

**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
освітнього ступеня "Магістр"

на тему:

**Обґрунтування процесу виробництва яблучних чіпсів з
перемеленої яблучної сировини**

Виконав: студент 2 курсу, групи МгХТ-1-19
за спеціальністю 181 "Харчові технології"

Сергійович

Швець _____ Сергій

(прізвище та ініціали)

Керівник: _____ Куянов Юрій Юрійович

(прізвище та ініціали)

Рецензент: _____

(прізвище та ініціали)

Дніпро 2020

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції

Освітній ступінь: «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**

Швецю Сергію Сергійовичу

1. Тема роботи «Обґрунтування процесу виробництва яблучних чіпсів з перемеленої яблучної сировини».

Керівник роботи Куянов Юрій Юрійович, кандидат технічних наук, доцент, затверджені наказом закладу вищої освіти від «21» вересня 2020 року № 2397.

2. Строк подання студентом роботи 01 грудня 2020 року

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

2 Наукова та науково-технічна документація, що стосується переробки плодовоовочевої сировини в чіпси. 3 Нормативно-технологічна документація та правила ведення технологічних процесів на підприємствах з виробництва снєків та харчоконцентратів. 4 Патенти та авторські свідоцтва.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1 Аналітичний огляд літературних джерел. 2 Матеріали та методи досліджень. 3 Результати експериментальних досліджень. 4. Охорона праці та безпека життєдіяльності в надзвичайних ситуаціях. 5. Організаційно-

економічна частина. Загальні висновки. Список використаних джерел.
Додатки.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1 Постановка проблеми. 2 Мета і завдання досліджень. 3 Матеріали і обладнання для проведення досліджень. 4 Результати експериментальних досліджень. 5 Картка безпеки праці в лабораторії. 6 Кошторис витрат на проведення досліджень. 7 Загальні висновки.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1 – 4	Куянов Ю.Ю., доцент	21.09.20	01.12.20
5	Кравець В.В., доцент	21.09.20	01.12.20
6	Павленко О.С., доцент	21.09.20	01.12.20

7. Дата видачі завдання 21 вересня 2020 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	21.09-23.09.20	виконано
2	Аналітичний огляд літературних джерел	24.09-10.10.20	виконано
3	Матеріали та методи досліджень	11.10-24.10.20	виконано
4	Результати експериментальних досліджень	25.10-10.11.20	виконано
5	Охорона праці та безпека життєдіяльності в надзвичайних ситуаціях	11.11-18.11.20	виконано
6	Організаційно-економічна частина	19.11-26.11.20	виконано
7	Загальні висновки та список використаних джерел	27.11-01.12.20	виконано

Студент

(підпис)

Швець С.С.

Керівник роботи

(підпис)

Куянов Ю.Ю.

РЕФЕРАТ

Тема: «Обґрунтування процесу виробництва яблучних чіпсів з перемеленої яблучної сировини»

Дипломна робота магістра: 98 с., 25 рис., 16 табл., 2 додатка, 73 літературних джерела.

Об'єкт дослідження: плоди яблук, перемелена яблучна маса, яблучні чіпси.

Метою роботи є обґрунтування процесу виробництва яблучних чіпсів з перемеленої яблучної сировини.

Методи дослідження: Показники якості використаної сировини визначали за ДСТУ 7075: 2009. Яблука свіжі для промислового перероблення. Загальні технічні умови.

Активність ферменту пероксидази в яблуках досліджували загальноприйнятим методом за допомогою фотоелектроколориметру.

Вміст вітаміну С в яблучній сировині визначали за ГОСТ 24556-89. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения витамина С.

Показники якості готового продукту оцінювали за ДСТУ ISO 7701:2019 Яблука сушені. Технічні умови та методи випробування.

Органолептичну оцінку яблучних чіпсів проводили за 48. ГОСТ 8756.1-79. Продукты пищевые консервированные. Методы определения органолептических показателей.

В роботі досліджено процес комбінованого НВЧ-конвективного сушіння перемеленої яблучної сировини для отримання яблучних чіпсів. Визначено оптимальні параметри процесу комбінованого сушіння такої сировини. Досліджено вплив гідротермічної обробки яблук на активність пероксидази та вміст вітаміну С. Визначено оптимальні параметри гідротермічної обробки яблук перед сушінням в яблучні чіпси. Проведено порівняльний аналіз яблучних чіпсів з нарізаної і перемеленої яблучної сировини. Встановлені переваги використання перемеленої яблучної сировини для виробництва яблучних чіпсів. Проведено дослідження зміни вологості яблучних чіпсів при зберіганні. Запропоновано спосіб та режими зберігання, при якому яблучні чіпси зберігаються з вихідною вологістю протягом 45 діб.

КЛЮЧОВІ СЛОВА

Плоди яблук, перемелена яблучна сировина, яблучні чіпси, сушіння, надвисокочастотна обробка, комбіноване НВЧ-конвективне сушіння.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.....	8
1.1 Характеристика яблук як об'єкту сушіння.....	8
1.2 Аналіз технологій виробництва яблучних чіпсів	13
1.3 Способи перемелення та гідротермічної обробки плодової сировини .	32
1.4 Мета і завдання наукових досліджень	42
2 МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	44
2.1 Характеристика використаної сировини	44
2.2 Підготовка сировини та проведення сушіння	45
2.3 Методика визначення оптимальних режимів сушіння яблук	48
2.4 Визначення активності пероксидази.....	49
2.5 Визначення вмісту вітаміну С в яблучних чіпсах	51
2.6 Органолептична оцінка якості яблучних чіпсів.....	52
2.7 Визначення вологості яблучних чіпсів	53
3 РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	56
3.1 Визначення оптимального режиму сушіння плодів яблук	56
3.2 Визначення впливу гідротермічної обробки сировини на якість яблучних чіпсів.....	59
3.2.1 Визначення активності пероксидази яблук	59
3.2.2 Визначення вмісту вітаміну С в яблуках	61
3.3 Визначення впливу перемелення плодів яблук на якість чіпсів	63
3.4 Визначення зміни вологості яблучних чіпсів при зберіганні.....	66
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	70

4.1 Охорона праці та її положення	70
4.2 Аналіз шкідливих та небезпечних лабораторних факторів, під час виконання дослідів з дипломної роботи	72
4.3 Організаційні та технічні заходи по забезпеченню захисту працівників від дії шкідливих та небезпечних факторів	73
4.4 Правила безпечного виконання робіт при виробництві яблучних чіпсів	76
4.5 Опис дій у разі настання надзвичайної ситуації в лабораторії	77
5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	80
5.1 Організація досліджень	80
5.1.1. План проведення дослідження.....	80
5.1.2 Побудова сітьового графіка	81
5.1.3 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження.....	85
5.2 Розрахунок ціни дослідження	89
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	91
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЕЖЕРЕЛ.....	93

ВСТУП

Харчування людини завжди було найбільш сильним і стійким фактором середовища, яке має постійний вплив на стан його здоров'я. Аналіз структури харчування і споживання основних груп продуктів - м'яса, молока, риби, хліба, жирів, яєць, картоплі, овочів, фруктів, ягід і цукру - показав, що розміри їх споживання не відповідають принципам раціонального збалансованого харчування і, в залежності від регіону, мають білково-жирову, жирову або вуглеводну орієнтацію.

Дослідниками відзначена тенденція на щоденне споживання рафінованих продуктів харчування, в тому числі продуктів швидкого харчування (фаст-фуду), що призводить до дисбалансу основних харчових речовин (вміст білків, жирів, вуглеводів і їх співвідношення), і не забезпечує фізіологічних потреб організму за хімічним складом, включаючи незамінні фактори харчування. Добовий раціон, як правило, не збалансований по мікро- і макроелементного складу, у значної частини споживачів спостерігається дефіцит в споживанні вітамінів - аскорбінової кислоти, ретинолу, тіаміну, рибофлавіну і ін.

В даний час багатьма країнами на рівні проведення державної політики приділяється велика увага розробці нових технологій отримання продуктів здорового харчування, тобто продуктів з низьким вмістом солі, жиру, сахарози, що не містять консервантів.

В Україні і за кордоном набули широкого поширення продукти під назвою «снеки». У цю групу входять і «чіпси». Снеки при нетривалім терміном зберігання псуються через присутність в них жирів, що піддаються окисленню і гідратації. Регулярне споживання снєків чинить негативний вплив на здоров'я людини і призводить до дисбалансу основних поживних речовин, не забезпечуючи фізіологічних потреб організму за хімічним складом. У технології виробництва снєків і, в тому числі, картопляних чіпсів, а також деяких овочевих і фруктових снєків, застосовується обсмажування в

олії, в результаті чого вони набувають хрустку консистенцію. Тривалий вплив гарячого масла призводить до появи в чіпсах канцерогенної речовини акриламід. Також в чіпсах містяться трансізомери жирних кислот, частка яких може досягати 30-50%. Для виробництва снєків без використання обсмажування і додання продукту крихкості необхідно провести спеціальну, гідротермічну обробку, що знижує відносну вологість.

Отже, розробка технологій виробництва високоякісних сухих продуктів рослинного походження є актуальним завданням.

1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1.1 Характеристика яблук як об'єкту сушіння

Яблука – плоди яблуні роду *Malus*, з підродини яблуневих (*Romaceae*), сімейства розоцвітих (*Rosaceae*). Садові яблука – плоди культурних сортів яблуні.

Поширення зони вирощування яблук знаходиться на всіх континентах, а найбільше у районах з помірним кліматом, як у Північній, так і в Південній півкулі. Серед плодових культур яблуко посідає 4-те місце у світі за зборами врожаю з 56 мільйонами тон щорічно [1].

Поживна цінність плодів яблук добре відома і відображає різний вміст цукру, білків, аскорбінової кислоти та мінеральних речовин. Вживання свіжих фруктів або соків, харчових паст, желе, джемів з яблучної сировини забезпечує організм людини вітамінами та мікроелементами. Яблука входять до складу всіх харчових дієт, і їх терапевтичне значення добре відоме при різних захворюваннях (визначає всмоктування шлункового секрету, виведення токсинів, має сечогінну дію).

Сорти яблук класифікуються за часом їх дозрівання на три групи:

- літні;
- осінні;
- зимові

Літні яблука. Терміни дозрівання в липні - серпні; вони не можуть довго зберігатися після збору, через ніжну м'якоть. Найбільше промислове значення мають сорти: білий налив, грушовка московська, кальвіль білий річний та ін.

Осінні яблука. Терміни дозрівання у вересні. Промислові сорти: боровинка, коричне смугасте, штріфель смугастий, аніс-мальт, антонівка і ін.

Зимові яблука. Терміни дозрівання кінець вересня, жовтень. Деякі сорти стають придатними для вживання лише після тривалого лежання (після

дозрівання) у грудні - січні. Промислові зимові сорти – Ренет Симиренка, Джонатан, Ред Делішес.

Зимові сорти яблук добре зберігаються при тривалому зберіганні, багато плодів зберігають свій товарний вигляд до весни і деякі сорти до осені. Значна частина зимових яблук під час знімання з яблуні не придатні для їжі, так як м'якоть у них може бути дуже твердою і терпкою. Тільки після дозрівання під час зберігання до грудня вони набувають необхідні споживчі якості [2, 3].

Ренет Симиренка. Зимовий сорт, плоди світло-зелені або яскраво-зелені, з численними світлими круглими підшкірними крапками розміром 2-5мм. Форма плодів округла та дещо приплюснута, від конічної до плоскої, як у багатьох Ренетів плоди нерідко асиметричні. Розмір плодів середній або більше середнього, досягають великого розміру. М'якоть біла, ніжна, дуже соковита, виносолодка, з приємним пряним присмаком. Хімічний склад плодів: сума цукрів – 7,5-12,0%, титрованих кислот – 0,4-0,7%, відношення цукру до кислоті – 10-16, аскорбінової кислоти – 7-9 мг / 100г, сума Р-активних речовин – 97-110 мг / 100г. Звичайний термін знімання плодів - кінець вересня - початок жовтня.

Сорт Джонатан. Плоди середнього або вище середнього розміру, трохи приплюснutoї округлої або округло-конічної форми, рівні або слаборебристі у вершини, поверхня гладка. Основне забарвлення зеленувато-жовте, покривне – інтенсивний розмитий або з смугами темно-червоний рум'янець, що займає майже всю поверхню плоду. Підшкірні точки малопомітні, на плодах буває у вигляді "сіточки". М'якоть зеленувато-біла, при дозріванні – кремова, солодко-кисла, ароматна, дуже соковита, щільна, відмінного десертного смаку. В умовах південних регіонів плоди накопичують 13,7% сухих речовин, 10,6-11,3% цукрів, титрованих кислот - 0,65%, аскорбінової кислоти - 6 мг / 100 г, Р-активних речовин - 100 мг / 100г.

Сорт Ред Делішес. Плоди вище середнього розміру і великі. М'якоть відрізняється від інших сортів цієї групи особливим ароматом і виразним

десертним смаком. Завдяки пористій структурі і, отже, великій поверхні випаровування яблука відносяться до групи плодів, які порівняно легко віддають вологу при сушінні. М'якоть яблука - це найістотніша і цінна для харчування частина плода.

Твердість і вміст цукру є важливими атрибутами якості, які безпосередньо впливають на споживачів при придбанні свіжих фруктів з яблук. Автори [4, 5] вважають ці два показники основними, що дозволять фруктовій промисловості надавати споживачеві більш якісні та корисні фрукти, а отже, покращувати конкурентоспроможність та рентабельність галузі.

У яблуках твердість забезпечується в основному пектиновими речовинами. Для яблук зниження твердості характеризується трьома явно вираженими фазами. Фрукти повільно розм'якшуються протягом першої фази, швидше – в другій і знову повільно – в третій фазі. Яблука стають м'якше на 25-50% при кінцевій твердості 25-50 Н. [6]

Якщо почалася друга фаза, то подальше розм'якшення важко уповільнити. Таким чином, для досягнення більш тривалого збереження якості необхідно пролонгувати першу фазу розм'якшення [7, 8].

Яблука містять 10-20% цукрів (сахароза, фруктоза, глюкоза), з них більше половини – це фруктоза. Наприклад, в яблуках сорту Ред Делішес при загальній кількості цукрів 10,4 г міститься: сахарози 2,07 г, глюкози 2,43 г, фруктози 5,90 г. Крім того, в клітинних оболонках яблук містяться складні вуглеводи (лігнін, пектин, клітковина), які не перетравлюються в травному тракті. Вони сприяють процесам жовчовиділення і виведенню холестерину, очищенню кишечника. Крім того, пектини служать для адсорбції і видалення з організму продуктів обміну і травного тракту - солей металів, патогенних мікроорганізмів, канцерогенів, пестицидів. В даний час встановлена перспективність використання грубих вуглеводів в харчовому виробництві [6, 9-11].

За даними дослідження [1] вміст білку в різних сортах яблук коливається від 2,2 до 5,2 %. Також потрібно зазначити, що плоди яблук містять високу кількість ароматичних речовин. Так, в роботі [12] в яблуці було виявлено понад 350 летких ароматичних сполук. Нерозчинні речовини яблук (крохмаль, клітковина, лігнін та ін.) складають 1,5-4,0 %. З мінеральних речовин в яблуках містяться калій, натрій, кальцій, магній, залізо, марганець, алюміній, сірка, фосфор, бор, кремній. Вміст золи становить до 0,4%, половина якої припадає на окис калію [13].

Органічні кислоти є важливим компонентом фруктового смаку і разом з розчинними цукрами та ароматичними речовинами сприяють загальному органолептичному сприйняттю свіжих фруктів. У м'якоті яблук було виявлено одинадцять органічних кислот, ще п'ять у цілому плоді [14]. Яблучна кислота є переважною органічною кислотою в плодах яблук, і декілька авторів висували припущення, що вміст яблучної кислоти у фруктах контролюється головним геном [15, 16]. При цьому яблука можуть бути або занадто солодкі (плоскі), або занадто кислі [15]. Крім того, ідентифікація низькокислих сортів виявила вплив головного гена, що регулює кислотність, на інші види, включаючи персик [17].

За даними [18, 19], яблуко містить 2-30 мг аскорбінової кислоти на 100 г, залежно від концентрації. Ця концентрація поступово зменшується від шкірки до серцевини плода [20] і вдвічі більше аскорбінової кислоти в червоній частині шкірки яблук, ніж у зеленій частині [21]. За даними вітчизняних вчених в українських сортах яблук міститься від 2,0 до 43,0; а у плодах гібридів – до 99,2 мг/100 г [13].

Вітамін С присутній у яблуках у двох формах – аскорбінової кислоти та її окисленій формі - дегідроаскорбінової кислоти [22]. Загальний рівень двох форм є постійним на одиницю ваги під час росту, хоча співвідношення аскорбінова кислота / дегідроаскорбінова кислота збільшується до щонайменше 95/5 при дозріванні плодів [19]. Варіабельність рівнів

аскорбінової кислоти між плодами одного року і між роками може бути дуже високою [23].

За даними роботи [24] до пріоритетних показників для сушіння плодів яблук відносяться вміст сухих речовин, вміст цукрів, вміст каротину, вітаміну С та пектину. Дані показники наведено в табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Пріоритетні показники для сушіння плодів яблук

Сорт яблук	Вміст				
	сухих речовин, %	цукрів, %	каротину, мг/%	вітаміну С, мг/%	пектину, %
Ред Делішес	15,3	12,6	0,28	4,2	0,650
Джонатан	18,0	12,8	0,94	6,0	0,630
Голден Делішес	18,1	12,4	0,44	11,45	0,660
Ренет Смиренко	18,6	10,8	0,68	8,0	1,080

Як видно з табл. 1.1, сорти яблук Голден Делішес та Ренет Смиренко містять найбільшу кількість сухих речовин та найбільшу кількість пектину. При цьому найбільший вміст вітаміну С має сорт Голден Делішес.

Пектин яблук (0,30-2,40%) володіє високими желюючими властивостями і важливий як сировина для переробних підприємств. У зерняткових культур – яблуні, груші, айви – поряд з спільними характеристиками, властивими ботанічно близьким видам, спостерігається помітна різниця в будові та перетворенні пектинового комплексу. Для плодів айви та груші характерний високий вміст спиртонерозчинного осаду, а в яблуках він значно нижчий через негранульованість м'якоті. Пектинові речовини яблук та айви мають високі желюючі властивості, пектин груші такими властивостями не володіє. Спостерігається також різниця у співвідношенні окремих форм пектину. У плодах яблуні кількість протопектину складає 30- 40% загального вмісту пектину. У зрілих же грушах майже весь пектин знаходиться в розчинній формі [25].

1.2 Аналіз технологій виробництва яблучних чіпсів

В Загальному розумінні яблучні чіпси являють собою тонконарізані скибочки яблук, висушені до низької відносної вологості. Яблучні чіпси поєднують в собі корисні властивості сушених яблук і оригінальні споживчі якості. Для виробництва яблучних чіпсів використовуються тільки добірні яблука осінньо-зимових сортів.

Яблучні чіпси випускають в багатьох країнах. У США, компанія «Seneca» випускає яблучні чіпси, обсмажені в олії, з різними добавками. Угорська компанія «Nobilis» випускає яблучні чіпси з рифленою поповерхнею і вибитою серцевиною. Китайський виробник «Green tree» випускає яблучні чіпси, отримані методом сублімаційного сушіння.

У Росії яблучні чіпси виробляють кілька компаній. Російська компанія "Натурпродукт" виробляє чіпси з яблук «Apple moments for myself» методом конвективного сушіння, з різними смаковими добавками. Фірма «Яблучний спас» виробляє яблучні чіпси без серцевини, з різними смаковими добавками, використовуючи метод ІЧ-сушіння.

На вітчизняному ринку такої продукції можна знайти яблучні чіпси ТМ «Sosedі» виробництва ТОВ "Овочевий світ", потужності виробництва якого знаходяться в Хмельницькій області.

Присутність в щоденному раціоні такого продукту як яблучні чіпси, має збалансований вуглеводно-кислотний і пектиновий склад покращує самопочуття, сприяє очищенню організму і благотворно впливає на травлення. Навіть люди, які страждають на цукровий діабет, можуть вживати цей смачний і корисний продукт [26-30].

Яблучні чіпси виготовляють різними способами сушіння: конвекцією, інфрачервоним сушінням, комбінацією конвективного з інфрачервоним або з надвисокочастотним сушінням, сублімацією [31-34].

В роботі [31] описано технологічний процес виробництва яблучних чіпсів, який включає конвективне сушіння попередньо підготованих плодів яблук. За даною схемою яблука сортують за розмірами, миють, видаляють насіннєве гніздо, очищають шкірку, ріжуть кільцями товщиною 3-4 мм.

Бланшують яблука в розчині 0,05% лимонної кислоти при температурі 55 ° С протягом 5 хвилин, заливають гарячим сиропом температурою 75 ° С (1:1 цукровий сироп 70% і бекмес), витримують 6-7 годин. Викладають на сита, дають стекти сиропу, потім сироп кип'ятять. Заливають гарячим сиропом, залишають на 5 годин, виймають, підсушують, дають сиропу стекти, процедуру повторюють ще один раз. Піддають яблучні напівфабрикати процесу конвективного сушіння. Процес сушіння проводиться при температурі 60 ° С протягом 3-5 годин до залишкової вологості в продукті 6-7%.

Також в роботі [31] описано спосіб сушіння скибочок яблук товщиною 4 мм. При цьому скибочки яблук бланшують в розчині 0,05% лимонної кислоти при температурі 60 ° С протягом 3 хвилин, потім заливають гарячим сиропом (1: 1 цукровий сироп 70% і бекмес), температура 80 ° С, витримують 6 годин.

Така технологія дозволяє виключити процес обсмажування напівфабрикату в маслі, підвищити харчові і органолептичні властивості продукту, зберегти колір продукту, знизити його калорійність, збільшити продуктивність обладнання, скоротити час технологічного циклу.

Даний спосіб приготування яблучних чіпсів дозволяє повністю замінити картоплепродуктів яблуками, виключити процес обсмажування напівфабрикату в жирі, зберегти колір продукту, знизити час технологічного циклу, заощадити енергоносії, підвищити економічну ефективність виробництва, замінити хімічні смакові добавки натуральними прянощами і приправами і підвищити їх біологічну цінність за рахунок використання

натуральної сировини, бланшуванням лимонною кислотою і введенням виноградного меду-бекмесу [31].

Деревенком В.В. та ін. [32] було досліджено кінетику процесу конвективного сушіння плодової сировини. Випробування проводилися на стендовій конвективній циркуляційній сушарці при максимально допустимій температурі сушильного агента (повітря) 80°C . На рис.1.1 наведено криві конвективного сушіння та залежність швидкості сушіння від вологовмісту U (рис. 1.2)

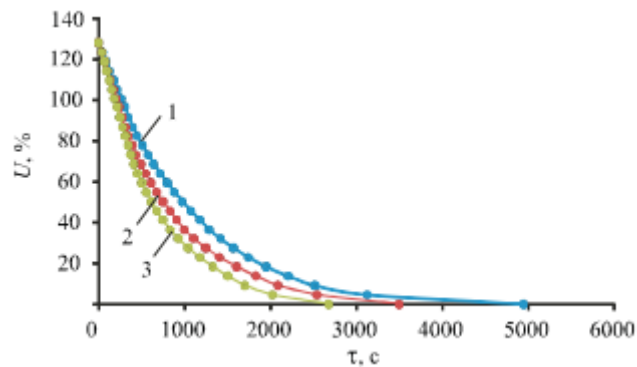


Рисунок 1.1 – Криві сушіння плодової сировини при швидкості сушильного агента: 1 – 6 м/с, 2 – 8 м/с, 3 – 11 м/с

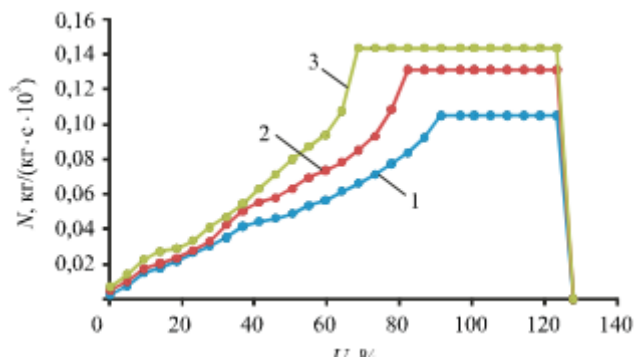


Рисунок 1.2– Залежність швидкості сушіння плодової сировини від її вологовмісту: 1 – 6 м/с, 2 – 8 м/с, 3 – 11 м/с

Як видно з рис. 1.1-1.2 процес сушіння плодової сировини складається з двох основних періодів: періоду постійної швидкості і періоду падаючої швидкості, відповідного колоїдним капілярно-пористим тілам [32]. Період постійної швидкості сушіння закінчується досягненням критичного вологовмісту $U_{кр1}$, яке коливається в інтервалі 69-92% на вміст сухих

речовин. В кожному досліді відбувалося в більшій або в меншій мірі руйнування клітинної структури шкірки сировини і перерозподіл форм зв'язку вологи.

Для підвищення економічності і ефективності сушіння матеріалів необхідно, щоб питома витрата тепла була мінімальною при зберіганні якості висушеного матеріалу. Незважаючи на простоту і дешевизну природного сушіння в виробничих масштабах [33], вона не завжди економічна. Недоліками природного сушіння в порівнянні з штучним в сушильних установках є велика тривалість сушіння, залежність його від пори року і стану зовнішнього повітря, необхідність великої території для розміщення матеріалу.

Щоб підвищити ефективність і економічність сушіння стиглих фруктів і овочів, з їх поверхні в перший період необхідно інтенсивно відводити вологу з сушильним агентом і підводити тепло для випаровування вологи. При видаленні внутрішньої гігроскопічної вологи, необхідне підведення тепла для створення рушійної сили процесу сушіння - температурного градієнта і градієнта вологовмісту матеріалу - для переміщення вологи з глибини матеріалу до поверхні, при цьому не потрібно подавати багато сушильного агента до поверхні матеріалу, як в першому періоді.

Для реалізації економічної і ефективної сушки фруктів і овочів розроблений ряд конструкцій і схем сушарок періодичної дії з комбінованим використанням тепла сонця і тепла [33], яке отримують при спалюванні різних органічних і деревних відходів. Такі сушарки (рис. 1.2) являють собою горизонтальні каркаси зі вставленими перфорованими лотками, над якими встановлено кришки, що відкриваються і закриваються для використання тепла сонця. При дуже високій відносній і особливо абсолютній вологості атмосферного повітря швидкість сушіння доцільно збільшити за рахунок підвищення початкової температури сушильного агента або за рахунок зменшення його абсолютної вологості, використовуючи кондиційоване повітря. При обслуговуванні такого типу сушарок потрібно тільки

перемикання схем потоків сушильного агенту і перевантаження лотків з фруктами вранці і ввечері [33].

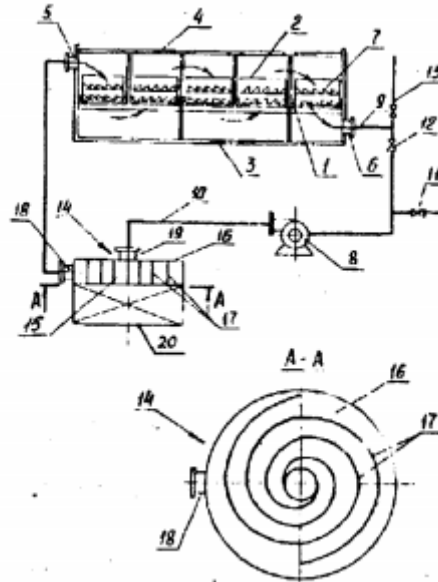


Рисунок 1.2 – Схема сушарки фруктів комбінованого конвективного та сонячного методу сушіння: 1 – горизонтальна рама, 2 – лотки, 3 – короб-піддон, 4 – кришка, 5 – вхідний патрубок, 6 – вихідний патрубок, 7 – арочний отвір, 8 – вентилятор, 9 – всмоктувальний повітропровід, 10 – нагнітальний повітропровід, 11 – всмоктувальний патрубок, 12 – дросельна заслінка, 13 – вихлопний патрубок, 14 – нагрівач, 15 – нижній диск, 16 – верхній диск, 17 – спіралі Архімеда, 18 – вихідний патрубок нагрівача, 19 – вхідний патрубок нагрівача, 20 – топка

Сушилку встановлюють на освітленому променями сонця місці з метою використання його енергії для нагріву матеріалу, що висушується через закриті скляні дахи. Якщо підігрівач з якої-небудь причини не використовується, то в сонячну погоду кришки сушарки відкриваються повністю і вона працює без рециркуляції сушильного агенту.

Перед початком сушіння відкривають кришки, витягають з чарунок рами, лотки і завантажують їх фруктами, попередньо подрібнивши при необхідності.

Температурний режим сушки регулюють кількістю палива, що подається в топку за показаннями датчиків температури сушильного агенту на вході і на виході з сушарки. Сушку проводять цілодобово і в будь-яку погоду з зупинками для пересипання і перемішування матеріалу, що висушується і контролю його вологості [33].

У процесі сушіння сушильний агент проходить в кожному лотку через шар матеріалу, що висушується, і через арочні прорізи в дні лотків. Для попередження утворення застійних зон в шарі матеріалу, що висушується напрямок арочних прорізів однаково, а для зменшення гідравлічного опору потоку сушильного агенту за рахунок зміни напрямку потоків осі арочних прорізів спрямовані в бік вхідного патрубку сушарки. Рециркуляція сушильного агенту забезпечує зменшення питомих теплових витрат на сушіння матеріалу і пом'якшення температурного режиму сушіння (відносно зниження температури сушильного агенту). Крім того, рециркуляція відпрацьованого сушильного агенту сприяє збільшенню його об'ємної швидкості, що, як відомо, підвищує ефективність масообміну в умовах сушіння на рахунок конвективної складової перенесення маси [33].

Встановлено [33], що при використанні такого комбінованого методу сушіння, плоди яблук можливо висушити з 74 % вологості до 17,8 % за 19 год.

В дослідженнях [34] вказано, що підвищення енергетичної ефективності сушарок може бути досягнуто шляхом раціонального використання відпрацьованого теплоносія, що володіє значною ентальпією, що обумовлює доцільність використання його як вторинного джерела енергії. В даній роботі також досліджували комбінований метод конвективного та сонячного сушіння.

Сушильна установка (рис. 1.3) працює наступним чином. Після завантаження обох камер продуктом включають систему повітро- і теплопостачання: вентилятор 5 і електрокалорифери 6 і 7. При цьому повітря з міжкамерного простору 17 через патрубок 13 надходить у допоміжний

колектор 12 і через всмоктувальний патрубок 16 надходить в вентилятор 5. Останній перекачує повітря через основний електрокалорифер 6, підігрівас повітря до заданої температури і через розподільний короб 10 в залежності від положення поворотної заслінки 11 надходить в одну з сушильних камер.

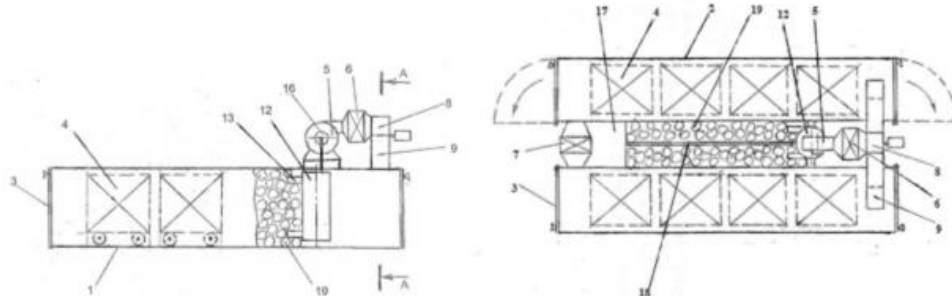


Рисунок 1.3 – Комбінована сонячно-паливна сушильна установка:

- 1, 2 – робочі камери, 3 – дверці, 4 – продуктивні візки, 5 – вентилятор,
 6 – основний калорифер, 7 – допоміжний калорифер,
 8 – повітророзподільчий колектор, 9 – рукави, 10 – розподільчий короб, 11 –
 поворотна заслінка, 12 – допоміжний колектор повітря, 13 – патрубок,
 14 – флюгерний затвор, 15 – вікно, 16 – патрубок вентилятора,
 17 – міжкамерний простір, 18 – повздовжня пергородка,
 19 – теплоакуюлюючі елементи

Далі повітря обдуває шари продукту, укладені на піддони, і через проміжний електрокалорифер 7 знову догрівається до необхідної температури і надходить у наступну камеру.

Також в роботі [34] було досліджено залежність ефективності такого комбінованого сушіння від температури нагріву поверхні камери та температури на виході із камери (рис. 1.4).

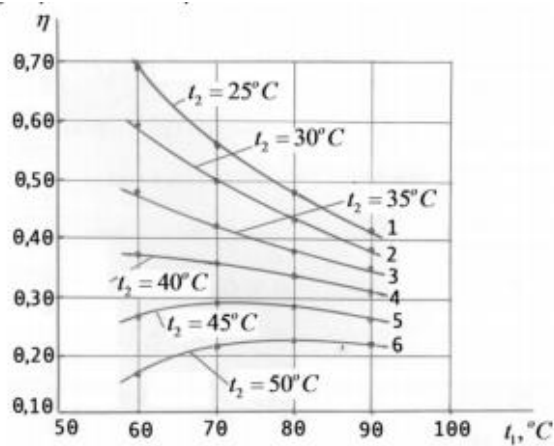


Рисунок 1.4 – Залежність ефективності конвективно-сонячного сушіння від температури нагріву поверхні камери та температури на виході із камери

Як видно з рис. 1.4, при інших рівних умовах підвищення температури відпрацьованого сушильного агента ($2t$) призводить до зниження теплової ефективності сушарки. Так, при $t_1 = 80^\circ\text{C}$ підвищення t_2 від 35°C (в період постійної швидкості сушіння) до 50°C в завершальній стадії процесу сушіння зменшення η становить від 0,38 до 0,23, тобто на 39,5% [34].

В роботах [35, 36] описано технологію комбінованого сушіння яблук з використанням конвективного і НВЧ-нагрівання (рис. 1.5). Вихідна сировина на початковому етапі конвективного сушіння перегрітою парою піддається бланшуванню внаслідок конденсації. Конвективне сушіння плодів на початковій стадії видалення вологи забезпечується перегрітою парою контуру рециркуляції, що пронизує висхідним потоком шар дисперсного матеріалу.

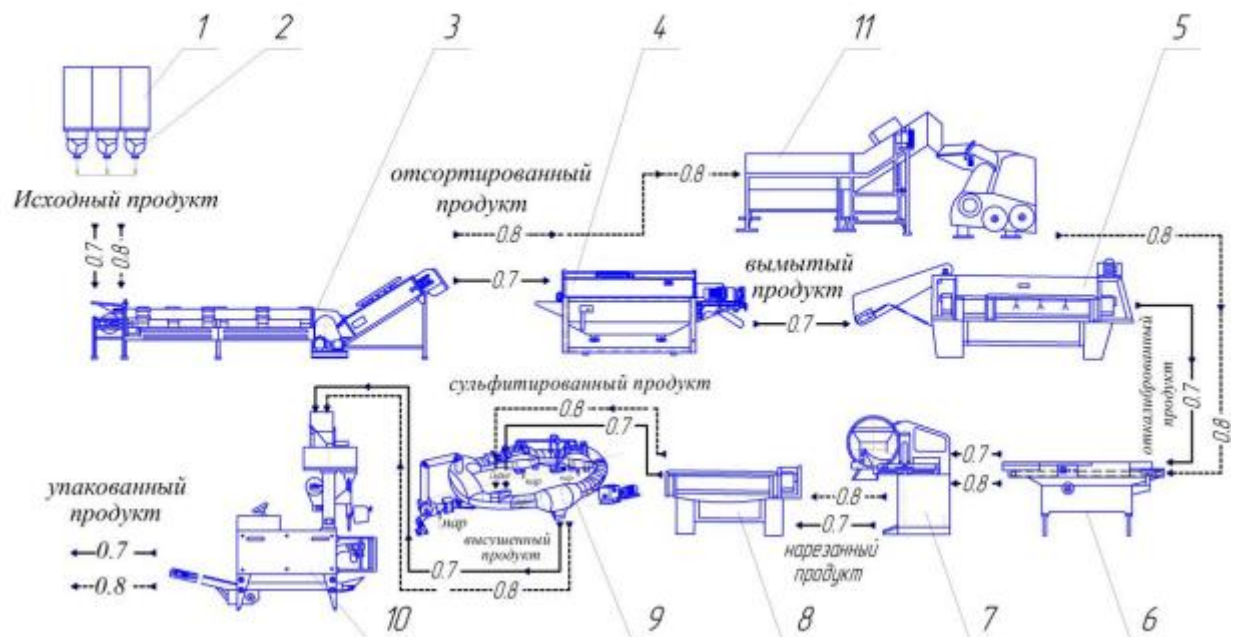


Рисунок 1.5 – Технологічна лінія виробництва яблучних чіпсів:

- 1 – ємність для вихідної сировини, 2 – роторний живильник з ваговим механізмом, 3 – сортувально-інспекційний транспортер, 4 – мийна машина, 5 – калібрувальна машина, 6 - орієнтатор, 7 – машина для видалення насінневого гнізда з пристроєм різання сировини на пластини, 8 – сульфітатор, 9 - комбінований тороїдальний апарат, 10 – пакувальний автомат, 11 – комплекс обладнання для гідратації сировини

Наступні стадії багатоступінчастого сушіння здійснюються з використанням НВЧ-енергії. При цьому потужність на завершальному етапі сушіння яблук, становить до 30% початкової, що підводиться в контрольну поверхню сушіння, при збереженні високої якості продукту. Застосування стадійної подачі електромагнітного впливу на завершальних технологічних етапах обробки сировини обумовлено вимогою досушування виробів і необхідністю забезпечення заданої якості плодоовочевих чіпсів.

Відмінною особливістю запропонованої ресурсозберігаючої технологічної лінії виробництва фруктових чіпсів [35-37] є використання в якості теплоносія відпрацьованої перегрітої пари рециркуляційного контуру конвективного сушіння разом з випареною вологою для процесів бланшування і конвективного сушіння, а також підігріву вихідної сировини,

водного розчину і ступеневого нагріву зневодненого теплоносія в секційних теплообмінниках.

Калашніковим В.Г. [36] виконано порівняння класичного конвективного сушіння та комбінації конвекції + НВЧ-обробки. Результати наведено в табл.1.2.

Таблиця 1.2 – Порівняння методів сушіння яблук

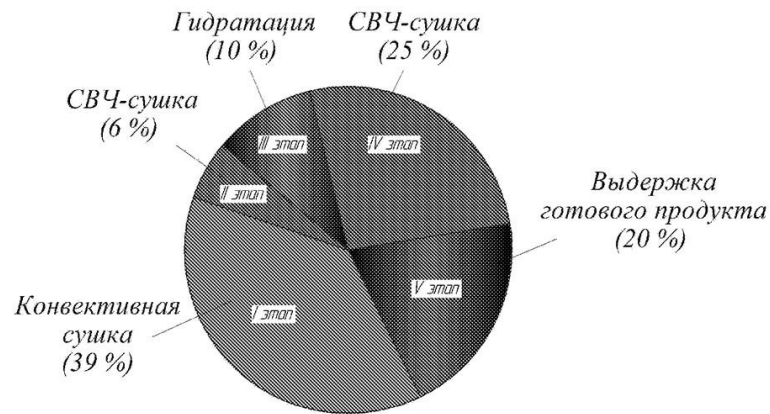
Показник	Конвекція	Конвекція + НВЧ
Маса вихідної сировини, кг	960	1250
Вологість продукту, %		
початкова	80	74
кінцева	8,0	7,0
Температура продукту на контрольних поверхнях, ° С	80...90	30...109
Витрата пари, кг/год	400	-
Витрата води, кг/год	2	30
Витрата електроенергії, кВт	40	55

Продовження табл.1.2

Показник	Конвекція	Конвекція + НВЧ
Продуктивність по готовому продукту, кг/год	10,9...12	346...356
Тривалість сушіння, год	240...270	70...90
Сумарні затрати теплоти, кДж/кг вихідної сировини	5811,6	1064,7
Тепловий ККД, %	86,45	98,72

За відомими технологіями конвективними схемами виробництва яблучних чіпсів (попередня гідротермічна обробка, обробка пароповітряної сумішшю при атмосферному тиску в конвеєрному обладнанні періодичної

дії, охолодження на випарних установках, сушка пароповітряної сумішшю в сушарках тунельного типу) теплової ККД на окремих технологічних стадіях досягає 0,5-0,9. Тривалість комбінованого процесу отримання сушених яблук становить близько 80-90 хв у порівнянні з відомими способами (тривалість тільки сушки складає 3,5-4,5 години в залежності від вмісту вологи готового продукту) [37]. При цьому гідротермічну обробку яблук проводять у 5 етапів (рис. 1.6).



Фиг. 3

Рисунок 1.6 – Етапи гідротермічної обробки яблук при виробництві чіпсів

В роботі [38] досліджували процес СВЧ-сушіння плодів яблук на лабораторній установці (рис.1.7).

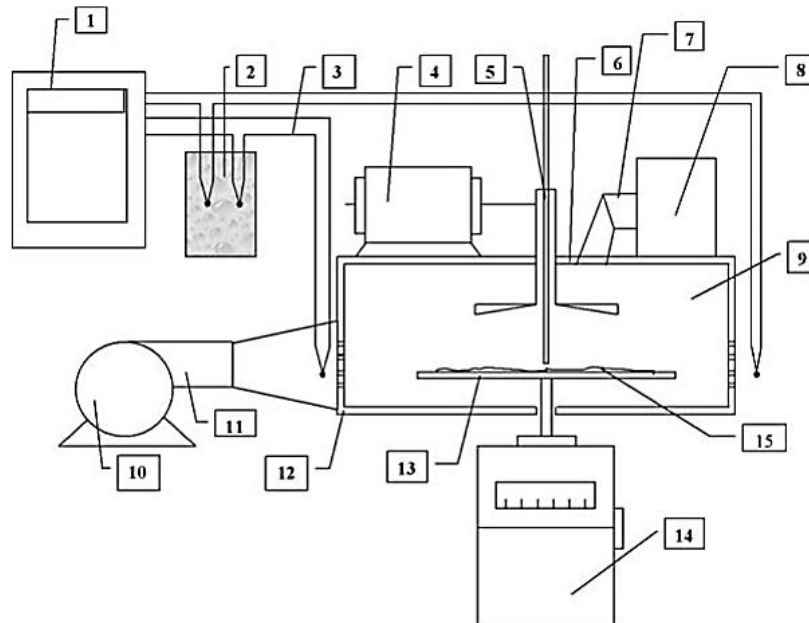


Рисунок 1.7 – Лабораторна НВЧ-установка для сушіння яблук:

- 1 – самописець КСП-4М; 2 – посудина Дьюара; 3 – датчик температури;
 4 – електродвигун; 5 – датчик температури; 6 – дисектор; 7 – хвилевід;
 8 – НВЧ-генератор-магнетрон; 9 – сушильна резонаторна камера;
 10 – вентилятор; 11 – калорифер; 12 – отвори для повітря;
 13 – підставка ваг; 14 – електронні ваги; 15 – досліджуваний продукт

Перед сушінням плоди яблук піддаються ретельній мийці, очищаються від шкірки, нарізаються скибочками завтовшки в 5 мм. Приготований до сушіння продукт розміщується на підставку ваг, встановлюються датчики температури і включається вентилятор, параметри повітря в якому підтримуються постійними: швидкість – 0,1...0,3 м/с, температура – 25-87° С. При цьому відмічено, що кожному значенню потужності НВЧ-генератора властива ефективна маса продукту, що висушується. Зміна маси нарізаних яблук від 0,05 до 1,0 кг показало, що при збільшенні маси до 0,5 кг результати за тривалістю сушіння були однаковими, подальше збільшення маси призвело до збільшення часу сушіння [38].

Аналіз сушіння нарізаних яблук різними методами підведення енергії показує, що найбільш ефективним є сушіння при комбінованому НВЧ-конвективному енергопідведенні з переривчастою подачею НВЧ-енергії.

При проведенні експерименту критерієм якості продукту були його органолептичні показники: колір, стан поверхні, максимальне напруження продукту, усадка і ін.

Результати експериментів [38] показали, що на обвуглювання скибочок сильно впливають швидкість повітря, що подається в камеру, і зміна потужності НВЧ-генератора. Граничне значення НВЧ-потужності в продукті визначається внутрішнім надлишковим тиском, особливо на початку процесу сушіння, внаслідок чого різко відбувається обвуглювання і утворюється нерівномірна поверхня.

Отже, комбінація конвективного сушіння та НВЧ-обробки сприяє ефективному використанню енергетичного потенціалу теплоносія, виключенню проміжних стадій, зменшенню експлуатаційних витрат, а також зменшенню витрат в робочій силі, що припадає на одиницю продукції.

Одним з прогресивних способів нагріву, що створює значний ресурсозберігаючий ефект, є ІЧ-нагрів, застосовуваний для сушіння сільськогосподарських продуктів.

Для правильного розуміння механізму процесу сушіння і для його розрахунку необхідно знання тепло- і масообмінних характеристик матеріалів і ступеня їх впливу на час і швидкість нагріву до сталої температури.

Март'яноюю В.С. та ін. [39] запропонована технологія інфрачервоного сушіння плодів яблук та овочів. При використанні ІЧ-сушіння потрібно менше енерговитрат, за рахунок скорочення часу сушіння, в порівнянні з конвективним методом. При інфрачервоному сушінні зберігається до 90% вихідних властивостей продукту, що позитивно позначається на харчовій цінності готового продукту. На рис. 1.8 наведена технологічна схема виробництва сушених яблук і овочів з використанням сушіння інфрачервоним методом [39].

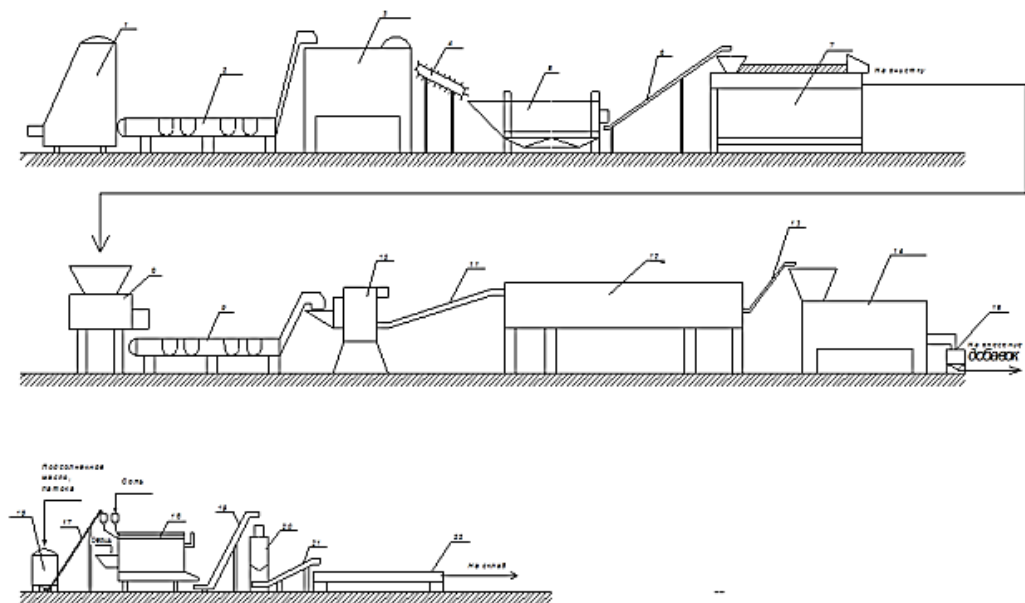


Рисунок 1.8 – Технологічна схема виробництва сушених яблук і овочів з використанням сушіння інфрачервоним методом

Плоди надходять на опрокидувач контейнерів 1. Звідти плоди потрапляють на операцію інспекції на роликовому конвеєрі 2. Плоди, що пройшли інспекцію, надходять в калібрувальну машину 3, де їх калібрують за розмірами на три фракції. Відібрана сировина направляється в барабанну мийну машину 5. У митих плодів обрізають плодоніжку на машині 7, а потім їх необхідно чистити на машині 8. Очищені плоди направляють на інспекційний конвеєр 9 для доочищення і повторної інспекції. Після інспекції плоди ріжуть на різальній машині 10 на скибочки товщиною 2 мм. Потім скибочки бланшують в тонкому шарі паром на бланшувальних машинах 12. Підготовлені до сушіння яблука направляють в барабанну інфрачервону сушарку 15, де сировина піддається трьом стадіям інфрачервоного сушіння і конвективного досушування. Паралельно з цими операціями в змішувальну машину для в'язких матеріалів 16 подається соняшникову олію і патока для їх змішування і отримання однорідної смакової добавки. У третій секції даного апарату відбувається обдування продукту повітрям, що забезпечує підсушування добавок на поверхні. Після цього готовий продукт ковшовим транспортером подається в пакувальну машину 20, де фасується та упаковується в пакети флоу-пак, які в подальшому на сортувальному столі упаковуються в гофровані коробки.

В ході проведення випробувань [39] скибочки плодів попередньо бланшували на водяній бані протягом 5 хвилин, а потім піддавали сушінню інфрачервоним способом протягом 5 хвилин 30 секунд і 5 хвилин 41 секунд відповідно. Після чого їх досушують в сушильній шафі конвективним методом до вологості 5%. В результаті було отримано продукт ніжної консистенції, відповідної чіпсів. Плоди не втратили свій колір, смак висушених плодів близький до смаку свіжих. Таким чином, виробництво сушених плодів чіпсів по даній технологічній схемі вирішує проблему

розширення асортименту продуктів тривалого зберігання і дозволяє отримати продукт зі збереженням поживних властивостей до 90% [39].

В роботі [40] проводили дослідження інфрачервоного сушіння плодів яблук. В процесі сушіння більшість матеріалів зменшується в розмірах, змінює форму, тобто дає усадку, що необхідно враховувати при розрахунках процесу сушіння. Овочі і плоди відносяться до числа колоїдних капілярно-пористих матеріалів і при сушінні дають значну усадку, зменшуючись в об'ємі в 3-4 рази.

Усадка за обсягом і площі повної поверхні матеріалу харчових рослинних матеріалів має лінійну залежність від вмісту вологи (табл. 1.3).

Таблиця 1.3 – Показники ІЧ-нагріву подрібнених плодів яблук

№ з/п	Вміст вологи, %	Питома теплоємність, Дж/(кг·К)	Час нагріву, с	Швидкість нагріву ° С/с
1	80	3728,76	100,25-197,71	0,18-0,09
2	60	3270,52	43,97-86,71	0,42-0,21
3	50	3041,40	32,71-64,71	0,56-0,28
4	30	2583,16	19,84-39,13	0,92-0,47
5	20	2354,04	15,82-31,20	1,16-0,59
6	10	2124,92	12,70-25,04	1,44-0,73

Аналізуючи дані табл. 1.3, можна сказати про істотний вплив на час і швидкість нагріву значень вмісту вологи. Зі зменшенням вологи в матеріалі з 80 до 10%, а в свою чергу питомої теплоємності, час нагрівання до сталої температури різко зменшується, а швидкість нагрівання збільшується. також швидкість і тривалість нагрівання при одному і тому ж вологовмісті значною мірою визначаються товщиною плодів яблук. Так, при збільшенні товщини від 3 до 6 мм тривалість процесу нагріву збільшується в 2 рази [40].

При сушінні в нерухомому шарі в випаровуванні беруть участь тільки частинки, поверхня яких змочена. Усадка, скорочуючи поверхню частинок,

одночасно сприяє збільшенню пористості шару, тобто підвищення поверхні змочування. Ця взаємна компенсація явищ, що відбуваються при усадці, виключає її вплив на процес сушіння.

Встановлено, що сушіння яблук в ІЧ-опроміненні потрібно вести з пониженням ІЧ-енергопідведення. На початку сушіння при високій вологості яблука можна без шкоди для їх поживних речовин піддавати тривалому і потужному опроміненню, а в міру зменшення вологості інтенсивність ІЧ-енергопідведення необхідно поступово знижувати. Це додатково обумовлено тим, що при високій вологості суха речовина яблук більш терmostійка і побоюватися перегріву на початку сушіння не варто [40].

Ще одним методом отримання яблучних чіпсів є вакуумне сушіння [41, 42]. Вакуумне сушіння є однією з найбільш перспективних технологій консервування продуктів харчування, яка останнім часом знаходить все більше застосування в харчовій промисловості [43]. Для забезпечення найбільшої ефективності проведення даного процесу необхідно наукове обґрунтування вибору технологічних режимів зневоднення. Правильно підібрані режими сушіння забезпечують високу ступінь збереження органолептичних та фізико-хімічних властивостей продукту і при можливості забезпечують високу продуктивність при мінімальних витратах енергії.

Методом вакуумної сушки можливо зневоднювати широкий спектр харчової сировини, в тому числі плодово-ягідного, що дозволяє згладити сезонність вироблення даної продукції і поліпшити структуру харчування різних верств населення [44, 45]. Зневоднені плоди і ягоди можуть реалізовуватися як в якості самостійного продукту через торгові мережі, так і в якості добавки в різні продукти з метою збагачення вітамінами і мікроелементами [46].

На рис. 1.9 представлені графіки зміни відносної маси і швидкості вакуумної сушки продукту на прикладі ягід жимолості.

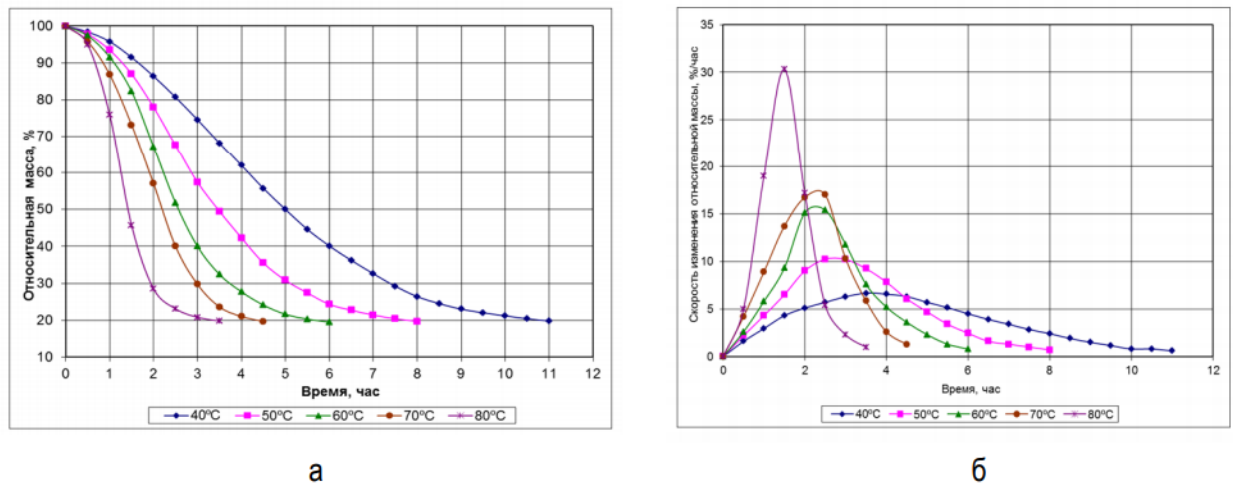


Рисунок 1.9 - Графіки вакуумної сушки плодів ($P = 6-7$ кПа, $q = 5,5$ кВт / м²): а - зміна відносної маси; б - швидкість сушіння плодів

Весь процес вакуумного сушіння можна представити трьома етапами [41]. На першому етапі включається вакуумний насос, завдяки чому в сушильній камері відбувається зниження тиску до встановленої величини, в даному випадку – до 6-7 кПа. При цьому в продукті спостерігається зниження температури на кілька градусів, а відносна маса зменшується на 2-5%. На цьому етапі відбувається видалення вологи макрокапілярів продукту. Через 10 хв, коли тиск в камері досягне необхідного рівня, включаються інфрачервоні нагрівачі. Температура і швидкість зневоднення продукту при цьому починають підвищуватися, і починається другий етап зневоднення.

На другому етапі сушіння після включення інфрачервоних нагрівачів відбувається зростання швидкості сушіння. Для кожного виду плодів характерний свій час зневоднення, відповідний максимальній швидкості видалення вологи. При цьому з підвищенням встановленої температури нагріву скорочується час, відповідно максимальній швидкості зміни відносної маси речовини. Так, для ягід жимолості при температурі нагріву 40 °С максимальна швидкість видалення вологи (близько 6% / год) спостерігається через 3,5-4 години після початку процесу сушіння. При підвищенні температури нагріву до 60 і 70 °С час найбільшої швидкості

сушіння знижується до 2-2,5 ч. Найбільша швидкість зневоднення ягід жимолості (30% за год) спостерігалася при заданій температурі нагріву 80 ° С через 1,5 години після початку процесу сушки [41].

Основне завдання при сушінні яблук полягає в тому, щоб відпрацювати технологічний процес виробництва яблучних чіпсів таким чином, щоб зберегти всі цінні поживні речовини яблук. Для цього доцільно використовувати сублімаційну сушку.

Відомо, що сушка сублімацією, що включає висушування харчових продуктів в замороженому стані під вакуумом, є методом консервування швидкопсувних продуктів харчування, що зберігає в максимальному ступені їх вихідні властивості - зовнішній вигляд, розміри, колір, запах, смак, вміст вітамінів, ферментів, екстрактивних речовин [47].

Степаненко И.А. та ін. [42] при дослідженні сублімаційного сушіння яблука піддавали традиційній підготовці, яка передбачає інспекцію, мийку і нарізування на пластини товщиною 2-3 мм. У процесі різання видаляли плодоніжки і насінневу камеру. Товщину нарізаних яблук вибирали, виходячи з того, щоб їх сушка відбувалася досить швидко, не було б значного викривлення і в той же час вони б не сильно відрізнялися від традиційних картопляних чіпсів. Перед тим, як приступити до нарізки яблук, визначали в них вміст сухих речовин. Потім продукт опускали в розчин лимонної кислоти для запобігання потемніння і вітамінізували, поміщаючи в натуральний обліпиховий сік. По завершенні насичення скибочки відокремлювали від розчину традиційними методами – набряканням і обдувом.

Після заморожування до температури всередині продукту від -10 до -15°С яблучні скибочки поміщали на решітки субліматору, систему герметизували і включали вакуум-насос, який створює в субліматорі вакуум. Процес сублімації сушіння вели при залишковому тиску в субліматорі від 133 до 13 Па (1-0,1 мм. рт. ст.). Це тиск відповідає температурі від -17,5 до -39 °С [42].

Після досягнення вакууму в системі і встановлення відповідної йому негативної температури продукту починали підводити до продукту тепло, за рахунок якого здійснювався процес сублімації сушіння. При підведенні тепла спочатку відбувалася сублімація льоду із зони, що безпосередньо прилягає до відкритої поверхні продукту, потім зона сублімації поглиблювалася. Процес власне сублімації сушіння закінчувався, коли температура всього продукту ставала позитивною [42].

Криві сушіння нарізаних яблук представлені на рис. 1.10.

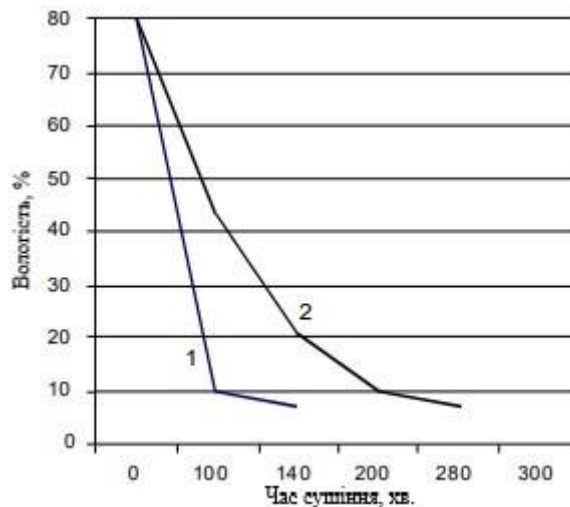


Рисунок 1.10 – Криві сублімаційного сушіння яблук, товщина пластин яких: 1 – 2 мм; 2 – 3 мм

Як видно, товщина нарізки значно впливає на тривалість сушіння. Однак, незалежно від товщини, кінцева відносна вологість після сублімації яблук залишається близько 10%. Пластини залишаються м'якими і мало схожі на чіпси. Тому виникла необхідність в досушування, яке здійснювали до заданої кінцевої вологості безпосередньо в субліматор шляхом підвищення температури до 45-50 ° С. Тривалість процесу доведення відносної вологості в яблуках до 2-5%, при якій закінчували сушку, становила 80-90 хв [42].

Було встановлено, що при підвищенні температури яблук до кінця сушки до 50 ° С якість їх не погіршується. Висушені скибочки

рекомендовано упаковувати в пакети з комбінованого матеріалу - полімер-фольга-полімер, наприклад Майлар, з подальшим наповненням азотом. Така упаковка забезпечує краще збереження зовнішнього вигляду продукту за рахунок скорочення його механодеструкція при транспортуванні і зберіганні. Використання безкисневого середовища і комбінованого пакувального матеріалу дозволить забезпечити збільшення терміну зберігання цільового продукту.

При оцінці органолептичних властивостей яблучних чіпсів по [48] встановлено, що кінцевий продукт, отриманий за описаною технологією, має кисло-солодкий смак і являє собою скибочки світло-жовтого кольору з ніжною, хрусткою консистенцією, характерною для чіпсів. Наявність шкірки в скибочках на консистенції продукту не відзначається [42].

1.3 Способи перемелення та гідротермічної обробки плодової сировини

Подрібнення – необхідна технологічна операція при пресуванні, тепловій обробці. Сільськогосподарську сировину, що містить 80 ... 90% вологи, подрібнюють шляхом різання і дроблення. Подрібнення збільшує вихід соку.

Залежно від переважання того чи іншого способу подрібнення обладнання може бути стираючої і розчавлюючої дії (вальцьові, дискові, кулькові млини), ударної (молоткові, штифтові, ножові дробарки) і різальної дії (різальні машини).

Дроблення застосовується в консервній промисловості переважно при виробництві соків. На відміну від різання воно дає частинки різної форми і розмірів.

Дробарка типу 361 (НРБ) є однією з кращих машин для дроблення яблук. Машина (рис. 1.11) складається з станини 1, корпусу 5 з кришкою 3, валу 4 з лопатями, ротора 2, тримача ножа 8, електродвигуна: 6, муфти 7. Ротор 2 насаджений на передній кінець валу і являє собою три лопаті, що

проходять над п'ятнадцятьма ножами, які вставлені в пази тримача ножа. Між пазами прорізані наскрізні щілинні отвори для проходу частинок подрібненої сировини. Продуктивність дробарки від 5000 до 7000 кг/год [49].

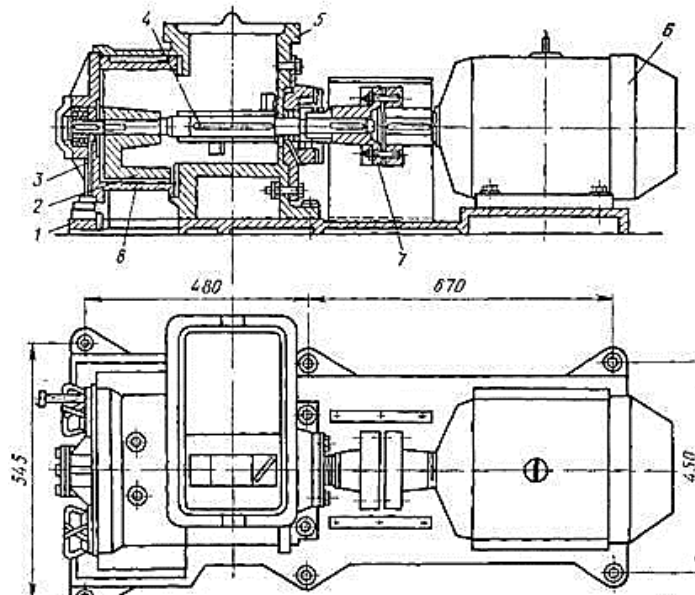


Рисунок 1.11 – Дробарка типу 361

Через завантажувальний бункер яблука потрапляють всередину корпусу дробарки, захоплюються лопатями, насадженими на вал 4, і подаються ними вперед, до ротора 3. Відцентрова сила, що виникає при обертанні ротора відкидає яблука до внутрішньої стінки тримача ножів. Лопатями ротора плоди з великою швидкістю переміщуються над трикутними зубами ножів, які виступають з пазів, і подрібнюються. Отримані частки проходять через калібровані прорізи (в корпусі) назовні і направляються на подальшу обробку.

Під час експлуатації дробарки 361 стежать за тим, щоб в машину не потрапляли тверді сторонні предмети. Підшипники регулярно змащують, періодично перевіряють, чи не потрапляє в них сік в результаті зносу гумових ущільнень, і при необхідності замінюють ущільнення. Не допускаються примусове проштовхування сировини в машину, огляд і

змащення вузлів дробарки до повної її зупинки. При неякісному подрібненні продукту замінюють ножі.

Дробарка А9-КІС (рис. 1.12) призначена для подрібнення яблук, груш, айви, моркви, буряка, гарбуза (при розмірі шматків не більше 100 мм). Вона складається з корпусу 1, бункера 4, двох ножових пристроїв 2, ротора, приводу і електродвигуна [49].

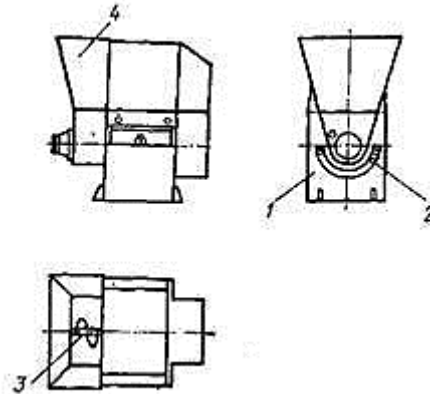


Рисунок 1.12 – Дробарка А9-КІС

Корпус дробарки має жорстку коробчату конструкцію, яка є сполучною ланкою для інших частин машини. На верхній плиті корпусу встановлений завантажувальний бункер. У його нижній частині проходить обертовий шнек 3, що подає плоди в робочу порожнину до ротора. Ротор змонтований на одному валу зі шнеком і має три робочих бича. Він приводиться в обертання від електродвигуна через клинопасову передачу зі змінними шківками, що дозволяє отримати дві різні частоти обертання.

Через напівкільцеву щілину в торці корпусу в робочу зону по напрямних вставляється один з змінних ножових пристроїв з пилкоподібними ножами і направляючими виступами.

При роботі машини сировину під дією сили обертання ротора відкидається до ножового пристрою і дробиться на ножах. Через щілини в ножовому пристрої отримана подрібнена маса випадає з машини. При необхідності в дробарку через штуцер на бункері може подаватися пар.

Продуктивність машини 6300 кг/год. При переробці айви необхідна частота обертання ротора 1500 об/хв, для інших видів сировини – 1000 об/хв [49].

Дробарка повинна бути надійно заземлена. Розбирання, санітарна обробка, налагодження, ремонт можуть проводитися тільки після зупинки машини. При митті машини вода не повинна потрапляти на електродвигун і кнопковий пост управління.

При обслуговуванні дробарки стежать за рівномірністю подачі сировини і правильністю роботи (подрібнена маса не повинна витікати через напівкільцеву щілину). В кінці зміни виробляють санітарну обробку машини.

Дробарка А9-КВО (рис. 1.13) тертковим типу, призначена для подрібнення яблук і перекачування подрібненої маси. Основними частинами дробарки є: станина 4, корпус 3, завантажувальний бункер 2, тертковим барабан, ротор, лопатевої насос, привід ротора, привід насоса і тертковим барабана.

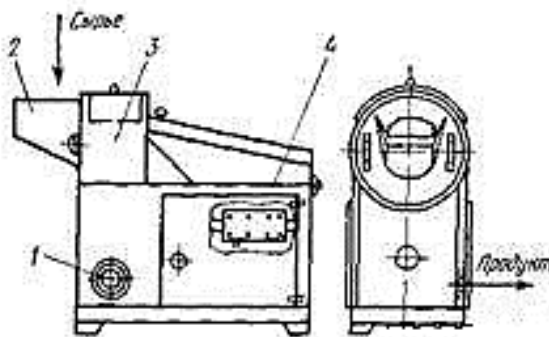


Рисунок 1.13 – Дробарка А9-КВО

Корпус являє собою закріплений на станині горизонтальний циліндр, усередині якого знаходиться тертковим барабан, що обертається з частотою 25 об/хв. Між тертковим барабаном і корпусом є кільцевий зазор. Усередині барабана з частотою 850 об/хв обертається трилопатевої ротор.

Яблука, що надійшли через завантажувальний бункер всередину терткового барабана, захоплюються лопатями ротора, переміщуються по внутрішній стінці терткового барабана і дробляться. Подрібнена маса через

отвори в барабані випадає в порожнину між барабаном і корпусом. Два скребка, закріплені на зовнішній поверхні барабана, переміщують масу до приймальної горловини 1 насоса, який перекачує її до місця подальшої обробки. Продуктивність машини 3000 кг/год [50].

Дробарка ВДР-5 (рис. 1.14) використовується на ряді заводів для подрібнення яблук. Вона являє собою порожнистий вертикальний циліндричний корпус 11 з розміщеним всередині електродвигуном 9. У корпусі знаходиться робоча камера, в ній на вертикальному валу обертаються два ножових диска (верхній 2 з двома, нижній 6 з шістьма ножами).

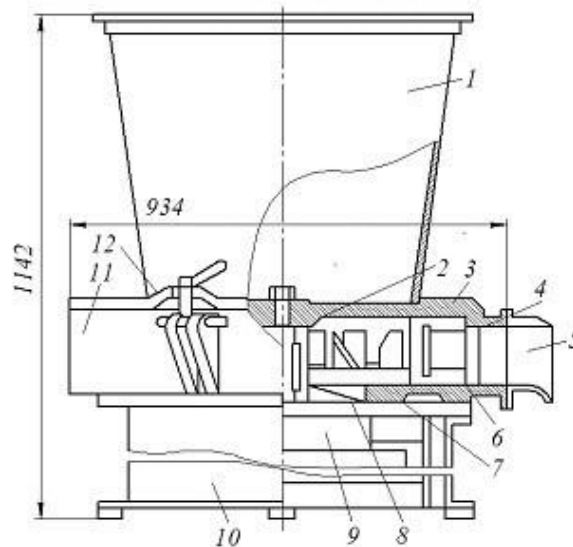


Рисунок 1.14 – Дробарка ВДР-5

Яблука потрапляють в робочу камеру з прямокутного бункера розміром 600x400 мм через проміжну камеру зі спіраллю всередині і дробляться ножами. Дроблена маса викидається з робочої камери через тангенціально встановлену трубу 5 лопатями, що знаходяться під другим ножовим диском.

Продуктивність машини 5000-6500 кг/год [51].

Дробарка ДДС-5 застосовується для подрібнення плодів (в основному яблук). Вона складається з корпусу, електродвигуна і робочого органу. Електродвигун потужністю 5,5 кВт встановлений вертикально і за

допомогою муфти, що знаходиться в перехідному склянці, з'єднаний з валом робочого органу – горизонтального диска з ножами. Сировина, що підлягає дробленню, подається всередину корпусу на диск з ножами через жолоб у верхній частині корпусу. Подрібнена маса проходить під диск і випадає з корпусу знизу. Всі деталі, що контактують з продуктом, виконані з нержавіючої сталі. Продуктивність машини до 5000 кг/год [50].

Протиральні машини служать для поділу бланшованих або подрібнених плодів на дві фракції: рідку з дрібними частинками м'якоті і тверду (кісточки, насіння, шкірка, плодоніжки). Протирання полягає в продавлюванні продукту через отвори в перфорованому барабані під дією відцентрової сили, яка виникає при обертанні в барабані ротора з бичами.

Машина А9-КІГ призначена для протирання плодів, овочів, плодових і овочевих напівфабрикатів. Залежно від продуктивності, габаритних розмірів і маси машини типу А9-КІГ мають кілька модифікацій. Модифікація з індексом «Д» призначена для дворазового протирання.

Машина А9-КІГ-14 (рис. 1.15) складається з агрегату для протирання 1, станини 2, електродвигуна 4, муфти 3, кожуха 5 і електроустаткування.

Агрегат для протирання являє собою зварений корпус, всередині якого встановлені підшипники з валом, на одному кінці якого нерухомо закріплені вал з бичами і розподільник. До кінця корпусу з боку вала кріпиться ситовий барабан.

Вал з бичами є металоконструкцію, що складається з корпусу і чотирьох стрічкових бичів з постійним кутом випередження. Броня у вигляді перфорованого циліндра з товщиною стінки 6 мм служить для сприйняття навантаження, що діє на ситовий барабан. На броні встановлено блокуючий пристрій, який не дозволяє включити машину при знятому кожусі. Для подачі пари в робочу зону з метою запобігання окислення продукту, що переробляється, в корпусі агрегату для протирання передбачено отвір, який заглушено пробкою, коли необхідність в подачі пара відсутня.

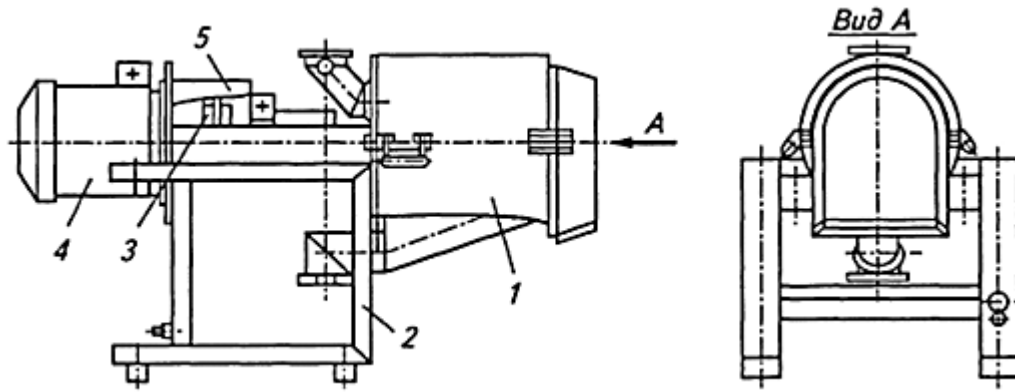


Рисунок 1.15 – Машина А9-КІГ-14

Розподільник продукту являє собою металоконструкцію, що складається з ступиці, диска і шести пластин, радіально приварених до ступиці. Вони відкидають продукт, що надійшов з патрубку, на периферію. При цьому сторонні важкі предмети, що потрапили випадково, скупчуються в улиткоподібному патрубку броні. Предмети, що накопилися, видаляють при знятті кожуха під час санітарної обробки машини.

Подрібнену сировину, підігріту до відповідної температури, подають через патрубок в розподільник, звідки вона надходить на вал. Протертий продукт надходить через патрубок кожуха на конвеєр відходів [51].

Машина А9-КІГ призначена для протирання кісточкових і насіннячкових плодів. Корпус машини розміщений на зварній станині. Приймальний бункер прикріплений до переднього торця кожуха болтами. Другий торець кожуха закритий відкидною кришкою. Протиральний барабан складається з каркаса і сітки. По центру протирального барабана проходить вал з бичами, на який надіті лопать і три розрізні ступиці з хрестовинами. Розрізи на ступиці дозволяють повертати хрестовини для регулювання кута випередження. Для регулювання зазору кожна хрестовина забезпечена чотирма різьбовими пальцями. Машина оснащена двома типами бичів.

Бич для насіннячкових плодів являє собою металеву пластину з трьома привареними скобами, в яких зроблені отвори для кріплення бичів на

різьбових пальцях хрестовин. Бич для кісточкових плодів являє закріплену на хрестовинах вісь, на якій шарнірно підвішені металеві ребристі і плоскі молоточки з прямою лапкою. Останні встановлюють при переробці вишні, а молоточки з відігнутими лапками при переробці абрикосів і слив. Кут випередження бичів обох типів можна змінювати від 1,5 до 4,5° [50].

Відомо, що плоди фруктів містять до 95%, сушені фрукти – від 18 до 25% [52]. Дотримання м'яких температурних режимів сушіння фруктів необхідно для збереження їх поживних якостей і вітамінів В, С, провітаміну А (каротину) і ін. Для прискорення сушіння і поліпшення якості продуктів деякі фрукти перед сушінням піддають бланшуванню (обварюванню і пропарюванню) і подрібненню, деякі кісточкові плоди і виноград ошпарюють в киплячому розчині лугу з подальшим охолодженням і промиванням водою. Подрібнені фрукти сушать при 50 ~ 85 ° С протягом 8-10 год, кісточкові плоди - при 50 ° С 24-48 год [52].

При переробці плодоовочевої сировини основним процесом є його теплова обробка, яка застосовується при бланшируванні, стерилізації та пастеризації, сушінні, концентрування, обсмажуванні, дефростірованні заморожен сировини та інших процесах.

При сушінні сировини особливе значення мають окислювально-відновні процеси. Ферменти, що каталізують окислення поліфенолів, амінів і недо-торих амінокислот, зраджують сировини темне забарвлення, Ця обставина являєт-ся негативним фактором характеристики споживчих властивостей кінцевого продукту.

Метою проведення теплової обробки плодів перед сушіння є:

- розм'якшення рослинної сировини;
- інактивація окислювальних ферментів;
- виключення втрат сухих речовин.

У процесі обробки яблук, плоди піддаються механічному тепловому та хімічному впливам, в ході яких колір м'якої плоди може змінюватися. Зміна

кольору є головною зовнішньою ознакою, що вказує на протікання хімічних перетворень, відповідних реакції Майяра.

Потемнення розділяється на неферментативне та ферментативне.

Неферментативне потемніння – ряд складних конкуруючих багатостадійних процесів, головними учасниками яких є амінокислоти, пептиди та білки, що вступають у взаємодію з редукуючими цукрами.

Болін та Р. Стіл [53] вивчали ефективність використання різних методів обробки для зниження ступеня потемніння сушених яблук у процесі зберігання та встановили, що воно може бути ефективно сповільнено тільки обробкою сірчастим ангідридом або введенням в упаковку поглиначів кисню. Вченими також відзначено, що на долю реакцій Майя в потемнінні яблук припадає 20-30%, а на долю окислювальних процесів – 60-70%.

Ферментативне потемніння. Ферменти, каталізуючі окислення поліфенолів, амінів та деяких амінокислот, надають сировині темного забарвлення. Даний факт є від'ємним фактором характеристик споживчих властивостей плодів яблук.

У процесі теплової обробки рослинної сировини бланшуванням частина ферментів інактивуються. Найбільш термостійким ферментом є пероксидаза. Для її інактивації рослинна сировина повинна бути нагріта до температури не нижче 75 ° С. Тривалість теплового впливу також показує суттєвий вплив на ступінь активності ферменту.

Якісна реакція на активність пероксидази може служити непрямим показником інактивації ферментів. Тому реакція на пероксидазу є загальноприйнятою методикою контролю процесу бланшування [24].

Слід зазначити, що бланшування плодоовочевої сировини перед сушінням або іншим видом консервування є дуже важливим технологічним процесом, вплив якого на якість кінцевого продукту вивчається багатьма дослідниками [24, 53-55].

Залежно від кінцевого способу збереження продуктів, бланшування може переслідувати одну з наступних цілей:

- інактивація ферментів, що запобігає придбання неприємних колірних і смакових змін;
- коагуляція протеїнів (з виділенням води), гідроліз протопектину і збільшення кількості розчинного пектину;
- видалення гіркого присмаку і поліпшення кольору продукту;
- зниження мікробного обсіменіння;
- видалення повітря з міжклітинної простору плодів.

Якісний процес бланшування повинен забезпечувати рівномірну подачу тепла кожній одиниці продукту і однаковий час їх прогріву.

Водяні бланшувальні машини мають гарну теплопередачу, досить високий енергетичний ККД (до 60%), проте призводять до великих втрат від вилуговування розчинних сухих речовин – вуглеводів, кислот, часткове руйнування вітамінів, а найбільшою мірою вітаміну С.

Парові бланшувальні машини характеризуються низьким вилуговуванням з сировини розчинних сухих речовин, але мають дуже низький енергетичний ККД (5%) через малий коефіцієнт теплопереносу і витік пари при введенні і виведенні продуктів, так як втрати пара на вході і виході блокуються малоефективними водяними завісами і гідростатичними затворами.

Для інактивації ферментів, що окислюють поліфеноли плодів з утворенням темнозабарвлених речовин, нарізані яблука занурюють на 1-3 хв. в 0,1 - 0,2% -ний розчин сірчаної або лимонної кислоти або обкурюють 30 – 40 хв. сірчистим ангідридом.

С.І. Янков [53] повідомляє, що при бланшуванні яблук їх маса збільшується на 2,2-7,4% за рахунок насичення водою капілярів плодової тканини. Аналогічні спостереження зробили Г.В. Шлягун і ін. [54] та відзначили, що бланшування яблук протягом 3 хв у киплячій воді збільшує тривалість їх сушіння приблизно на 5%.

При оцінці цих результатів слід враховувати, що бланшування змінює водоутримуючу здатність овочів і плодів в залежності від параметрів

процесу. Наприклад, водоутримуюча здатність моркви падає при збільшенні часу бланшування в киплячій воді з 3 до 10 хв [25].

Результати досліджень, отримані Ш. Позінім [55] показали, що чим вище титрована кислотність плодів, тим більше їх розварюваність, що обумовлено гідролізом пектинових речовин під впливом органічних кислот і температури. На підставі отриманих даних було розділено сорти яблук, груші, айви і сливи на три групи: розварювані, напіврозварювані і не розварювані, і для кожної групи визначено оптимальні режими бланшування. Наприклад, яблука з кислотністю 0,68% і вище досить бланшувати 4-6 хв при температурі води 80-85 °С, а з кислотністю 0,46% і менше - 10-15 хв. при температурі 100 °С.

Оптимізацію режимів бланшування необхідно проводити як при розробці нових технологій переробки, так і при використанні нових видів обладнання. При використанні нових видів і сортів овочів, плодів і ягід оптимізацію необхідно проводити заново. Слід мати на увазі, що процес бланшування інактивуючи ферменти, не забезпечує знищення патогенної мікрофлори. У зв'язку з тим, що останнім часом все більшого поширення знаходять низькотемпературні способи сушіння, що максимально зберігають нативні властивості продукту, стає все більш актуальною проблема знезараження продуктів харчування.

1.4 Мета і завдання наукових досліджень

Метою наукових досліджень є обґрунтування процесу виробництва яблучних чіпсів з перемеленої яблучної сировини.

Об'єкт досліджень – плоди яблук, перемелена яблучна маса, яблучні чіпси.

Предмет досліджень – технологія виробництва яблучних чіпсів.

Для виконання мети досліджень, було сформовано наступні задачі:

- 1) визначити оптимальні режими сушіння плодів яблук;

- 2) визначити активність пероксидази яблук залежно від режиму бланшування;
- 3) встановити вміст вітаміну С в яблуках залежно від режиму бланшування;
- 4) визначити вплив перемелення яблук на якість чіпсів;
- 5) встановити зміну вологості яблучних чіпсів при зберіганні.

Висновки по розділу.

В розділі надано характеристику плодів яблук як об'єкту сушіння. Визначено, що твердість і вміст цукру є важливими атрибутами якості, які безпосередньо впливають на споживачів при придбанні свіжих яблук. Також вміст пектинових речовин суттєво впливає на структуру висушеного продукту, отриманого при переробці яблук.

Проведено аналіз технологій виробництва яблучних чіпсів. Основними з них є конвекція, інфрачервоне сушіння, комбінація конвективного з інфрачервоним або з надвисокочастотним сушінням, сублімація. Кожна з цих технологій має свої переваги та недоліки.

Наведено огляд обладнання та методів здійснення процесів перемелення та гідротермічної обробки плодів яблук перед сушінням для отримання чіпсів. В основному, для перемелення сировини в консервній промисловості використовуються дробарки різної конструкції та протиральні машини. Основною гідротермічною обробкою плодів яблук є бланшування, яке проводиться з метою розм'якшення рослинної сировини; інактивації окислювальних ферментів; виключення втрат сухих речовин.

2 МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Характеристика використаної сировини

Найважливішою характеристикою будь-якої харчової сировини є її якість. Зазвичай, якість харчової сировини визначається у чинній нормативній документації, тому при визначенні характеристик використаної сировини керувались стандартом ДСТУ 7075: 2009. Яблука свіжі для промислового перероблення. Загальні технічні умови [56].

Для проведення дослідження було використано яблука сортів Голден та Симиренко. Дані сорти є дуже поширеними і вирощуються на території України, що обумовлює забезпеченість сировиною пропоновану технологію виробництва яблучних чіпсів. Також дані сорти обрані для дослідження в результаті аналізу літературних джерел з приводу їх хімічного складу (табл. 2.1) [25].

Таблиця 2.1 – Усереднений хімічний склад плодів яблук

Сорт	Вміст				
	вода, %	цукри, %	каротин, мг/%	вітамін С, мг/100г	пектин, %
Голден	71,8	12,4	0,44	5,2	0,450
Симиренко	71,4	10,8	0,68	4,6	1,080

Як видно з табл. 2.1, обрані сорти містять низьку кількість води, високий вміст вітаміну С та пектину, тобто тривалість процесу сушіння буде меншою, ніж у інших сортів, а отриманий продукт буде мати більший вміст вітаміну С та більш приємну структуру за рахунок високого вмісту пектинових речовин.

Для дослідження використовувались плоди яблук другого сорту, органолептичні показники яких визначено за ДСТУ 7075: 2009. Яблука свіжі

для промислового перероблення. Загальні технічні умови. [56] та наведено в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Органолептичні показники використаних плодів яблук

Показник	Характеристика для сорту:	
	Голден	Симиренко
Зовнішній вигляд	Плоди здорові, свіжі, цілі, чисті, цілком розвинуті, неушкоджені с.-г. шкідниками, без механічних ушкоджень, більшість типові, але трапляються не типові за розміром, формою, вагою та забарвленням для даних сортів, з плодоніжкою	
Аромат та смак	Притаманні даним сортам, без стороннього запаху і присмаку	
Ступінь стиглості	Плоди однорідні за ступенем стиглості, злегка перезрілі.	Неоднорідні плоди за зрілістю. Наявні перезрілі плоди і плоди технічної зрілості.

Отже, за даними з табл. 2.1 можна зробити висновок, що використана сировина повністю відповідає вимогам державної нормативної документації, тому може бути використана для виробництва харчових продуктів. При цьому варто зазначити, що пропонується технологія може переробляти некондиційні плоди яблук, які втратили свій товарний вигляд і не можуть бути реалізовані населенню в свіжому вигляді.

2.2 Підготовка сировини та проведення сушіння

На самому початку дослідження плоди яблук обох сортів мили, звільняли від плодоніжки. Чисті плоди піддавали температурному впливу процесу бланшування. При цьому процес бланшування проводили двома способами: парою при температурі від 100 до 130 ° С в автоклаві протягом 5

хвилин та в 0,5% розчині аскорбінової кислоти при 60-70⁰ С в різному часовому режимі – 3, 5 і 7 хв.

Наступним етапом бланшовану сировину перемелювали до пюреподібного стану в лабораторних умовах побутовим блендером REDMOND RHB-2941-E (рис. 2.1, а) зі спеціальною насадкою для отримання пюре (рис. 2.1, б) з частотою обертання робочого органу 15500 об/хв та потужністю електродвигуна 1,3 кВт.



Рисунок 2.1 – Блендер REDMOND RHB-2941-E: а – зовнішній вигляд, б – робоча насадка для отримання пюре

Після перемелення сировини, отриману пюреподібну масу вивантажували на пористий тканинний матеріал і підвішували в закритому стані на 30 хв. для стікання зайвої рідини. Отриманою твердою фракцією перемеленого яблучного пюре заповнювали кондитерські форми з заданою товщиною 3-5 мм для надання майбутньому продукту правильної та однакової форми. Далі сформовані заготовки закладали на сушіння в електросушарку марки HILTON DH-5 (рис. 2.3), яка працює в діапазоні температур 30-80⁰ С з максимальною потужністю 360 Вт. Тривалість сушіння – 2,5 год.



Рисунок 2.3 – Електросушарка HILTON DH-5

Досушування при комбінованому процесі сушіння та досліди НВЧ-сушіння проводили на побутовій мікрохвильовій печі (Samsung, Корея), максимальна потужність якої становить 800 Вт, а робоча частота становить 2450 МГц (рис.2.4).



Рисунок 2.4 – Побутова мікрохвильова піч Samsung

На панелі керування даної мікрохвильової печі розташовано два регулятори з позначками. За допомогою верхнього регулятора встановлювалась потужність НВЧ-опромінення перемеленої яблучної сировини відповідно до шкали, нанесеної заводом-виробником: 140, 200, 245 та 360 Вт.

Попередні дослідження показали недоцільність використання більшої потужності, адже було отримано згорілі зразки.

За допомогою нижнього регулятора встановлювався час НВЧ-обробки перемеленої яблучної сировини відповідно нанесеної шкали заводом-виробником.

Оптимальний час обробки було визначено експериментальним шляхом під час проведення попередніх досліджень і становив 16-30 хвилин в залежності від потужності магнетрона.

2.3 Методика визначення оптимальних режимів сушіння яблук

При дослідженні процесу сушіння мають справу з фізико-хімічною і фізико-механічною формами зв'язку води з матеріалом. Кількісно вміст води в матеріалі оцінюється його вологістю. Розрізняють відносну вологість (ω), тобто масу води, що міститься в матеріалі (W , кг), віднесену до загальної маси зразка (G , кг) [57]:

$$\omega = \frac{W}{G} = \frac{W}{G_{ac} - W}, \quad (2.1)$$

і абсолютну вологість (ω_c), яка визначається по відношенню до 1 кг абсолютно сухої речовини в досліджуваному матеріалі (G_{ac} , кг):

$$\omega_c = \frac{W}{G_{ac}}, \quad (2.2)$$

І відносна і абсолютна вологісті виражаються в частках одиниці або у відсотках. При аналізі процесу сушіння зручніше користуватися абсолютною вологістю, тому що кількість абсолютно сухої речовини в зразку при будь-яких умовах залишається постійним.

При розрахунку вологості за формулами (2.1) і (2.2) виходить її середнє значення в даному матеріалі. Значення відносної ω і абсолютної ω_c вологостей зв'язані наступними залежностями [58]:

$$\omega_c = \frac{\omega}{1 - \omega}, \quad (2.3)$$

$$\omega = \frac{\omega_c}{1 + \omega_c}, \quad (2.4)$$

При дослідженні кінетики сушіння необхідно встановити вплив на швидкість протікання процесу різних зовнішніх і внутрішніх факторів.

Швидкість сушіння визначається зменшенням вологості $d\omega_c$ за деякий нескінченно малий відрізок часу $d\tau$, тобто [57, 58]:

$$v = \frac{d\omega_c}{d\tau}. \quad (2.5)$$

На основі експериментального дослідження висушування продуктів до постійної маси в умовах 3-кратного повторення дослідів і їх обов'язкового, в межах похибки експерименту, збіги були отримані криві сушіння і криві швидкості сушіння колоїдних тіл з капілярно-пористих структурою при варіюванні температури сушильного агента (повітря) в межах від 70 до 80 °С.

Характерною особливістю кривої сушки таких продуктів є відсутність 1-го періоду – періоду постійної швидкості, що робить неможливим застосування наявних методів розрахунку тривалості сушіння.

2.4 Визначення активності пероксидази

Готують розчин бензидину, для цього в мірну колбу на 200 мл, наповнену на 2/3 дистильованою водою, додають 2-3 мл крижаної оцтової кислоти і 184 мг бензидину. Колбу нагрівають на водяній бані до 60 ° С при постійному збовтуванні. Після розчинення бензидину в колбу додають 5,45 г оцтовокислого натрію. Після його розчинення колбу охолоджують і доливають водою до мітки.

Наважку рослинного матеріалу (50-100 мг) розтирають в ступці з водою, переносять в мірну колбу на 25 мл і доводять дистильованою водою до мітки.

Рослинну витяжку настоюють протягом 5-10 хвилин, а потім центрифугують протягом 10 хв при 3000 об. / хв (центрифугування можна замінити фільтруванням). Фільтрат або надосадову рідину використовують для визначення пероксидазної активності.

Для визначення активності ферменту беруть дві кювети товщиною 1 см. По першій кюветі (контроль) встановлюють нуль приладу (ФЕК), регулюючи перемикачі «чутливість» (1, 2, 3) і «Установка нуля». До контрольної кювету поміщають 2 мл бензидину, 2 мл фільтрату і 2 мл води. Стрілка приладу повинна знаходитися в положенні «0». Визначення проводять з червоним світлофільтром при довжині хвилі $\lambda = 670$ нм.

У другу кювету (дослід) вливають 2 мл бензидину, 2 мл фільтрату і 2 мл 0,3% -ний розчин H_2O_2 , при цьому сильний струмінь перекису перемішує вміст кювети. Додавання H_2O_2 служить стартом реакції.

Одночасно з вливанням пероксиду водню включають секундомір. У дослідній кюветі розчин синіє, стрілка приладу пересувається справа наліво. Відзначають час, за яке стрілка досягає 0,2 поділок приладу (од. оптичної щільності). Цей час має перебувати в межах від 20 до 50 секунд.

Якщо активність ферменту низька, тобто стрілка приладу сягає значень 0,2 за більш тривалий час (більше 1-2 хв), тоді можна вести відлік до 0,1 од. оптичної щільності. Якщо активність ферменту висока, тоді слід розбавити

втяжку. В цьому випадку в кювету вливають не 2 мл фільтрату, а 1 мл і додають 1 мл води.

Активність пероксидази розраховують за формулою [59]:

$$A_{nep} = \frac{D \cdot E}{t \cdot d}, \quad (2.6)$$

де D - оптична щільність (0,1-0,2);

E - розведення (перерахунок на 1 г сирової маси);

t - час, с;

d - товщина шару рідини, товщина кювети (1 см).

Активність пероксидази висловлюють в одиницях оптичної щільності на грам сирової маси (од./г).

2.5 Визначення вмісту вітаміну С в яблучних чіпсах

Визначення вмісту вітаміну С в яблучних чіпсах проводилося титриметричним методом. Метод заснований на кислотному екстрагуванні вітаміну С (розчинами соляної, метафосфорної або сумішшю оцтової і метафосфорної кислот) з подальшим титруванням розчином 2,6-дихлорфеноліндофеноляту натрію до встановлення світло-рожевого забарвлення.

Екстрагування. Для екстрагування вітаміну С наважки проби від 5 до 10 г розтирали в ступці з невеликими кількостями екстрагуючого розчину кислоти або суміші кислот і піску, переносячи в мірну колбу об'ємом 100 см³, змиваючи товкач і ступку невеликими порціями екстрагуючого розчину до тих пір, поки об'єм не досягне мітки. Вміст витримували протягом 10 хвилин, перемішували і фільтрували. Отриманий екстракт відразу використовували для титрування.

Візуальне титрування. У колбу об'ємом 50 або 100 см³ піпеткою вносили 10 см³ екстракту, титрували розчином 2,6-дихлорфеноліндофенолята натрію до появи слабо-рожевого забарвлення, яке не зникає протягом 15-20 секунд.

Визначення вітаміну С проводили 3 рази по кожному виду зразків.

Масову частку аскорбінової кислоти (А) у відсотках вираховували за формулі [60]:

$$A = \frac{(V_1 - V_2) \cdot T \cdot V_3 \cdot 100}{V_4 \cdot m}, \quad (2.7)$$

де V_1 – об'єм розчину 2,6-дихлорфеноліндофенолята натрію, який витрачено на титрування екстракту проби, см³

V_2 – об'єм розчину 2,6-дихлорфеноліндофенолята натрію, який витрачено на контрольне випробування, см³

T - титр розчину 2,6-дихлорфеноліндофенолята натрію, см³

V_3 - об'єм екстракту, отриманий під час добування вітаміну С з наважки продукту, см³

V_4 - об'єм екстракту, який використовується для титрування, см³

m - маса наважки продукту, г.

За остаточний результат випробування брали середнє арифметичне результатів двох паралельних визначень. Розбіжність між трьома паралельними визначеннями не повинно перевищувати 3% від середнього арифметичного значення.

2.6 Органолептична оцінка якості яблучних чіпсів

Органолептична оцінка застосовується при контролі якості продукції та для оцінки сприйняття продукту в цілому або його складових таких як: зовнішній вигляд, форма, колір консистенція, щільність, еластичність, запах,

смак і т. д [61]. Оцінка сушених яблук і яблучних чіпсів заснована на визначенні кожного якісного показника за допомогою числових величин згідно з прийнятою п'яти-бальною шкалою і визначенні на цій підставі загальної якості оцінюваного продукту. Дана шкала охоплює п'ять основних рівнів якості для оцінки кожного з властивостей якості: бал «5» завжди позначає відмінну, дуже гарну якість, бал «4» - гарна якість, бал «3» - якість задовільна, бал «2» - якість ледь задовільна, але ще допустима, бал «1» - якість незадовільна. Кожному балу шкали відповідає обумовлений опис якості [62].

2.7 Визначення вологості яблучних чіпсів

Визначення вологості отриманих яблучних чіпсів проводили термогравіметричним методом в вакуум-сушарці марки HORIZONT spt-200 (рис. 2.5). Дана сушарка працює в діапазоні температур до 200 °С, має потужність 1,3 кВт та створює розрідження до 2,6 кПа.



Рисунок 2.5. – Вакуум-сушарка HORIZONT spt-200

Метод полягає в висушуванні розподіленої по абсорбуючій поверхні проби продукту при підвищеній температурі і зниженому тиску [61].

Для визначення використовували пісок кварцовий промитий і прожарений річковий, просіяний через сито № 2,5, прохід - через сито №063. Сход з сита №063 кип'ятять близько 30 хв в розведеній (1:1) соляній кислоті, промивають питною і дистильованою водою до зникнення кислої реакції по лакмусу, сушать і прожарюють протягом 5 ч.

Порожні стаканчики або стаканчики з наважками піску масою 10-12 г та паличками висушують разом з кришками при 100-110 °С протягом 1 год, охолоджують близько 20 хв в ексікаторі і зважують. Сумарні витрати часу на зважування стаканчиків не повинні перевищувати 0,5 год.

При випробуваннях продуктів, підготовлена проба яких є густою або порошкоподібною масою, наважку проби беруть у стаканчик з піском і перемішують; при випробуваннях порошкоподібних продуктів, що не грудкуються при сушінні, пісок не використовують.

Маса наважки повинна бути близько 5,0 г.

Сушильну шафу виводять на заданий тепловий режим і ставлять в нього стаканчики з пробами, розміщуючи їх у встановленій робочій зоні камери, де температура відрізняється від реєстрованої не більше ніж на $\pm 0,5$ °С. Далі встановлюють заданий тиск в шафі. Наважку обережно перемішують з піском і поміщають у відкритому вигляді разом з кришкою у відкриту сушильну шафу з температурою 100...105 °С на 3 год при розрідженні 2,0 кПа.

Після цього бюксу охолоджують в ексікаторі 20 ... 30 хв і зважують. При подальшому висушуванні наважки її зважують через кожну годину. Наважку висушують до тих пір, поки різниця між двома наступними зважуваннями перевищить 0,004 г або маса наважки збільшиться. В останньому випадку для розрахунку беруть найменшу масу бюкси з навішуванням. Масову частку вологи $X, \%$, обчислюють за формулою [61]:

$$X = \frac{m_1 - m_2}{m} \cdot 100, \quad (2.8)$$

де m_1 - маса бюкси з наважкою до висушування, г;

m_2 - маса бюкси з навішуванням після висушування, г;

m – маса наважки, г.

За результат випробування приймають середнє арифметичне значення двох паралельних визначень. Обчислення проводять із похибкою не більше 0,01%. Розбіжність між двома паралельними визначеннями не повинно перевищувати 0,25%.

Висновки по розділу.

В розділі надано характеристику сировини, яка використовувалася під час досліджень, а саме плодів яблук сортів Голден та Симиренко. Описано підготовку сировини та порядок проведення операцій для сушіння яблучних чіпсів з перемеленої сировини. Наведено технічні характеристики обладнання, що було використано під час дослідження.

Описано методику розрахунку параметрів для побудови кривих сушіння та швидкості сушіння для опису кінетики процесу сушіння перемеленої яблучної сировини з отриманням чіпсів.

Наведено методику визначення вмісту вітаміну С в яблучних чіпсах титрометричним методом та визначення вологості чіпсів термогравіметричним методом з висушуванням в умовах вакууму при розрідженні 2,0 кПа.

3 РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Визначення оптимального режиму сушіння плодів яблук

На основі проведеного аналітичного огляду літературних джерел з питання сушіння яблук було визначено межі параметрів конвективного, надвисокочастотного сушіння і їх комбінації.

Першим етапом було досліджено процес отримання яблучних чіпсів за допомогою тільки конвективного сушіння. На основі отриманих даних було побудовано криві сушіння перемеленої яблучної сировини при різних температурах сушильного агента (рис.3.1).

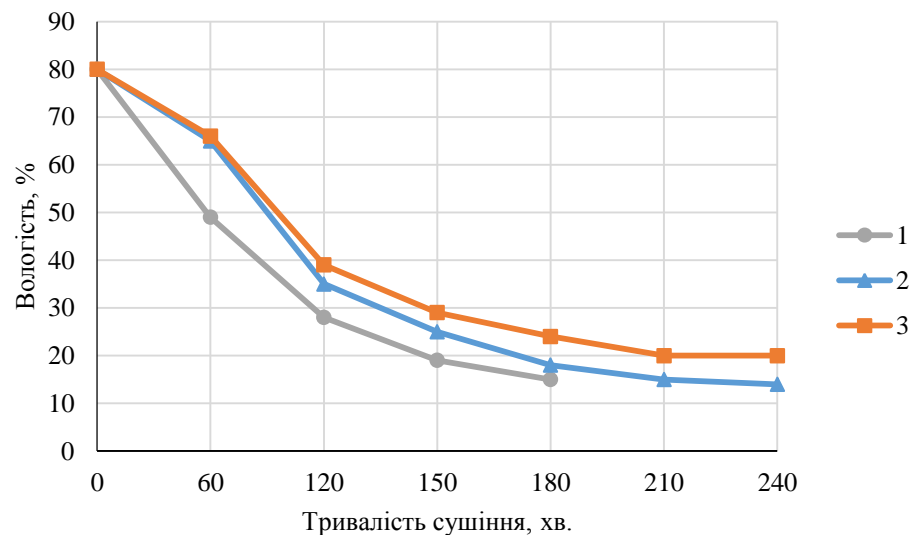


Рисунок 3.1 – Криві сушіння перемеленої яблучної сировини конвективним способом при різних температурах: 1 – 70 ° C, 2 – 50 ° C, 3 – 40 ° C

Як видно з рис. 3.1, процес сушіння яблук значно залежить від температури. Сушіння при низьких температурах 40 і 50 ° C є довготривалим. При цьому збільшення температури сушильного агента до 70 ° C дозволяє зменшити тривалість сушіння на 25 %. Потрібно зазначити, що дані отримані для товщини шару перемеленої сировини рівним 5 мм.

Наступним етапом було досліджено надвисокочастотне сушіння перемеленої яблучної сировини, а саме вплив зміни потужності магнетрону на тривалість сушіння заготовок. Отримані результати наведено на рис. 3.2

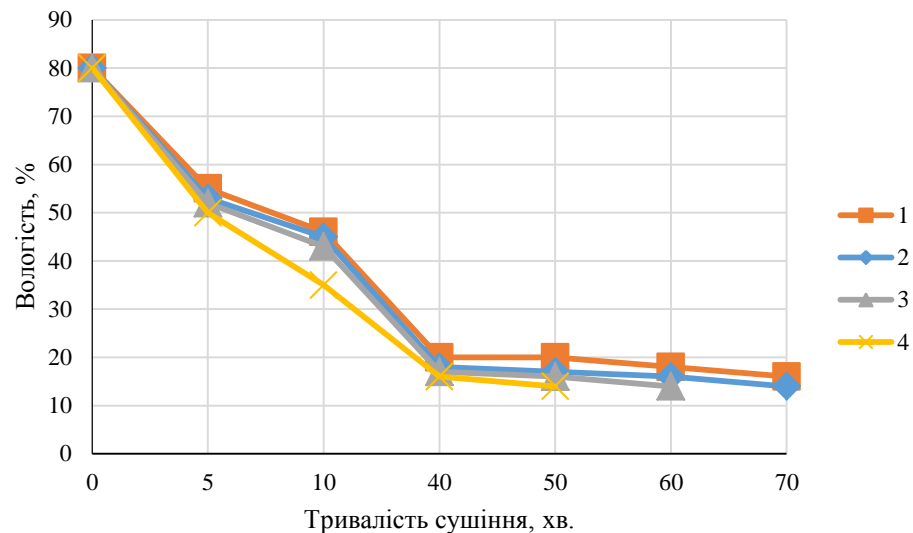


Рисунок 3.2 – Криві сушіння перемеленої яблучної сировини НВЧ-сушінням при різній потужності випромінювання: 1 – 140 Вт, 2 – 200 Вт, 3 – 250 Вт, 4 – 360 Вт

За даними з рис. 3.2 можна зробити висновок, що потужність НВЧ-обробки значно впливає на тривалість сушіння перемеленої яблучної сировини. Встановлено, що в результаті НВЧ-обробки потужністю 140 Вт при висушуванні заготовок з перемеленої яблучної сировини товщиною 5 мм зниження вологості з 80 до 16 % можна досягти за 70 хвилин. Збільшення потужності до 250 Вт дозволяє скоротити тривалість сушіння на 10 хвилин, а збільшення до 360 Вт скорочує тривалість процесу на 20 хвилин, що на 29 % швидше в порівнянні з режимом в 140 Вт.

Обидва розглянуті способи сушіння мають певні недоліки. При найшвидшому режимі конвективного сушіння тривалість процесу складає 180 хв. Доцільно зазначити, що продукт при цьому виходить темним і з великим викривленням. При НВЧ-сушінні процес інтенсифікується, проте волога, що видаляється з яблучної сировини, утворює в НВЧ-камері вологе

середовище, яка призводить до втрати НВЧ-енергії. Також при цьому підвищується надлишковий тиск на поверхню продукту, що гальмує випаровування вологи.

Тому наступним етапом було дослідження комбінованого процесу сушіння перемеленої яблучної сировини. Заготовки сушили конвективним методом з температурою сушильного агенту 50 та 70 °С з досушуванням НВЧ-обробкою потужністю 250 та 360 Вт. Також було виконано порівняння комбінованого режиму сушіння перемеленої яблучної сировини з «чистою» конвективною та НВЧ-обробкою. Отримані криві сушіння наведено на рис. 3.3.

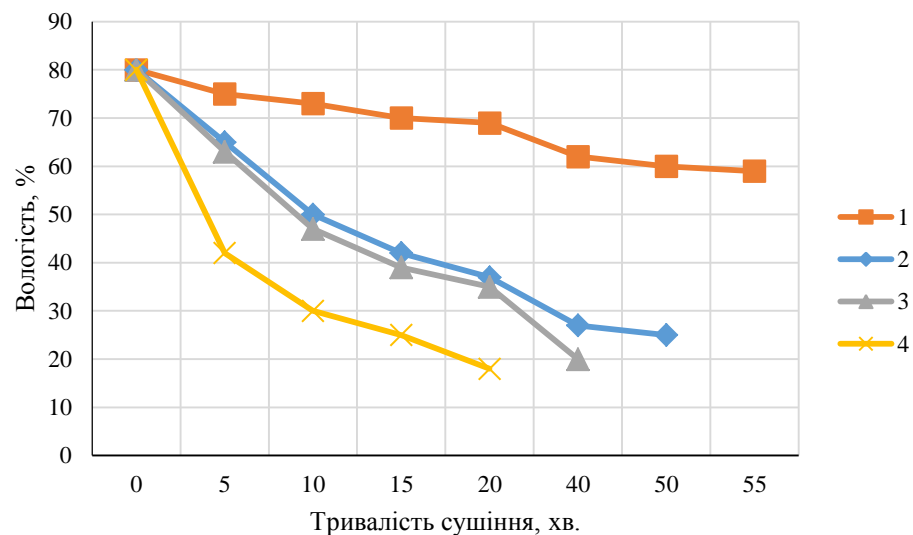


Рисунок 3.3 – Криві сушіння перемеленої яблучної сировини різними методами: 1 – конвективний метод ($t = 70^{\circ}\text{C}$), 2 – НВЧ-метод ($P = 360\text{ Вт}$); 3 – комбінований метод ($t = 50^{\circ}\text{C}$, $P = 250\text{ Вт}$); 4 – комбінований метод ($t = 70^{\circ}\text{C}$, $P = 360\text{ Вт}$);

Криві кінетики сушіння перемеленої яблучної сировини комбінованим НВЧ-конвективним способом енергопідведення показують, що процес протікає значно інтенсивніше, ніж при використанні даних методів окремо. Встановлено позитивний вплив збільшення температури сушильного агенту до 70°С та потужності НВЧ-обробки до 360 Вт при комбінованому режимі

сушіння перемеленої яблучної сировини. При значеннях режимних параметрів $t = 70^{\circ} \text{C}$, $P = 360 \text{ Вт}$ тривалість сушіння становить близько 20 хв, що на 60 % швидше за сушіння НВЧ-обробкою та на 89 % швидше за сушіння конвективним методом.

Подальші дослідження кривих кінетики сушіння при різних потужностях НВЧ-генератора, температури та витрати сушильного агенту, що подається в сушильну камеру, показали малу ефективність збільшення встановлених вище параметрів комбінованого НВЧ-конвективного сушіння поряд із збільшенням витрат енергоресурсів на проведення процесу. Отже, зважаючи на даний факт, оптимальним режимом сушіння перемеленої яблучної сировини товщиною 5 мм для отримання яблучних чіпсів слід вважати температуру сушильного агенту 70°C та потужність НВЧ-генератора 360 Вт.

3.2 Визначення впливу гідротермічної обробки сировини на якість яблучних чіпсів

3.2.1 Визначення активності пероксидази яблук

Консервування плодів і овочів стерилізацією в більшості випадків зводиться до прогрівання продукта при температурах $100\text{-}120^{\circ} \text{C}$ протягом 30-60 хв. У цих умовах навіть найбільш термостійкі ферменти руйнуються повністю задовго до загибелі мікроорганізмів, що викликають псування продукту. Тому при розробці режимів стерилізації активність ферментів не контролюється, так як передбачається, що в стерильному продукті вони повністю зруйновані.

Загальновідомо, що ступінь інактивації ферментів визначається переважно рівнем температури і часом її впливу. З метою вивчення цієї залежності і отримання статистичних характеристик були проведені експерименти по інактивації пероксидази яблук сортів Голден та Симиренко.

Пероксидаза окислює різні поліфеноли і деякі аміни, що викликає потемніння плодів і овочів як в процесі підготовки їх до переробки (наприклад, при очищенні і різанні), так і при зберіганні готового продукту. Цей фермент належить до групи оксидоредуктаз, які найбільш стійкі до теплового впливу [63].

Отримані результати визначення активності ферменту пероксидази в яблуках сортів Голден та Симиренко наведено в табл. 3.1

Таблиця 3.1 – Вміст сухих речовин в яблуках до та після бланшування парою

Сорт	Температура пари, °С	Тривалість бланшування, хв	Убуток маси, %	Активність пероксидази, од./г
Голден	контроль	—	—	0,002
	100	5	10,0	0,0001
	110	5	11,9	0
	120	5	20,1	0
	130	5	24,7	0
Симиренко	контроль	—	—	0,004
	100	5	11,2	0,0004
	110	5	12,4	0
	120	5	20,6	0
	130	5	25,6	0

Аналіз табл. 3.1 показав, що пероксидаза яблук сортів Голден та Симиренко зберігає активність при бланшуванні парою протягом 5 хв при температурі 100 °С. При всіх інших, більш жорстких режимах, вона повністю інактивується. Також встановлено, що при бланшуванні яблук відбувається

значна втрата маси продукту, при цьому втрачається як вода, так і сухі речовини. Для скорочення втрат розчинних сухих речовин в яблуках при гідро-термообробці раціонально використовувати сорти з найбільшим вмістом сухих речовин в плодах.

Виходячи з показника втрати маси, можна зробити висновок, що оптимальним режимом бланшування яблук буде 5 хв при температурі пари 120 °С, так як при цьому режимі видаляється приблизно четверта частина води, що дає суттєву економію енергії на її випарювання в процесі сушіння.

3.2.2 Визначення вмісту вітаміну С в яблуках

Вимога високої якості отриманої за допомогою технологій сушіння готової продукції є однією з основних вимог [64]. Для будь-яких харчових продуктів, включаючи і яблучні чіпси, завдання збереженості корисних речовин і вітамінів є основними при виборі технологічних схем і обладнання для організації процесу сушіння.

Результати бланшування яблук в 0,5% розчині аскорбінової кислоти при 60-70° С в різному часовому режимі (3, 5 і 7 хв відповідно) представлені для на рис. 3.4.

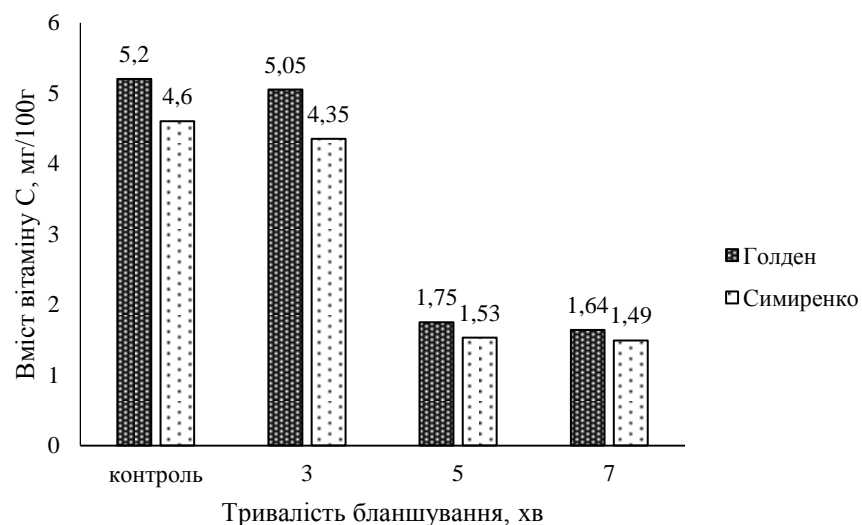


Рисунок 3.4 – Вміст вітаміну С в яблуках в залежності від режиму бланшування

Дані експериментів по тривалості експозицій, показують, що при бланшуванні в 0,5% розчині аскорбінової кислоти найменші руйнування вітаміну С для обох сортів яблук були при обробці тривалістю 3 хв. При збільшенні тривалості обробки до 5 хв. процес руйнування вітаміну С наростає, про це свідчить зниження його концентрації в сировині маже на 65 % для обох сортів. Результати подальшого збільшення тривалості бланшування вказують на те, що процес руйнування вітаміну С сповільнюється, адже зменшення його концентрації незначне: 7% для сорту Голден та 3 % для сорту Симиренко.

Ці дані різко відрізняються при термообробці в розчині без додавання аскорбінової кислоти (табл. 3.2).

Таблиця 3.2 – Вміст вітаміну С в яблучній сировині в залежності від режиму бланшування

Сорт	Тривалість бланшування, хв	Вміст віт. С при бланшуванні в питній воді, мг/100г	Вміст віт. С при бланшуванні в р-ні аскорбінової к-ти, мг/100г
Голден	3	4,0	5,05
	5	1,66	1,75
	7	0,98	1,64
Симиренко	3	3,8	4,35
	5	1,22	1,53
	7	0,94	1,49

Як видно з табл. 3.2, при бланшуванні без додавання аскорбінової кислоти процес руйнування вітаміну С протікає більш активно. Вміст вітаміну С за 7 хвилин падає на 81 % для сорту Голден та на 79 % для сорту Симиренко. При цьому додавання аскорбінової кислоти до бланшувального

розчину дозволяє зберегти концентрацію вітаміну С в сировині в середньому на 20 % більше, ніж при бланшуванні в воді без додавання аскорбінової кислоти.

Отже встановлено, що додавання аскорбінової кислоти в розчин дозволяє скоротити тривалість бланшування до 3 хв., при цьому зберігається натуральний колір, консистенція продукту, частково компенсується втрата вітаміну С при бланшуванні.

3.3 Визначення впливу перемелення плодів яблук на якість чіпсів

Для виробництва яблучних чіпсів за пропонованою технологією можна використовувати не тільки плоди технічної та споживчої зрілості, а і перестиглі плоди, які втратили свій товарний вигляд і не можуть бути реалізовані населенню в свіжому вигляді.

Для отримання пюреподібних продуктів форма і зовнішній вигляд плодів значення не мають, але за розміром бажано застосовувати більші плоди, оскільки кісточка і насіннева камера в великих плодах займають меншу питому вагу, ніж в дрібних плодах [65]. Це знижує відходи, збільшує вихід пюре при протиранні.

Крім того, для виробництва перемеленої яблучної сировини для виробництва яблучних чіпсів можна використовувати відходи (шкірку, серцевину), що утворилися при підготовці плодів для інших видів консервної продукції (компотів, варення). При переробці яблук на сік пюре отримують з вичавок після відділення соку. Таке пюре має більш густу консистенцію і характеризується високим вмістом пектину, що буде мати гарний вплив на консистенцію яблучних чіпсів [66].

Для проведення дослідження було використано плоди яблук сортів Голден та Симиренко різного ступеню стиглості. Під час дослідження було виконано порівняння яблучних чіпсів з нарізаної та перемеленої яблучної

сировини. Основними показниками для порівняння були тривалість сушіння та органолептичні показники, які наведено в табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Показники якості яблучних чіпсів

Показник	Чіпси з нарізаних плодів	Чіпси з перемелених плодів
	Голден	
Тривалість сушіння	40 хв.	20 хв.
Форма	Наближена до прямокутника, з хвилеподібними краями	Правильна прямокутна
Колір	Рівномірний світло-коричневий	Рівномірний світло-коричневий
Запах, смак	Слабкий, властивий яблуку	Відчутний, властивий яблуку
Консистенція	Хрустка, крихка, ламка	Хрустка, ламка
	Смиренко	
Тривалість сушіння	40 хв.	20 хв.
Форма	Наближена до прямокутника, з хвилеподібними краями	Правильна прямокутна
Колір	Світло-коричневий з секторами блідо-зеленого	Рівномірний світло-коричневий
Запах, смак	Слабкий, властивий яблуку	Відчутний, властивий яблуку
Консистенція	Хрустка, крихка, ламка	Хрустка, ламка

Як видно з табл.3.3, перемелення плодів та механічне віджимання зайвої вологи збільшує швидкість висушування в 2 рази, що значно економить витрату енергоресурсів на виробництво чіпсів. Також великою перевагою використання перемеленої сировини є можливість надання чіпсам визначеної форми. При цьому за кольором чіпси з перемелених плодів яблук не поступаються чіпсам з нарізаної сировини. Чіпси з перемелених плодів яблук мають більш інтенсивний запах та більш міцну, стійку до розтріскування консистенцію.

На рис. 3.5 показано профілограми, побудовані в результаті органолептичної оцінки отриманих яблучних чіпсів.

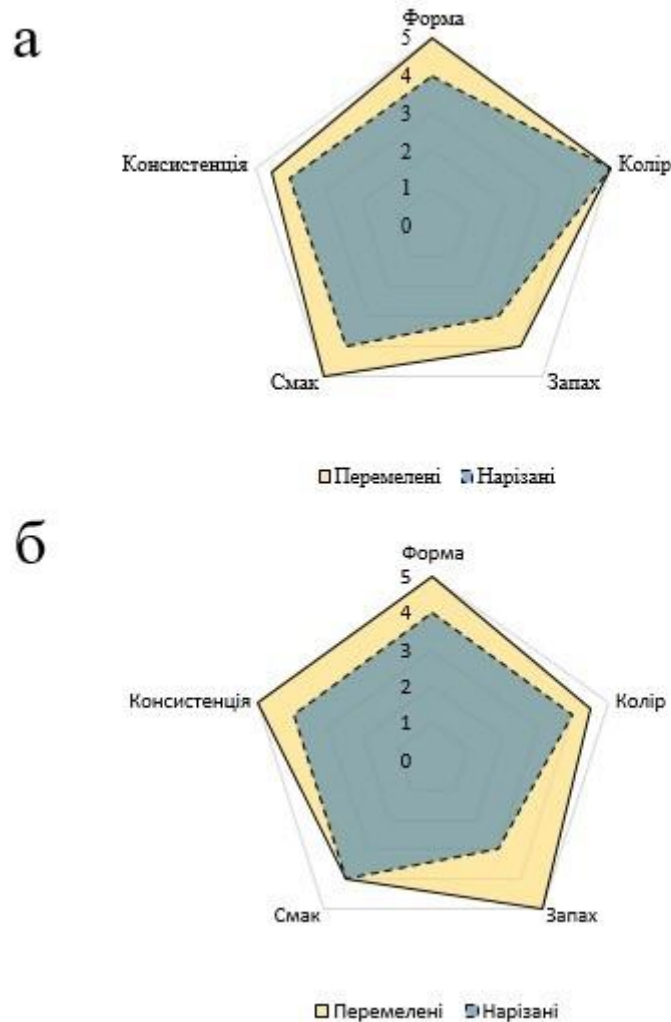


Рисунок 3.5 – Органолептична оцінка яблучних чіпсів, отриманих із яблук сорту: а –Голден, б – Симиренко

Як видно з рис. 3.5 яблучні чіпси з перемелених плодів яблук мають вищу органолептичну оцінку, ніж чіпси з нарізаної сировини, для обох досліджуваних сортів. Також потрібно відзначити, що чіпси з перемеленої яблучної сировини мають кращі запах та смак. Висунуте припущення, що це пов'язано з меншою тривалістю сушіння, а отже меншим часом впливу температури, що дозволяє зберегти ароматичні сполуки яблука в більш повному обсязі. При цьому чіпси з яблук сорту Голден мають кращий колір

та смак, а чіпси з сорту Симиренко мають більш насичений запах та більші міцну консистенцію. Можна припустити, що більша міцність чіпсів з сорту Симиренко пояснюється більшим вмістом пектинових речовин.

3.4 Визначення зміни вологості яблучних чіпсів при зберіганні

Фруктові яблучні чіпси – продукти групи зневоднених фруктів, вологість яких нижче рівноважної по відношенню до навколишнього середовища. Тому ці продукти, перш за все, захищають від зволоження, яке може привести до швидкого псування продукту [67].

Зміна вмісту води в чіпсах є небажаною і має бути виключено або пом'якшено упаковкою. Також необхідно виключити можливість втрати продуктом ароматичних речовин і придбання їм сторонніх запахів.

Рівень вологості – основний фактор якості яблучних чіпсів. Зі збільшенням вологості швидкість аміно-альдегідних реакцій збільшується. У сухих продуктах реакції відбуваються повільніше, ніж в продуктах з більшою вологістю від 10 до 20%. Якщо вологість більше, компоненти реакції розріджуються; якщо вологість менше – реакція потемніння не відбувається.

Температура також важливий фактор при зберіганні, так швидкість реакції потемніння збільшується в 3-7 разів при підвищенні температури на кожні 10 ° С. Потемніння відбувається при підвищеній температурі зберігання, тоді як вологість не є важливим фактором цього процесу [25].

Зміна вологості яблучних чіпсів відносно умов зберігання наведено в табл. 3.4.

Таблиця 3.4 – Вологість яблучних чіпсів при різних умовах зберігання

Тривалість зберігання, дів	Температура зберігання, ° С	Вологість при зберіганні без вакууму, %	Вологість при зберіганні в вакуумному пакеті, %
15	10	3,8	3,0
30	10	4,5	3,0
45	10	5,1	3,0

15	23	4,3	3,2
30	23	5,5	3,7
45	23	6,3	3,9

Як видно з табл. 3.4 температура зберігання яблучних чіпсів має значний вплив на зміну вологості продукту. При зберіганні яблучних чіпсів в упаковці без вакуумування протягом 45 діб їх вологість може збільшитись з 3 до 6,3 % при 23 ° С, та до 5,1 % при температурі 10 ° С. При цьому застосування вакуумування при упаковці чіпсів дозволяє отримати продукт, який зберігає свою вологість при температурі зберігання 10 ° С. При зберіганні чіпсів за температури 23 ° С також вакуумування дозволяє знизити інтенсивність поглинання води чіпсами: за 45 діб вологість яблучних чіпсів в вакуумному пакеті збільшилася на 1,9 %, а в звичайному пакуванні – на 3,3 %.

Отже, встановлено, що при використанні вакууму при пакуванні яблучних чіпсів, вони можуть зберігатися при 10 ° С протягом 45 діб без зміни вологості.

Висновки по розділу.

Проведено дослідження режимних параметрів комбінованого НВЧ-конвективного сушіння перемеленої яблучної сировини для виробництва яблучних чіпсів. Оптимальним режимом сушіння перемеленої яблучної сировини товщиною 5 мм для отримання яблучних чіпсів слід вважати температуру сушильного агента 70 ° С та потужність НВЧ-генератора 360 Вт. При значеннях даних режимних параметрів тривалість сушіння становить близько 20 хв, що на 60 % швидше за сушіння НВЧ-обробкою та на 89 % швидше за сушіння конвективним методом.

Проведено визначення впливу гідротермічної обробки яблук на активність ферменту пероксидаза та вміст вітаміну С. Встановлено, що

пероксидаза яблук сортів Голден та Симиренко зберігає активність при бланшуванні паром протягом 5 хв при температурі 100 °С. При цьому оптимальним режимом бланшування яблук: обробка тривалістю 5 хв при температурі пари 120 °С.

Встановлено, що при бланшуванні яблук в 0,5% розчині аскорбінової кислоти найменші руйнування вітаміну С для досліджуваних сортів яблук були при обробці тривалістю 3 хв. При збільшенні тривалості обробки до 5 хв. процес руйнування вітаміну С наростає, про це свідчить зниження його концентрації в сировині маже на 65 % для обох сортів. При бланшуванні без додавання аскорбінової кислоти процес руйнування вітаміну С протікає більш активно. Зроблено висновок, що додавання аскорбінової кислоти в розчин дозволяє скоротити тривалість бланшування до 3 хв., при цьому зберігається натуральний колір, консистенція продукту, частково компенсується втрата вітаміну С при бланшуванні.

Яблучні чіпси з перемелених плодів яблук мають вищу органолептичну оцінку, ніж чіпси з нарізаної сировини, для обох досліджуваних сортів. При цьому чіпси з яблук сорту Голден мають кращий колір та смак, а чіпси з сорту Симиренко мають більш насичений запах та більші міцну консистенцію. Можна припустити, що більша міцність чіпсів з сорту Симиренко пояснюється більшим вмістом пектинових речовин.

Проведено визначення зміни вологості яблучних чіпсів при зберіганні. Отримані дані вказують на те, що в упаковці без вакуумування протягом 45 діб їх вологість може збільшитись з 3 до 6,3 % при 23 °С, та до 5,1 % при температурі 10 °С. При використанні вакууму при пакуванні яблучних чіпсів, вони можуть зберігатися при 10 °С протягом 45 діб без зміни вологості.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Охорона праці та її положення

Охорона праці – це система правових, соціальноекономічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних та лікувально-профілактичних заходів і засобів, спрямованих на збереження здоров'я та працездатності людини у процесі праці [68].

Термін «охорона праці», на думку А.Є. Семенової, має два значення. У широкому розумінні під охороною праці розуміють все, що робиться на користь працівників, усі норми, що охороняють їх інтереси та права; з тієї точки зору, весь Кодекс законів про працю України (КЗпП) є закон про охорону праці. Але цей термін має й інше, більш вузьке значення, означаючи норми і правила, що забезпечують трудящому нормальну технічну і санітарно-гігієнічну обстановку трудового процесу. В.Є. Шарков під охороною праці в умовах соціалізму розуміє історично обумовлену систему соціальних норм і заходів, що виражають інтереси соціалістичного суспільства і держави та направлені на забезпечення безпечних умов праці, здоров'я і життя трудящих безпосередньо у процесі їх виробничої діяльності. [69]

Об'єктом для охорони праці є здоров'я і працездатність людини, а предметом – засоби і заходи, спрямовані на їхнє збереження.

Охорона праці існує в декількох типах, отже охорона праці як система заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності, виходить за рамки суто правової діяльності. Тоді охорона праці як інститут трудового права являє собою сукупність норм, що є правовою основою для проведення заходів зі збереження життя та здоров'я працівників підчас трудової діяльності. Правова складова в системі заходів з охорони праці повинна посідати провідне місце, оскільки правила, що створюються повноважними органами,

покликані зберігати життя і здоров'я працівників у процесі трудової діяльності [68].

Державна політика управління охороною праці визначена в законі «Про охорону праці» і ґрунтується на принципі пріоритетності життя людини відносно результатів виробничої діяльності. А також на меті державної політики в сфері управління охороною праці є суттєве зниження рівня виробничого травматизму та професійної захворюваності. Державне управління охорони праці здійснюється шляхом сукупності скоординованих дій, спрямованих на забезпечення безпечних і здорових умов праці таких структур: органів державного управління охороною праці, органів місцевого самоврядування при участі об'єднань роботодавців, профспілок та інших представницьких організацій. Управління охорони праці на всіх рівнях – державному, регіональному, галузевому, нарівні підприємств і підприємців – базується на законотворчих і нормативно-правових актах про охорону праці [70, 71].

Одним з багатьох важливих пунктів що охоплює охорона праці є охорона праці в лабораторіях. Оскільки досліди з дипломної роботи проводилися в лабораторії максимальну увагу в охороні праці приділятимемо саме цьому питанню. Праця в лабораторіях може бути пов'язана з такими ризиками як : ризик гострого отруєння в результаті впливу токсичних газів, парів і рідин, які використовуються в якості субстратів або які можуть виділятися з-за помилки співробітника.

Використання деяких хімічних реактивів можуть призводити до опіків. Використання багатьох легкозаймистих і вибухонебезпечних хімікатів може призвести до травм в результаті вибуху / пожежі.

Деякі хімічні речовини і біологічні матеріали можуть бути шкідливими для лаборантів, які працюють з ними регулярно протягом тривалого часу.

Робота з несправним електрообладнанням може привести до випадку ударом струмом, опіків то що.

У деяких лабораторіях сидяче положення тіла і необхідність виконувати постійні і повторювані дії можуть викликати біль в спині, плечах і руках.

4.2 Аналіз шкідливих та небезпечних лабораторних факторів, під час виконання дослідів з дипломної роботи

Під час виконання дослідів а саме титрування ми працювали з гідроксидом натрію.

Гідроксид натрію (їдкий натр) - їдка і вельми токсична речовина, що володіє яскраво вираженими лужними властивостями. За ГОСТ 12.1.005-76 їдкий натр відноситься до шкідливих речовин 2-го класу небезпеки [72]. Тому при роботі з ним треба бути обережним. При попаданні на шкіру, слизові оболонки і в очі утворюються серйозні хімічні опіки [73]. Попадання великої кількості їдкого натру в очі викликає незворотні зміни зорового нерва (атрофію) і, як наслідок, втрату зору.

При контакті слизових поверхонь з їдким лугом необхідно промити уражену ділянку струменем води, а при попаданні на шкіру - слабким розчином оцтової і борної кислоти. При попаданні їдкого натру в очі слід негайно промити їх спочатку розчином борної кислоти, а потім водою.

Гранично допустима концентрація аерозолю гідроксиду натрію NaOH в повітрі робочої зони складає 0,5 мг / м³ відповідно до ГОСТ 12.1.007-76 [72].

Також роботи проводилися з сушильними шафами. Електричні прибори з нагрівачами можуть являти собою фактори удару струмом та опіки якщо не уважно працювати з нагрітою робочою поверхнею сушильної камери та без спец одягу. Так може виникнути пожежа із за несправності самого обладнання.

4.3 Організаційні та технічні заходи по забезпеченню захисту працівників від дії шкідливих та небезпечних факторів

Перши організаційним заходом перед початком роботи в лабораторії можна вважати проведення інструктажу з охорони праці. За характером і часом

проведення інструктажі з питань охорони праці (далі - інструктажі) поділяються на вступний, первинний, повторний, позаплановий та цільовий.

Вступний інструктаж проводиться [72]:

- з усіма працівниками, які приймаються на постійну або тимчасову роботу, до лабораторії незалежно від їх освіти, стажу роботи та посади;
- з працівниками інших організацій, які прибули в лабораторію і беруть безпосередню участь у виробничому процесі або виконують інші роботи;
- з учнями та студентами, які прибули до лабораторії для проходження трудового або професійного навчання;
- з екскурсантами у разі екскурсії до лабораторії.

Вступний інструктаж проводиться спеціалістом служби охорони праці, або іншим фахівцем, на якого покладено ці обов'язки і який в установленому Типовим положенням порядку пройшов навчання і перевірку знань з питань охорони праці.

Первинний інструктаж проводиться до початку роботи безпосередньо на робочому місці з працівником [68]:

- новоприйнятим (постійно чи тимчасово);
- який переводиться з одного структурного підрозділу до іншого;
- який буде виконувати нову для нього роботу;
- відрядженим працівником іншого підприємства, який бере безпосередню участь у виробничому процесі на підприємстві.

Первинний інструктаж проводиться також з учнями, курсантами, слухачами та студентами навчальних закладів:

- до початку трудового або професійного навчання;
- перед виконанням кожного навчального завдання, пов'язаного з використанням різних механізмів, інструментів, матеріалів тощо.

Первинний інструктаж проводиться індивідуально або з групою осіб одного фаху за діючими на підприємстві інструкціями з охорони праці відповідно до виконуваних робіт.

Позаплановий інструктаж проводиться з працівниками на робочому місці або в кабінеті охорони праці [70]:

- у разі введення в дію нових або переглянутих НПАОП, внесення змін та доповнень до них;
- у разі зміни технологічного процесу, заміни або модернізації устаткування, приладів та інструментів, вихідної сировини, матеріалів та інших факторів, що впливають на стан охорони праці;
- у разі порушень працівниками вимог НПАОП, що можуть призвести або призвели до травм, аварій, пожеж тощо;
- у разі перерви в роботі виконавця робіт більш ніж на 30 календарних днів – для робіт з підвищеною небезпекою, а для решти робіт – понад 60 днів.

З учнями, студентами, лаборантами та слухачами поза плановий інструктаж проводиться при порушеннях ними вимог НПАОП, що можуть призвести або призвели до травм, аварій, пожеж тощо.

Цільовий інструктаж проводиться з працівниками [68]:

- при ліквідації аварії або стихійного лиха;
 - при проведенні робіт, на які оформлюються наряд, допуск, наказ або розпорядження
- Цільовий інструктаж проводиться індивідуально з окремим працівником або з групою працівників. Обсяг і зміст цільового інструктажу визначаються в залежності від виду робіт, що ними виконуватимуться.

Усі працівники повинні бути оснащені засобами індивідуального та колективного захисту, спецодягом.

Дотримання протипожежного режиму та оснащення приміщень лабораторій первинними засобами пожежогасіння здійснюються відповідно до вимог НАПБ А.01.001-2004 та Типових норм належності вогнегасників, затверджених наказом Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи від 2 квітня 2004 року № 151, зареєстрованих у Міністерстві юстиції України 29 квітня 2004 року за № 554/9153 (НАПБ Б.03.001-2004). Для локалізації та ліквідації пожеж у їх початковій стадії розвитку необхідно використовувати вогнегасники відповідно до вимог ДСТУ 3675-98 «Пожежна техніка. Вогнегасники переносні. Загальні технічні вимоги та методи випробувань» (далі - ДСТУ 3675-98) і ДСТУ 3734-98 (ГОСТ 30612-99) «Пожежна техніка. Вогнегасники пересувні. Загальні технічні вимоги» (далі - ДСТУ 3734-98), а також внутрішні пожежні водопроводи, покривала з негорючого теплоізоляційного матеріалу, пісок та інші первинні засоби пожежогасіння.

Експлуатація вогнегасників повинна здійснюватися відповідно до вимог Правил експлуатації вогнегасників, затверджених наказом Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи від 2 квітня 2004 року № 152, зареєстрованих у Міністерстві юстиції України 29 квітня 2004 року за № 555/9154 (НАПБ Б.01.008-2004), а їх технічне обслуговування - відповідно до вимог ДСТУ 4297:2004 «Пожежна техніка. Технічне обслуговування вогнегасників. Загальні технічні вимоги» [72].

Усе електрообладнання, електроінструмент при напрузі понад 36 В, а також обладнання та механізми, які можуть виявитися під напругою, надійно заземляються. Роботи з використанням електроінструменту та електрообладнання повинні проводитись відповідно до вимог НПАОП 40.1-1.32-01.

Досліди, в яких використовуються леткі матеріали повинні проводитись тільки над витяжкою.

4.4 Правила безпечного виконання робіт при виробництві яблучних чіпсів

До безпечного виконання робіт допускаються працівники, лаборанти, учні які пройшли вступний інструктаж з техніки безпеки та поставили підпис у відповідному журналі з техніки безпеки.

Не допускаються до роботи працівники яким не виповнилося 18 років. Також не допускаються працівники в нетверезому стані або наркотичному сп'янінні [68-73].

Перед початком робіт увесь персонал лабораторії яких знаходиться в ній повинен бути одягненим в спец одяг. Персонал без спец одягу до робіт у лабораторію не допускається.

З метою запобігання електротравматизму забороняється:

- до роботи на електричних приладах і установках допускати працівників, які не мають відповідного допуску та дозволу;
- працювати на несправних електричних приладах і установках. Про всі виявлені дефекти в ізоляції проводів, про несправності пускачів, рубильників, штепсельних вилок, розеток тощо, а також заземлення й огороження слід негайно повідомляти черговому електротехнічному персоналу, або керівнику, старшому лаборанту, то що;
- переносити включені прилади та залишати їх без нагляду;
- працювати поблизу відкритих струмопровідних частин електроустановок і торкатися до них;
- загороджувати підходи до електричних приладів і пристроїв.

Забороняється залишати без нагляду робоче місце, ввімкнені нагрівальні прилади і працююче лабораторне обладнання, перелік якого

визначений інструкцією з охорони праці, виробничої санітарії і пожежної безпеки.

4.5 Опис дій у разі настання надзвичайної ситуації в лабораторії

При задимленні, загорянні або інших ознаках пожежі (горіння) необхідно:

- негайно викликати пожежну охорону;
- вжити (за можливості) заходів щодо евакуації людей, гасіння (локалізації) пожежі та збереження матеріальних цінностей;
- довести до відома керівника лабораторії або відповідної посадової особи та (або) чергового.
- надання першої медичної допомоги потерпілим від пожежі.
- електропроводи і електроприлади, які знаходяться під напругою, у випадку пожежі необхідно знеструмити і гасити вуглекислотними вогнегасниками відповідно до вимог ДСТУ 3675-98, ДСТУ 3734-98., забороняється гасити їх водою.

Якщо є постраждалі від пожежі слід оглянути їх, визначити наявність свідомості та дихання. Якщо постраждалий не може рухатись допомогти покинуту зону надзвичайної ситуації. Якщо відсутнє дихання розпочати проведення серцево-легеневої реанімації.

При опіках першого і другого ступеня слід холодити місце опіку прохолодною водою протягом 10–20 хвилин. При хімічних опіках – швидко видалити хімічну речовину з ураженої поверхні, знизити концентрацію її залишків на шкірі за рахунок інтенсивного промивання водою. Після охолодження (промивання) накрити пошкоджену ділянку чистою вологою серветкою.

При опіках третього або четвертого ступеня накрити місце опіку стерильною серветкою, за наявності ознак шоку дати постраждалому

протишоковий препарат. Не використовувати при опіках мазі, гелі та інші засоби до прибуття бригади швидкої медичної допомоги.

Не у якому разі не намагайтеся видалити хімічні речовини серветками, тампонами, змоченими водою, з ураженої ділянки шкіри – так ще більше втираєте хімічну речовину в шкіру.

При опіках, викликаних хімічними речовинами негайно зняти одяг або прикраси, на які потрапили хімічні речовини. Якщо агресивна речовина, що викликала опік, має порошкоподібну структуру (наприклад, вапно), то слід спочатку видалити залишки хімічної речовини і тільки після цього почати змивання, за винятком випадків, коли контакт речовини з водою протипоказаний (наприклад, органічні сполуки алюмінію, які при з'єднанні з водою займаються). Якщо допомога при хімічному опіку затримується, тривалість обмивання збільшують до 30–40 хв. після змивання необхідно за можливості нейтралізувати дію хімічних речовин.

При опіках кислотами слід обмити пошкоджену ділянку шкіри мильною водою або 2 % розчином питної соди. При опіках лугом пошкоджену ділянку шкіри слід промити слабким розчином лимонної кислоти або оцту.

Якщо хімічна речовина не відома, необхідно зберегти її зразок або детальний опис для ідентифікації. Забезпечити постійний нагляд за постраждалим до приїзду бригади швидкої медичної допомоги. При погіршенні стану постраждалого повторно зателефонувати диспетчеру швидкої медичної допомоги та дотримуватись його рекомендацій.

При ураженні електричним струмом необхідно якомога швидше звільнити потерпілого від струмопровідних частин обладнання. Дотик до струмопровідних частин (мережі під напругою) у більшості випадків призводить до судом м'язів, тобто людина самостійно не в змозі відірватися від провідника. Тому необхідно швидко відключити ту частину електрообладнання, до якої доторкається людина. Будь-яке зволікання при наданні допомоги, а також невміння того, хто допомагає, надати

кваліфіковану допомогу, призводить до загибелі людини, яка знаходиться під дією струму. При звільненні потерпілих від струмопровідних частин або проводу в електроустановках напругою до 1000 В відключають струм, використовуючи сухий одяг, палицю, дошку, шапку, сухі рукавиці, рукав одягу, діелектричні рукавиці. Провідники перерізають інструментом з ізолюваними ручками, перерубують сокирою з дерев'яним сухим топорцем.

Потерпілого можна також відтягнути від струмопровідних частин за одяг, уникаючи дотику до навколишніх металевих предметів та до відкритих частин тіла потерпілого. Відтягуючи потерпілого за ноги, не можна торкатися його взуття, оскільки воно може бути сирим і стає провідником електричного струму. Той, хто надає допомогу, повинен одягнути діелектричні рукавиці або обмотати їх шарфом, натягнути на них рукав піджака або пальта. Можна також ізолювати себе, ставши на гумовий килимок, суху дошку тощо. Після звільнення потерпілого від дії струму потрібно відразу ж надати йому необхідну медичну допомогу.

Висновки по розділу.

В розділі описано основні правила техніки безпеки про роботі в лабораторії над дослідями, пов'язаними з виробництвом яблучних чіпсів. Визначено основні небезпеки при роботі за обраною темою, серед яких необхідно виділити небезпеку отримання травм від шкідливої дії хімічних речовин та небезпеку враження струмом.

Описано правила безпечного виконання робіт при виробництві яблучних чіпсів та порядок дій при виникненні надзвичайних ситуацій в лабораторії.

5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Метою проведення економічних розрахунків по обґрунтуванню ефективності проведених досліджень є оцінка отриманих результатів і доцільності проекту в цілому. Останнім часом зміни у харчуванні людей вказують на актуальність розробки нових харчових продуктів, які дуже зручно споживати швидко, та при цьому не жертвувати користю харчування. Історично склалося, що в Україні кожного року збирають високі врожаї яблук різних сортів. Часто яблука не встигають реалізуватися населення і мають бути утилізовані. Вирішенням проблеми такого нераціонального використання цінної сировини може стати розробка технології виробництва фруктових чіпсів з яблук. Великим плюсом пропонованої технології є можливість використання некондиційних плодів яблук, які перемелюють в пюреподібну масу, і лише після цього формують заготовки для виробництва чіпсів однакової форми.

Виконання досліджень за обраною темою тягне за собою певні витрати, які пов'язані купівлею необхідної кількості найбільш поширених в Україні сортів яблук, з придбанням необхідного обладнання для перемелення та висушування сировини, а саме: блендеру та електросушарки для плодовоовочевої сировини.

5.1 Організація досліджень

5.1.1. План проведення дослідження

Для організації роботи над дослідженням процесу виробництва яблучних чіпсів з перемеленої яблучної сировини було використано сітьовий метод планування та управління, першим етапом якого є складання плану проведення дослідження. План проведення дослідження наведено в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – План проведення дослідження

Шифр робіт i-j	Найменування робіт	Тривалість робіт t_{ij} , (дні)
1-2	Вибір теми наукового дослідження	2
2-3	Пошук теоретичних літературних джерел за обраною науковою темою	15
3-4	Розробка плану проведення експериментальних досліджень	3
4-5	Визначення методик та нормативної документації, необхідної для виконання досліджень	6
5-6	Визначення оптимального режиму сушіння плодів яблук	15
5-7	Визначення впливу попередньої гідротермічної обробки сировини на якість чіпсів	5
6-8	Визначення впливу перемелення плодів яблук на якість чіпсів	5
5-9	Визначення зміни вологості яблучних чіпсів при зберіганні	3
7-10	Аналіз отриманих результатів (побудова та опис таблиць, графіків та ін.)	2
8-10		2
9-10		1
10-11	Обробка результатів та формулювання висновків	5
11-12	Складання демонстраційного матеріалу для оприлюднення результатів дослідження	4

5.1.2 Побудова сітьового графіка

Відповідно до плану проведення дослідження було побудовано сітьовий графік (рис. 5.1) – графічна модель комплексу робіт, у якій точно до деталей визначається логічний взаємозв'язок між ними.

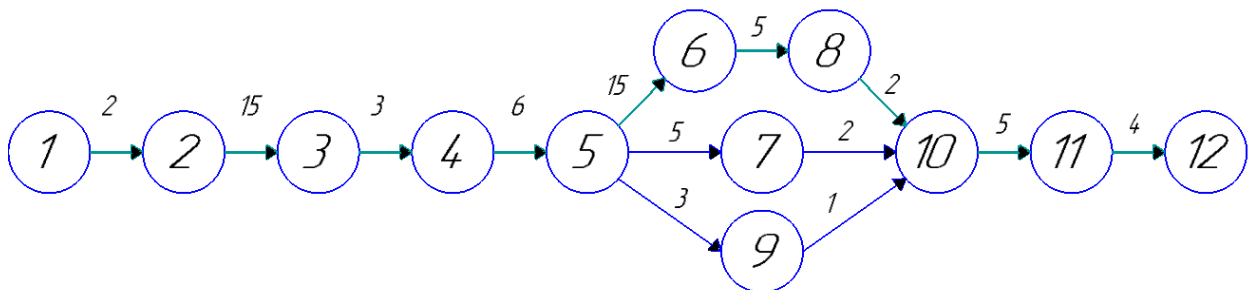


Рисунок 5.1 – Сітьовий графік проведення дослідження

На основі сітьового графіка здійснюється планування, оптимізація і керування процесом виконання всього комплексу робіт. При використанні сітьового графіка можливо формалізувати процес, тобто виразити його чисельно. Використовуючи сітьовий графік, визначаємо всі повні шляхи. Шлях – це тривалість послідовних робіт від початкової події до кінцевої. Для цього складаються тривалості робіт (t_{ij}):

$$L^1_{1-2-3-4-6-8-10-11-12}=2+15+3+6+15+5+2+5+4=57 \text{ днів};$$

$$L^2_{1-2-3-5-7-10-11-12}=2+15+3+6+5+2+5+4=42 \text{ днів};$$

$$L^3_{1-2-3-4-5-9-10-11-12}=2+15+3+6+3+1+5+4=39 \text{ днів}.$$

Шлях, що має максимальну тривалість є критичним ($L_{кр}$). У даному випадку критичними є перший шлях, тобто $L_{кр} = L^1_{1-2-3-4-6-8-10-11-12}$.

Наступним етапом розраховуються параметри сітьової моделі:

- ранній термін здійснення події (T_i^p) – це найбільший шлях від початкової події до i -тої.

- пізній термін здійснення події (T_i^n) – це різниця між критичним шляхом і максимальним шляхом від даної події до кінцевої.

Резерв шляху розраховується за формулою (6.1):

$$R_i = T_i^n - T_i^p \quad (6.1)$$

де R_i – резерв шляху;

T_i^n – пізній термін здійснення події;

T_i^p – ранній термін здійснення події.

Отримані дані розрахунку наведені в табл.6.2.

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

Номер події	T_i^p , дні	T_i^n , дні	R_i , дні
1	0	0	0
2	2	2	0
3	17	17	0

Продовження табл. 5.2

Номер події	T_i^p , дні	T_i^n , дні	R_i , дні
4	20	20	0
5	26	26	0
6	41	41	0
7	31	46	15
8	46	46	0
9	29	47	18
10	48	48	0
11	53	53	0
12	57	57	0

Далі визначаються резерви часу:

а) повний резерв часу роботи (R_{ij}^n) – це максимальна кількість часу, на яку можна збільшити тривалість даної роботи, не змінюючи при цьому тривалість критичного шляху. Повний резерв часу роботи розраховується по формулі (5.2):

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

де t_{ij} – тривалість роботи.

б) вільний резерв часу роботи (R_{ij}^e) – це максимальна кількість часу, на який можна збільшити тривалість робіт чи відстрочити її початок, не змінюючи при цьому ранніх термінів початку наступних робіт. Вільний резерв часу роботи розраховується по формулі (5.3):

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

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

Коефіцієнт напруженості робіт (K_{ij}^H) визначається по формулі (5.4):

$$K_{ij}^n = \frac{L_{\max ij} - t_{ij}}{L_{кр} - t_{ij}}, \quad (5.4)$$

де $L_{\max,ij}$ – довжина максимального шляху, що проходить через дану роботу;
 $L_{кр}$ – критичний шлях.

Для прикладу наведемо розрахунок вищеперерахованих показників для роботи 7-10:

$$R_{ij}^s = 48 - 31 - 2 = 15 \text{ днів};$$

$$R_{ij}^n = 48 - 46 - 2 = 0 \text{ днів};$$

$$K_{ij}^n = \frac{28 - 7}{50 - 7} = 0,49.$$

Проводимо аналогічний розрахунок для всіх робіт, а результати заносимо в табл.5.3.

Таблиця 5.3 – Результати розрахунку вільного, повного резервів

Шифр робіт, і-і	Вільний резерв, R_{ij}^s , (дні)	Повний резерв, R_{ij}^n , (дні)	Коефіцієнт напруженості
1-2	0	0	0,00
2-3	0	0	0,05
3-4	0	0	0,31
4-5	0	0	0,39
5-6	0	0	0,62
5-7	0	15	0,50
6-8	0	0	0,79
5-9	0	18	0,48
7-10	15	0	0,56
8-10	0	0	0,84
9-10	18	0	0,52
10-11	0	0	0,92
11-12	0	0	1,00

Таким чином, використання сітьового планування допомагає правильно організувати заходи, змодельовати, проаналізувати, а також, при необхідності, перебудувати його план з метою економії часу і коштів.

При аналізі складеного сітьового графіку встановлено, що тривалість критичного шляху складає 57 днів. Така тривалість критичного шляху не перевищує визначений термін для виконання роботи над дослідженням процесу виробництва яблучних чіпсів з перемеленої яблучної сировини.

Отже, складений сітьовий графік можна вважати оптимальним, і він може бути рекомендований до затвердження та виконання.

5.1.3 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження

До витрат, які пов'язані з проведенням дослідження відносяться: витрати на основні матеріали, електроенергію, нарахування на заробітну плату, амортизацію, накладні витрати.

Витрати на основні матеріали, затрачені на проведення дослідження, розраховують по формулі (5.5):

$$M = \sum m_i \cdot C_i, \quad (5.5)$$

де m_i – кількість витраченого i -го матеріалу;

C_i – ціна одиниці i -го матеріалу, грн.

Розрахунок необхідної кількості матеріалів і їх вартість приводяться в табл.5.4.

Таблиця 5.4 – Необхідна кількість матеріалів та їх вартість

Найменування матеріалу, одиниці	Кількість	Ціна за одиницю, грн	Сума, грн
Яблука «Голден», кг	5	25,00	125,00

Яблука «Симиренко», кг	5	20,00	100,00
------------------------	---	-------	--------

Продовження табл. 5.4

Найменування матеріалу, одиниці	Кількість	Ціна за одиницю, грн	Сума, грн
Посуд скляний, шт	2	25,00	50,00
Посуд пластиковий, шт	10	1,50	15,00
Зіп-пакети, шт	100	0,50	50,00
Форми кондитерські, шт	3	20,00	60,00
Всього			400,00

Заробітна плата працівників, що займалися дослідженням, визначається множенням середньогодинного заробітку працівника на кількість витраченого часу. Розрахунки зводяться в табл. 5.5.

Таблиця 5.5 – Розрахунок витрат на заробітну плату

Посада	Середньо-місячний заробіток, грн	Середньо-годинний заробіток, грн	Кількість людино-годин	Сума, грн
Дипломний керівник	8000	50,00	20	1000
Всього				1000

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

$$H = \frac{1000 \cdot 22}{100} = 220,00 \text{ грн.}$$

Затрати на витрачену електроенергію визначаються по формулі (5.6):

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

де M – потужність встановленого електрообладнання, кВт;

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

T – час роботи на обладнанні, год;

a – тариф за електроенергію (за 1 кВт), грн/(кВт/год.).

$$E_{\text{блендер}} = 1,3 \cdot 0,9 \cdot 10 \cdot 1,68 = 19,31 \text{ грн};$$

$$E_{\text{ел.сушарка}} = 0,36 \cdot 0,9 \cdot 230 \cdot 1,68 = 125,19 \text{ грн};$$

$$E_{\text{НВЧ}} = 0,8 \cdot 0,9 \cdot 180 \cdot 1,68 = 217,72 \text{ грн};$$

$$E_{\text{ваг}} = 0,8 \cdot 0,1 \cdot 2 \cdot 1,68 = 0,27 \text{ грн};$$

$$E_{\text{заг}} = E_{\text{блендер}} + E_{\text{ел.сушарка}} + E_{\text{НВЧ}} + E_{\text{ваг}} = 19,31 + 125,19 + 217,72 + 0,27 = 362,50 \text{ грн.}$$

Витрати на амортизацію устаткування, що використовується в процесі проведення досліджень, знаходяться за формулою (5.7):

$$A = \frac{\Phi \cdot H \cdot t}{100 \cdot 365}, \quad (5.7)$$

де A – амортизаційні відрахування, грн.

Φ – вартість устаткування, грн.;

H – річна норма амортизації, %;

t – тривалість проведення дослідження на даному устаткуванні, (місяців, днів);

365 – кількість днів у році.

$$A_{\text{блендер}} = \frac{950 \cdot 20 \cdot 1}{100 \cdot 365} = 0,52 \text{ грн};$$

$$A_{\text{ел.сушарка}} = \frac{760 \cdot 20 \cdot 10}{100 \cdot 365} = 4,16 \text{ грн};$$

$$A_{\text{НВЧ}} = \frac{2000 \cdot 20 \cdot 8}{100 \cdot 365} = 4,38 \text{ грн};$$

$$A_{\text{ваг}} = \frac{4000 \cdot 12,5 \cdot 1}{100 \cdot 365} = 1,37 \text{ грн.}$$

Результати розрахунків витрат на амортизацію наведено в табл.5.6.

Таблиця 5.6 – Результати розрахунків витрат на амортизацію

Устаткування	Вартість, грн	Річна норма амортизації, %	Час роботи, днів	Витрати на амортизацію, грн
Блендер	950	20	1	0,52
Електросушарка	760	20	10	4,16
НВЧ-установка	2000	20	8	4,38
Ваги лабораторні	4000	12,5	1	1,37
Всього				10,43

Накладні витрати – це витрати, пов’язані із опаленням, освітленням, вентиляцією, утриманням бібліотеки, ремонтом приміщень, страхуванням навчально-допоміжного і адміністративно-управлінського персоналу та інші господарські витрати. Накладні витрати приймаються на рівні 80% від нарахованої заробітної платні виконавців дослідження:

$$НВ = \frac{1000 \cdot 80}{100} = 800,00 \text{ грн.}$$

Результати розрахунку всіх витрат на проведення наукового дипломного дослідження зводимо в табл. 5.7.

Таблиця 5.7 – Кошторис витрат на проведення дослідження

Витрати	Сума, грн
Основні матеріали	400,00
Заробітна плата	1000,00

Нарахування на заробітну плату	220,00
--------------------------------	--------

Продовження табл. 5.7

Електроенергія	362,50
Амортизація	10,43
Накладні витрати	800,00
Всього	2792,93

Як видно з табл.5.7, найбільшими статтями витрат під час проведення дослідження процесу отримання виробництва яблучних чіпсів з перемеленої яблучної сировини є витрати на заробітну платню, які складають 36 % від загальної суми витрат. Найменші витрати під час проведення дослідження були пов'язані з амортизацією обладнання, і склали 0,3 % від загальної суми витрат. Витрати на електроенергію становили 13 % від загальної суми витрат, що пояснюється використанням електричної сушарки та тривалістю процесу сушіння.

5.2 Розрахунок ціни дослідження

Науково-дослідна робота відноситься до фундаментальних досліджень, тому ціна визначається на основі витрат на дослідження та рентабельності, згідно формули (5.8):

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

де $Ц$ – ціна дослідження, грн.;

C – витрати на дослідження, грн.;

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

Таким чином:

$$Ц = 2792,93 + \frac{30 \cdot 2792,93}{100} = 3630,81 \text{ грн.}$$

Отже, вартість проведеного дослідження становить 3630,81 грн.

Висновки по розділу.

Відповідно до плану проведення дослідження було побудовано сітьовий графік, тривалість критичного шляху якого складає 57 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 платню, які складають 36 % від загальної суми витрат, найменшими – витрати на амортизацію обладнання (0,3%). Загалом, з урахуванням 30% нормативної рентабельності вартість проведеного дослідження становить 3630,81 грн.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В роботі надано характеристику плодів яблук як об'єкту сушіння. Проведено аналіз технологій виробництва яблучних чіпсів. Основними з них є конвекція, інфрачервоне сушіння, комбінація конвективного з інфрачервоним або з надвисокочастотним сушінням, сублімація. Кожна з цих технологій має свої переваги та недоліки. Наведено огляд обладнання та методів здійснення процесів перемелення та гідротермічної обробки плодів яблук перед сушінням для отримання чіпсів.

Проведено дослідження режимних параметрів комбінованого НВЧ-конвективного сушіння перемеленої яблучної сировини для виробництва яблучних чіпсів. Оптимальним режимом сушіння перемеленої яблучної сировини товщиною 5 мм для отримання яблучних чіпсів слід вважати температуру сушильного агента 70°C та потужність НВЧ-генератора 360 Вт. При значеннях даних режимних параметрів тривалість сушіння становить близько 20 хв, що на 60 % швидше за сушіння НВЧ-обробкою та на 89 % швидше за сушіння конвективним методом.

При цьому оптимальним режимом бланшування яблук: обробка тривалістю 5 хв при температурі пари 120°C .

Встановлено, що при бланшуванні яблук в 0,5% розчині аскорбінової кислоти найменші руйнування вітаміну С для досліджуваних сортів яблук були при обробці тривалістю 3 хв.

Яблучні чіпси з перемелених плодів яблук мають вищу органолептичну оцінку, ніж чіпси з нарізаної сировини, для обох досліджуваних сортів. При цьому чіпси з яблук сорту Голден мають кращий колір та смак, а чіпси з сорту Симиренко мають більш насичений запах та більші міцну консистенцію.

Встановлено, в упаковці без вакуумування протягом 45 діб їх вологість може збільшитись з 3 до 6,3 % при 23°C , та до 5,1 % при температурі 10

⁰ С. При використанні вакууму при пакуванні яблучних чіпсів, вони можуть зберігатися при 10⁰ С протягом 45 діб без зміни вологості.

Розглянуто основні правила техніки безпеки про роботі в лабораторії над дослідями, пов'язаними з виробництвом яблучних чіпсів. Визначено основні небезпеки при роботі за обраною темою, серед яких необхідно виділити небезпеку отримання травм від шкідливої дії хімічних речовин та небезпеку враження струмом. Описано правила безпечного виконання робіт при виробництві яблучних чіпсів та порядок дій при виникненні надзвичайних ситуацій в лабораторії.

Найбільшими статтями витрат під час проведення дослідження є витрати на заробітну платню, які складають 36 % від загальної суми витрат, найменшими – витрати на амортизацію обладнання (0,3%). Загалом, з урахуванням 30% нормативної рентабельності вартість проведеного дослідження становить 3630,81 грн.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЕЖЕРЕЛ

1. Campeanu G. et al. Not. Bot. Hort. Agrobot. Cluj №37 (2). 2009. P. 161-164.
2. Контримас Ю. Отбор сортов и гибридов яблок по содержанию в них витаминов. Тр. Витен. плодовоощной опыт, станции, 1985; Т. 3. С. 23-26
3. Контримас Ю. Подбор сортов яблок, богатых пектинами. Тр. Витен. плодовоощной опыт, станции, 1987; Т. 6. с. 50-55
4. Harsan E. R. Sestras, P. Somsai, A. Barbos, A. Sestras. Research Regarding the Principal Chemical Component Loss in the Apple Fruit during Storage. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca. 2006. 34 (1):106-114.
5. Yankun P., L. Renfu. Improving apple fruit firmness predictions by effective correction of multispectral scattering images. Postharvest Biology and Technology. 2006. 41(3). P. 266- 274.
6. Smock R.M., Neubert A.M. Apples and apple products. New York-London: Interscience. 1950. 486 p.
7. Кочетков В.М., Анিকেенко А.П. Товарные и химико-технологические качества плодов яблони. Сб. науч. тр. по прикл. ботанике, генетике и селекции. 1980. Т.66. №22. С. 33-37.
8. Кочетков В.М., Анিকেенко А.П. Перспективные сорта яблони для селекции на улучшение химического состава плодов. Сб. науч. тр. по прикл. ботанике, генетике и селекции. ВИР. 1986. Т.101. С. 74-79.
9. Lewicki P.P., Witrowa-Rajchert D., Mariak J. Changes of structure during rehydration of dried apples. J. Food Eng. 1997. Vol.32. №4. P. 347-350.
10. Simal S., Deya E., Frau M., Rossello C. Simple modelling of air drying curves of fresh and osmotically pre-dehydrated apple cubes. J.Food Engg. 1997. Vol.33. №12. P. 139-150.
11. Nowak D., Danak A., Lewicki P.P., Lenart A. Zmiany wlasciwosci rekonstytucyjnych jablek suszonych sposobem osmotyczno-konwekcyjnym w

czasie przechowywania. Teoretyczne i aplikacyjne problemy inżynierii rol. Warszawa. 1998. С. 2-5

12. Maarse H. Volatile Compounds in Food and Beverages, New York, 1991. P. 30.

13. Мельничук О.А., Чома Ж.Й. Біохімічний склад плодів яблуні (*malus domestica* (l.) borkh.) та груші (*pyrus communis* l.) в умовах Закарпаття. Садівництво. 2014. Вип. 68. С. 300-312.

14. Hulme, A. C., M. J. C. Rhodes. Pome fruits. In: *The Biochemistry of Fruits and their Products*, (A.C. Hulme, Eds.). Academic Press, London. 1971. pp. 333-373.

15. Visser, T., A. A. Schaap, D. P. de Vries. Acidity and sweetness in apple and pear. *Euphytica*. 1968. №17. pp.153-67.

16. Visser, T. and J. J. Verhaegh. Inheritance and selection of some fruit characters of apple, Inheritance of low and high acidity, *Euphytica*. №27. pp. 753-760.

17. Yoshida, M. Genetical studies on the fruit quality of peach varieties. *Bull. Hort. Res. Stn. Jpn.* 1970. Series № 9, pp. 1-15.

18. Fisher, C. *Ergebnisse der Apfle Züchtung in Dresden-Pillnitz*. Berlin. *Erwerbsobstbau*. 1999. № 41. pp. 65-74.

19. Mapson L. W. Vitamins in fruits. In: Hulme, A.C. (Ed.s), *The Biochemistry of Fruits and Their Products*, vol. 1. Academic Press, London. 1970. pp. 369-383.

20. Machlin, L. J. *Handbook of Vitamins*. Dekker, New York. 1991. №12. pp. 41-43

21. Schuphan W. Valeur nutritive des fruits en rapport avec l'alimentation humaine. In: *Soc. Pomol. France. C.R. Congr. Pomol. Int.*, 87e Sess. Namur, Belgium. 1956. 45 p.

22. Davies M. B., J. Austin, D. A. Partridge. *Vitamin C: Its Chemistry and Biochemistry*. Cambridge Royal Society of Chemistry. 1991. 73 p.

23. Delmotte C. La teneur des pommes en vitamine C et les possibilités de son dosage: revue bibliographique. Bull. Rech. Agron. 1984. №19, pp. 269-284.

24. Королёв, А. А. Разработка технологии производства плодоовощных чипсов: специальность 05.18.01 «Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства»: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Московский государственный университет технологий и управления имени К. Г. Разумовского. Москва, 2013. 131 с.

25. Клименко С.В. Айва: биоэкология, морфология, репродукция, сорта. К.: Логос. 2011. 243 с.

26. Королев, А.А. Технология производства плодоовощных чипсов методом комбинированного обезвоживания. Хранение и переработка сельхозсырья. 2012. №10. С. 29-30.

27. Королев, А.А. Применение комбинированного энергоподвода в технологиях сушки растительного сырья. Хранение и переработка сельхозсырья. 2012. №11. С. 55-56.

28. Пенто В.Б., Королев А.А., Явчуковский В.Я. Сравнительный анализ современных технологий и оборудования для сушки плодоовощных продуктов. Консервная промышленность сегодня. 2011. № 5. С. 6-11.

29. Королёв А.А., Пенто В.Б. Технология производства фруктовых чипсов из слив и абрикосов с помощью комбинированной сушки. Материалы 12-й всероссийской научно-практической конференции «проблемы создания продуктов здорового питания. Наука и технологии». Углич. 2006. С. 114.

30. Королёв А.А., Пенто В.Б. Технология обезвоживания томатов комбинированным способом. Материалы 13-й всероссийской научно-практической конференции «проблемы создания продуктов здорового питания. Наука и технологии». Углич. 2007. С 165.

31. Способ производства яблочных чипсов. Патент RU 2614788 A23L19/00, A23B7/08. № 2015119643; заявл. 25.05.2015; опубл. 23.03.2017, Бюл. № 5. 6 с.
32. Деревенко В. В., Сидоренко А. В., Ковалев В. А., Володько Н. Г. Основные технологические параметры конвективной сушки выжимки винограда сорта Каберне. Известия ВУЗов. Пищевая технология. 2011. №5-6. С.103-105.
33. Слободяник И. П., Селезнева Е. А., Голошапов О. И. Выбор оптимальных параметров сушки фруктов и овощей. Известия ВУЗов. Пищевая технология. 1995. №3-4. С.59-61.
34. Рахматов О. К вопросу тепловой оптимизации режима эксплуатации солнечно-топливной сушильной установки конвективного типа. Вестник АГАУ. 2016. №1 (135). С.132-138.
35. Калашников Г.В., Литвинов Е.В. Линия производства сушеных яблок, груш, моркови, тыквы и чипсов. Вестник ВГУИТ. 2015. №4 (66). С. 28-31.
36. Калашников Г.В., Литвинов Е.В. Оценка тепловой эффективности технологической схемы производства яблочных чипсов и сушеных плодов. Вестник ВГУИТ. 2014. №3 (61). С. 11-16.
37. Способ производства плодоовощных чипсов RU 2520142 С2. A23L 1/212. № 2012127498/13; заявл. 03.07.2012; опубл. 20.06.2014, Бюл. № 17. 13 с.
38. Курбанова М. Ж., Додаев К. О., Курбанов Ж. М. Исследование процесса сушки плодов яблок СВЧ-конвективным способом. Пищевая промышленность. 2015. №10. С.19-21.
39. Мартянова В. С., Четыркина Е.В., Рахимова Ю.А. Технология овощных чипсов, полученных с использованием инфракрасной сушки. Молодой ученый. 2020. № 21 (311). С. 513-515.

40. Очиров В.Д., Федотов В.А. Определение времени и скорости нагрева измельченных плодов яблок при терморadiационной сушке. Вестник КрасГАУ. 2018. №1 (136). С. 89-94.
41. Короткий И.А., Расщепкин А.Н., Фёдоров Д.Е. Анализ влияния температуры нагрева на эффективность вакуумной сушки плодов и ягод. Вестник КрасГАУ. 2016. №1. С. 47-50.
42. Степаненко И. А., Щеглов Н. Г. Применение сублимационной сушки в производстве яблочных чипсов. Известия ВУЗов. Пищевая технология. 2008. №2-3. С. 54-56.
43. Семенов Г.В., Касьянов Г.И. Сушка термолабильных продуктов в вакууме – технология XXI век. Изв. высших учебных заведений. Пищевая технология. 2001. № 4. С. 5-13.
44. Вакуумная инфракрасная сушка - технология щадящей переработки растительного и животного сырья / Л.Б. Ратникова, П.Е. Влощинский, Г.И. Широченко [и др.] // Вестн. Сибирского университета потребительской кооперации. 2012. № 1 (2). С. 96-100.
45. Короткий И.А., Расщепкин А.Н., Федоров Д.Е. Подбор температурного режима вакуумной сушки ягод черной смородины. Пищевые инновации и биотехнологии: мат-лы междунар. конф. Кемерово, 2015. С. 164-165.
46. Короткий И.А., Расщепкин А.Н., Фёдоров Д.Е. Исследование процесса вакуумной сушки измельченной брусники. Техника и технологии продуктов питания: Наука. Образование. Достижения. Инновации: мат-лы междунар. науч.-практ. конф. ВСГУТУ. Улан-Удэ, 2014. С. 183-187.
47. Касьянов Г. И., Семенов Г.В., Грицких В. А., Троянова Т.Л. Сушка сырья и производство сухих завтраков. -2-е изд., пе-рераб. и доп. М.: ИКЦ «МарТ»; Ростов н/Д: Издат. центр «МарТ». 2004. 160 с.
48. ГОСТ 8756.1-79. Продукты пищевые консервированные. Методы определения органолептических показателей. М.. 2002. 16 с.
49. Дикис М.Я., Мальский А.Н. Технологическое оборудование

консервных заводов. М.: Пищевая промышленность, 1973. 424 с.

50. Аминов М.С., Мурадов М.С., Аминова Э.М. Технологическое оборудование консервных и овощесушильных заводов. Учебник для студентов вузов по направлению "Технология консервов и пищекокцентратов", "Машины и аппараты пищевых производств" Москва: Колос, 1996. 430 с.

51. Дикис М. Я., Мальский А.Н. Технологическое оборудование консервных заводов: учеб. Пособие. М. : Пищепромиздат, 1953. 539 с.

52. Королёв, А.А. Технология комбинированного способа обезвоживания плодов и овощей. Материалы 6-й международной научно-технической конференции УО Могилёвский государственный университет продовольствия «техника и технология пищевых производств». Могилёв: 2007. С 13.

53. Янков С.И. Методы термической обработки яблок. М.: Консервная промышленность. 1961. 97 с.

54. Шлягун Г.В., Крепоносова А.Н., Кожокарь С.В. Влияние предварительной обработки на структуру и обезвоживание яблок. Пищ. пром-ть. 1992. №7. С.22-23.

55. Позин Ш.А. Режимы бланширования яблок, груш, айвы и слив в зависимости от их кислотности. Конс. и овощесуш. пром-ть. 1958. №6. С.8-10.

56. ДСТУ 7075: 2009. Яблука свіжі для промислового переробляння. Загальні технічні умови. К.: Держспоживстандарт України, 2010. 15 с.

57. Калишук Д. Г., Саевич Н.П., Вилькоцкий А.И. Процессы и аппараты химической технологии: учеб.-метод. пособие для студентов специальностей 1-48 01 01 «Химическая технология неорганических веществ, материалов и изделий», 1-48 01 02 «Химическая технология органических веществ, материалов и изделий», 1-48 01 04 «Технология электрохимических производств», 1-48 02 01 «Биотехнология». Минск: БГТУ, 2011. 426 с.

58. Массообменные процессы: лабораторный практикум / А. Г. Липин [и др.]; Иван. гос. хим.-технол. ун-т. Иваново, 2012. 117 с.
59. Воскресенская О.Л., Алябышева Е.А., Половникова М.Г. Большой практикум по биоэкологии. Ч.1: учеб. пособие. Йошкар-Ола: Мар. гос. ун-т. 2006. 107 с.
60. ГОСТ 24556-89. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения витамина С. М.: ИПК Издательство стандартов. 2003. 23 с.
61. ДСТУ ISO 7701:2019 Яблука сушені. Технічні умови та методи випробування (ISO 7701:1994, IDT). К.: ДП «УкрНДНЦ». 2019. 24 с.
62. Сенсорний аналіз харчових продуктів : навч. підручник / Ф. Ф. Гладкий [та ін.]; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". Харків : Технологічний центр, 2018. 131 с.
63. Шлейкин А.Г., Скворцова Н.Н., Бландов Н.Н. Прикладная энзимология. СПб: Университет ИТМО. 2019. 160 с.
64. Румянцева О.Н., Кравченко Д.А. Исследование влияния условий предварительной обработки и замораживания на изменение содержания витамина с при хранении яблок различных сортов. Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». 2015. №1. С. 155-160.
65. Кох Д.А., Типсина Н.Н., Кох Ж.А. Способы переработки мелкоплодных яблок в пюре. Вестник КрасГАУ. 2016. №3. С. 67-73.
66. Барашкин Д. А., Зайко Г. М., Бердина А. Н. Комплексная переработка яблок на сок функционального питания. Известия ВУЗов. Пищевая технология. 2005. №1. С. 49-51.
67. Стрельников Александр Владимирович Инновационные подходы к переработке плодово-ягодной продукции. ТППП АПК. 2015. №1 (5). С. 95-101.
68. Москальова В.М. Основи охорони праці: Підручник. Рівне: НУВГР. 2006. 666 с.

69. Шарков В.Є. Проблеми трудового права и права соціального забезпечення. М.: АН ССРСР, Ін-т гос и права. 1975. 281 с.

70. Курс порівняльного трудового права: підручник / Іншин М.І., Мацюк А.Р., Соцький А.М., Щербіна В.І. / За ред. акад. А.Р. Мацюка. Х.: Ніка Нова, 2011. 980 с.

71. Батлук В.А., Кулик М.П., Яцюк Р.А. Охорона праці: навч посібник 3-є видання, доп. Львів: Видавництво Львівської політехніки. 2011. 388 с.

72. Новікова О.Ф., Ходачкова Н.І., Котов Є.В. Оцінка чинного законодавства про охорону праці на напрямки його удосконалення. Донецьк: ІЕП НАН України, 2000. 112 с.

73. Основи охорони праці: Підручник, 3-є видання / М.П. Гандзюк, Є.П. Желібо, М.О. Халімовський; За ред. М.П. Гандзюка. К.: Каравела, 2005. 392 с.

ДОДАТКИ

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного



Український проєкт бізнес-розвитку плодоовочівництва



Громадська організація «Інтеркультурне гастрономічне коло»



Кафедра обладнання
переробних і харчових
виробництв імені
професора
Ф.Ю. Ялпачика



Кафедра харчових
технологій та готельно-
ресторанної справи

НОВАЦІЇ В ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОБЛАДНАННІ ГОТЕЛЬНО-РЕСТОРАННИХ, ХАРЧОВИХ І ПЕРЕРОБНИХ ВИРОБНИЦТВ

Матеріали

міжнародної науково-практичної інтернет-конференції

24 листопада 2020 року

Мелітополь
2020

69. Кравченко М.Ф., Романовська О.Л. Якість бісквітних напівфабрикатів з борошном «здоров'я» та порошком керобу	197
70. Загорко Н.П., Сидоренко Л.Д. Виробництво коньяку за шарантською технологією	199
71. Пахомська О.В., Терещук А.С. Актуальні проблеми якості та безпечності харчової продукції	203
72. Бандура І.І. Аналіз особенностей рынка экзотических грибов в Украине	206
73. Жукова В.Ф., Майборода Д.О., Ганчева А.І. Роль аліментарного фактора в профілактиці та лікуванні коронавірусу COVID-19	209
74. Кім Н.І. Обґрунтування узагальненої оцінки якості продукції переробних підприємств	212
75. Миколенко С.Ю., Омельчук В.С., Недобійчук К.В. Дослідження впливу диспергованого зерна амаранту на якість безглютенових хлібців	215
76. Семко Т.В., Іваніщева О.А. Харчова алергія	217
77. Швець С.С., Куянов Ю.Ю., Миколенко С.Ю. Розроблення чіпсів з подрібнених яблук	220
78. Євдокімов П.В., Пироженко А.В., Микитенко А.О., Олексієнко В.О. Визначення придатності зерна гречки для солодощення	222
79. Зінченко Р.С., Сілонова Н.Б. Аналіз міжнародних вимог у сфері безпечності харчових продуктів та залучення вітчизняних підприємств до їх виконання	224

СЕКЦІЯ 4. ІННОВАЦІЇ ПІДПРИЄМСТВ ГОТЕЛЬНО-РЕСТОРАННОЇ ІНДУСТРІЇ

80. Малуєк Л.П., Варипаєва Л.М. Організаційні заходи в сфері гостинності під час пандемії 2020	227
81. Паска М.З., Куцмида А.Т. Техно-новини ресторанного бізнесу	230
82. Гапріндашвілі Н.А., Бандура І.І. Перспективи впровадження інноваційних методів управління в індустрії гостинності	234
83. Гузар У.Є. Сучасні якості менеджера готельно-ресторанного бізнесу	237
84. Сухаренко О.І. Інноваційні технології в ресторанному бізнесі для забезпечення конкурентоспроможності організації	239
85. Кюрчева Л.М., Верхованцева В.О. Якість готельно-ресторанних послуг	242
86. Бондаренко Д.О., Григоренко О.В. Історія виникнення коктейлів сімейства сауер і їх місце у сучасній барній справі	244
87. Горелков Д.В., Ворошилова О.О. Інноваційні рішення в організації та функціонуванні мережі кав'ярень	246
88. Пахомська О.В., Коваленко В.О. Перспективи впровадження інтернет речей в готельно-ресторанну індустрію	248
89. Кюрчева Л.М., Кюрчева Ю.С. Якісна послуга – основний фактор конкурентоспроможності готельного підприємства	251

РОЗРОБЛЕННЯ ЧІПСІВ З ПОДРІБНЕНИХ ЯБЛУК

Швець С.С., магістрант,
Куянов Ю.Ю., канд. техн. наук, доц.,
Миколенко С.Ю., канд. техн. наук, доц.

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Відносно новим продуктом на українському ринку є фруктово-овочеві чіпси. До них належать чіпси з яблук, груш, хурми, айви, бананів, буряка, моркви, білих коренеплодів. Вони ароматні, смачні та, що дуже важливо, натуральні. Такі чіпси набувають популярності та попиту завдяки низькій калорійності, зручності у користуванні, тривалості зберігання.

В Україні не приділяють достатню увагу дослідженням виготовлення фруктових чіпсів, але відносно недавно цією проблемою почали займатись в Інституті технічної теплофізики НАНУ [1,2]. Для збільшення обсягів виробництва вітчизняної сушеної продукції маємо всі підстави: наявність сировинних ресурсів, ефективних технологій і необхідного технологічного обладнання [2].

За своєю структурою яблучні чіпси представляють собою тонкі сухі рум'яні скибочки з різнобарвною шкіркою, мають яскравий, легкий, природний яблучний смак. Перевагами яблучних чіпсів є: вміст вітаміну С; низька калорійність; відсутність холестерину, канцерогенів і жирних кислот, адже при їх виготовленні не використовується рослинне масло та інші жири [3]. Цьогорічний урожай яблук в Україні, який збирають галузеві підприємства, за уточненими оцінками станом на початок осені має загалом бути на рівні минулорічного, а саме в межах 500 тис. т. Передбачається також, що 69 % обсягів вироблених яблук буде реалізовано у свіжому вигляді, а 31 % відправиться на переробку [4]. В середньому 10-15% яблук списується з ринку та викидається через втрату товарного вигляду. До незворотніх втрат для споживача відносяться підлежавші або частково підгнивші яблука. При переробці яблук в якості відходів залишаються вичавки (при виробництві соків пресуванням) – 28–36 %, витерки (при отриманні пюре і соків з м'якоттю) – 10–18 %, очищення (при виготовленні компотів, варення, джему) – 30–40 %. Кількість відходів і втрат залежить від виду і сорту сировини, типу виготовлення продукту, а також технології переробки сировини [5].

Оглянувши дані по кількості відходів яблук на різних точка продовольчого ланцюга «з лану – до столу» було розроблено технологію виробництва яблучних чіпсів з подрібненого яблука. Ця технологія дозволяє отримувати яблучні чіпси з різних сортів яблук, обрізків цілих яблук, віднесених до категорії таких, що втратили товарний вигляд.

Розроблений яблучний хрусткий продукт виробляється без обсмажування, консервантів, цукру та ароматизаторів. Однак для виробництва таких чіпсів слід використовувати спеціальну гідротермічну обробку, забезпечивши їх низьку вологість і, відповідно, мікробіологічну стабільність.

В якості сировини для проведених досліджень використовували зелені яблука сорту Смирненко. Технологічний процес виробництва чіпсів включав наступні стадії: миття, інспектування, висушування яблук, очищення від серцевини, подрібнення, відтискання соку, формування пластин оптимальної товщини для наступного сушіння напівфабрикату конвективним методом протягом 8-10 годин, після чого продукт охолоджували і пакували.

Встановлено, що вміст аскорбінової кислоти у продукті складав 47 мг/100 г продукту, кислотність становила 1,4 град., а вологість знаходилась в межах 5,5–5,7 %. За органолептичною оцінкою чіпси з подрібненого яблука володіли приємним смаком і запахом, але задовільними хрусткістю, кольором і формою.

Розроблений продукт відповідає сучасним вимогам щодо зниження втрат плодової сировини вздовж продовольчого ланцюга і дозволяє отримати хрусткий продукт, перспективний для українського ринку.

Література:

1. Снежкін Ю.Ф., Шапар Р.О., Сорокова Н.М., Гусарова О.В. Розробка технології виробництва нових форм сушених продуктів. Промышленная теплотехника, г. Киев, 2015. Т. 37. № 6. С. 29–37.
2. Пат. 1020110125367, Китай, МПК A23L 1/212, A23G 3/00, A23L 19/01, A23G 3/48. Producing method of eco-friendly apple chips, and the eco-friendly apple chips / Son, Seok Min, Kim, In Ho. – appl. 13.05.2010, pub. 21.11.2011. International application № 1020100044856.
3. Снежкін Ю.Ф., Шапар Р.А., Гусарова Е.В. Энергоэффективный конвективно-конденсационный метод сушки в технологиях производства чипсов. Сборник Научных трудов Международной научно-технической конференции, посвящённой 105-летию со Дня рождения А. Н. Плановского. М.: ФГБОУ ВО МГУДТ, 2016. Т. 2, С. 45–47.
4. Прогноз виробництва яблук у 2020 році [Електронний ресурс]. 2020. Режим доступу до ресурсу: <http://uaexport.org/2020/09/03/prognoz-virobnitstva-yabluk-u-2020-rotsi/>.
5. Лебедев Е.И. Комплексное использование сырья в пищевой промышленности. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. 185 с.



Міністерство освіти і науки України
Дніпровський державний аграрно-економічний університет
Інженерно-технологічний факультет

Кафедра зберігання і
переробки с./г. продукції

Обґрунтування процесу виробництва яблучних чіпсів з перемеленої яблучної сировини

Виконав: студент гр. МгХТ-1-19
Швець С.С.

Керівник: к.т.н., доцент
Куянов Ю.Ю.

1. Постановка проблеми



Проблема: 15 000 тон яблук
утилізується щорічно

Рішення: виробництва яблучних
чіпсів з перемеленої яблучної
сировини



2. Мета і завдання досліджень

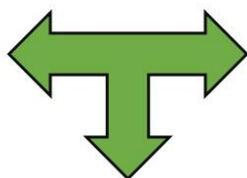
Метою роботи є обґрунтування процесу виробництва яблучних чіпсів з перемеленої яблучної сировини.

Для виконання мети досліджень, було сформовано наступні **задачі**:

- 1) визначити оптимальні режими сушіння плодів яблук;
- 2) визначити активність пероксидази яблук залежно від режиму бланшування;
- 3) встановити вміст вітаміну С в яблуках залежно від режиму бланшування;
- 4) визначити вплив перемелення яблук на якість чіпсів;
- 5) встановити зміну вологості яблучних чіпсів при зберіганні.

3. Матеріали і обладнання для проведення досліджень

Голден



Симиренко



Перемелена яблучна
маса

Усереднений хімічний склад сировини

Сорт	Вміст				
	вода, %	цукри, %	каротин, мг/%	вітамін С, мг/100г	пектин, %
Голден	71,8	12,4	0,44	5,2	0,450
Симиренко	71,4	10,8	0,68	4,6	1,080

Обладнання для сушіння перемеленої яблучної сировини

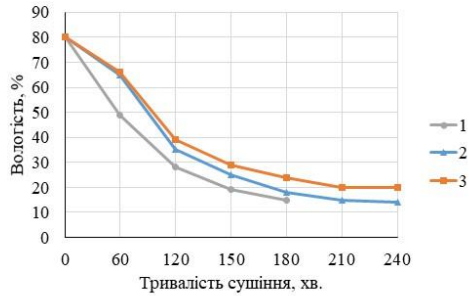


Електросушарка
HILTON DH-5

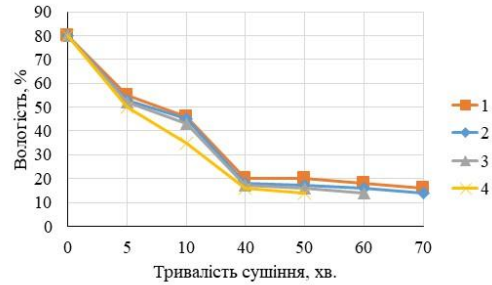


Мікрохвильова піч
Samsung

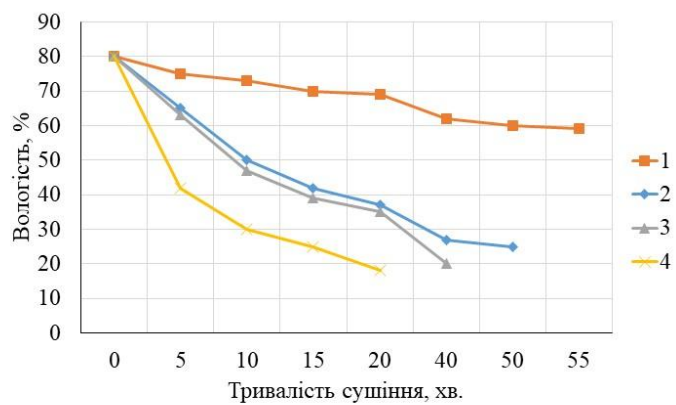
4. Результати експериментальних досліджень



Криві сушіння перемеленої яблучної сировини конвективним способом при різній температурі: 1 – 70 °C, 2 – 50 °C, 3 – 40 °C



Криві сушіння перемеленої яблучної сировини НВЧ-сушінням при різній потужності випромінювання: 1 – 140 Вт, 2 – 200 Вт, 3 – 250 Вт, 4 – 360 Вт



Криві сушіння перемеленої яблучної сировини різними методами:

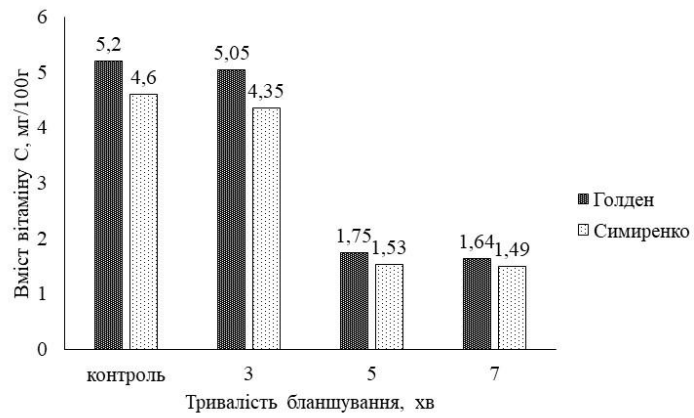
1 – конвективний метод ($t = 70\text{ }^{\circ}\text{C}$), 2 – НВЧ-метод ($P = 360\text{ Вт}$);

3 – комбінований метод ($t = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$, $P = 250\text{ Вт}$); 4 – комбінований метод ($t = 70\text{ }^{\circ}\text{C}$, $P = 360\text{ Вт}$);

Визначення активності пероксидази

Сорт	Температура пари, °С	Тривалість бланшування, хв	Убуток маси, %	Активність пероксидази, од./г
Голден	контроль	—	—	0,002
	100	5	10,0	0,0001
	110	5	11,9	0
	120	5	20,1	0
	130	5	24,7	0
Симиренко	контроль	—	—	0,004
	100	5	11,2	0,0004
	110	5	12,4	0
	120	5	20,6	0

Визначення вмісту вітаміну С



Вміст вітаміну С в яблуках в залежності від режиму бланшування

Органолептична оцінка яблучних чіпсів



Голден



Симиренко

Зміна вологості яблучних чіпсів при зберіганні

Тривалість зберігання, дів	Температура зберігання, °С	Вологість при зберіганні без вакууму, %	Вологість при зберіганні в вакуумному пакеті, %
15	10	3,8	3,0
30	10	4,5	3,0
45	10	5,1	3,0
15	23	4,3	3,2
30	23	5,5	3,7
45	23	6,3	3,9

5. Картка безпеки праці в лабораторії

<p>I. Характеристика умов праці</p> <ol style="list-style-type: none">1. Місце роботи — науково-виробнича лабораторія ДДАЕУ;2. Вид робіт — визначення активності пероксидази, вмісту вітаміну С;3. Кваліфікація — лаборант;4. Умови праці — відповідні до вимог.	<p>II. Вимоги технічних умов забезпечення безпеки праці</p> <ol style="list-style-type: none">1. Застосовувати засоби індивідуального захисту;2. Освітленість робочого місця — 150 лк;3. Повітряний обмін — 1000 м³/год.
<p>III. Індивідуальні засоби захисту на робочому місці</p> <ol style="list-style-type: none">1. Халат бавовняний лабораторний, білий;2. Нітрилові або латексні рукавички;3. Захисні окуляри;4. Захисний фартух.	<p>IV. Показники роботи та міри безпеки</p> <ol style="list-style-type: none">1. Робота з кислотами (соляна, оцтова);2. Наявність активної вентиляції робочого місця обов'язкова.3. Робоче місце має бути вільним від зайвих предметів (сировини, посуду та ін.);4. Не допускається виконувати роботи з кислотами без використання засобів індивідуального захисту.

6. Кошторис витрат на проведення дослідження

Витрати	Сума, грн
Основні матеріали	400,00
Заробітна плата	1000,00
Нарахування на заробітну плату	220,00
Електроенергія	362,50
Амортизація	10,43
Накладні витрати	800,00
Всього	2792,93

Загальні висновки

1) Оптимальним режимом сушіння перемеленої яблучної сировини товщиною 5мм для отримання яблучних чіпсів слід вважати температуру сушильного агенту 70°C та потужність НВЧ-генератора 360 Вт.

2) Встановлено, що пероксидаза яблук сортів Голден та Симиренко зберігає активність при бланшуванні парою протягом 5 хв при температурі 100 °С. При більш жорстких режимах ($t > 100$ °С), вона повністю інактивується.

3) Встановлено, що при бланшуванні яблук в 0,5% розчині аскорбінової кислоти найменші руйнування вітаміну С для досліджуваних сортів яблук були при обробці тривалістю 3 хв.

4) Визначено, що чіпси з яблук сорту Голден мають кращий колір та смак, а чіпси з сорту Симиренко мають більш насичений запах та більші міцну консистенцію.

5) Встановлено, що при використанні вакууму при пакуванні яблучних чіпсів, вони можуть зберігатися при 10 °С протягом 45 діб без зміни вологості.

Дякую за увагу!

