ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

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

Обґрунтування технології виробництва хрумких снеків

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

_____ Ксенія ІВАНОВА

Керівник: _____ Вікторія КАЛИНА

Дніпро 2026

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Інженерно-технологічний факультет

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

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

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

Івановій Ксенії Ігорівні

1. Тема роботи: «Обґрунтування технології виробництва хрумких снеків».
Керівник роботи: Калина Вікторія Сергіївна, кандидатка технічних наук, доцентка, затверджені наказом закладу вищої освіти від «01» травня 2026 року № 875.

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

3. Вихідні дані до роботи: 1. Технологія виробництва хрумких снеків. 2. Наукова, нормативна, навчальна, технологічна, технічна та патентна документація.

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

5. Перелік демонстраційного матеріалу

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

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1-5	Доцентка Вікторія КАЛИНА	01.05.26	08.06.26

7. Дата видачі завдання 01 травня 2026 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Здобувачка вищої освіти _____ Ксенія ІВАНОВА
(підпис)

Керівник роботи _____ Вікторія КАЛИНА
(підпис)

РЕФЕРАТ

Тема: **«Обґрунтування технології виробництва хрумких снеків»**

Кваліфікаційна робота: 67 сторінок, 9 рисунків, 18 таблиць, 0 додатків, 30 літературних джерел.

Мета роботи – розробка та проведення товарознавчої оцінки хрумких снеків з покращеними споживчими характеристиками.

Об'єкт дослідження – хрумкі снеки з рослинної сировини, зокрема яблучні чипси з покращеними споживчими характеристиками.

Предмет дослідження – технологічні параметри виробництва яблучних чипсів, їх органолептичні, фізико-хімічні та товарознавчі показники якості, що формують споживчі властивості готового продукту.

У роботі обґрунтовано технологію виробництва хрумких снеків – яблучних чипсів із покращеними споживчими характеристиками. Розглянуто харчову цінність яблук як перспективної рослинної сировини, їх хімічний склад, вміст харчових волокон, органічних кислот, вітамінів і мінеральних речовин. Проаналізовано особливості підготовки яблук до переробки, зокрема сортування, миття, очищення, нарізання, попередню обробку та вибір раціонального способу сушіння.

Визначено основні технологічні параметри, що впливають на якість готового продукту, зокрема товщину скибочок, температуру та тривалість сушіння, кінцеву вологість, хрумкість, колір, смак, аромат і здатність до зберігання. Особливу увагу приділено товарознавчій оцінці готових яблучних чипсів, яка включає аналіз органолептичних, фізико-хімічних показників та споживчих властивостей.

Ключові слова: *яблука, чипси, снеки, сушіння, технологія, сировина, якість, вологість, хрумкість, зберігання, переробка, продукт*.

ЗМІСТ

ВСТУП 7
1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ 9
1.1 Роль продуктів швидкого харчування у житті людини 9
1.2 Класифікація групи снеків 10
1.3 Загальна характеристика окремих представників групи снеків 12
1.4 Сучасні технології виробництва снекової продукції з рослинної сировини. 18
Висновки за розділом 24
2 ОБ'ЄКТИ, МЕТОДИ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ 26
2.1 Об'єкти дослідження 26
2.2 Методи дослідження 27
2.2.1 Методи визначення показників якості 28
Висновки за розділом 29
3 РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ 30
3.1 Обґрунтування технологічних режимів отримання снеків з покращеними споживчими характеристиками 30
3.2 Вивчення режимів конвективного сушіння для отримання плодових снеків 32
3.3 Розрахунок рецептур снеків з покращеними споживчими характеристиками 37
3.4 Дослідження процесу зберігання плодових снеків 39
3.5 Запропонована схема отримання снеків з покращеними споживчими характеристиками 41
3.6 Товарознавча експертиза снеків із покращеними споживчими характеристиками із фруктовими чипсами з торгової мережі 44
Висновки за розділом 48
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ 50
4.1 Розроблення картки з безпеки праці під час виробництва яблучних чипсів 50
4.2 Шляхи утилізації відходів під час виробництва яблучних чипсів 52

Висновки за розділом 54
5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА 55
5.1 Витрати на проведення досліджень 55
5.2 Визначення вартості дослідження 59
Висновки за розділом 60
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ 61
БІБЛІОГРАФІЯ 63

ВСТУП

Динамічне життя сучасного суспільства передбачає використання на додаток до раціону таких продуктів, як снеки. Дослідження ряду вчених зробили істотний внесок у розвиток технологій продуктів тривалого зберігання, що лягло в основу оптимізації раціону людини якісних продуктів тривалого зберігання, що містять у своєму складі фізіологічно цінні харчові речовини.

Аналіз стану та тенденції розвитку ринку снеків свідчить про значне збільшення споживчого попиту на цю продукцію, зокрема на фруктові чипси. Сегмент світового ринку фруктових чипсів широко представлений зарубіжними виробниками, а також в Україні останнім часом зростає кількість таких виробників

Кращими для споживача останнім часом є продукція не тільки відомих торгових марок, але й натуральні інгредієнти у складі. Проте якість застосовуваних компонентів завжди дозволяє отримати кінцевий продукт, що містить фізіологічно цінні харчові речовини.

Тому одним із перспективних напрямів у цій галузі може бути розробка снеків скибочками, що мають покращені товарознавчі характеристики, зумовлені складом інгредієнтів та органолептичними показниками. У зв’язку з цим розширення асортименту та вдосконалення технологій виробництва снеків з покращеними споживчими характеристиками є актуальним.

Мета кваліфікаційної роботи для здобуття ступеня вищої освіти «Бакалавр» полягає у розробці та проведенні товарознавчої оцінки хрустких снеків з покращеними споживчими характеристиками.

Для досягнення поставленої мети було вирішено низку взаємопов’язаних завдань:

- провести аналітичні дослідження по даній тематиці;
- розробити технологію отримання снеків із покращеними споживчими характеристиками;
- дослідити показники якості плодових снеків з покращеними

споживчими характеристиками;

- виконати розрахунок вартості проведених експериментальних досліджень.

Об’єкт дослідження – хрусткі снеки з рослинної сировини, зокрема яблучні чипси з покращеними споживчими характеристиками.

Предмет дослідження – технологічні параметри виробництва яблучних чипсів, їх органолептичні, фізико-хімічні та товарознавчі показники якості, що формують споживчі властивості готового продукту.

1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Роль продуктів швидкого харчування у житті людини

За статистичними даними, заклади швидкого харчування нині активно розвиваються, оскільки сучасний динамічний спосіб життя спонукає споживачів обирати їжу, яка потребує мінімальних витрат часу на приготування та споживання. Такий формат харчування є зручним як для мешканців великих міст, так і для населення невеликих населених пунктів.

Фаст-фуд – це вид харчування, що передбачає скорочений час приготування і споживання страв, а також спрощене використання столових приборів або можливість їсти поза межами традиційного столу. Продукція закладів швидкого харчування розрахована на оперативне приготування та подання споживачеві. Зазвичай для її виготовлення використовують напівфабрикати або попередньо підготовлені заготовки, які доводять до готовності безпосередньо перед видачею замовлення.

Як окрема галузь фаст-фуд сформувався у 1920-х роках у США. Одним із перших підприємств швидкого харчування стала компанія White Castle, відкрита у 1921 році в Канзасі, основною стравою якої були гамбургери. Уже наприкінці 1940-х років на ринку почали з’являтися конкуренти, серед яких найвпливовішою стала компанія McDonald’s, що й нині зберігає провідні позиції у сфері швидкого харчування [10]..

Популярність «McDonald’s» пояснюється тим, що у 1954 р. Рональд МакДональд встановив, що емоціями можна керувати за допомогою їжі, а точніше, шести смаків:

- солодкий – заспокоює та розслаблює;
- солоний – знижує дратівливість;
- кислий – стимулює апетит, покращує травлення;
- гіркий – очищає та виводить токсини;
- гострий – стимулює роботу імунної системи;

- в’яжучий – очищає кров та нормалізує рівень цукру в крові.

Так, Рональдом було обрано три смаки, що мають найбільший вплив на нервову систему – солодкий (молочні коктейлі), кислий (маринади та соуси) та солоний (картопля-фрі). Таким чином, їжа з «McDonald’s» стимулює «центр задоволення» та дарує відчуття «щастя» [12].

Останніми роками розвиток громадського харчування у нашій країні набирає обертів. Місткість сучасного ринку харчування інтенсивно зростає. Наприклад, у Європі ринок харчування щорічно зростає на 250 – 400 нових підприємств.

Велику популярність має міжнародний холдинг «KFC». Чималий інтерес для споживачів предствляють і вітчизняні заклади швидкого харчування (піцерії, бургерні).

На підставі наявних даних, очевидно, що життя сучасної людини не мислиме без їжі швидкого харчування. Фаст-фуд став для багатьох стилем життя, при цьому більшість віддають перевагу швидкій їжі, при цьому забуваючи про культуру харчування. Разом з тим слід зазначити, що, незважаючи на затребуваність у населення цього виду продукції, існує більший ризик заподіяння шкоди здоров’ю при приватному вживанні страв фаст-фуд.

1.2 Класифікація групи снеків

У сегменті снекової продукції представлена значна кількість товарних груп. Зі зростанням кількості учасників ринку посилюється конкуренція між виробниками, що спонукає їх розширювати асортимент, удосконалювати продукцію та застосовувати нові підходи до її просування [8].

Відповідно до товарознавчої класифікації виділяються такі групи снеків: солодкі та несолодкі (солоні) снеки (рисунок 1.1) [6].

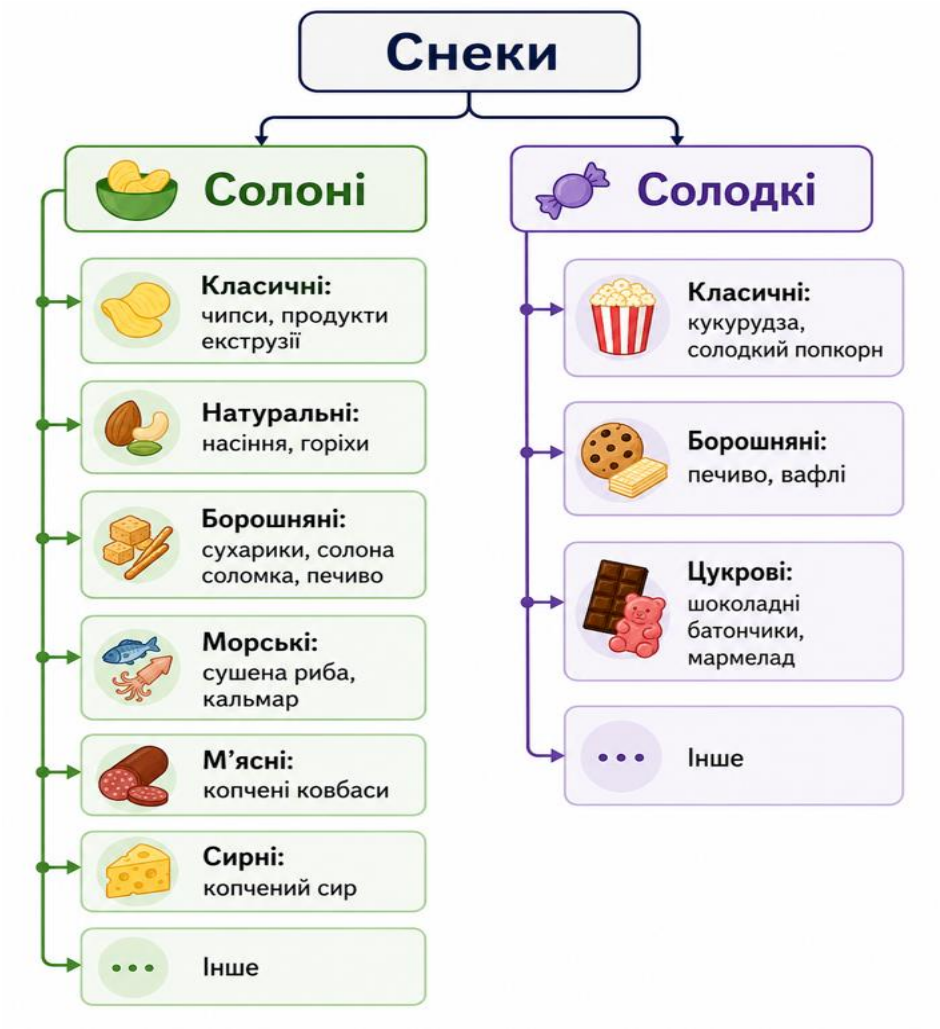

Рисунок 1.1 – Сегментація ринку снеків

До снекової продукції сьогодні належать не лише продукти харчування, які не рекомендуються для приватного вживання. На міжнародному ринку як снеки для вгамування легкого голоду позиціонуються і корисні для здоров'я продукти, такі як йогурти, сири, молочні та кисломолочні напої в упаковках невеликого обсягу. Вочевидь, що ринок снеків має деяку специфіку – активний розвиток категорій, нехарактерних європейського ринку [8].

Оскільки снекова продукція є товаром імпульсного попиту, то просування торгових марок часто використовується агресивний маркетинг. Особливо велике значення при цьому приділяється рекламі. Причому на сьогоднішній день рекламна комунікація розробляється окремо для кожного сегмента, враховуючи споживчі переваги та ситуації споживання.

Швидкорослі категорії ринку снеків поєднує загальна тенденція –апсайзинг

упаковки, що також підтверджує готовність покупців споживати велику кількість снеків. Це означає, що ринок має потенціал до подальшого зростання і розвитку.

Розширення продуктової лінійки дозволяє виробнику охопити більшу частину цільової аудиторії. Однією з тенденцій останніх років на ринку снеків є збільшення споживання натуральних снекових продуктів (горіхи, насіння, сухофрукти). Ця продукція завойовує дедалі більшу популярність серед прихильників здорового способу життя: сегмент зайняв 20 % ринку у вартісному вираженні. Багато в чому це пов'язано зі зростаючим добробутом та прагненням споживачів до здорового способу життя. Саме тому у продуктовій лінійці все частіше з'являються продукти, які несуть у собі ідею правильного та здорового харчування [4].

Середньорічний темп зростання ринку снекової продукції становитиме близько 9 % протягом наступних п'яти років. Такий швидкий розвиток ринку визначатиметься зростанням обізнаності споживачів про позитивні для здоров'я властивості снекової продукції. В результаті світові виробники, швидше за все, активніше проявлятимуть себе на ринку. Посилення конкуренції стимулюватиме збільшення і виробництва, і продажів снеків[6].

1.3 Загальна характеристика окремих представників групи снеків

Споживчий ринок снеків продовжує активно розвиватися: з'являються нові виробники, розширюється асортименти, створюються нові смаки. Це говорить про суттєвий потенціал ринку снекової продукції. Поруч із зростанням споживання відзначаються зміни споживчих переваг. В останні роки на ринку з'явився цілий ряд раніше не відомих більшості споживачів різних продуктів харчування. Причому цей перелік постійно поповнюється, тому існуюча класифікація снеків є не точною і має змішаний характер. Саме відсутністю чіткого визначення того, що є снеком, можна пояснити, чому останніми роками став такий розмитий кордон між виробниками снеків та інших харчових продуктів [9].

Існуючу класифікацію слід удосконалити. Поділ снеків на 2 основні групи: солодкі та солоні не дозволяє часто правильно систематизувати існуючі на споживчому ринку види снеків. На мою думку, слід додатково запровадити нову самостійну групу – «хрумкі снеки». Під таке визначення потрапляють:

- чипси;
- сухарики;
- крекери;
- хлібці;
- сухі сніданки (повітряний попкорн, подушечки, пластівці, кукурудзяні палички та ін.).

Картопляні чипси вважаються одним із найпоширеніших і водночас найстаріших видів снекової продукції. Їх промислове виготовлення розпочалося ще у 1850 році в місті Саратога, штат Нью-Йорк, США. У Великій Британії подібний продукт почали виробляти у 1913 році під назвою «кріспи». Залежно від виду сировини чипси можуть виготовлятися із сирої картоплі або з різних видів борошна, зокрема кукурудзяного, із додаванням крохмалю.

Чипси з натуральної картоплі мають виражений природний смак, однак під час обсмажування вбирають більше олії, через що характеризуються вищою калорійністю. Через природну форму бульб скибочки мають неоднакові розміри та форму, тому в готовому продукті можуть траплятися нерівномірно обсмажені або підгорілі краї. Якість таких чипсів значною мірою залежить від сорту картоплі, її хімічного складу та умов зберігання.

Для виготовлення якісних картопляних чипсів необхідно використовувати спеціальні сорти картоплі з оптимальним вмістом сухих речовин, цукрів і мінеральних компонентів. Саме ці показники впливають на колір, смак, текстуру та рівномірність обсмажування готового продукту.

Окрему групу становлять формовані, або «відновлені», чипси. Їх виготовляють із підготовленої сировинної маси, що дозволяє отримувати продукцію з різними смаковими властивостями залежно від використаних компонентів. Такі чипси мають стабільну якість, меншу залежність від

властивостей вихідної сировини, нижчу жирність і більш однорідні споживчі характеристики. Завдяки формуванню вони можуть мати правильну однакову форму – гладку, хвилясту, у вигляді зірочок, квітів тощо.

Популярність чипсів пояснюється їх доступною ціною, зручністю споживання та сформованим у споживачів уявленням про натуральність окремих видів продукції. Стабільний попит на імпортні чипси зумовлений, зокрема, їх специфічними смаковими властивостями, широким асортиментом і прихильністю покупців до відомих торговельних марок.

Чипси фруктові – це натуральні, тонко нарізані скибочки фруктів. Основою для їх приготування є яблука, банани, груші та ін. Достоїнством фруктових чіпсів є відсутність у технології виробництва консервантів та барвників, а також канцерогенів, які утворюються при смажені в олії.

Сухарики – це солоні сухарики з житньо-пшеничного борошна з десятками смакових добавок. Ідея промислового виробництва сухариків виникла наприкінці 1998 р.

Для їхнього виробництва свіжий хліб витримується в певних умовах до потрібного стану, щоб вони добре піддавалися для нарізання. Після нарізання шматочки хліба обсмажуються в печі, посипаються спеціями і просочується олією. Зараз у сухарному секторі сформовано найширшу для ринку снеків асортиментну лінійку – близько 45 смаків.

Існує поділ цього товару за категоріями. До класу А відносяться сухарики, приготовані за унікальною технологією та мають особливий тип пакувального матеріалу, що збільшує термін зберігання продукції [7].

Крекери – борошняні кондитерські вироби шаруватої та ламкої структури. Крекери нагадують затяжне печиво на вигляд, відрізняються специфічним смаком і ароматом. Смак обумовлений відсутністю цукру у виробах, а аромат багатьох видів - включенням до рецептури прянощів та смакових добавок [5].

Крекер виробляється з пшеничного борошна без цукру з додаванням жиру, має шарувату, тендітну структуру та проколи на поверхні. Готується крекер на дріжджах, або на дріжджах та хімічних розпушувачах, або на одних хімічних

розпушувачах.

За рецептурою та способом приготування крекер підрозділяється на три види: з жиром або з жиром та жировим прошарком; з жиром або з жиром та жировим прошарком з додаванням смакових речовин (кмин, аніс, сир); без жиру.

Хлібці – сухі, тендітні, легкі пластинки прямокутної форми. Хлібці випускаються у широкому асортименті. Виготовляються вони з різних видів злакових культур та сумішей, що і визначає їх корисні властивості. Нерідко у складі деяких сортів звичайного хліба додаються різні корисні інгредієнти (консерванти, барвники, ароматизатори). Також цей продукт поділяється на декілька видів, залежно від наявності та виду добавок: без добавок (гречані, кукурудзяні, житні, з висівками, фруктозою), з натуральними добавками та натуральними ароматизаторами, з начинкою (як правило, солодкою).

Хлібці, як і інші подібні продукти, мають стабільний попит у будь-яку пору року. Однак попит на них, як і на іншу продукцію, яка вважається дієтичною, особливо зростає наприкінці зими та зберігається протягом усього весняно-літнього періоду. За прогнозами аналітиків, зростання ринку цього виду продукції складе протягом кількох найближчих років близько 10 – 15 % на рік.

Сухі сніданки – це харчові продукти, які не потребують додаткової кулінарної обробки та готові до споживання. Їх виготовляють переважно із зернової сировини. На ринку такі продукти представлені у вигляді круп’яних паличок, пластівців, фігурних кукурудзяних виробів, повітряних зерен та інших подібних виробів.

Основою виробництва сухих сніданків є термоекструзійна обробка крохмалевмісної сировини. Найчастіше застосовують рослинну зернову сировину з високим вмістом крохмалю та низьким вмістом або відсутністю клейковини: кукурудзу, рис, гречку, крупи, борошно, цільне зерно, кукурудзяний і картопляний крохмаль, висівки, пшеничні зародки, солод тощо. Залежно від рецептури до складу сухих сніданків можуть додавати сіль, цукор, рослинну олію, пряноші, подрібнені сухофрукти, горіхи та інші смакові компоненти. Смакові й ароматичні властивості готової продукції формуються завдяки використанню

екструзійних напівфабрикатів, олії, цукрового сиропу, солі, цукрової пудри та ароматизаторів.

Серед широкого асортименту готових сніданків найбільшим попитом користуються кукурудзяні пластівці. Також популярними є пшеничні подушечки з начинкою та вироби у формі кілець. Відносно новою продукцією для вітчизняного споживача є мюслі. Їх виготовляють на основі зерен або пластівців пшениці, жита, вівса з додаванням сушених фруктів, меду, шоколаду, горіхів та інших інгредієнтів. Вартість мюслі зазвичай вища порівняно зі звичайними кукурудзяними чи пшеничними пластівцями, що пояснюється складнішим складом і дорожчою технологією виробництва [7].

Поп-корн належить до найдавніших видів снекової продукції та виготовляється вже протягом багатьох століть. Технологія його виробництва передбачає підготовку зерна, зокрема очищення, за потреби варіння або пропарювання, кондиціювання, а потім термічну обробку. Нагрівання може здійснюватися у гарячому повітрі, розпеченому піску, солі або шляхом обсмажування в жирі.

Отже, для хрустких снеків характерними є використання переважно рослинної сировини, низький вміст вологи, готовність до безпосереднього споживання, тривалий термін зберігання, індивідуальне пакування та невелика маса порції. Такі продукти відзначаються хрумкою структурою, вираженим ароматом, ламкістю, легкістю, твердістю та порівняно високою енергетичною цінністю.

Через значне споживання снеків, зокрема чипсів, сухариків, поп-корну та подібної продукції, важливого значення набуває питання використання спеціальних жирів у їх виробництві. Наприклад, під час виготовлення чипсів жири застосовують для фритюру, а при виробництві крекерів – як компонент тіста.

Для забезпечення тривалого зберігання снеків доцільно використовувати жири з невисоким вмістом поліненасичених жирних кислот, оскільки вони менш схильні до окиснення. Під час гідрування рослинних олій кількість

поліненасичених жирних кислот істотно зменшується, натомість зростає частка мононенасичених жирних кислот. Водночас у таких жирах може підвищуватися вміст трансізомерів жирних кислот, що потребує контролю під час виробництва харчової продукції.

За даними, наведеними у зарубіжних публікаціях, транс-ізомери сприяють виникненню діабету та серцево-судинних захворювань. Тому рекомендації органів охорони здоров'я країн Європейського Союзу полягають у зниженні рівня споживаних з їжею трансізомерів [7].

Переважна більшість на споживчому ринку снекової продукції виробів із вмістом жиру, штучних добавок та ароматизаторів свідчать про дефіцит у даному сегменті натуральних корисних снеків. Сьогодні споживачі хочуть купувати продукти корисні для здоров'я. Це переважний тренд на світовому продовольчому ринку, і виробники прагнуть відповідати новим тенденціям. Покупці шукають альтернативу традиційним снекам – нові продукти з різноманітними смаками та обов'язково з натуральних інгредієнтів. Але при цьому ці нові продукти повинні як і раніше мати всі позитивні якості снеків, пов'язані з простотою і швидкістю їх вживання.

Снеки зобов'язані відповідати встановленим санітарно-гігієнічним нормам та вимогам. Дослідження піддається сам продукт, технічні умови виробництва, рецептура, використовувані інгредієнти, проводиться експертиза технологічного регламенту виробництва [10].

Таким чином, на основі проведеного дослідження ринку снекової продукції можна зробити низку висновків:

1) ринок снекової продукції має потенціал до збільшення у грошовому та об'ємному вираженні;

2) практично не зайнятим є сегмент снекової продукції, що виготовляється з плодової сировини;

3) вся велика кількість споживачів цікавиться здоровими продуктами харчування;

4) основними споживачами снекової продукції є молодь;

5) введення нової групи – «хрумкі снеки» дозволяє краще систематизувати існуючі на ринку види снеків;

6) сформульовані характерні особливості нової групи «хрумкі снеки» дозволяє точно виділити групи товарів, що належать до неї;

7) групи снеків: чипсів, сухариків, поп-корн містить велику частку жирів. У зв'язку з чим виникають проблеми з їх високою енергетичною цінністю та споживанням транс-ізомерних жирних кислот.

1.4 Сучасні технології виробництва снекової продукції з рослинної сировини

Харчова продукція рослинного походження належить до вологих матеріалів, оскільки містить значну кількість води. Вода є природною складовою рослинних і тваринних тканин та необхідним компонентом раціону людини. Водночас її надмірний вміст знижує харчову цінність продуктів, збільшує витрати на транспортування, а також створює сприятливі умови для розвитку мікроорганізмів, що може призводити до псування продукції.

У промисловій переробці рослинної сировини одним із поширених способів консервування є сушіння. Під час цього процесу в продукті відбуваються важливі фізико-хімічні зміни, пов'язані з видаленням вологи, що впливає на перебіг внутрішніх перетворень речовин у сировині [5].

Сушінням називають процес вилучення з матеріалу рідини, унаслідок чого зростає частка сухих речовин. У випадку харчових продуктів під сушінням переважно розуміють зневоднення, тобто видалення води. Об'єктами сушіння можуть бути різні матеріали на окремих етапах технологічного процесу: сировина, напівфабрикати або готова продукція [1].

Порівняно з іншими методами консервування сушіння має низку переваг. Воно відзначається відносною простотою технології та обладнання, дає змогу значно зменшити масу й об'єм сировини, а отже, скоротити витрати на транспортування та зберігання готового продукту [10].

Процес зневоднення вологої харчової сировини умовно складається з двох основних етапів: випаровування вологи з поверхні продукту в навколишнє середовище та переміщення води всередині матеріалу шляхом дифузії. Різноманітність способів сушіння харчових продуктів зумовлена властивостями сировини, формами зв'язку вологи з матеріалом, вимогами до якості готової продукції та економічною доцільністю [1]. При цьому достатньо уваги в дослідженнях вчених приділено збереженню корисних властивостей вихідної сировини, призначеної для сушіння. Цій тематиці присвячені дослідження як вітчизняних, так і зарубіжних учених. Так, у наукових працях велике значення приділяють зміні хімічного складу та антиоксидантної активності сухих продуктів [3].

Область застосування сушильного устаткування харчової промисловості дуже велика. Це обладнання для сушіння овочів, фруктів, м'яса та риби, грибів, ягід, дріжджів, зерна, круп, макаронів, обладнання для сушіння та смаження горіхів, насіння (очищених та неочищених), кукурудзяних зерен, попкорну та інших продуктів; обладнання для сушіння та виробництва перших та других страв (каш, пюре, локшини та ін) швидкого приготування; обладнання для сушіння та виробництва закусок до пива (кальмарів, креветок та ін. морепродуктів, м'яса, сиру, а також снеків, чипсів).

В даний час існує кілька широко використовуваних у промислових умовах методів сушіння, проте жоден з них не може повною мірою забезпечити економічні та високоякісні харчові продукти. Кожен метод має власні обмеження, як у споживання енергії, і якість готового продукту. Тривалість технологічного процесу, високі капіталовкладення придбання устаткування, чутливість багатьох харчових продуктів до високих температур є обмежуючими умовами, а збереження кольору, текстури, поживної цінності харчових продуктів, є критичними чинниками під час виборів методу зневоднення [2, 6].

На сьогоднішній день багато досліджень спрямовано вивчення сушіння рослинної сировини. Вивчивши процеси, що відбуваються в процесі сушіння в продукті, є можливою оптимізація та вдосконалення технологічного процесу та

сушильного обладнання. Так, найбільш поширеними методами сушіння плодової сировини є: конвективна, сублімаційна, інфрачервона та НВЧ сушіння [8].

Сушіння конвективним способом є одним із найпоширеніших і простих способів сушіння. Даним методом здійснюється сушіння різних продуктів при найпростішому конструктивному оформленні сушильних камер; сушильний агент є одночасно теплопередавачем і вологопоглиначем. Джерелом енергії є нагрітий газ (повітря, продукти згоряння палива, газоповітряна суміш, перегріта пара, інертний газ-азот), що омиває вологий матеріал у різноманітних умовах. Перенесення вологи всередині продукту відбувається за рахунок неізотермічної масопровідності (вологопровідності та термовологопровідності) як у вигляді рідини, так і у вигляді пари. Випаровування спочатку відбувається на відкритій поверхні, а потім із самого початку процесу зона випаровування поглиблюється всередину матеріалу. Конвективний метод сушіння продуктів широко поширений у харчовій промисловості через свою універсальність, простоту конструкції та доступність апаратів для сушіння [7]. Однак висока температура і висока тривалість сушіння сприяють розвитку окислювальних процесів та призводять до втрат вітамінів та біологічно активних речовин у готовому продукті [11].

Сушіння з використанням НВЧ – спосіб сушіння струмами високої (ВЧ) та надвисокої (НВЧ) частоти заснований на тому, що діелектричні властивості води та сухих речовин продуктів різко різняться, тому вологий матеріал нагрівається значно швидше, ніж сухий.

У процесі сушіння із застосуванням ВЧ та НВЧ температура внутрішніх шарів продукту вища, ніж зовнішніх, більш зневоднених. Тепловий потік спрямований до периферії продукту, і вологоперенесення має той самий напрямок, що сприяє прискоренню сушіння. Переваги сушіння ВЧ і НВЧ в порівнянні з конвективним і контактним сушінням – можливість регулювання та підтримки певної температури продукту та більш інтенсивний процес зневоднення, що сприяє поліпшенню якості продуктів, що висушуються. Єдиним обмеженням цього є відносно низький ККД перетворення енергії електричного струму в енергію НВЧ поля в мікрохвильовому устаткуванні [5].

Розглянуті способи сушіння мають все більшого поширення в сушінні та досушуванні рослинної сировини. Так, вченими запропоновано спосіб виробництва харчового продукту з яблук [4], що передбачає обробку яблучних скибочок у яблучному натуральному соці з додаванням підсолоджувача у перерахунку за коефіцієнтом солодощі на цукор у кількість близько 3,6 % за масою при температурі 60 – 75 °С протягом 3 – 6 хвилин і сушіння конвективним методом при температурі теплоносія не більше 90 °С до залишкової вологості 28 – 31 %, а потім у потоці газоподібного теплоносія з імпульсною подачею НВЧ-енергії 4 – 7 % [7]

Відомий спосіб обробки яблучних скибочок у водному розчині, що містить за масою близько 1,5 % натурального підсолоджувача, 0,5 % аскорбінової кислоти і 0,5 % кухонної солі, при температурі 60 – 75 °С протягом 3 – 6 хвилин. Після цього здійснюють сушіння конвективним методом при температурі теплоносія не вище 90 °С до залишкової вологості 28 – 31 %, а потім у потоці газоподібного теплоносія з імпульсною подачею НВЧ-енергії до залишкової вологості 5 – 7 % [7].

Існує й інша обробка яблучних скибочок, що передбачає спочатку сушіння яблучних скибочок конвективним методом до їх проміжної вологості, досушування в полі НВЧ до досягнення вмісту сухих речовин не менше 85 %, тільки потім обробку рідким двоокисом вуглецю з одночасним заморожуванням двоокису одночасним спучуванням яблук [8].

Сушіння сублімаційним способом (сублімаційне вакуумне сушіння, ліофілізація або сублімація) дозволяє отримати високі якісні характеристики готового продукту. Особливість даного методу полягає в тому, що процес видалення основної кількості вологи, що міститься в продукті (порядку 60 – 90 %) відбувається при температурах нижче кріоскопічного рівня, отже, інтенсивність негативно впливають на продукт біохімічних реакцій і мікробіальних процесів мінімальна.

Якість продуктів сублімаційного сушіння залежить від фізико-хімічних, біохімічних, структурно-механічних властивостей вихідної сировини; від умов

зберігання та відновлення сухого продукту. Як показав досвід консервування широкого асортименту фруктів, овочів та ягід методом вакуумного сублімаційного сушіння, остаточний вибір виду та сорту з метою отримання високоякісного сухого продукту може бути вирішено тільки експериментальною перевіркою у кожному конкретному випадку. Виявлено, що окремі добрі за вихідними якісними показниками сорти продуктів рослинного походження непридатні для консервування (втрата форми, нестійкість при зберіганні).

Для отримання високоякісного продукту сублімаційного сушіння необхідно видалити 75 – 90 % вологи при негативній температурі в центральній зоні матеріалу фазовим переходом "лід – пара". Частина, що залишилася, найбільш міцно пов’язаної вологи видаляється при позитивних температурах продукту. У період сублімації температура харчових продуктів у центрі шару знаходиться в межах від мінус 10 до мінус 30 °С. З моменту зникнення останніх кристалів льоду температура продукту зростає дуже швидко. У цей час слід підтримувати максимально допустиму температуру в продукті, що сублімується – це період десорбції, або вторинного зневоднення, який полягає у видаленні останніх парів води і частково води, пов’язаної з продуктом. Мета вторинного зневоднення – досягнення в продукті, що сублімується необхідної залишкової вологості. Висока якість продуктів рослинного походження може бути досягнута при температурі сублімації мінус 10 – 18 °С. Температура на стадії теплового досушування знаходиться в межах 35 – 50 °С, залежно від виду продукту кінцева вологість становить 1,5 – 5 % [3, 5]. Недоліком сублімаційного сушіння є великі витрати на її здійснення, які становлять у 4 – 5 разів більше, ніж на теплову.

Практичне застосування сублімаційного вакуумного сушіння запропоновано [8], згідно з якою, здійснюється попередня обробка яблучних скибочок в натуральному соку обліпихи при температурі 20 – 25 °С, потім проводять сушку вакуумно сублімаційним методом до відносної вологості продукту 10 – 15 % і подальшу вакуумну сублимацію за підтримки температури продукту 40 – 50 °С протягом усього періоду досушування.

Сушіння інфрачервоним способом відбувається при значних теплових

напругах поверхні опромінюваного матеріалу, що перевищують у 30 – 70 разів і більше, напруга при конвективному сушінні, що значно інтенсифікує сушіння тонких матеріалів і прискорює термічну обробку товстих матеріалів. У зв'язку з проникненням короткохвильових інфрачервоних променів в товщу матеріалу і віддачею тепла з поверхні матеріалу в навколишнє середовище в ньому створюється аномальний розподіл температури: на деякій глибині вона вища, ніж на поверхні і значно вища, ніж усередині. Одночасно відбувається випаровування вологи на поверхні тіла, що створює градієнт вологості, за рахунок якого волога починає переміщатися зсередини до відкритої поверхні. Таким чином, використання інфрачервоного випромінювання дозволяє забезпечити прогрів продуктів на деякій глибині і дає можливість більш точного регулювання температури продукту, цим відкриває перспективи для більш широкого розвитку промислового харчового виробництва [4].

Вченими [7] запропоновано спосіб виробництва харчового продукту з яблук із застосуванням інфрачервоної сушіння, що полягає в попередній обробці яблучних скибочок шляхом насичення вуглеводами в сиропі, що містить цукру, при температурі нижче температури його кипіння, обсипання і сушіння до залишкової вологості не більше 6 %.

Також відомий спосіб, що передбачає підготовку насичення яблучних скибочок товщиною менше 1 мм вуглеводами при температурі близько 35 °С в рідкій фазі з вмістом сухих речовин близько 35 % за масою до досягнення вмісту сухих речовин у сировині близько 30 % за масою і сушіння інфрачервоним методом до залишкової вологості [7].

Існують технології виробництва харчового продукту із яблук з високою різницею температурою насичення. Відомі способи, що передбачає насичення смаковими речовинами яблучних скибочок у водному розчині при температурі 45 – 60 °С протягом 6 – 30 хвилин, сушіння інфрачервоним методом в потоці повітря до залишкової вологості 5 – 7 % [7], а також спосіб, що передбачає насичення смаковими речовинами у водному розчині при температурі 25 – 50 °С протягом 15 – 30 хвилин, сушіння інфрачервоним методом до залишкової вологості не

більше 6 % [7].

Розробка нових харчових продуктів передбачає використання нових способів сушіння, або модифікацію вже існуючих. Найбільшого поширення набувають хвильові технології сушіння. Всім відомі НВЧ та інфрачервоне сушіння, проте розробляють технології із застосуванням електромагнітних, ультразвукових та акустичних хвиль [8]. Розроблено прогресивні методи конвективного сушіння, одним з яких є двоступенева конвективна вакуум-імпульсне сушіння, що дозволяє видаляти вологу з урахуванням особливостей будови та складу рослинних продуктів [9].

Таким чином, огляд літератури показав, що збереження природних біологічно активних речовин у сировині рослинного походження є проблемою першорядної важливості. Актуальним є пошук методу термообробки сировини, що відповідає наступним вимогам: зниження втрат поживних речовин, отримання кінцевого продукту, що має високі харчові та смакові властивості. Сучасні технології сушіння тільки зараз почали знаходити своє поширення в отриманні сухих продуктів та, можливо, за ними майбутнє у виробництві корисного продукту харчування.

Висновки за розділом

Аналіз стану та тенденції розвитку сучасних технологій отримання плодової снекової продукції показав, що їх виробництво засноване на обробці напівфабрикату та сушінні. Однак при виробництві снекової продукції з рослинної сировини не завжди вдається отримати кінцевий продукт, що містить фізіологічно цінні харчові речовини з оптимальним співвідношенням ціна/якість. Перспективним напрямом у цій галузі є розробка плодових снеків скибочками, що мають покращені товарознавчі характеристики, обумовлені складом інгредієнтів та органолептичними показниками (в т.ч. дескриптором хрускоту). У зв’язку з цим розширення асортименту та вдосконалення технологій виробництва плодових снеків є актуальним завданням та має теоретичне та прикладне

значення для харчової технології.

Мета кваліфікаційної роботи для здобуття ступеня вищої освіти «Бакалавр» полягає у розробці та проведенні товарознавчої оцінки хрустких снеків з покращеними споживчими характеристиками.

Для досягнення поставленої мети було вирішено низку взаємопов’язаних завдань:

- провести аналітичні дослідження по даній тематиці;
- розробити технологію отримання снеків із покращеними споживчими характеристиками;
- дослідити показники якості плодових снеків з покращеними споживчими характеристиками;
- виконати розрахунок вартості проведених експериментальних досліджень.

Об’єкт дослідження – хрусткі снеки з рослинної сировини, зокрема яблучні чипси з покращеними споживчими характеристиками.

Предмет дослідження – технологічні параметри виробництва яблучних чипсів, їх органолептичні, фізико-хімічні та товарознавчі показники якості, що формують споживчі властивості готового продукту.

2 ОБ’ЄКТИ, МЕТОДИ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Об’єкти дослідження

При написанні роботи об’єктами дослідження були (рисунок 2.1 – 2.3):

- яблука;
- плодові сиропи з грейпфруту та чорноплідної аронії;
- фруктові чипси.

Рисунок 2.1 – Аронія чорноплідна

Рисунок 2.2 – Грейпфрут

Рисунок 2.3 – Яблука сорту фуджи

У ході виконання моніторингу як об’єкти дослідження виступили:

- студенти, професорсько-викладацький склад.

Схема проведення досліджень представлена рисунку 2.4.

2.2 Методи дослідження

У ході виконання експериментальної частини роботи, досліджувані об’єкти з розробки снеків з покращеними споживчими характеристиками були вивчені за вмістом фенольних речовин, антиоксидантної активності, хімічного складу, фізико-хімічних, мікробіологічних та органолептичних показників.

Для визначення загального вмісту фенольних речовин і антиоксидантної активності досліджуваних зразків, наважки подрібненого продукту 1 г (для екстракту концентрацією 0,1 г/см^3) поміщали в колбу з притертою пробкою, додавали 10 мл 50 % етилового спирту, витримували в термостаті при 37 ^{o}C. Далі відокремлювали прозорий шар екстракту центрифугуванням на центрифузі протягом 15 хвилин при швидкості 2700 об/хв. Фізико-хімічні, хімічні показники визначалися відповідно до нормативних документів.

Рисунок 2.4 – Схема проведення досліджень

2.2.1 Методи визначення показників якості

Органолептична оцінка готового продукту проводили згідно з розробленою методикою сенсорної оцінки споживчої цінності хрумких снеків.

Хімічний склад готового продукту визначили за ДСТУ 4913:2008 «Продукти переробки плодів та овочів. Методи визначення золи та лужності загальної та водорозчинної золи» [26].

Для визначення *фізико-хімічних показників* використовували метод визначення:

- розчинних сухих речовин за ДСТУ 8402:2015 (рефрактометричним

методом) [33];

- титрованої кислотності за ДСТУ 4957:2008 (потенціометричним методом) [25];
- вологи згідно з ДСТУ 8004:2015 [24];
- редукуючих речовин за ДСТУ 8448:2015 (перманганатним методом) [35].

Висновки за розділом

Визначено об’єкти дослідження: яблука сорту Фуджи, плодові сиропи з грейпфруту та чорноплідної аронії, а також готові фруктові чипси. Обґрунтовано доцільність використання цієї сировини для створення натуральних хрумких снеків із покращеними споживчими властивостями.

Для оцінки якості продукту передбачено визначення органолептичних, фізико-хімічних, хімічних, мікробіологічних показників, вмісту фенольних речовин та антиоксидантної активності. Основні показники якості визначали згідно з чинними ДСТУ.

Отже, обрана схема досліджень і методи аналізу дають змогу комплексно оцінити вплив сировини та технологічних прийомів на якість, безпечність і споживчу привабливість яблучних чипсів.

3 РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Обґрунтування технологічних режимів отримання снеків з покращеними споживчими характеристиками

Однією з основних стадій, від якої залежить якість виробленого продукту, є вибір технологічних режимів. Оптимальним називається такий технологічний режим приготування, у якому виходить продукт із необхідними властивостями, а ефективність цього процесу найбільша. Тому для правильного вибору технологічних режимів одержання снеків з покращеними споживчими характеристиками проводили дослідження щодо впливу товщини яблучних скибочок, тривалості витримування часточок у сиропі, технології сушіння, технологічних режимів сушіння на органолептичні, фізико-хімічні та структурно-механічні показники готових виробів.

Для отримання снеків з покращеними споживчими характеристиками, яблука піддавалися підготовці, що передбачає інспекцію, сортування, калібрування та мийку, видаляли неїстівні частини: плодоніжку, насіннєву камеру та шкірку. Для вивчення впливу товщини на якість снеків із покращеними споживчими характеристиками, яблука нарізалися на скибочки завтовшки від 1 до 3 мм. Важливо, що від товщини яблучних скибочок, отриманих при нарізанні, залежить час просочення, час обдування, температура та час висушування яблучних скибочок. Встановлено, що готові плодові снеки, що мають товщину менше 1 мм, легко піддаються механічній деформації, а чипси товщиною > 3 мм не мають хрусткої структури і вимагають більше витрат на виробництво. Відповідно, найкраща товщина, що відповідає вищезгаданим запитам, є 2 мм, при якому дескриптор кришталю не зменшується.

У ході проведених досліджень було вивчено, як тривалість насичення яблучних скибочок цукровим сиропом та температура сиропу впливають на вміст редукуючих речовин у готовому продукті (рисунок 3.1). Дослідження проводили

у широкому діапазоні параметрів: тривалість процесу змінювали від 30 до 240 хвилин, а температуру сиропу – від 20 до 50 °С.

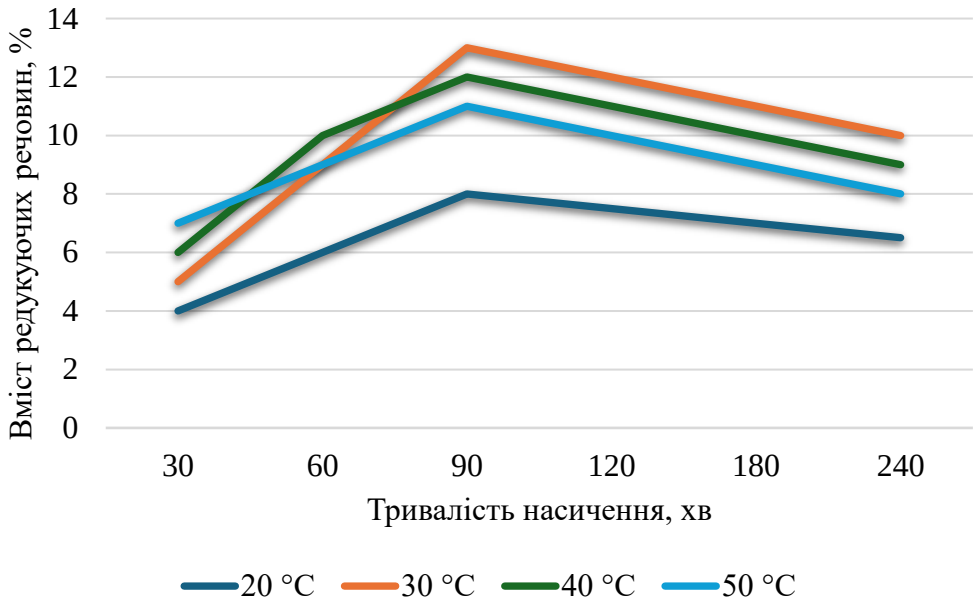

Рисунок 3.1 – Залежність вмісту редукуючих речовин від температури та тривалості процесу

Отримані результати показали, що зі збільшенням тривалості обробки спочатку відбувається активне накопичення редукуючих речовин у яблучних скибочках. Це пояснюється тим, що цукри з сиропу поступово проникають у тканини плодів завдяки дифузії. Чим довше триває процес на початковому етапі, тим інтенсивніше відбувається цей перенос речовин.

Разом з тим встановлено, що такий процес має певну межу. Найвищий вміст редукуючих речовин спостерігається приблизно через 90 хвилин обробки. Подальше збільшення тривалості не лише не покращує результат, а й призводить до його погіршення. Це можна пояснити тим, що клітинна структура яблука поступово порушується, клітини вже насичуються цукрами і різниця концентрацій зменшується, а частина розчинених речовин може навіть переходити назад у сироп.

Важливим фактором також виявилась температура сиропу. При низькій температурі, близько 20 °С, процес насичення відбувається повільно, оскільки

дифузія проходить менш інтенсивно. Підвищення температури до 40 – 50 °С прискорює проникнення цукрів, однак водночас негативно впливає на структуру сировини – тканини розм’якшуються, що може погіршити якість кінцевого продукту. Найбільш збалансовані результати отримано при температурі 30 °С, коли забезпечується достатньо інтенсивний масообмін без руйнування структури яблучних скибочок.

Таким чином, можна зробити висновок, що оптимальні умови процесу насичення яблучних скибочок цукровим сиропом становлять температуру близько 30 °С і тривалість обробки 90 хвилин. Саме за таких параметрів досягається максимальне накопичення редукуючих речовин, а також формуються найкращі органолептичні властивості продукту, зокрема смак, текстура та зовнішній вигляд.

3.2 Вивчення режимів конвективного сушіння для отримання плодових снеків

Сушіння яблучних скибочок протікає нерівномірно у часі. У початковий період сушіння, коли вологість продукту велика, кількість вологи, що випаровується з поверхні постійно, тому що протягом цього періоду часу забезпечується безперервне підведення вологи з внутрішніх шарів.

Важливо, що найбільше впливає на швидкість сушіння тривалість витримування в сиропі, оскільки під впливом даної технологічної операції тканина стає м’якішою, клітини її набухають і витісняють повітря з міжклітинного простору, відбувається розпушування тканини. Більш того, для видалення зайвої вологи, після насичення сиропу, яблучні скибочки проходять процес обдування при температурі 25 °С протягом 30 хвилин. Все це сприяє віддачі вологи при сушінні яблучних скибочок [3].

Від колоїдно-хімічних властивостей залежить співвідношення між вільною та гігроскопічною вологою у сировині. Тому для плодів тривалість періоду постійної швидкості сушіння, коли із сировини видаляється вільна волога,

вимірюється десятками хвилин або навіть менше. У цей період волога у матеріалі переміщується переважно у вигляді рідини. Найбільш важко видаляється волога наприкінці зменшення швидкості процесу, коли висушуваний продукт віддає свою гігроскопічну вологу і вологість його близька в умовах даного середовища до рівноважної [4].

Згідно з літературними даними, рослинну сировину висушують при температурі сушильного агента в діапазоні від 50 °С до 105 °С [12].

У процесі досліджень було вивчено вплив температури сушильного агента на зміну маси яблучних скибочок під час конвективного сушіння. Сушіння проводили при температурах у діапазоні 60 – 90 °С з інтервалом вимірювання маси кожні 15 хвилин.

Встановлено, що вже через 10 – 15 хвилин після початку процесу спостерігається помітне зменшення маси сировини, що пов’язано з інтенсивним видаленням вільної вологи з поверхні продукту. На початковому етапі сушіння процес протікає найбільш активно, оскільки волога легко випаровується з поверхневих шарів.

Протягом перших 90 хвилин сушіння відбувається найбільш інтенсивне зниження маси яблучних скибочок при всіх досліджуваних температурах. У цей період переважає стадія постійної швидкості сушіння, що характеризується активним тепло- та масообміном.

Після 90 хвилин процес поступово сповільнюється, що пояснюється переходом до стадії спадної швидкості сушіння. У цей період волога видаляється вже з внутрішніх шарів продукту, що потребує більше часу та енергії.

Порівняльний аналіз температурних режимів показав (рисунок 3.2), що при температурі 60 °С процес сушіння відбувається повільніше, що призводить до збільшення тривалості обробки. При температурі 90 °С інтенсивність сушіння вища, однак можливе погіршення якості продукту через надмірне теплове навантаження.

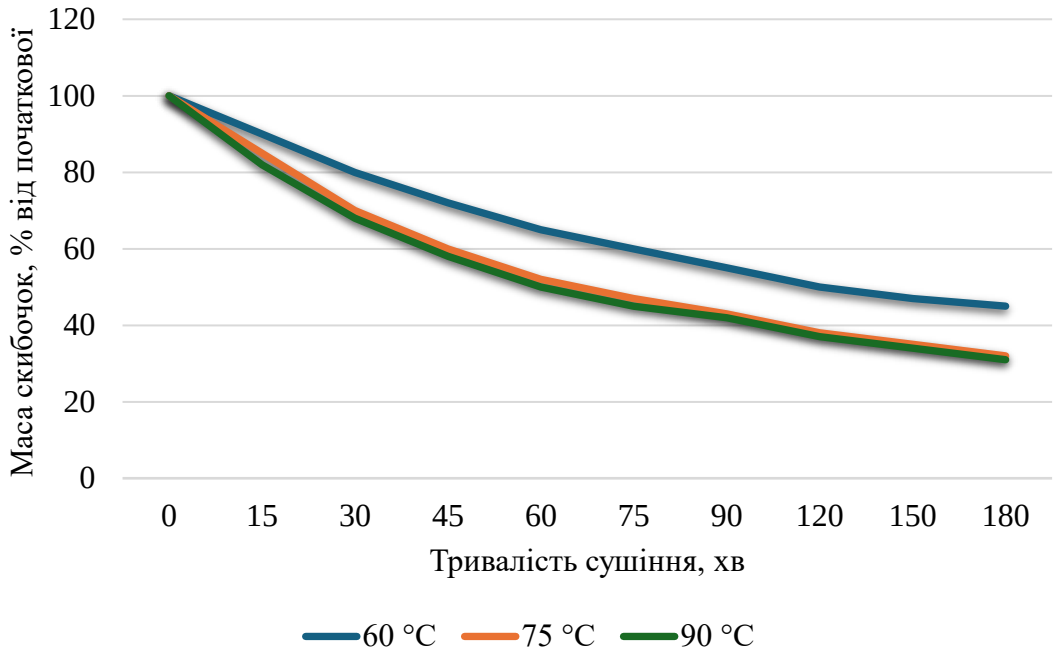

Рисунок 3.2 – Зміна маси яблучних скибочок при різних температурах сушіння

Найбільш раціональним температурним режимом є 75 °С, при якому досягається оптимальне поєднання швидкості сушіння та якості готового продукту. За цих умов повне висушування яблучних скибочок відбувається приблизно за 180 хвилин.

Таким чином, температура сушильного агента 75 °С може бути рекомендована як оптимальна для конвективного сушіння яблучної сировини.

На рисунку 3.3 представлено зміну маси яблучних скибочок, приготовлених при вибраному «м'якому» конвективному режимі сушіння. Однією з важливих характеристик, що визначають якість готового продукту (рисунок 3.3), є відсоток лому. Снеки з покращеними споживчими характеристиками мають тендітну консистенцію, що легко піддається розламуванню, але, незважаючи на це для них характерний низький відсоток лому/втрат (3 – 5 %), що також було встановлено експериментальним шляхом, під час приготування різних дослідних партій плодових снеків.

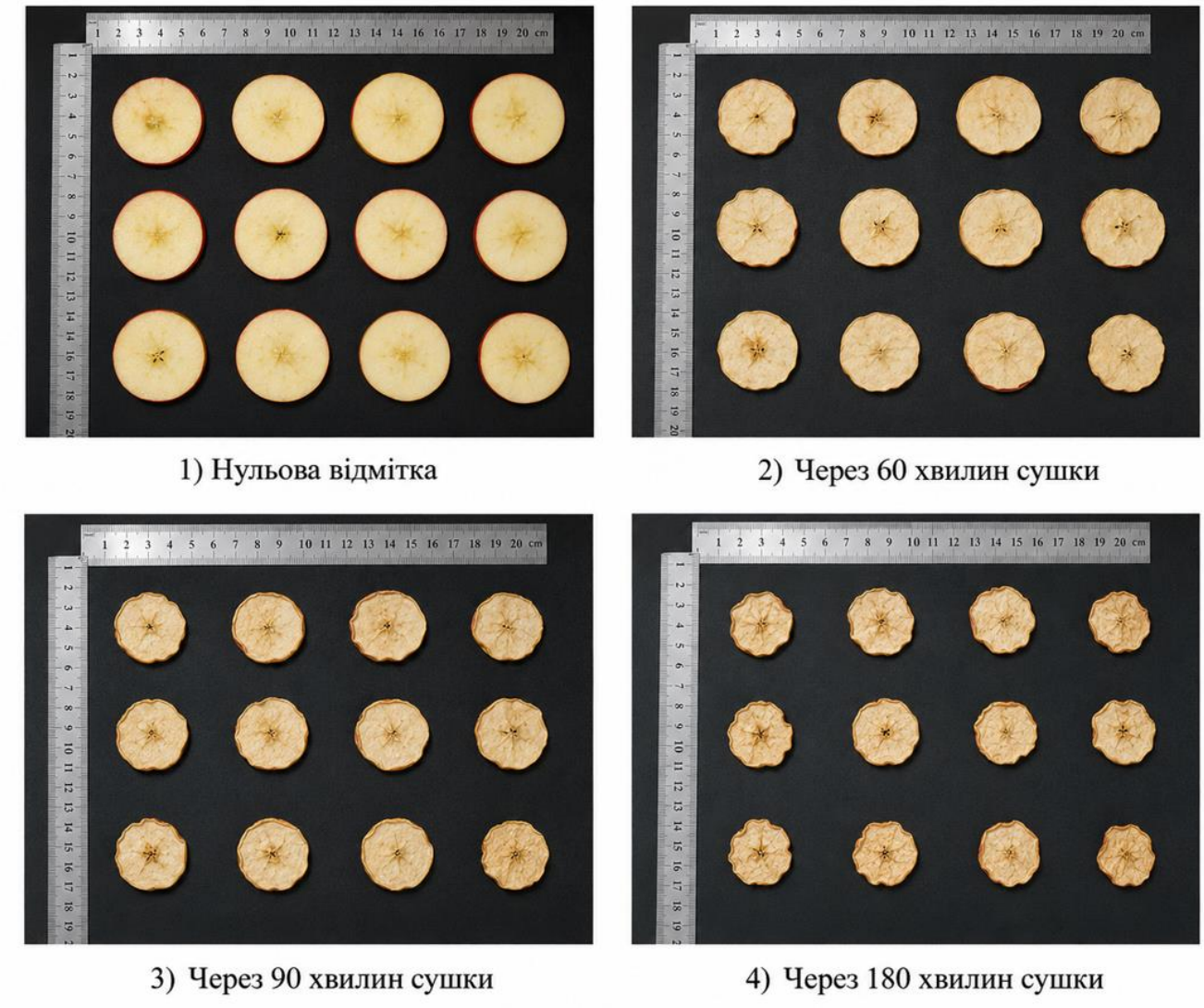

Рисунок 3.3 – Зміна розміру яблучних шматочків під час сушіння

На рисунку представлено зміну зовнішнього вигляду, форми та розмірів яблучних скибочок сорту Фуджі в процесі сушіння залежно від тривалості обробки. Дослідні зразки розміщені на білому фоні, що дозволяє чітко простежити зміни геометричних параметрів та структури поверхні сировини.

У першій групі зразків (нульова відмітка) зображено свіжі яблучні скибочки, які характеризуються правильною округлою формою, гладкою поверхнею та високою соковитістю. Колір м’якоті світло-жовтий, структура рівномірна, без ознак деформації.

Після 60 хвилин сушіння спостерігається початкове зменшення розмірів скибочок, незначна втрата вологи та поява слабкої деформації. Поверхня стає

менш гладкою, а колір дещо темнішає внаслідок часткового зневоднення та початкових окислювальних процесів.

Через 90 хвилин сушіння зміни стають більш вираженими: відбувається суттєве зменшення розмірів скибочок, з’являється помітне зморщування поверхні, структура ущільнюється. Колір набуває більш насиченого жовто-коричневого відтінку, що свідчить про інтенсифікацію процесів видалення вологи та концентрації сухих речовин.

Після 180 хвилин сушіння спостерігається максимальне зневоднення зразків. Скибочки значно зменшуються в розмірах, стають тоншими та більш жорсткими, поверхня має виражено зморщений характер. Колір темнішає до коричневого, що пов’язано з тривалим впливом температури та перебігом неферментативних реакцій потемніння. Водночас при надмірному пересушуванні спостерігається підвищення крихкості готового продукту, що може призводити до ламкості снеків і погіршення їх споживчих властивостей.

Таким чином, наведений рисунок наочно демонструє вплив тривалості сушіння на зміну фізичних характеристик яблучних скибочок, зокрема їх розмірів, форми, структури та кольору, а також дозволяє оцінити ризики надмірного пересушування, що є важливим при обґрунтуванні раціональних режимів сушіння рослинної сировини.

Таким чином, у ході проведених досліджень встановлено технологічні режими процесу виробництва снеків з покращеними споживчими характеристиками:

- товщина яблучних скибочок 2 мм є найбільш прийнятною для насичення поживними речовинами, низького відсотка лому та досягнення органолептичного дескриптора – хрусту;
- рекомендується температура та час просочення яблучних скибочок у сиропі – 30 °С протягом 90 хвилин;
- найкращим температурним режимом висушування яблучних скибочок, приготованих конвективним сушінням є 75 °С;
- при вибраних параметрах товщини яблучних скибочок, температури та

часу сушіння снеки з покращеними споживчими характеристиками мають низький відсоток брухту 3-5 % і зберігають у своєму складі максимальну кількість поживних речовин.

3.3 Розрахунок рецептур снеків з покращеними споживчими характеристиками

Смакові рецептури плодових снеків представлені в таблицях 3.1 – 3.3.

Таблиця 3.1 – Зведена рецептура плодових снеків «Класичні»

Найменування сировини	Масова частка сухих речовин, %	Витрата сировини на 1 т готової продукції, кг	
		в натурі, кг	у СР, %
Яблука свіжі	16,20	4346,38	704,11
Цукор-пісок	99,86	526,24	525,51
Разом	-	4872,60	1090,50
Вихід	95,00	1000,00	950,00

Таблиця 3.2 – Зведена рецептура плодових снеків із грейпфрутом

Найменування сировини	Масова частка сухих речовин, %	Витрата сировини на 1 т готової продукції, кг	
		в натурі, кг	у СР, %
Яблука свіжі	16,20	4347,15	704,11
Грейпфрутовий сік	9,60	815,52	78,29
Цукор-пісок	99,86	526,34	525,61
Разом	-	5686,01	1169,04
Вихід	95,00	1000,00	950,00

Таблиця 3.3 – Зведена рецептура плодових снеків з чорноплідною аронією

Найменування сировини	Масова частка сухих речовин, %	Витрата сировини на 1 т готової продукції, кг	
		в натурі, кг	у СР, %
Яблука свіжі	16,20	4347,23	704,11
Сік аронії чорноплідної	12,00	789,50	97,74
Лимонна кислота	-	1,96	-
Цукор-пісок	99,86	526,35	525,61
Разом	-	5685,95	1185,48
Вихід	95,00	1000,00	950,00

Сировина, що застосовується для виготовлення плодових снеків з покращеними споживчими характеристиками, повинна відповідати вимогам чинної нормативної та технічної документації [8] та супроводжуватися документами, що підтверджують її якість та безпеку. Також допускається застосування вітчизняної або імпортної сировини з аналогічними характеристиками, що виробляється за іншими нормативними або технічними документами, дозволеного до застосування для виробництва харчових продуктів. Хімічний склад снеків, з поліпшеними споживчими характеристиками представлено таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Хімічний склад снеків з покращеними споживчими характеристиками

Найменування показників	Вміст у 100 г		
	Плодові снеки з аронією чорноплідною	Плодові снеки «Класичні»	Плодові снеки з грейпфрутом
Масова частка вологи, не більше %	4,70	4,70	4,70
Масова частка білка, %	4,30	3,60	2,90
Масова частка жиру, %	3,63	3,30	1,27
Масова частка загальних вуглеводів, %	81,87	82,90	85,93
Масова частка поліфенольних сполук, %	0,89	1,08	0,80
Органічні кислоти, %	8,90	7,80	7,60
Масова частка золи, %	5,50	5,50	5,20
Мінеральні речовини, мг/100 г: Натрій	220	208	216
Калій	2078	2023	2026
Магній	90	70	72
Кальцій	158	141	132
Фосфор	ПЗ	90	92
Вітаміни, мг/100 г: Тіамін (B_1)	0,26	0,20	0,10
Рибофлавін (B_2)	0,20	0,20	0,05
Нікотинова кислота (РР)	0,40	0,40	0,50
Енергетична цінність, ккал	377,30	375,70	366,75

Поява такого нового виду хрустких снеків на ринку докорінно може змінити думку споживачів про споживчі властивості снеків, і в повній мірі задовольнити зростаючий інтерес покупців до здорового харчування.

3.4 Дослідження процесу зберігання плодових снеків

Термін придатності харчових продуктів один з найважливіших показників,

який залежить від якості сировини, технології, обладнання, санітарного стану виробництва, умови зберігання та упаковки.

У цій роботі проведено дослідження фізико-хімічних показників якості снеків, з прикладу «Класичні» у процесі зберігання. Експериментальні зразки снеків розфасовували в пакети з фольги та паперу, ламіновані термозварювальними матеріалами, або пакети з комбінованого матеріалу полімер-фольга-полімер з вакуумуванням або з газонаповненням і забезпечують збереження якості продукції при зберіганні і транспортуванні. Закладені на зберігання упаковані снеки оцінювали за терміном придатності, органолептичними показниками та вмістом антиоксидантної активності та вмістом фенольних речовин з періодом 3 місяці. Рекомендований термін зберігання при конвективному способі сушіння становить 12 місяців при відносній вологості повітря 60 % та температурі +22 °С.

Свіжовироблені зразки були вивчені на тривалість зберігання за вмістом масової частки вологи за ДСТУ 8004:2015 «Концентрати харчові, методи визначення вологи» [4] з періодом часу. Встановлено, що при розкритій упаковці протягом часу показник хрусткості зменшується, тому не рекомендується зберігати розкрите пакування більше 38 годин. Критичний вміст вологи становить 8 %, оскільки за більш високої вологості продукту відбувається розвиток мікроорганізмів (рисунок 3.4).

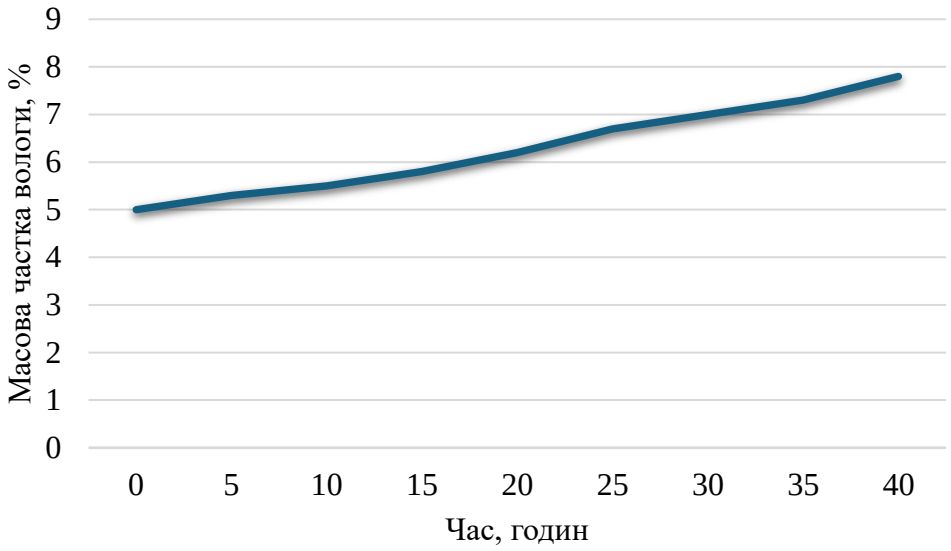

Рисунок 3.4 – Зміна масової частки вологи в готовому продукті без упаковки

3.5 Запропонована схема отримання снеків з покращеними споживчими характеристиками

На рисунку 3.5 представлена структурна схема виробництва плодових снеків з покращеними споживчими характеристиками, а на рисунку 3.6 апаратурно-технологічна схема виробництва плодових снеків, що складається з наступних стадій.

У першому етапі здійснюється підготовка сировини до пуску у виробництво. Для цього яблука калібруються, потрапляючи в апарат для калібрування яблук 1. Переробка дрібних яблук нерентабельна, оскільки збільшується кількість відходів та витрата сировини. Відкалібровані яблука надходять у барабанну мийну машину 2, де з поверхні видаляються забруднення. Промиті плоди перевіряють на стрічкових транспортерах 3, видаляючи погано промиті та з наявністю дефектів. Далі чисті яблука направляються елеватором 4 на обробку для очищення плодоніжки і насіннєвої камери 5. Потім по стрічковому конвеєру 6 яблука за допомогою елеватора 4 надходять у машину для різання яблук на скибочки товщиною 2 мм 7 і направляють у котел з сиропом 8 (цукровий, з грейпфрутом або чорноплідною аронією).

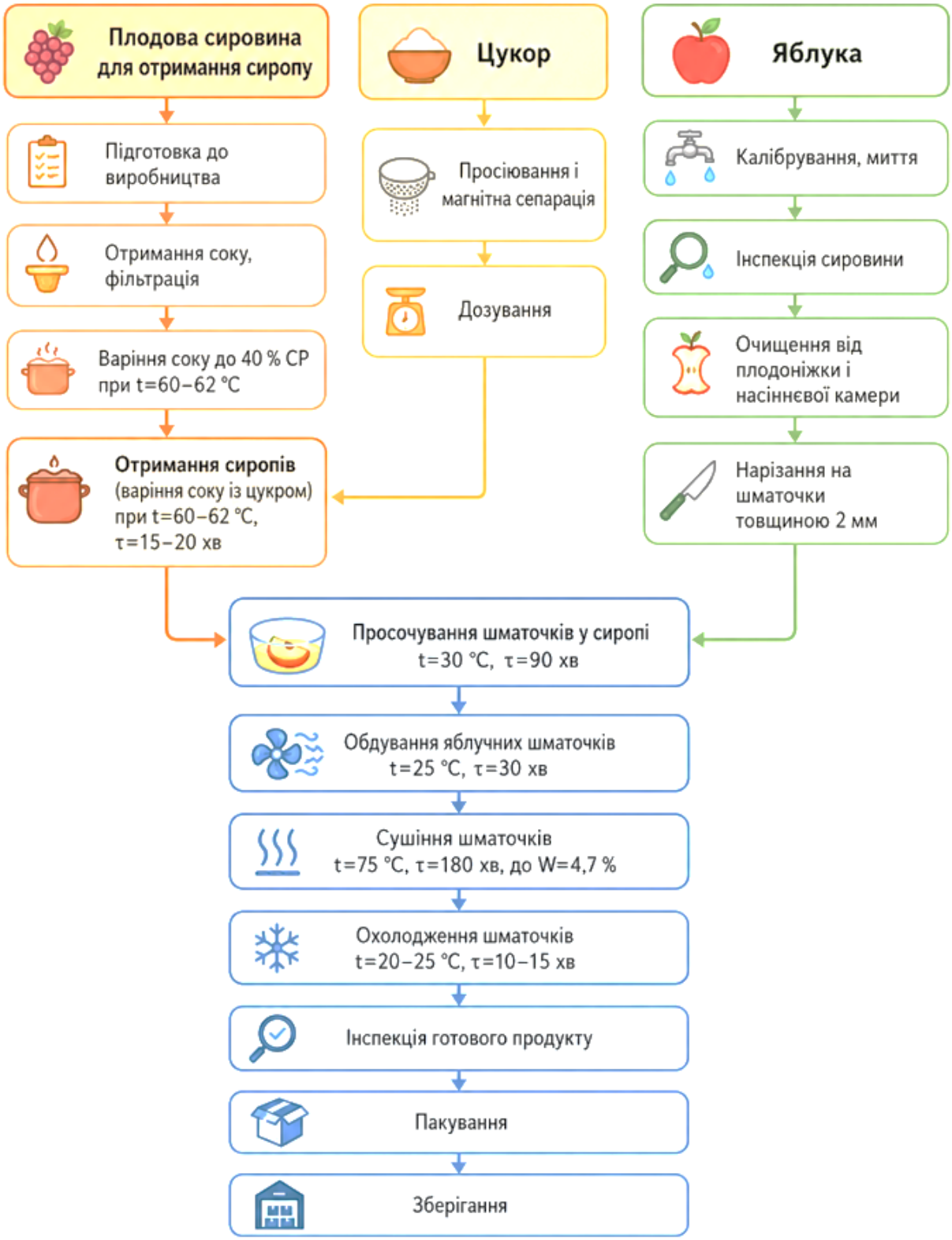

Рисунок 3.5 – Структурна схема виробництва снеків із покращеними споживчими характеристиками

Для приготування плодового сиропу, сировину (грейпфрут або чорноплідна аронія) обробляли паротермічним способом під вакуумом протягом 5 хвилин при

тиску 1 атм. та температурі 90 °С. Потім подрібнювали до розміру 3 – 4 мм. Для отримання більшого виходу соку подрібнену сировину обробляли в розчині лимонної кислоти при pH сировини вище 4,2 при Т = 1:2 протягом 15 – 25 хвилин при температурі 35 – 40 °С. Методом пресування отримували сік, який потім піддавали фільтрації та уварюванню до вмісту сухих речовин 40 %. Співвідношення отриманої плодової основи та цукру як 1:2.

У приготовленому сиропі яблучні скибочки замочуються протягом 90 хвилин за постійної температури 30 °С. Збагачення скибочок у плодових сиропах дозволяє не лише надати їм приємного смаку і аромату, властивого даному найменуванню сиропу, але й збільшити в їх складі біологічно активні речовини. Сироп використовується багаторазово, при необхідності додають додаткову кількість сиропу, приблизно 20 % для наступного циклу виробництва.

Підготовлені скибочки піддають стіканню та обдуванню на решітках 9 протягом 30 хвилин при температурі 25 °С і направляють на сушку 10. Сушіння напівфабрикату здійснюється в сушарці шафового типу. Режим сушіння конвективним методом для яблучних скибочок становить 3 години за температури теплоносія 75 °С. Процес завершують до досягнення продукту масової частки вологи 4,7 %. По завершенні процесу сушіння готовий продукт остуджують до кімнатної температури 20 – 25 °С протягом 10 – 15 хвилин. Потім проводиться повторна інспекція на стрічковому конвеєрі 3 та пакування готового продукту. Продукт упаковують у пакети з фольги та паперу, ламіновані термозварювальними матеріалами або пакети з комбінованого матеріалу полімер-фольга-полімер, з вакуумуванням або з газонаповненням [3].

Технологічна лінія виробництва плодових снеків має такі характеристики:

- товщина яблучних скибочок – 2 мм;
- температура приготування сиропів – 60 – 62 °С до вмісту сухих речовин 40 %;
- температура просочення яблучних скибочок у бункері з сиропом – 30 °С;
- час просочення яблучних скибочок у бункері з сиропом – 90 хвилин;

- час висушування – 180 хвилин;
- температура сушильного агента – 75 °С.

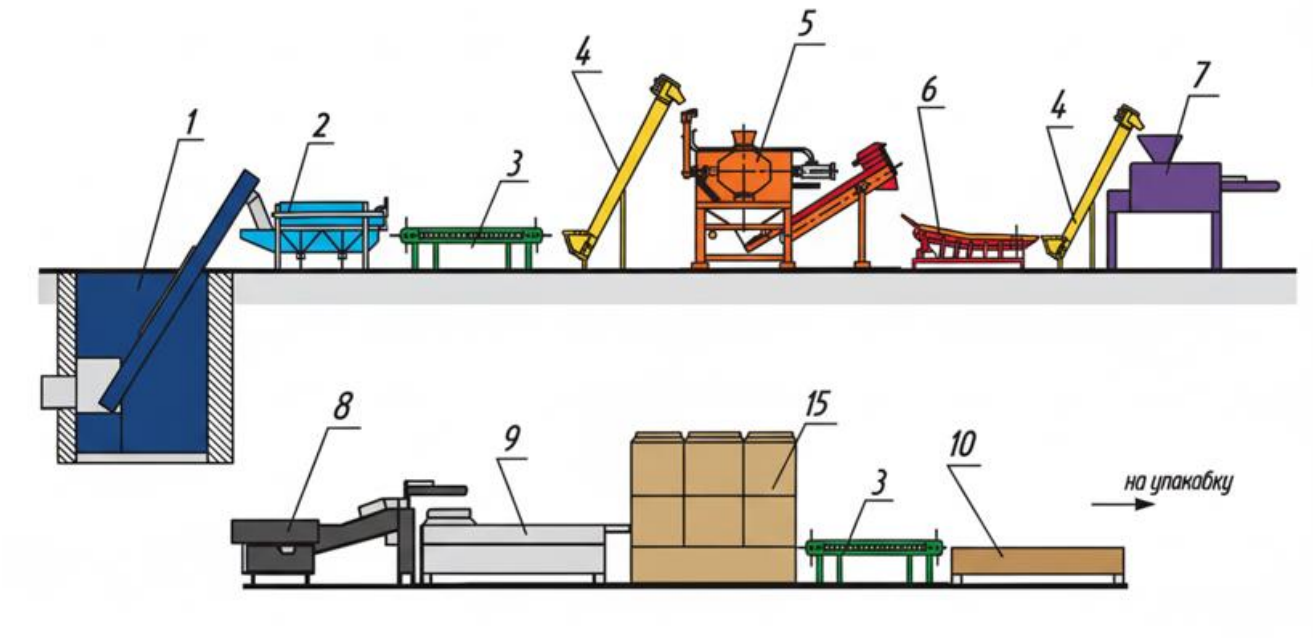

Рисунок 3.6 – Апаратурно-технологічна схема виробництва снеків з покращеними споживчими характеристиками

1 – апарат для калібровки яблук, 2 – машина мийна для яблук, 3 – конвеєр стрічковий інспекційний, 4 – елеватор, 5 – апарат для очищення яблук від шкірки та насіннєвої камер, 6 – конвейєр стрічковий, 7 – машина для різання яблук, 8 – котел з сіткою для просочення яблучних скибочок в сиропі, 9 – машина для обдування, 10 – сушильна шафа, 11 – сортувальний стіл.

3.6 Товарознавча експертиза снеків із покращеними споживчими характеристиками із фруктовими чипсами з торгової мережі

Однією з основних чинників, що враховують споживачі під час виборів продукту є зовнішній вигляд, смак і аромат, тобто органолептичні властивості. У таблиці 3.5 і на рисунку 3.7 наведені зведені дані результатів проведеної дегустації снеків з поліпшеними споживчими характеристиками, приготовлених конвективним способом сушіння. Як видно з наведених даних ключові показники

якості всіх експертів досить схожі і від середнього значення лише на 10 – 15 %.

Таблиця 3.7 – Результати проведення товарознавчої експертизи снеків із покращеними споживчими характеристиками

Експерти	Коефіцієнти значущості ключових показників якості снеків із покращеними споживчими характеристиками			
	Інтенсивність флейвору	Зовнішній вигляд	Хрускіт	Низький вміст вологи
№1	35	30	20	15
№2	29	29	20	14
№3	35	28	18	16
№4	35	30	15	15
№5	35	30	20	15
№6	29	30	20	14
№7	35	24	19	15
Середнє значення	32,0	28,7	18,8	14,8

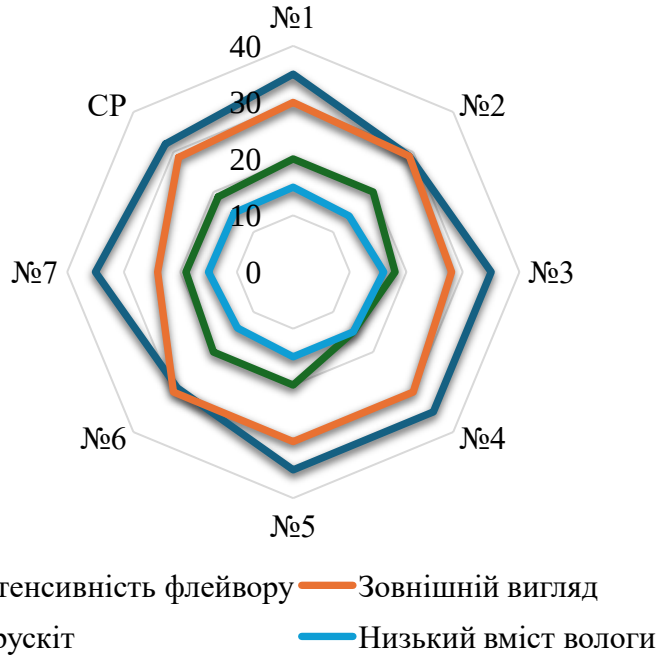

Рисунок 3.7 – Результати дегустації снеків із покращеними споживчими характеристиками

У таблиці 3.8 та рисунку 3.8 наведено результати дегустації фруктових чипсів марки *«FitFruits»,* приготованих технологією ліофілізації сушіння. Розкид в оцінці якісних показників суттєво відрізняється у різних експертів. Отримані результати підтверджують, що запропонована вдосконалена методика органолептичної оцінки споживчих властивостей розробленого нового виду хрустких снеків характеризується показниками, здатними оцінювати саме нові властивості. Існують фруктові чипси марки *«FitFruits»* не можуть бути успішно оцінені за даною методикою.

Таблиця 3.8 – Результати проведення товарознавчої експертизи фруктових чипсів із торгової мережі марки «Frutex»

Експерти	Коефіцієнти значущості ключових показників якості				
	Інтенсивність флейвору	Зовнішній вигляд	Відсутність шкоди здоров'ю	Хрускіт	Низький вміст вологи
№1	25	18	20	10	5
№2	24	12	15	11	7
№3	18	20	13	9	10
№4	13	12	16	12	8
№5	17	20	12	11	7
№6	23	18	I	14	5
№7	21	9	15	9	7
Середнє значення	20,1	12,5	14,6	10,8	7

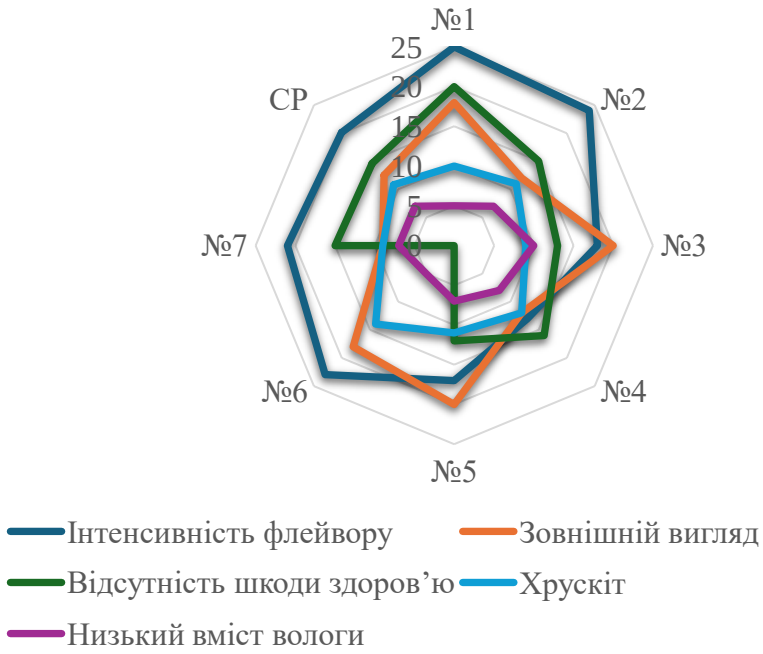

Рисунок 3.8 – Результати дегустації фруктових чипсів із торгової мережі марки *«Frutex »* за розробленою методикою

У таблиці 3.9 та рисунку 3.9 наведено результати порівняння органолептичних оцінок снеків з поліпшеними споживчими характеристиками та контрольного зразка – фруктових чипсів торгової мережі марки *«Frutex»,* оцінених шляхом порівняння сумарних значень органолептичної оцінки.

Таблиця 3.9 – Результати порівняння сумарних експертних оцінок дослідного та контрольного зразків хрумких снеків

Експерти	Сумарна органолептична оцінка дослідного зразка	Сумарна органолептична оцінка контрольного зразка
№1	125	73
№2	117	62
№3	122	60
№4	119	53
№5	123	60
№6	118	66
№7	118	54
Середнє значення	120,2	61,1

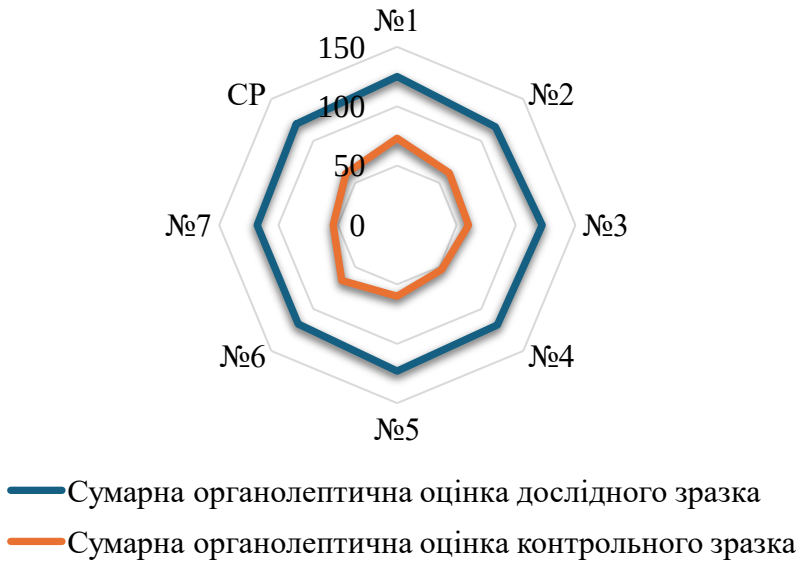

Рисунок 3.9 – Результати порівняння сумарних експертних оцінок дослідного та контрольного зразків хрумких снеків

Як видно з таблиці 3.9 та рисунка 3.9, розроблена методика органолептичної оцінки нового виду хрустких снеків може бути успішно використана при його оцінці. Запропонована методика в оцінці фруктових чипсів марки *«Frutex»* призводить до отримання менш узгоджених результатів.

Таким чином, у ході проведення товарознавчої оцінки снеків з покращеними споживчими характеристиками з фруктовими чипсами з торгової мережі, встановлено, що плодові снеки перевершують за органолептичними показниками, зокрема, за ключовими показниками якості хрумких снеків, фруктові чипси з торговельної мережі марки *«Frutex»*.

Висновки за розділом

Обґрунтовано технологічні режими виробництва хрумких яблучних снеків з покращеними споживчими характеристиками. Встановлено, що оптимальною товщиною яблучних скибочок є 2 мм, оскільки за такої товщини забезпечується достатнє просочення сиропом, формується хрумка структура та знижується ризик механічного пошкодження готового продукту.

Доведено, що раціональним режимом насичення яблучних скибочок сиропом є температура 30 °С і тривалість 90 хвилин. За таких умов досягається найкраще накопичення редукуючих речовин, зберігається структура сировини та покращуються смак, аромат і зовнішній вигляд снеків.

У процесі дослідження конвективного сушіння встановлено, що найбільш доцільною температурою сушильного агента є 75 °С, а тривалість сушіння становить близько 180 хвилин. За цього режиму готовий продукт досягає масової частки вологи 4,7 %, має виражену хрумкість і низький відсоток лому – 3 – 5 %.

Розроблено рецептури трьох видів плодових снеків: «Класичні», з грейпфрутом та з чорноплідною аронією. Визначено, що готові снеки мають невисоку вологість, значний вміст вуглеводів, органічних кислот, мінеральних речовин і достатню енергетичну цінність, що підтверджує їх харчову та споживчу привабливість.

Дослідження зберігання показало, що рекомендований термін придатності яблучних чипсів за умови використання комбінованого пакування, вакуумування або газонаповнення становить 12 місяців за температури +22 °С і відносної вологості повітря 60 %. Водночас після відкриття упаковки продукт доцільно спожити протягом 38 годин, оскільки надмірне зволоження знижує хрумкість і може погіршити якість.

Проведена товарознавча експертиза підтвердила перевагу розроблених снеків над контрольним зразком торгової марки «Frutex». Середня сумарна органолептична оцінка дослідного зразка становила 120,2 бала, тоді як контрольного – 61,1 бала, що свідчить про вищу якість, кращий зовнішній вигляд, інтенсивніший флейвор, хрумкість і привабливіші споживчі властивості розробленого продукту.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ

4.1 Розроблення картки з безпеки праці під час виробництва яблучних чипсів

Картка з безпеки праці під час виробництва яблучних чипсів (рисунок 4.1) розробляється з метою запобігання виробничому травматизму, забезпечення безпечних умов праці та дотримання санітарно-гігієнічних вимог на всіх етапах технологічного процесу.

Основними небезпечними та шкідливими факторами під час виробництва є: робота з різальним обладнанням, можливість опіків під час варіння сиропу та сушіння, підвищена температура поверхонь, вологість підлоги після миття сировини, ураження електричним струмом, а також фізичне навантаження під час переміщення сировини і готової продукції.

Працівник повинен працювати у санітарному одязі, використовувати засоби індивідуального захисту, дотримуватися правил експлуатації обладнання, не торкатися рухомих частин механізмів, контролювати справність електроприладів і підтримувати чистоту робочого місця. Перед початком роботи необхідно перевірити стан обладнання, наявність захисних кожухів, справність інструментів та відсутність сторонніх предметів у робочій зоні.

Під час нарізання яблук слід обережно користуватися ножами або слайсерами, під час варіння сиропу – уникати розбризкування гарячої рідини, а під час сушіння – не відкривати сушильне обладнання без потреби та користуватися захисними рукавицями. Після завершення роботи обладнання вимикають, очищують і проводять санітарну обробку робочого місця.

Рисунок 4.1 – Картка з безпеки праці під час виробництва яблучних чипсів

Отже, картка з безпеки праці є важливим елементом організації виробництва яблучних чипсів, оскільки дозволяє зменшити ризик травмування, забезпечити безпечну роботу персоналу та стабільну якість готової продукції.

4.2 Шляхи утилізації відходів під час виробництва яблучних чипсів

Під час виробництва яблучних чипсів утворюються різні види відходів: шкірка, серцевина, насіннєва камера, плодоніжки, некондиційні або пошкоджені шматочки яблук, залишки сиропу, а також використані пакувальні матеріали. Їх доцільно не видаляти як звичайні відходи, а раціонально використовувати повторно або направляти на подальшу переробку. Такий підхід дозволяє зменшити втрати сировини, знизити собівартість продукції та підвищити екологічність виробництва.

Яблучну шкірку, серцевину та дрібні обрізки можна використовувати як вторинну сировину для виготовлення пюре, соків, компотів, повидла, джемів, харчових добавок або пектиновмісних продуктів. Такі відходи містять харчові волокна, органічні кислоти, пектинові речовини та інші біологічно цінні компоненти, тому їх переробка є доцільною з технологічної та економічної точки зору. Некондиційні шматочки яблук також можуть бути висушені та подрібнені для отримання яблучного порошку або використані як компонент кормових сумішей для тварин.

Частину органічних відходів, які не придатні для харчового використання, доцільно направляти на компостування або біогазові установки. Компостування дає змогу отримати органічне добриво, а біогазова переробка – додаткове джерело енергії. Це сприяє зменшенню кількості відходів, що потрапляють на полігони, та знижує негативний вплив виробництва на довкілля.

Залишки сиропу після фільтрування можуть повторно використовуватися у технологічному процесі для наступних партій продукції або застосовуватися у виробництві напоїв, соусів, начинок і кондитерських виробів. Пакувальні матеріали необхідно сортувати за видами – папір, картон, полімери, комбіновані матеріали – і передавати на вторинну переробку.

Схема утилізації відходів виробництва яблучних чипсів преставлена на рисунку 4.2.

Рисунок 4.2 – Основні шляхи утилізації відходів виробництва яблучних чипсів

Отже, раціональна утилізація та повторне використання відходів під час виробництва яблучних чипсів є важливим напрямом ресурсозбереження. Це дозволяє підвищити ефективність виробництва, зменшити кількість відходів, скоротити витрати на їх вивезення та забезпечити більш екологічний характер технологічного процесу.

Висновки за розділом

Визначено основні вимоги з охорони праці під час виробництва яблучних чипсів. Основними ризиками є робота з різальним обладнанням, гарячим сиропом, сушильними установками, електроприладами, а також можливість травмування через слизьку підлогу та фізичне навантаження.

Розроблена картка з безпеки праці сприяє безпечній організації роботи персоналу, правильному використанню обладнання, засобів індивідуального захисту та підтриманню санітарного стану робочого місця.

Також розглянуто шляхи утилізації відходів виробництва: шкірки, серцевини, некондиційних шматочків яблук, залишків сиропу та пакувальних матеріалів. Запропоновано їх повторне використання для виготовлення пюре, соків, джемів, кормових сумішей, компосту або передачі на вторинну переробку.

Отже, дотримання вимог охорони праці та раціональне використання відходів дозволяють підвищити безпечність, економічність і екологічність виробництва яблучних чипсів.

5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Витрати на проведення досліджень

Складений кошторис витрат є основою для визначення загального обсягу фінансових ресурсів, необхідних для виконання науково-дослідної роботи. Його розроблення дає змогу попередньо оцінити економічну доцільність проведення досліджень, встановити основні статті витрат і визначити потребу в матеріальному та фінансовому забезпеченні.

Під час складання кошторису враховують витрати на придбання основної сировини та допоміжних матеріалів, необхідних для виготовлення дослідних зразків яблучних чипсів. Також беруть до уваги витрати на спожиту електроенергію, оплату праці виконавців, амортизаційні відрахування на використане обладнання, витрати на обслуговування технологічного процесу та накладні витрати.

Такий підхід дозволяє комплексно оцінити витрати, пов’язані з проведенням експериментальних досліджень, і надалі використати отримані дані для розрахунку собівартості розробленого продукту та визначення його економічної ефективності.Вартість основних і допоміжних матеріалів розраховують за формулою:

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

де m_1 – кількість витраченого матеріалу;

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

У таблиці 5.1, 5.2 та 5.3 наведено результати розрахунків вартості основних матеріалів, використаних під час проведення експериментальних досліджень з розрахунку на 1 кг готових виробів кожного зразка.

Таблиця 5.1 – Обсяги необхідних основних матеріалів та їхня вартість для виготовлення дослідних зразків снеків «Класичні»

Найменування, одиниці	Кількість, кг	Ціна, грн/кг	Сума, грн.
Яблука свіжі	4,50	53,90	242,55
Цукор-пісок	0,55	27,90	15,35
Всього			257,90

Таблиця 5.2 – Обсяги необхідних основних матеріалів та їхня вартість для виготовлення дослідних зразків снеків із грейпфрутом

Найменування, одиниці	Кількість, кг	Ціна, грн/кг	Сума, грн.
Яблука свіжі	4,50	53,90	242,55
Грейпфрутовий сік	0,85	98,84	84,02
Цукор-пісок	0,55	27,50	15,13
Всього			341,70

Таблиця 5.3 – Обсяги необхідних основних матеріалів та їхня вартість для виготовлення дослідних зразків снеків з чорноплідною аронією

Найменування, одиниці	Кількість, кг	Ціна, грн/кг	Сума, грн.
Яблука свіжі	4,50	53,90	242,55
Сік аронії чорноплідної	0,80	215,00	172,00
Лимонна кислота	0,002	170,00	0,34
Цукор-пісок	0,55	25,90	14,25
Всього			429,14

Загальні витрати на основну сировину складають 1028,74 грн.

У таблиці 5.4 наведено результати розрахунку витрат на оплату праці учасників дослідження, яку визначали множенням середньої погодинної ставки на загальну кількість відпрацьованих годин.

Таблиця 5.4 – Розрахунок витрат на оплату праці учасників наукового дослідження

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

Нарахування на заробітну плату приймаються у розмірі 24 % від загальної суми оплати праці, що підлягає сплаті єдиного соціального внеску:

$$H = \frac{2000,00 \cdot 24}{100} = 480,00 \text{ грн.}$$

Вартість спожитої електроенергії визначають за такою формулою:

$$E = M \cdot K \cdot T \cdot a, , \quad (5.2)$$

де M – загальна потужність лабораторного устаткування, кВт;

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

T – час роботи дослідного устаткування, год;

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

Витрати електроенергії на роботу сушарки, становлять:

$$E_{сушарка} = 1,2 \cdot 0,9 \cdot 24 \cdot 16,4 = 425,08 \text{ грн.}$$

Витрати електроенергії на роботу ноутбука становлять:

$$E_{ноутбук} = 0,1 \cdot 0,9 \cdot 160 \cdot 16,4 = 236,16 \text{ грн.}$$

Загальні розрахункові витрати на електроенергію:

$$E_{заг} = E_{сушарка} + E_{ноутбук} = 425,08 + 236,16 = 661,24 \text{ грн.}$$

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

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

де A – відрахування на амортизацію обладнання, грн;

$Ф$ – вартість обладнання, грн;

H – річна норма амортизації, %;

t – тривалість проведення дослідження на устаткуванні, днів;

365 – тривалість року.

У таблиці 5.5 подано результати розрахунку амортизаційних відрахувань на обладнання, використане під час проведення дослідження.

Таблиця 5.5 – Розрахунок амортизаційних відрахувань на обладнання, використане під час проведення дослідження

Устаткування	Вартість, грн.	Річна норма амортизації, %	Тривалість роботи, днів	Витрати на амортизацію, грн.
Сушарка	10200,00	10	3	8,38
Ноутбук	38000,00	24	20	499,72
Всього				508,10

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

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

Розрахункову вартість проведення лабораторного дослідження наведено в таблиці 5.6.

Таблиця 5.6 – Розрахунок загальної вартості дослідження

Витрати	Сума, грн.
Основні матеріали (ОМ)	1028,74
Заробітна плата (ЗП)	2000,00
Нарахування на заробітну плату (НЗП)	480,00
Електроенергія (Е)	661,24
Амортизація (А)	508,10
Накладні витрати (НВ)	1600,00
Всього	6277,08

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

5.2 Визначення вартості дослідження

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

$$Ц = C + \frac{P \cdot C}{100}, \tag{5.4}$$

де $Ц$ – вартість дослідження, грн;

C – витрати на дослідження, грн;

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

$$Ц = 6277,08 + \frac{30 \cdot 6277,08}{100} = 8160,20 \text{ грн.}$$

Загальна сума витрат, пов’язаних із проведенням досліджень, становить 8160,20 грн.

Отже, середня вартість 1 кг яблучних чипсів за сировиною становить 342,91 грн.

Висновки за розділом

Встановлено, що загальні витрати на основні матеріали для трьох дослідних зразків становлять 1028,74 грн. Найнижчу сировинну вартість має класичний зразок – 257,90 грн/кг, а найвищу – зразок із чорноплідною аронією – 429,14 грн/кг, що пояснюється вищою вартістю соку аронії.

Загальна вартість проведення лабораторного дослідження становить 6277,08 грн, а з урахуванням нормативної рентабельності – 8160,20 грн. Найбільшу частку у структурі витрат займають заробітна плата та накладні витрати.

Отже, виробництво яблучних чипсів є економічно обґрунтованим з погляду використання доступної рослинної сировини. Найбільш дешевим варіантом є класичні яблучні чипси, тоді як зразки з грейпфрутом і чорноплідною аронією мають вищу вартість, але забезпечують покращені смакові та біологічні властивості готової продукції.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Обґрунтовано актуальність розроблення хрумких снеків із рослинної сировини, зокрема яблучних чипсів, як продукту з покращеними споживчими характеристиками. Встановлено, що перспективним напрямом є виробництво плодових снеків із натуральної сировини з підвищеною харчовою цінністю, привабливими органолептичними властивостями та хрумкою структурою.

Визначено об’єкт і предмет дослідження, обґрунтовано вибір основної та допоміжної сировини: яблук сорту Фуджи, грейпфрутового сиропу та сиропу з чорноплідної аронії. Для оцінки якості готових снеків передбачено дослідження органолептичних, фізико-хімічних, хімічних, мікробіологічних показників, а також вмісту фенольних речовин і антиоксидантної активності.

Експериментально встановлено раціональні технологічні параметри виробництва яблучних чипсів. Оптимальною товщиною яблучних скибочок визначено 2 мм, оскільки за такої товщини забезпечується належне просочення сиропом, формується хрумка структура та зменшується ризик ламкості готового продукту.

Обґрунтовано режим насичення яблучних скибочок сиропом: температура 30 °С і тривалість 90 хвилин. За таких умов досягається достатнє накопичення редукуючих речовин, зберігається структура сировини, покращуються смак, аромат і зовнішній вигляд готових снеків.

Установлено, що найбільш доцільним режимом конвективного сушіння є температура сушильного агента 75 °С і тривалість процесу близько 180 хвилин. За цих параметрів готовий продукт має масову частку вологи 4,7 %, виражену хрумкість і низький відсоток лому – 3 – 5 %.

Розроблено рецептури трьох видів плодових снеків: «Класичні», з грейпфрутом та з чорноплідною аронією. Встановлено, що готові вироби характеризуються низькою вологістю, достатнім вмістом вуглеводів, органічних кислот, мінеральних речовин і мають привабливі споживчі властивості.

Дослідження умов зберігання показало, що за використання комбінованого

пакування, вакуумування або газонаповнення рекомендований термін придатності яблучних чипсів становить 12 місяців за температури +22 °С і відносної вологості повітря 60 %. Після відкриття упаковки продукт доцільно спожити протягом 38 годин, оскільки зволоження знижує його хрумкість.

Проведена товарознавча експертиза підтвердила перевагу розроблених снеків над контрольним зразком торгової марки «Frutex». Середня сумарна органолептична оцінка дослідного зразка становила 120,2 бала, тоді як контрольного – 61,1 бала, що свідчить про вищу якість, кращий зовнішній вигляд, інтенсивніший флейвор і вираженішу хрумкість розробленого продукту.

У роботі визначено основні вимоги з охорони праці під час виробництва яблучних чипсів і розроблено картку безпеки праці. Також запропоновано шляхи раціональної утилізації відходів: використання шкірки, серцевини, некондиційних шматочків яблук і залишків сиропу для виробництва пюре, соків, джемів, кормових сумішей, компосту або передачі пакувальних матеріалів на вторинну переробку.

Проведено економічне обґрунтування дослідження. Встановлено, що загальні витрати на основні матеріали для трьох дослідних зразків становлять 1028,74 грн. Найнижчу сировинну вартість має класичний зразок – 257,90 грн/кг, а найвищу – зразок із чорноплідною аронією – 429,14 грн/кг. Загальна вартість проведення лабораторного дослідження становить 6277,08 грн, а з урахуванням нормативної рентабельності – 8160,20 грн.

Отже, у роботі розроблено та обґрунтовано технологію виробництва яблучних чипсів з покращеними споживчими характеристиками. Запропонований продукт є натуральним, має привабливі органолептичні властивості, хрумку структуру, низьку вологість, достатню харчову цінність і може бути рекомендований для розширення асортименту плодових снеків оздоровчого спрямування.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. ДСТУ 8133:2015. Яблука свіжі середніх та пізніх термінів достигання. Технічні умови. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2017. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=81228.

2. ДСТУ 8323:2015. Яблука свіжі ранніх термінів достигання. Технічні умови. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2017. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=81509.

3. ДСТУ 8494:2015. Фрукти насіннячкові сушені. Технічні умови. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2017. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=73205.

4. ДСТУ 8661:2016. Фрукти сушені. Правила приймання та методи випробування. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2017. URL: https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/dstu_8661_2016.pdf.

5. UNECE Standard DDP-16. Dried Apples. Geneva: United Nations Economic Commission for Europe, 2023. URL: https://unece.org/sites/default/files/2023-08/16_DriedApples_e.pdf.

6. Токар А. Ю. та ін. Технології консервування плодів та овочів: підручник / за заг. ред. А. Ю. Токар. Умань: Візаві, 2015. 568 с.

7. Технології зберігання, консервування та переробки плодів та овочів: підручник. Мелітополь, 2017. 290 с.

8. Гніцевич В. А., Никифоров Р. П., Слащева А. В. Харчові технології. Технологія продуктів рослинного походження: навч. посіб. Кривий Ріг: ДонНУЕТ, 2021. 267 с. URL: https://elibrary.donnuet.edu.ua/2572/1/2021_NP_Gnitsevych_Kharchovi%20Technologii.pdf.

9. Погожих М. І., Пак А. О. Енергоефективні способи переробки харчової сировини: сушіння плодово-ягідної сировини: навч. посіб. Харків: ХДУХТ, 2015. 159 с.

10. Сучасні технології переробки і зберігання плодів та ягід: навч. посіб. Миколаїв: МНАУ, 2022. URL: https://lib.mnau.edu.ua/info5/2022/pereob_yag_2022-web.pdf.

11. Guiné R. P. F. Food Drying and Dehydration: Technology and Effect on Food Properties. Saarbrücken: LAP Lambert Academic Publishing, 2015. URL: https://repositorio.ipv.pt/entities/publication/83507218-95c3-41c0-bbd7-9e738ded3ac0.

12. Zhang M., Bhandari B., Fang Z. Handbook of Drying of Vegetables and Vegetable Products. Boca Raton: CRC Press, 2017. 538 p. URL: https://www.routledge.com/Handbook-of-Drying-of-Vegetables-and-Vegetable-Products/Zhang-Bhandari-Fang/p/book/9781498753869.

13. Mujumdar A. S., Xiao H.-W. Advanced Drying Technologies for Foods. Boca Raton: CRC Press, 2019. 246 p. URL: https://www.taylorfrancis.com/books/edit/10.1201/9780367262037/advanced-drying-technologies-foods-arun-mujumdar-hong-wei-xiao.

14. Riaz S. Food Dehydration: Recent Advances and Approaches. London: IntechOpen, 2022. URL: https://www.intechopen.com/chapters/84932.

15. Guiné R. P. F. The Drying of Foods and Its Effect on the Physical-Chemical, Sensorial and Nutritional Properties. International Journal of Food Engineering. 2018. URL: https://agris.fao.org/search/en/providers/125173/records/67497cf87625988a37226c71.

16. Zambrano M. V., Dutta B., Mercer D. G. et al. Assessment of Moisture Content Measurement Methods of Dried Food Products in Small-Scale Operations in Developing Countries: A Review. Trends in Food Science & Technology. 2019. Vol. 88. P. 484–496. URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924224418304898.

17. Shapar R. O., Husarova O. V. Аналіз інноваційних технологій для виробництва фруктових чипсів. Промислова теплотехніка. 2017. Т. 39, № 3. С. 53–59. URL: https://nasplib.isofts.kiev.ua/bitstreams/135750e1-52c4-4988-bece-5c3fa046fff9/download.

18. Снєжкін Ю. Ф., Шапар Р. О. та ін. Тепломасообмінні технології переробки пектиновмісної сировини : монографія. Київ: Інститут технічної теплофізики НАН України, 2019. URL: https://ittf.kiev.ua/wp-content/uploads/2019/07/monog_snezhkin_shapar_1.pdf.

19. Снєжкін Ю. Ф., Шапар Р. О., Гусарова О. В. Інтенсивні способи сушіння яблучних слайсів. Промислова теплотехніка. 2024. URL: https://ihe.nas.gov.ua/index.php/journal/article/download/600/522/.

20. Гусарова О. В. Калькулювання собівартості чипсів із яблук. Таврійський науковий вісник. Серія: Економіка. 2024. URL: https://tnv-econom.ksauniv.ks.ua/index.php/journal/article/download/471/440.

21. Панасюк С. Г. Інноваційна технологія перероблення овочів і фруктів у чипси. Товарознавчий вісник. 2021. URL: https://eforum.lntu.edu.ua/index.php/jurnal32/article/view/495.

22. Особливості технології виробництва крафтових овочевих і фруктових чипсів зі збереженням біологічної цінності. Наукові перспективи. 2025. URL: https://perspectives.pp.ua/index.php/np/article/download/29543/29493/40982.

23. Kowalska H., Marzec A., Kowalska J., Samborska K., Tywonek M., Lenart A. Development of Apple Chips Technology. Heat and Mass Transfer. 2018. Vol. 54. P. 3573–3586. DOI: https://doi.org/10.1007/s00231-018-2346-y.

24. Zhu J., Liu Y., Zhu C., Wei M. Effects of Different Drying Methods on the Physical Properties and Sensory Characteristics of Apple Chip Snacks. LWT. 2022. Vol. 154. Article 112829. DOI: https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112829.

25. Feng L., Xu Y., Xiao Y. et al. Effects of Pre-Drying Treatments Combined with Explosion Puffing Drying on the Physicochemical Properties, Antioxidant Activities and Flavor Characteristics of Apples. Food Chemistry. 2021. Vol. 338. Article 128015. DOI: https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128015.

26. Fernandes L., Fernandes J. R., Nunes F. M., Tavares P. B. Effect of Drying Temperature and Storage Time on the Crispiness of Homemade Apple Snacks. Journal of the Science of Food and Agriculture. 2024. Vol. 104, No. 2. P. 1207–1212. DOI: https://doi.org/10.1002/jsfa.12980.

27. Bulantekin Ö. Evaluation of Microwave Vacuum Drying Combined with Explosion Puffing Drying and Compared with Microwave Vacuum Drying and Hot-Air Drying by the Quality of the Dried Apple Slices. Cogent Food & Agriculture. 2024. URL: https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/23311932.2024.2404699.

28. Uğurlu S. Investigating the Effects of a Novel Combined Infrared-Vacuum Drying Method on Drying Kinetics and Quality Characteristics of Apple Chips. Journal of Food Process Engineering. 2023. URL: https://www.ijcce.ac.ir/article_705932_d5f1bc35772c1bf53e4bdf41d8b3967c.pdf.

29. Uğurlu S. The Impact of Pre-Drying and Different Infrared Powers on the Quality of Vacuum-Fried Apple Chips. Grasas y Aceites. 2024. URL: https://grasasyaceites.revistas.csic.es/index.php/grasasyaceites/article/download/2052/3191?inline=1.

30. Chen A. et al. Experimental Study on Moisture Kinetics and Microstructure Evolution during Microwave Drying of Apple Slices. Journal of Food Engineering. 2021. URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0260877420304489.

31. Wang Y. et al. Influence of Pretreatments on Microwave Vacuum Drying Kinetics, Physicochemical Properties and Sensory Quality of Apple Slices. Polish Journal of Food and Nutrition Sciences. 2019. URL: https://journal.pan.olsztyn.pl/Influence-of-Pretreatments-on-Microwave-Vacuum-Drying-Kinetics-Physicochemical-Properties%2C110734%2C0%2C2.html.

32. Akharume F., Aluko R. E., Adedeji A. A. Microbial Shelf Stability Assessment of Osmotically Dehydrated Apple Slices. LWT. 2018. URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0023643817308915.

33. Quinde-Montero H. J. et al. Osmotic Dehydration Pretreatment with Panela for the Production of Apple Snacks. Current Research in Nutrition and Food Science. 2025. URL: https://www.foodandnutritionjournal.org/volume13number2/osmotic-dehydration-pretreatment-with-panela-for-the-production-of-apple-snacks/.

34. Mustaniroh S. A. et al. Innovative Approaches to Apple Chips Production. Journal of Food Products Marketing. 2026. URL:

https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/15428052.2026.2613968.