заземлення. Згідно розрахунків кількість заземлювачів складає 5 шт. довжиною по 3,0 м, довжина з'єднувальної смуги складає 12,6 м, електроди

розставлені в ряд, сумарний опір контуру заземлення складає $3,1 \text{ Ом} < 4 \text{ Ом}$, отже розрахунки виконані вірно.

На підставі проведеного аналізу стану охорони праці на підприємстві був розроблений план заходів і засобів спрямованих на покращення умов та безпечності праці, підвищення культури виробництва та зниження травматизму робітників.

6 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

6.1 Організація проведення дослідження

Метою проведення економічних розрахунків по обґрунтуванню ефективності проведених досліджень є оцінка отриманих результатів і доцільності проекту по обґрунтуванню параметрів процесу виробництва сушених продуктів харчування з плодоовочевої сировини.

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 встановлення впливу техніко-технологічних параметрів процесу комбінованої сушки плодів кизилу та продуктів на його основі на якість та здатність до зберігання, наведений у табл. 6.1.

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. 6.1).

Таблиця 6.1 – План проведення дослідження

Шифр робіт $i-j$	Найменування робіт	Тривалість робіт t_{ij} , днів
1	2	3
1-2	Вибір теми наукової роботи	1
2-3	Літературний пошук та патентний огляду	12
3-4	Складання плану науково-дослідної роботи	3
4-5	Розробка методів та методик проведення досліджень	3
5-6	Підготовка дослідних зразків ягід кизилу	2
6-7	Підготовка обладнання для проведення досліджень	15
7-8	Дослідження впливу технологічних показників сировини на параметри процесу сушіння	4

Продовження таблиці 6.1

1	2	3
7-9	Визначення вмісту вітаміну С та сухих речовин в отриманому продукті	3
7-10	Визначення впливу виду упаковки та тривалості зберігання на якісні показники продукту	2
8-11	Аналіз та обробка результатів дослідження	1
9-11		1
10-11		1
11-12	Обробка результатів експериментальних даних	4
12-13	Підготовка матеріалу до публікації	5
13-14	Формування демонстраційного матеріалу	4

Відповідно до плану проведення дослідження будується сітвовий графік – графічна модель, що відображає майбутню роботу або процес у вигляді окремих етапів і дозволяє шляхом розрахунків визначити оптимальний варіант її виконання. На стадії реалізації сітвовий графік забезпечує можливість оперативного управління ходом виконання роботи (рис. 6.1).

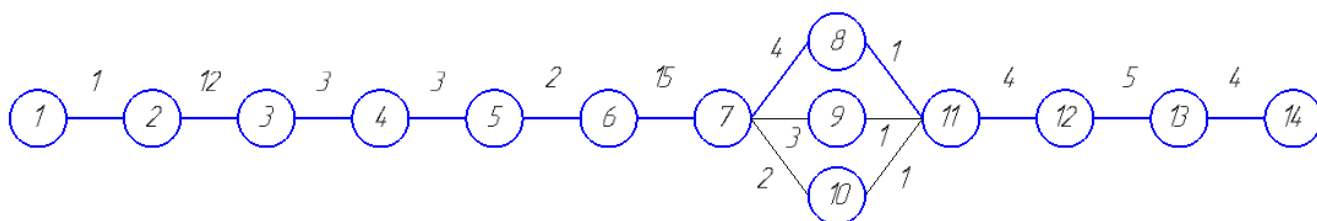


Рисунок 6.1 – Сітвовий графік проведення науково-дослідної роботи

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

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

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

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

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

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 $L_{KP} = 67$ днів.

Резерв шляху розраховують за формулою:

$$R_1 = T_1^n - T_1^p, \quad (6.1)$$

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. 6.2.

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:

$$R_{ij}^n = T_j^n - T_i^n - t_{ij}, \quad (6.2)$$

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

t_{ij} – загальна тривалість роботи, днів.

Таблиця 6.2 – 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	19	19	0
4	21	21	0
5	24	24	0
6	27	27	0
7	47	47	0
8	51	53	2
9	50	53	3
10	52	53	1
11	53	53	0
12	54	54	0
13	58	58	0
14	63	63	0
15	67	67	0

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:

$$R_{ij}^e = T_j^p - T_i^p - t_{ij}, \quad (6.3)$$

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:

$$K_{ij}^H = \frac{L_{maxij} - t_{ij}}{L_{кр} - t_{ij}}, \quad (6.4)$$

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

$L_{кр}$ – довжина критичного шляху ($L_{кр} = 67$ днів).

Результати розрахунків наведені у табл. 6.3.

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.

Таблиця 6.3 – 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	0,29
4-5	0	0	0,33
5-6	0	0	0,38
6-7	0	0	0,57
7-8	0	2	0,75
7-9	0	3	0,73
7-10	0	1	0,76
7-11	0	0	0,77
8-12	0	0	0,77
9-12	0	0	0,76
10-12	0	0	0,79
11-12	0	0	0,80
12-13	0	0	0,86
13-14	0	0	0,94
14-15	0	0	1,00

Проаналізувавши отримані розрахункові дані, можна зробити висновок, що на виконання повного комплексу робіт, передбаченого ходом дослідження, потрібно витратити 67 днів. 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. 6.3 свідчать про те, що календарні терміни окремих видів робіт можна зміщувати в часі в разі виникнення необхідності.

6.2 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:

$$M = \sum m_1 \cdot C_1, \quad (6.5)$$

де m_1 – кількість витраченого i -го матеріалу;

C_1 – – ціна одиниці i -го матеріалу, грн.

Результати розрахунку витрат на матеріали наведені в табл. 6.4.

Таблиця 6.4 – Необхідна кількість основних матеріалів та їх вартість

Найменування, одиниці	Кількість	Ціна, грн	Сума, грн
Кизил, кг	5	33,0	60,00
Всього			165,00

Заробітна плата людей, що приймали участь у дослідженнях, визначається множенням середньочасового заробітку працівника на кількість витраченого часу. Результати розрахунку наведені в табл. 6.5.

Таблиця 6.5 – Розрахунок витрат на заробітну плату

Посада	Середньомісячний заробіток, грн	Середньочасовий заробіток, грн	Кількість людино-годин	Сума, грн
Дипломний керівник	8500	50,59	20	1011,80
Всього				1011,80

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

$$H = \frac{1011,80 \cdot 22}{100} = 222,60 \text{ грн.}$$

Затрати на витрачену електроенергію визначають за формулою:

$$E = M \cdot K \cdot T \cdot a, \quad (6.6)$$

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 сушіння у псевдозрідженому шарі:

$$E_{к.с.} = 2,2 \cdot 0,9 \cdot 24 \cdot 1,68 = 79,83 \text{ грн.}$$

Затрати енергії на контактне сушіння:

$$E_{нвч} = 1,5 \cdot 0,9 \cdot 24 \cdot 1,68 = 54,43 \text{ грн.}$$

Затрати енергії на персональний комп'ютер:

$$E_{п.к.} = 0,9 \cdot 0,9 \cdot 48 \cdot 1,68 = 65,32 \text{ грн.}$$

Загальні затрати електроенергії складають:

$$E = E_{к.с.} + E_{НВЧ} + E_{н.к.} = 79,83 + 54,43 + 65,32 = 199,58 \text{ грн.}$$

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

$$A = \frac{\Phi \cdot H \cdot t}{100 \cdot 12}, \quad (6.7)$$

де A – амортизаційні відрахування, грн;

Φ – 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. 6.6.

Таблиця 6.6 – Результати розрахунків витрат на амортизацію

Устаткування	Вартість, грн	Річна норма амортизації, %	Тривалість роботи, днів	Витрати на амортизацію, грн
Сушильна установка	8300,0	24	3	16,37
Персональний комп'ютер	11500,0	24	6	45,37
Всього				61,74

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:

$$\frac{1011,80 \cdot 80}{100} = 809,44 \text{ грн.}$$

Кошторис витрат на проведення дослідження наведений в табл. 6.7.

Таблиця 6.7 – Кошторис витрат на проведення дослідження

Витрати	Сума, грн.
Основні матеріали	165,00
Заробітна плата	1011,80
Нарахування на заробітну плату	222,60
Електроенергія	199,58
Амортизація	61,74
Накладні витрати	809,44
Всього	2270,16

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

6.3 Розрахунок вартості дослідження

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

$$Ц = C + \frac{P \cdot C}{100}, \quad (6.8)$$

де $Ц$ – вартість дослідження, грн;

C – витрати на дослідження, грн;

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

$$Ц = 2270,16 + \frac{30 \cdot 2270,16}{100} = 2951,21 \text{ грн.}$$

Витрати на проведені дослідження становлять 2951,21 грн.

Висновки до розділу

Відповідно до плану проведення дослідження було побудовано сітьовий графік, тривалість критичного шляху якого складає 67 днів. 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 1011,80 грн та 809,44 грн. Загалом, з урахуванням 30 % нормативної рентабельності вартість проведеного дослідження становить 2951,21 грн.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Виконано огляд літературних джерел, а саме було встановлено, що плоди кизилу звичайного є джерелом цінних незамінних БАР та мають широкі перспективи використання у переробній та харчовій промисловостях для виробництва продукції підвищеної біологічної цінності.

Особливості сушіння різних видів рослинного матеріалу зумовлюють необхідність вивчення структурних та технологічних ознак плодів кизилу та пюре на їх основі, змін їх характеристик у процесі сушіння.

Обґрунтовано та рекомендувати наступні показники і раціональні режими: температура сушильного агента – 90 – 100 °С; швидкість повітря – 5,5 – 6,0 м/с на початку процесу, 4,5 – 4,6 м/с в кінці процесу; питоме навантаження на решітку – 50 – 80 кг/м². Раціональні параметри процесу кондуктивного сушіння: температура поверхні, що гріє, – 100 – 110 °С, товщина плівки – 1,5 – 2 мм, тривалість сушіння – 200 – 300 с.

Встановлено можливість інтенсифікації процесу конвективного сушіння плодів кизилу за рахунок попередньої гідротермічної обробки, що дозволяє скоротити тривалість процесу в 1,5 рази.

Проведено оцінку якості готового продукту, а саме підтверджено зростання втрат БАР та органолептичних якостей продуктів сушіння на основі кизилу у процесі зберігання. Однак сушені плоди та пластовані напівфабрикати продовж 90 днів зберігання залишаються значним джерелом вітаміну С та поліфенольних сполук. Встановлено краще збереження якості у пластованих напівфабрикатів у порівнянні з сушеними плодами та визначено оптимальні умови і вид упаковки для їх довготривалого зберігання. Встановлено значну антиоксидантну властивість плодів кизилу та продуктів його переробки, що вказує на перспективу їх використання у якості природних антиокислювачів та у виробництві продуктів функціонального призначення. Встановлено, що процес конвективного сушіння плодів кизилу у псевдозрідженому шарі характеризується заощадливою дією на склад біологічно активних речовин сировини. Зменшення втрат вітамінів при

цьому способі сушіння зумовлене незначною рушійною дією на корисні складові матеріалу внаслідок недовгої тривалості процесу.

Здійснено заходи, щодо впровадження у виробництво отриманих експериментальних даних, а саме розроблені технологічні процеси переробки кизилу, які можуть бути рекомендовані до впровадження в приватному підприємстві «Біолайт» міста Дніпро.

Розглянуто вимоги охорони праці під час подрібнення плодоовочевої сировини, а також приведено розрахунки системи заземлення. Згідно розрахунків кількість заземлювачів складає 5 шт. довжиною по 3,0 м, довжина з'єднувальної смуги складає 12,6 м, електроди розставлені в ряд, сумарний опір контуру заземлення складає $3,1 \text{ Ом} < 4 \text{ Ом}$, отже розрахунки виконані вірно.

Встановлено, що найбільшими статтями витрат під час проведення дослідження є витрати на заробітну плату та накладні витрати, які складають 1011,80 грн та 809,44 грн. Загалом, з урахуванням 30 % нормативної рентабельності вартість проведеного дослідження становить 2951,21 грн.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Матасар І.Т. Харчування як один з найважливіших чинників, що впливає на стан здоров'я населення України у сучасних екологічних умовах // Проблемы питания и здоровья. - 1997. - №1. – С.22-29.
2. Стоянова Л.А. Плодоовощные консервы, повышающие резистентность организма к воздействию радиации / Тезисы докл. Всесоюз. науч.-техн. конф. – Кемерово, 1990. – Разд.1. – С. 21-22.
3. Балицкий К.П. Лекарственные растения и рак / К.П. Балицкий, А.Л. Воронцова. – Киев: Наук. думка, 1982. – 373 с.
4. Чушанский А.Г. Энциклопедия здорового питания / А.Г. Чушанский, В.Г. Лифляндский – М.: ОЛМА ПРЕСС, 1999. - 799 с.
5. Ибрагимов Ф.И. Основные лекарственные средства китайской медицины / Ф.И. Ибрагимов, В.С. Ибрагимова – М.: Медгиз, 1960. – 412 с.
6. Пересічний М.І. Технологія продукції громадського харчування з використанням біологічно активних добавок / М.І. Пересічний, М.Ф. Кравченко, П.О. Карпенко – Київ: КНТЕУ, 2003. – 322 с.
7. Капрельянц Л.В. Функціональні продукти / Л.В. Капрельянц, К.Г. Іоргачова - Одеса.: ПКФ "Друк", 2003. - 368 с.
8. Научная биохимия / Под ред. Кольман Я., Рем К.-Г. - М.: Мир, 2000. - 469 с.
9. Макарчук А.И. Фитонциды растений. - Киев: Наук. думка. - 1996. - 375с.
10. Клименко С.В. Кизил на Украине. - Киев: Наук. думка, 1990. - 174 с.
11. Леонтьяк Г.П. Кизил – ценное плодое растение // Садоводство, виноградарство и виноделие Молдавии. – 1976. – №3. – С. 56-57.
12. Рогачева В.И. Справочник технолога плодоовощного консервного производства. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 408 с.
13. Грубы Я. Производство замороженных продуктов / Пер. с чешского, ред. Бугаенко И.Ф. – М.: Агропромиздат, 1990. – 336 с.

14. Вагабов М.З. Использование дикорастущего плодово-ягодного сырья Дагестана в ликероводочном производстве / М.З. Вагабов, Н.У. Ибрагимов, М.С. Аминов // Известия вузов. Пищевая технология. - 2001. - №2-3. – С.14-16.
15. Воскобойников В.А. Сушёные овощи и фрукты / В.А. Воскобойников, В.Н. Гуляев, З.А. Кац – М.: Пищевая промышленность, 1980. - 189 с.
16. Киптелая Л.В. Хранение пищевых продуктов и кормов с применением консервантов / Л.В. Киптелая, Н.А. Афукова, Г.И. Жунгиету - Кишинев: Катря Молдовеняскэ, 1982.- 217 с.
17. Гинзбург А.С. Определение влагопроницаемости кожицы плодов / А.С. Гинзбург, Б.М. Ляховицкий, В.Ф. Каражия // Консервная и овощесушильная промышленность. – 1983. - №2. – С.40-41.
18. Драгилёв А. И. Технологическое оборудование предприятий перерабатывающих отраслей АПК / А. И. Драгилёв, В. С. Дроздов - М.: Колос, 2001. - 352 с.
19. Антипов С.Т. Машины и аппараты пищевых производств. В 2 кн.: Учебник для вузов / С.Т. Антипов, И.Т. Кретов, А.Н. Остриков. Под ред. акад. РАСХН В.А. Панфилова. – М.: Высшая школа, 2001. – 1384 с.
20. Захиллов Р.А. Комбинированные гелиоустановки для сушки плодов и винограда / Р.А. Захиллов, Д.А. Киргизбаев, Х.Н. Нуриддинов // Пищевая промышленность. – М. – 1991. - №5 – С.39-40.
21. Парфёнова Т.В. Пути рационального использования плодово-ягодного сырья / Т.В. Парфёнова, А.А. Кудряшева, Е.И. Лебедев // Хранение и переработка сельхозсырья. - 2000. - №11. - С.46-47.
22. Федоткин И.М. Интенсификация технологических процессов пищевых производств / И.М. Федоткин, Б.Н. Жарик, Б.И. Погоржельский – К.: Техніка, 1984. – 175с.
23. Джураев Х.Ф. ИК-конвективная сушка сельхозпродуктов / Х.Ф. Джураев, И.И. Мехмонов, Д.Н. Хикматов // Хранение и переработка сельхозсырья. - 2001. - №7. - С.20-22.
24. Кретов И.Т. Способ сублимационной сушки пищевых продуктов в

сверхвысококачастотном поле / И.Т. Кретов, С.В. Шахов, А.С. Белозерцев // Хранение и переработка сельхозсырья. - 2001. - №9. – С.24-25.

25. Кретов И.Т. Повышение эффективности сублимационной сушки вспененных продуктов./ И.Т. Кретов, С.В. Шахов, А.Н. Резанов //Хранение и переработка сельхозсырья. - 2000. - №5. – С.20-21.

26. Джураев Х.Ф. Промышленные испытания способа сушки дыни по схеме вяление-конвективная сушка / Х.Ф. Джураев, Н.Р. Юсупбеков, А.А. Артиков // Хранение и переработка сельхозсырья. - 2002. - №3. – С.336-337.

27. Силич А.А. Ассортимент и технология фруктовых наполнителей // Пищевая и перерабатывающая промышленность, 1986. - № 11. – С. 22-25.

28. Черевко О. Фруктові пасти з дикорослою сировиною / О. Черевко, Л. Кіптела, О. Загорулько // Харчова і переробна промисловість. - 2002. - №3. - С. 18-19.

29. Дробот В.И. Использование нетрадиционного сырья в хлебопекарной промышленности: Справочник. – К.: Урожай, 2000. – 152 с.

30. Остроумов Л.А. Технология переработки чёрной смородины и облепихи с целью их использования в комбинированных молочных продуктах / Л.А. Остроумов, С.Р. Царегородцева, А.Ю. Просеков // Известия вузов. Пищевые технологии. - 2001. - №5-6. – С.40-42.

31. Хованская С.С. Концентраты сладких блюд повышенной биологической ценности / Консервная и овощесушильная промышленность. – 1980. - №8. – С. 10-11.

32. Снежкін Ю. Порошки з овочів і фруктів / Ю. Снежкін, Л. Боряк, Ж. Петрова // Зерно і хліб. – 2003. - №2. – С.38.

33. Избасаров Д.С. Технология производства фруктовых порошков из сухофруктов // Проблемы влияния тепловой обработки на пищевую ценность продуктов питания: Тез. докл. Всесоюз. науч. конф. – Харьков: ХИОП, 1990. – С. 315-317.

34. Семенов Г.В. Сушка термолабильных продуктов в вакууме – технология XXI века // Известия вузов. Пищевая технология. 2001. - № 4. – С.5–13.
35. Холодный Л.П. Комплексная технология переработки фруктово-овощного сырья / Л.П. Холодный, А.Т. Безусов / Зб. наук. праць «Прогресивні технології та удосконалення процесів харчових виробництв» - Харків, 2000. – С.160-163.
36. Ломачинский В.А. Исследования по созданию безотходных технологий переработки плодов и овощей // Консервная и овощесушильная промышленность. - 1982. - №4. – С.3-4.
37. Дикусар Г.В. Повышение эффективности сушки яблочных выжимок при производстве фруктовых порошков / Г.В. Дикусар, А.А. Соловьёв, С.Л. Рубцов // Проблемы влияния тепловой обработки на пищевую ценность продуктов питания: Тез. докл. Всесоюз. науч. конф. – Харьков: ХИОП, 1990. – С. 284-285.
38. Губина М.Д. Хранение сушёных ягод / М.Д. Губина, Т.К. Федотова // Вопросы хранения и оценки качества плодоовощных товаров. – М., 1981. – С.56-60.
39. Пенто В.Б. Витаминные порошки из плодоовощного сырья // Достижения науки и техники АПК. – 1990. - №7. – С. 41.
40. Голиакберов З.К. Получение сухих порошков из растительного сырья / З.К. Голиакберов, Н.А. Николаев, Н.З. Голиакберова // Пищевая промышленность. – 1995. - №5. – С. 37-38.
41. Хавич А.А. Влияние производительности сушильного оборудования на себестоимость порошков из овощей / А.А. Хавич, Л.В. Клименко // Промышленная теплотехника. – 1989. – 11, №2. – С. 65-68.
42. Кабанов Л.А. Сравнительная характеристика плодово-ягодных порошков, выработанных различными методами сушки / Л.А. Кабанов, Б.В. Карабуля // Консервная и овощесушильная промышленность. - 1983. - №5.- С.23-25.

43. Бенькович Е.И. Пищевые красители из плодов темноокрашенных видов боярышника. // Химия пищевых добавок: Тезисы докл. Всес. науч. конф. – К., 1989. – С. 43-45.
44. Филоненко Г.К. Сушка пищевых растительных материалов / Г.К. Филоненко, М.А. Гришин, Я.М. Гольденберг, В.К. Коссек. – М.: Пищевая промышленность, 1971.– 439с.
45. Орлов Л.А. Исследование процесса сушки сахара-песка в кипящем слое и разработка аппаратов новой конструкции: Автореф. дис... канд. техн. наук / КТИПП. – К., 1972. – 32 с.
46. Долинский А.А. Оптимизация процессов распылительной сушки / А.А. Долинский, Г.К. Иваницкий – К.: Наук. думка, 1984. – 240 с.
47. Чернявский А.И. Пути интенсификации процессов сушки некоторых материалов // Повышение эффективности и совершенствование процессов и аппаратов химических производств: Тезисы докл. III республ. конф. - Львов, 1973. – С.178-179.
48. Гинзбург А.С. Теплофизические характеристики пищевых продуктов / А.С. Гинзбург, М.А. Громов, Г.И. Красовская – М.: Пищевая промышленность, 1980. – 288 с.
49. Анатазевич В.И. Сушка пищевых продуктов: Справочное пособие. – М.: ДеЛи, 2000. – 296 с.
50. Бражников А.М. Теория термической обработки мясопродуктов. – М.: Агропромиздат, 1987. – 271 с.
51. Струмило Н.В. Численное моделирование неизотермического влагопереноса в биологических коллоидных пористых материалах / Н.В. Струмило, Н.Н. Гринчик, П.С. Куц // ИФЖ. – 1984, Т.66. - №2. – С. 202-212.
52. Лыков А.В. Теория теплопроводности. – М.: Высшая школа, 1967. – 599 с.
53. Теплотехника: Учеб. для вузов / В.Н. Луканин, М.Г. Шатров, Г.М. Камфер Под ред. В.Н. Луканина. – М.: Высшая школа, 2003. – 671 с.

54. Тихонов А.К. Уравнения математической физики / А.К. Тихонов, Л.А. Самарский – М.: Наука, 1980. – 860 с.
55. Поперечний А.М. Математичне моделювання геометричних форм і характеристик плодів кизилю / А.М. Поперечний, Н.М. Варваріна, А.М. Косова // Удосконалення процесів та обладнання харчових і хімічних виробництв.: Зб. наук. праць. – Одеса: ОДНАХТ, 2006 – Вип. 28 – Т.2. - С. 226-227.
56. Выгодский М.Я. Справочник по высшей математике. – М.: Наука, 1990.– 872 с.
57. Варваріна Н.М. Зміни фізичних та геометричних плодів кизилю у процесі конвективного сушіння / Н.М. Варваріна, А.М. Поперечний, Н.О. Миронова // Технології та обладнання.: Тем. зб. наук. праць ДонДУЕТ. – 2005. – Вип.12. – С. 39-43.
58. Лавриненко Н.М. Аналитическое исследование сушки плодов кизила в псевдооживленном слое / Н.М. Лавриненко, А.Н. Поперечный, Н.М. Варварина // Удосконалення процесів та обладнання харчових і хімічних виробництв.: Зб. наук. праць. – Одеса: ОДНАХТ, 2006 – Вип. 28 – Т.2. – С. 194 - 198.
59. Рогов И.А. Консервирование пищевых продуктов холодом (теплотехничес-кие основы) / И.А. Рогов, В.Е. Куцакова, В.И. Филиппов, С.В. Фролов. – М.: Колос, 2002. – 184 с.
60. Гинзбург А.С. Лабораторный практикум по процессам и аппаратам пищевых производств / А.С. Гинзбург, С.М. Гребенюк, Н.С. Михеева. – М.: Агропромиздат, 1990. – 256 с.
61. Поперечний А.М. Дослідження кінетики кондуктивного сушіння кизилового пюре / А.М. Поперечний, Н.М. Варваріна // Обладнання та технології харчових виробництв: Тем. зб. наук. праць. – Донецьк: ДонДУЕТ, 2005. – Вип. 13. – С.254-261.
62. Высокотемпературные теплотехнологические процессы и установки: Учеб. для вузов / И.И. Переплетов, Л.А. Бровкин, Ю.И. Розенгарт; Под редакцией А.Д. Ключникова. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 336 с.

63. ГОСТ 28561-90. Продукты пищевые консервированные. Метод определения сухих веществ или влаги.
64. Сапожникова Е.В. Колориметрическое определение пектиновых веществ и активности полигалактуроназы / Е.В. Сапожникова, Л.Г. Семочкина, Г.С. Барнашова // Прикладная биохимия и микробиология. – 1967. – Т.3. – Вып.1. – С.113-120.
65. ГОСТ 25555.0-82. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения титруемой кислотности.
66. Сыромятников Н.И. Тепло- и массообмен в кипящем слое / Н.И. Сыромятников, Л.К. Васанова, Ю.Н. Шиманский – М.: Химия, 1967. – 218 с.
67. Романков П.Г. Сушка во взвешенном состоянии / П.Г. Романков, Н.Б. Рашковская – Л.: Химия, 1979. – 272 с.
68. Поперечний А.М. Дослідження гідродинамічних та температурних режимів сушіння плодів глоду в псевдозрідженому шарі / А.М. Поперечний, В.І. Майдіков // Вісник ДонДУЕТ. Сер.: Техн. науки. – 2000. - №6. – С.121-125.
69. Масалитин Б.С. Изучение закономерностей кинетики сушки и теплообмена термолабильных материалов в вихревом псевдооживленном слое / Б.С. Масалитин, И.С. Долгополов, Н.И. Яловой // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2000. - №1. – С.45-48.
70. Поперечний А.М. Вивчення кінетики процесу сушіння кизилу та його впливу на харчову цінність сировини / А.М.Поперечний, Н.М. Варваріна // Вісник ДонДУЕТ. Сер.: Техн. науки.- 2004. - №1 (21). - С.102-107.
71. Забродский С.С. Гидродинамика и теплообмен в псевдооживленном слое. – М.: Госэнергоиздат, 1963. – 488 с.
72. Поперечний А.М. Вплив гідротермічної обробки на процес сушіння плодів кизилу / А.М.Поперечний, Н.М. Варваріна // Обладнання та технології харчових виробництв.: Тем. зб. наук. праць. – Донецьк: ДонДУЕТ, 2006. -Вип.14 – С. 82-87.
73. Поперечний А.М. Дослідження сушіння плодів кизилу з метою виробництва порошкоподібного продукту / А.М. Поперечний, Н.М.Варваріна //

Збірник наук. праць ЛНАУ. Сер.: Техн.. науки. - №64(87). – Луганськ: Вид-во ЛНАУ, 2006. – С. 221-228.

74. Варваріна Н.М. Харчова цінність кизилу та подальші перспективи науково-практичних розробок методів його переробки та використання // Обладнання та технології харчових виробництв.: Тем. зб. наук. праць. – Донецьк, ДонДУЕТ, 2003. – Вип.9 – С.162-168.

75. Варваріна Н.М. Використання продуктів комплексної переробки кизилу в лікувально-профілактичному харчуванні // Обладнання та технології харчових виробництв.: Тем. зб. наук. праць. – Донецьк, ДонДУЕТ, 2004. - Вип.10 – С. 132-136.

76. Варварина Н.М. Антиокислительные свойства экстракта плодов кизила обыкновенного / Н.М. Варварина, Ю.О. Лесишина, В.А. Гнищевич // Проблеми техніки і технології харчових виробництв.: Матер. Міжвуз. наук.-практ. конф. – Полтава, 8-9 квітня 2004. – С. 254-257.

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

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

79. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів (1641).

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

ДОДАТКИ