

**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 харчових  
концентратів із цукрового буряку**

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

\_\_\_\_\_ Катерина КЛИМЕНКО

**Керівник:** \_\_\_\_\_ Вікторія КАЛИНА

**Рецензент:** \_\_\_\_\_

Дніпро 2023

**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**

В.о. завідувача кафедри

харчових технологій,

кандидат технічних наук, доцент

Віталій КОШУЛЬКО

(підпис)

«30» травня 2023 р.

**ЗАВДАННЯ  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧІ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Клименко Катерині Дмитрівні

1. Тема роботи: «Обґрунтування технології виробництва харчових концентратів із цукрового буряка».

Керівник роботи: Калина Вікторія Сергіївна, кандидатка технічних наук, доцентка, затверджені наказом закладу вищої освіти від «30» травня 2023 року № 1034.

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

3. Вихідні дані до роботи: 1. Технологія виробництва харчових концентратів із цукрового буряка. 2. Наукова, нормативна, технологічна, технічна та патентна документація.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1 Аналітичний огляд літератури. 2 Експериментальна частина. 3 Отримання харчоконцентратів із цукрового буряка. 4 Охорона праці та довкілля. 5 Організаційно-економічна частина. Загальні висновки. Бібліографія.

## 5. Перелік демонстраційного матеріалу

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

## 6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 30 травня 2023 року.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	30.05-31.05.23	виконано
2	Аналітичний огляд літератури	01.06-03.06.23	виконано
3	Експериментальна частина	04.06-05.06.23	виконано
4	Отримання харчоконцентратів із цукрового буряка	06.06-09.06.23	виконано
5	Охорона праці та довкілля	10.06-11.06.23	виконано
6	Організаційно-економічна частина	12.06-13.06.23	виконано
7	Формулювання висновків по роботі та списку використаних джерел	14.06-15.06.23	виконано
8	Підготовка демонстраційного матеріалу	16.06-18.06.23	виконано

**Здобувачка вищої освіти** \_\_\_\_\_ Катерина КЛИМЕНКО  
(підпис)

**Керівник роботи** \_\_\_\_\_ Вікторія КАЛИНА  
(підпис)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка дипломної роботи містить 103 сторінок друкованого тексту, 8 рисунків та ілюстрацій, 27 таблиць та використано 85 літературних джерела посилань.

Мета досліджень – розробка і наукове обґрунтування отримання концентрованої пасти з цукрових буряків і її застосування в кондитерських виробках, що володіють підвищеною харчовою цінністю, зниженою собівартістю і вмістом цукру.

Об'єкт дослідження – технологічний процес виробництва помадних цукерок на основі концентрованої пасти цукрового буряка.

Предмет дослідження – встановлення закономірностей процесу виробництва помадних цукерок на основі концентрованої пасти цукрового буряка з технологічними показниками якості концентрованої пасти з цукрового буряка.

Нагальною проблемою сучасного ринку харчових продуктів став ріст попиту населення на продукти функціонального призначення. Це пов'язано з тим, що споживачі харчових продуктів все частіше віддають перевагу продуктам з додаванням вітамінів і мінеральних речовин, а також збагачених харчовими волокнами.

Кондитерські вироби відрізняються високою поживністю і засвоюваністю, вони завжди користуються великим попитом у населення. Асортимент товарів вкрай широкий і, отже, в змозі задовольнити майже будь-які потреби споживача. Однак ці товари повинні бути не лише здатні задовольняти основні потреби людини у поживних речовинах та енергії, але й мати профілактичні та лікувальні властивості. Так, як переважна більшість захворювань на цукровий діабет виникає через підвищене споживання цукру, а також нестачі вітамінів, мінеральних речовин, харчових волокон і зв'язано із загальним порушенням харчового статусу населення.

Ключові слова: ЦУКОР, ЦУКРОВИЙ БУРЯК, КОНЦЕНТРОВАНА ПАСТА, КОНДИТЕРСЬКІ ВИРОБИ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ЕФЕКТИВНІСТЬ.

## ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	10
1.1 Концепція здорового харчування. Стан і перспективи створення виробів функціонального призначення	10
1.2 Цукрові буряки, склад і способи переробки	15
1.2.1 Характеристика цукрового буряка	15
1.2.2 Особливості пектинових речовин цукрових буряків	16
1.2.3 Способи отримання напівфабрикатів на основі цукрового буряка	17
1.3 Існуючі способи отримання карамельних начинок, помадних цукерок і мармеладно-пастильних виробів	22
Висновки за розділом	28
2 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	30
2.1 Об'єкти досліджень	30
2.2 Методи дослідження	30
2.3 Методики отримання харчових концентратів з цукрових буряків	33
2.4 Методики обробки експериментальних даних	34
Висновки за розділом	35
3 ОТРИМАННЯ ХАРЧОКОНЦЕНТРАТІВ ІЗ ЦУКРОВОГО БУРЯКА	36
3.1 Отримання концентрованої пасти з цукрових буряків	36
3.2 Дослідження органолептичних та фізико-хімічних властивостей концентрованої пасти	37
3.3 Вивчення впливу технологічних параметрів на структурно-механічних властивостей концентрованої пасти	38
3.4 Харчова цінність концентрованої пасти з цукрових буряків	43
3.5 Пропонована структурна схема отримання концентрованої пасти з цукрових буряків	45
3.6 Пропозиції щодо розробки технології помадних цукерок із застосуванням концентрованої пасти з цукрових буряків	47

Висновки за розділом	48
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ	50
4.1 Розробка карти безпеки праці	50
4.2 Утилізація відходів консервного виробництва	51
Висновки до розділу	76
5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	52
5.1 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження	52
5.2 Розрахунок вартості дослідження	55
Висновки до розділу	56
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	57
БІБЛІОГРАФІЯ	58

## ВСТУП

Серед різноманітних впливаючих на організм людини факторів навколишнього середовища, одним з найсуттєвіших є харчування. Рациональне харчування сприяє нормальному зростанню та розвитку організму, забезпечує підтримку високої продуктивності, стійкість до негативних впливів зовнішнього середовища, збільшує тривалість життя і, що особливо важливо, тривалість активного життєвого періоду.

Нагальною проблемою сучасного ринку харчових продуктів став ріст попиту населення на продукти функціонального призначення. Це пов'язано з тим, що споживачі харчових продуктів все частіше віддають перевагу продуктам з додаванням вітамінів і мінеральних речовин, а також збагачених харчовими волокнами.

Кондитерські вироби виділяються своєю високою харчовою цінністю і засвоюваністю, завжди користуються великим попитом серед населення. Розмаїття цих виробів дозволяє задовольнити майже будь-які смакові уподобання споживачів. Проте, важливо, щоб такі продукти не лише задовольняли основні харчові потреби людини щодо поживних речовин і енергії, але й мали профілактичну та лікувальну функцію. Особливо важливо це стосується уникнення захворювань, пов'язаних з високим споживанням цукру, а також дефіциту вітамінів, мінералів, харчових волокон і загального порушення харчового статусу в населенні, що веде до поширення цукрового діабету.

Одне з найголовніших завдань, що стоїть перед харчовою промисловістю, полягає у розробці нових видів продуктів з метою поліпшення структури асортименту, ефективного використання обмежених ресурсів сировини, зниження рівня цукру, а також створення продукції з лікувально-профілактичною спрямованістю, дитячого асортименту і продуктів з найпродовженішим терміном зберігання. Для вирішення цих завдань широко використовуються місцеві та нетрадиційні види сировини [17].

Впровадження нетрадиційно сировини в масове виробництво кондитерських виробів нових видів, збагачених білками, мікроелементами, мінеральними солями, харчовими волокнами, дозволяє не тільки підвищити харчову цінність готової продукції, а й знизити витрату цукру. Застосування такої сировини і напівфабрикатів дасть можливість розробити ряд технологій. Тому дослідження з використання різної сировини місцевих і нетрадиційних видів, а також харчових функціональних добавок – одна з головних задач кондитерської галузі [46].

Одним з таких перспективних напрямків є раціональна переробка цукрового буряка.

В основному цукрові буряки застосовується як сировина для отримання цукру-піску і цукру-рафінаду. При цьому утворюється значна кількість вторинних продуктів, таких як меляса, жом, осад, більша частина яких в подальшому не використовується у виробництві, разом з ними втрачаються цінні органічні і мінеральні речовини [31]. З огляду на те, що останнім часом виробляється 6 млн.т./рік цукру-піску, з яких в кондитерській промисловості використовувалося 923 тис т можна зробити висновок про те, що приблизно 800 тис т сировини, багаті мінеральними, пектиновими і іншими речовинами не було використано з максимальною ефективністю [63].

Таким чином, розробка технологій отримання харчоконцентратів з цукрових буряків (концентрованої пасти) і виробів на їх основі, що володіють підвищеною харчовою цінністю, низьким рівнем цукру і собівартістю є актуальним завданням і має народногосподарське значення.

Мета досліджень – розробка і наукове обґрунтування отримання концентрованої пасти з цукрових буряків і її застосування в кондитерських виробках, що володіють підвищеною харчовою цінністю, зниженою собівартістю і цукровмістом.

В рамках поставленої мети вирішувалися наступні завдання:



- обґрунтування технології отримання концентрованої бурякової пасти, визначення органолептичних, фізико-хімічних, структурно-механічних властивостей, харчової та енергетичної цінності;

- впровадження отриманих результатів технології отримання концентрованої пасти з цукрових буряків у кондитерських виробках на її основі;

- розрахунок кошторису витрат на проведення досліджень.

Об'єкт дослідження – технологічний процес виробництва помадних цукерок на основі концентрованої пасти цукрового буряка.

Предмет дослідження – встановлення закономірностей процесу виробництва помадних цукерок на основі концентрованої пасти цукрового буряка з технологічними показниками якості концентрованої пасти з цукрового буряка.

## 1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

### 1.1 Концепція здорового харчування. Стан і перспективи створення виробів функціонального призначення

По всьому світу визнано взаємозв'язок між харчуванням та здоров'ям людини, включаючи розвиток хронічних неінфекційних захворювань. Безпека та корисність для здоров'я є головними критеріями, що визначають споживчі властивості харчових продуктів. Сьогодні стало очевидним, що традиційна харчова система не може повністю задовольнити потреби людини в вітамінах, мікроелементах та інших харчових компонентах, особливо з урахуванням фізичних та емоційних навантажень, стресових ситуацій, почуття постійного поспіху та тривоги, які є характерними для сучасного технологічного суспільства.

Більшість розвинених країн, включаючи Україну, стикаються з проблемою старіння населення, що вимагає перегляду традиційного раціону харчування. Для успішного вирішення цієї та інших завдань важливо використовувати функціональні харчові продукти, які призначені для систематичного та регулярного вживання разом із звичайними продуктами харчування всіма групами здорового населення [10, 11].

Запит на функціональні харчові продукти буде стабільно зростати, оскільки населення все більше розуміє та визнає необхідність запобігання хворобам і підтримання активного способу життя. Для багатьох мешканців різних країн стало очевидним, що збереження здоров'я залежить не тільки від лікування, але й від профілактики різних захворювань, таких як захворювання суглобів, серцево-судинної системи, шлунково-кишкового тракту та інших, що пов'язані з харчуванням. Це досягається шляхом споживання функціональних харчових продуктів.

Термін «функціональні продукти» вперше був використаний в Японії в 1989 р і швидко отримав широкого поширення. Сьогодні виробництво і збут таких товарів стрімко розвиваються. Особливо активно функціональні харчові продукти

стали використовуватися в США і Європі. Уже в 1995 – 1998 рр. була розроблена «Наукова концепція функціональних харчових продуктів в Європі», а в 1999 р в ЄС було створено спеціальну комісію «Європейська комісія дій в області функціональних продуктів в Європі». Дана комісія здійснювала розробку і застосування науково обґрунтованих підходів до створення і використання функціональних продуктів харчування, що надають сприятливі ефекти на певні фізіологічні функції організму людини, поліпшують стан здоров'я і знижують ризик виникнення захворювань [13].

Сегмент функціональних продуктів харчування має найбільшу динаміку продажів на світовому ринку харчових продуктів. За даними різних джерел, щорічне зростання функціональних харчових продуктів становить не менше 10 %, а обсяги виробництва – сотні мільярдів доларів США. За прогнозами провідних фахівців світу, ринок функціональних продуктів харчування в найближчі 15 – 20 років буде складати 30 % всього продовольчого ринку.

Слід відзначити той факт, що більшість сучасних функціональних продуктів харчування є продукти, що надходять до нас з-за кордону. Більшість функціональних продуктів харчування, будучи результатами інноваційних розробок, визначають і інноваційну спрямованість діяльності сучасних харчових підприємств [18, 19].

Виробництво функціональної продукції – актуальне завдання для спеціалістів вітчизняної харчової промисловості. Розробка і випуск продуктів такої групи – один із пріоритетних шляхів реалізації Концепції державної політики в області здорового харчування населення України [24].

Функціональні інгредієнти повинні задовольняти наступні основні вимоги:

- мати науково обґрунтовані корисні властивості та рекомендовані щоденні норми вживання, які підтримуються висновками фахівців у галузі;
- бути корисними для харчування та здоров'я, сприяючи покращенню стану організму;

- мати точні фізико-хімічні характеристики та методики їх визначення, що дозволяє встановити їх якість та ефективність;
- не зменшувати харчову цінність продукту, зберігаючи його поживні властивості та смакові якості;
- мати можливість вживатися перорально;
- бути відмежованими від лікарських форм, тобто не випускатися у вигляді лікарських препаратів;
- бути природними, походити з натуральних джерел, з мінімальною обробкою та втручанням.

У світовій практиці великого розвитку набули чотири групи функціональних продуктів: зернові, молочні, жирні продукти та безалкогольні напої. Саме ці групи є найбільш технологічними для розробки функціонального харчування. Вибір та обґрунтування функціональних інгредієнтів повинні здійснюватися, враховуючи споживчі характеристики та бажаний фізіологічний вплив, який має бути забезпечений в результаті створення такого продукту. [24].

Харчування основної маси населення сьогодні характеризується нераціональністю, що приводить з одного боку до дефіциту поживних речовин в організмі, а з іншого боку, розвитку захворювань, пов'язаних з надлишковим харчуванням. Зміни в характері харчування населення сприяють зниженню розумової і фізичної працездатності і резистентності організму до несприятливих факторів.

Найбільш дієвий захід у цьому напрямку – збагачення мікронутрієнтами продуктів масового споживання. Цим шляхом іде більшість економічно розвинених країн, що зіткнулися з даною проблемою. Одна з перспективних і доступних груп такої продукції – кондитерські вироби. Відомо, що харчова цінність їх невелика, в ряді випадків в них повністю відсутні вітаміни, харчові волокна, інші необхідні в харчуванні речовини. Це свідчить про доцільність збагачення кондитерських виробів як продуктів масового споживання, що доставляють задоволення багатьом людям, особливо дітям [27].

У кондитерській промисловості існують різні способи збагачення виробів мікронутрієнтами, в тому числі фітодобавками, вітамінами преміксами і т.д. У нашій країні основними напрямками виробництва збагачених цукристих кондитерських виробів наступні: використання вітамінних препаратів, додавання мінеральних речовин, використання продуктів переробки олійних культур і білкових препаратів, застосування вторинних молочних продуктів, введення фітодобавок, застосування харчових волокон [7].

Результати епідеміологічних досліджень, проведених в нашій країні, виявили серйозний дисбаланс в забезпеченості населення харчовими речовинами. Серед наслідків такої ситуації – розвиток і поширення різних порушень обміну речовин, в тому числі ожиріння. Ефективний засіб профілактики ожиріння – введення в харчові раціони достатньої кількості харчових волокон, рекомендований рівень споживання яких складає 25 – 38 г на добу. Однак в нашій країні потреба населення в харчових волокнах задовольняється чи на третину при збереженні тенденції до подальшого зниження рівня споживання цієї групи функціональних інгредієнтів [10].

Головна причина цього – недостатній вміст в раціоні головних джерел харчових волокон – фруктів і овочів, продуктів переробки зерна, борошно грубого помелу, висівки. Як правило, використовуються в злакові продукти не є повноцінними джерелами харчових волокон.

Один із методів для зменшення недостатнього споживання харчових волокон в харчуванні населення полягає в додаванні волокон до різноманітних харчових продуктів, що підвищує їх привабливість для споживачів завдяки високим органолептичним характеристикам, новаторському підходу та очевидній користі для здоров'я.

Харчові волокна є комплексною сумішшю різних структурних полісахаридів рослинних клітин, таких як целюлоза, геміцелюлоза, пектинові речовини, лігнін, а також неструктурні полісахариди, які природно знаходяться в харчових продуктах. Харчові волокна мають різноманітні фізико-хімічні властивості, такі як здатність утримувати воду, розчинятися у воді, формувати

розчини з різною в'язкістю, здатність утворювати гелі, а також проявляти сорбційні та іонообмінні властивості.

Целюлоза представляє собою головний структурний елемент в оболонці рослинної клітини. Одна з основних фізіологічних властивостей целюлози полягає в її здатності зв'язувати воду, приблизно 0,4 г води на 1 г клітковини.

Геміцелюлоза, яка є полісахаридом клітинної оболонки, також має властивість утримувати воду і зв'язувати катіони.

Пектинові речовини, які є основним компонентом рослин і водоростей, мають основний ланцюг полігалактуронової кислоти як загальну ознаку. Одним з ключових властивостей пектинових речовин є їх здатність утворювати комплекси, що базуються на взаємодії молекул пектину з іонами важких металів і радіонуклідів. Це створює підставу для рекомендації включення пектину до раціону харчування осіб, що перебувають в середовищі, забрудненому радіонуклідами, а також тих, хто має контакт з важкими металами.

Лігніни є складовими безуглеводних речовин клітинної структури, які складаються з полімерів ароматичних спиртів. В організмі людини лігніни можуть зв'язувати солі жовчних кислот та інші органічні сполуки, а також сповільнювати поглинання харчових речовин у товстому кишечнику [63].

Основними сировинними джерелами харчових волокон є:

- традиційні вищі рослини (злакові, бобові, овочі, коренеплоди, фрукти, ягоди, цитрусові, горіхи);
- нетрадиційні вищі рослини (листяна і хвойна деревина, стеблі злаків, очерет, трава);
- нижчі рослини (водорості);
- гриби;
- синтетичні полісахариди.

Однак потреба в харчових волокнах при виробленні виробів функціонального призначення задовольняється не більше ніж на 10 %, що не дозволяє забезпечити достатньо широкий асортимент і їх кількість для задоволення все зростаючої потреби в цих продуктах. У зв'язку з цим

перспективним напрямком є використання в цих цілях овочевих і фруктових напівфабрикатів з високим вмістом харчових волокон.

## 1.2 Цукрові буряки, склад і способи переробки

### 1.2.1 Характеристика цукрового буряка

Одним з поширених видів сільськогосподарської сировини нашої країни в цілому є цукрові буряки, які переважно використовують в цукровій промисловості для отримання цукру-піску.

Тим часом, в 100 кг цукрових буряків, крім сахарози, міститься 2,5 кг пектину, 2,2 кг клітковини і геміцелюлози, 0,2 кг амінокислот, мікро- і мікроелементів [54].

Хімічний склад коренеплодів стиглих цукрових буряків залежить від сорту буряка, умов і місця вирощування (складу ґрунтів і внесених добрив, кліматичних умов, поливу посівів), способу збирання, умов зберігання.

Масова частка сухих речовин в коренеплоді цукрового буряка коливається в межах 20 – 25 %, з яких масова частка сахарози – 14 – 18 %, а інша частина представлена нецукрами. Практично вся сахароза і частина нецукрів коренеплоду розчинені в буряковому соку.

У коренеплодах цукрових буряків присутні розчинні і нерозчинні нецукри, до яких відносять всі сухі речовини цукрових буряків, крім сахарози (цукру). Розчинні нецукри – це інертний цукор, азотисті і безазотисті органічні сполуки, пектин, зольні компоненти; нерозчинна – целюлоза, геміцелюлоза, протопектин, білки, лігнін, зола і сапонін. Нерозчинні нецукри утворюють м'якоть буряка (~ 5 кг), яка міцно утримує приблизно 3 кг води.

Деякі нецукри, містяться як в соку, так і в нерозчинній м'якоті. Наприклад, найбільше білкових і мінеральних речовин знаходиться в буряковому соку, але частина їх пов'язана з м'якоттю. У м'якоті знаходиться також до 60 % сапоніну, інша його маса розчинена в соку.

Органічні кислоти складають приблизно половину безазотистих органічних речовин.

У цукровому буряку містяться розчинні і нерозчинні пектинові речовини, причому кількість розчинних пектинових речовин у багато разів менше, ніж нерозчинних.

Слід зазначити, що пектинові речовини цукрових буряків в порівнянні з пектиновими речовинами цитрусових і яблук мають підвищену комплексоутворюючу здатність, що пояснюється низьким ступенем їх етерифікації – 42 %.

Мінеральні речовини (зола) – це в основному катіони металів. Основним компонентом золи буряка є калій і натрій.

Розподіл цукру і нецукрів в коренеплоді цукрових буряків нерівномірний. Найбільша кількість цукру і найменша кількість нецукру знаходиться в середній його частині. Найбільша ж кількість нецукрів і найменша цукру знаходиться у верхній його частині (головці) і нижній частині – хвостику.

Однак використання цукрових буряків в харчовій промисловості має ряд обмежень, пов'язаних з хімічним складом, що виражається специфічним запахом і потемніння маси в процесі переробки. У реакції, що викликає потемніння, беруть участь оксидази фенолів – ензими, що містять мідь. Вони каталізують окислення атмосферним повітрям з'єднань, що мають в молекулі групи фенілу. Субстратом оксидаз можуть бути ароматичні кислоти, амінокислоти, дубильні речовини і флавоноїди [55].

Для запобігання потемніння, видалення шкідливих речовин, усунення характерного запаху необхідно проводити ряд технологічних операцій, котрі дозволять усунути наведені вище недоліки.

### 1.2.2 Особливості пектинових речовин цукрових буряків

Найбільш важливими компонентами цукрових буряків, крім сахарози, є пектинові речовини, які становлять приблизно одну третину від сумарного вмісту нецукрів (розчинних і нерозчинних). Розчинні пектинові речовини (приблизно



0,15 %) знаходяться в клітинному соку, а не розчинні – велика частина (близько 2,5 %) – містяться в м'якоті буряка.

Пектинові речовини представлені протопектином, пектином і пектиноюю кислотою. Більше 90 % пектинових речовин припадає на частку протопектину, нерозчинного в холодній воді, але який поступово розчиняється в гарячій воді.

Пектинові речовини широко поширені в природі. Вони зустрічаються майже у всіх рослинах. У клітинних стінках рослин пектин міститься у вигляді протопектину, хімічно пов'язаного з фібрилами целюлози і геміцелюлози. Роль пектинових речовин полягає в тому, що разом з геміцелюлозами вони утворюють матрицю клітинної оболонки, що скріплює фібрильні целюлози в жорстку структуру.

Встановлено, що пектин має властивість запобігати розпаду вітаміну С. Здатність пектину утворювати плівку і гель використовується при лікуванні виразок шлунка і кишківника. Пектин будучи буфером, стабілізує рН шлунково-кишкової системи.

Роль пектину і харчових волокон в профілактичному харчуванні беззаперечний. Чи не створюючи енергетичного запасу, ці речовини покращують обмін речовин в живому об'єкті і володіють здібностями знешкоджувати токсичні з'єднання. Однак відсутність в Україні в даний час великомасштабного виробництва пектиновмісних харчових волокон, як і бурякового пектину, дорогий імпорт, що не дозволяє здійснити випуск широкого асортименту дешевих функціональних продуктів харчування з використанням харчових волокон.

У зв'язку з цим актуально застосування пектиновмісних бурякових напівфабрикатів в харчовій промисловості, що дозволить не тільки збільшити якість готових виробів, а й розширити асортимент харчових продуктів лікувально-профілактичного призначення [22, 63].

### 1.2.3 Способи отримання напівфабрикатів на основі цукрового буряка

Унікальною властивістю напівфабрикатів з цукрового буряка є отримання в них всіх корисних речовин, властивих коренеплодів, таких як моно і дицукрів,

мінеральні речовини, органічні кислоти і харчові волокна. Бурякові напівфабрикати відрізняються високим вмістом цукру, їх використання в кондитерських виробках дозволяє замінювати в рецептурі цукор-пісок. Такий прийом дозволяє не тільки зменшити собівартість і цукромісткість виробів, а й збагатити їх вище переліченими речовинами.

Цукрова промисловість відноситься до числа високо-матеріалоемких галузей промислового виробництва, які споживають значну кількість сировини в розрахунку на одиницю продукції, що випускається. Технологія отримання цукру передбачає максимальне вилучення сахарози у вигляді готової продукції. Однак в складі цукрових буряків міститься не тільки сахароза, а й інші речовини (білки, харчові волокна, мінеральні речовини, органічні кислоти). Класична технологія виробництва цукрового буряка не вирішує проблеми отримання інших речовин, крім сахарози, так як вони ускладнюють проведення технологічних процесів. Частина з них безповоротно втрачається при очищенні дифузійного соку і термічній обробці напівпродуктів, інші виводяться в побічних продуктах виробництва – жомі і мелясі.

У зв'язку з цим, актуальною є розробка технологій переробки цукрових буряків і отримання з них нової продукції, що сприяло б більш раціонального використання рослинної сировини в цукровій промисловості і розширенню асортименту продуктів дієтичного і лікувально-профілактичного напрямків.

Природним відходом цукробурякового виробництва є жом. Буряковий жом є багатим джерелом харчових волокон (табл. 1.1), тому в даний час доцільно і перспективно його використання в якості сировинного джерела харчових волокон.

Жом містить перероблену шкірку цукрових буряків, яка, як відомо, в процесі росту коренеплоду накопичує шкідливі речовини (нітрати, нітрити, радіонукліди, важкі метали). Відомо також, що основна кількість активної поліфенолоксідази (відповідає за процеси потемніння) і сапоніни в процесі росту цукрових буряків накопичується в шкірці коренеплоду. Цей недолік перешкоджає широкому використанню відходів (жому) цукрового виробництва.

Таблиця 1.1 – Хімічний склад харчових волокон (СР, %)

Компоненти	Кількість (СР, %)
Пектинові речовини	16 – 19
ГМЦ	19 – 24
Целюлоза	26 – 37
Лігніни	3 – 5
Мінеральні речовини	3 – 5

Американські і французькі вчені запропонували різні способи виділення з цукрових буряків волокнистих матеріалів, які полягають в наступному: мийки, очищення, спеціальної обробки і сушки цукрового буряку. Недоліками даних способів є те, що при високій температурі бланшування стружки виходить сірий продукт з присмаком і запахом вареного буряка, знижується кількість розчинних полісахаридів: пектинових речовин, ГМЦ, що призводить до значного зниження водоутримуючої і сорбційної здатності. Використання органічних кислот і спирту робить цей спосіб дорогим.

У Північно-Кавказькому НДІ цукрових буряків і цукру була розроблена, запатентована і впроваджена на одному з цукрових заводів екологічно чиста, безвідходна технологія отримання харчових бурякових волокон з побічного продукту бурякоцукрового виробництва – жому – пектиновмісної сировини низької вартості. Були отримані харчові волокна – прояснені і неосвітлені, що містять до 25 – 28 % клітковини; 42 – 45 % протопектину геміцелюлози (в освітлених волокнах до 10 – 15 % водорозчинного пектину); лігнін, білки і мінеральні сполуки. Продукт без специфічного бурякового запаху, присмаку і смаку, від світло-сірого до світло-жовтого кольору, з підвищеним значенням коефіцієнтів волого і жирозв'язування.

Вченими Воронежської державної технологічної академії під керівництвом професора Магомедова Г.О. були розроблені різні способи отримання бурякових напівфабрикатів:

Цукати з цукрових буряків. Цукати можуть бути використані як в роздрібній торгівельній мережі, так і в технології кондитерського виробництва у

вигляді одного з рецептурних компонентів. Цукати з цукрових буряків багаті мінеральним складом, клітковиною, мають повний спектр незамінних амінокислот, містять пектинові речовини.

Технологія складається з наступних етапів: миття коренеплодів, їх теплова НВЧ обробка питомою потужністю 450 – 500 Вт/кг протягом 18 – 25 хв, очищення від шкірки, різка на шматочки, електрохімічна активація отриманих шматочків в анодній зоні активатора до досягнення масою рН 2,0 – 2,5 при гідромодулі 1,0 – 1,5, їх уварювання в цукровому сиропі, відділення шматочків від сиропу, підсушування, обсипання їх цукром і сушка цукатів до масової частки вологи 14 – 17 % [55].

Пюре з цукрових буряків. Спосіб передбачає мийку вихідної сировини, теплову НВЧ-обробку при температурі 95 – 100 °С і питомою потужністю 450 – 500 Вт/кг протягом 18 – 25 хв, очищення та грубе подрібнення. Далі проводять електрохімічну активацію в анодній зоні до рН 2 – 2,5 з гідромодулем 1,0 – 1,5. Потім протирають отриману масу до тонкого подрібнення за допомогою теплової НВЧ-обробки при питомій потужності 100 – 300 Вт/кг на протязі 30 – 40 хв до масової частки сухих речовин 8 – 12 %. Спосіб дозволяє отримати якісне пюре з цукрових буряків. При цьому збільшується частка корисних речовин, підвищується термін зберігання, знижується вміст сапоніна, нітратів, нітритів в пюре [46].

Повидло з цукрових буряків. Спосіб передбачає мийку вихідної сировини, теплову НВЧ-обробку при температурі 95 – 100 °С і питомою потужністю 450 – 500 Вт/кг протягом 18 – 25 хв, очищення та грубе подрібнення. Далі проводять електрохімічну активацію в анодній зоні до рН 2 – 2,5 з гідромодулем 0,7 – 1,0 і додають 40 – 60 % цукру по відношенню до маси повидла. Потім протирають отриману масу до тонкого подрібнення і концентрують за допомогою теплової НВЧ-обробки при питомій потужності 350 – 450 Вт/кг протягом 30 – 40 хв до масової частки сухих речовин 64 – 68 %. Винахід дозволяє отримати якісне повидло з цукрових буряків. При цьому колір і кислотність повидла властиві яблучному, відсутній характерний запах цукрового буряка, підвищується термін

зберігання, не виникає зацукровування продукту, знижується вміст сапоніна, нітратів, нітритів в повидлі [4].

Паста з цукрових буряків. Паста може бути використана в кондитерських, хлібобулочних і харчоконцентратних виробках як цінна харчова добавка, а також як замітник цукру. Спосіб передбачає мийку коренеплодів буряка і їх НВЧ-нагрівання питомою потужністю 450 – 500 Вт/кг протягом 18 – 25 хв. Потім коренеплоди очищають від шкірки і ріжуть на шматочки, після чого їх піддають грубому подрібненню. Отриману масу подають в анодну зону електрохімічного активатора до досягнення масою рН 2,0 – 4,0. Активовану масу піддають тонкому подрібненню, після чого її концентрують за допомогою НВЧ-нагрівання питомою потужністю 100 – 300 Вт/кг протягом 30 – 90 хв до масової частки сухих речовин 45 – 75 %. Винахід забезпечує поліпшення якості пасти з цукрових буряків в порівнянні з відомим способом і забезпечує досить тривалий термін її зберігання [8].

Порошок з цукрових буряків. Коренеплоди цукрових буряків, що пройшли інспекцію, замочують, миють під тиском, піддають різанню, термообробці НВЧ нагріванням протягом 15 хв (діапазон частоти 2450 МГц, потужність 2 кВт) диспергуванню до частинок розміром 600 – 1000 мкм, після чого проводять ІЧ-обробку протягом 120 – 210 с при щільності потоку променів 20 кВт/м<sup>2</sup>, з досягненням температури в центрі шару маси 85 – 92 °С, сушку до масової частки вологи 4 – 6 % охолодження, подрібнення, просіювання і упаковку.

Концентрований сік з цукрового буряка. Коренеплоди цукрових буряків піддають інспектуванню та мийці, потім направляють на теплову обробку гострою парою під тиском 0,8 – 0,9 МПа протягом 1 – 1,5 хв. Після цієї обробки коренеплоди подрібнюють і одночасно бланшують. Далі подрібнену бланшовану масу підкисляють лимонною кислотою до рН 3,5 – 4,0 і пресують для виділення соку. Отриманий сік концентрують під розрідження 0,072 – 0,076 МПа при температурі 65 – 70 °С. Концентрований сік з масовою часткою сухих речовин 80 % багатий білками, мікро- і макроелементами, харчовими волокнами, призначений для використання в кондитерських, хлібобулочних і

харчоконцентратних виробках як цінна харчова добавка, а також як замітник цукру [4].

С.Я. Корячкіним розроблений спосіб виробництва порошку цукрових буряків. Він передбачає замочування коренеплодів, їх мийку, різання, термообробку подрібненої маси, сушку її до вологості не більше 6 %, подрібнення в порошок, охолодження і пакування готового продукту. Термообробка подрібненого буряка здійснюють НВЧ-нагріванням при температурі 100 °С протягом 15 хв. Потім нагріту масу диспергують до частинок розміром 600 – 1000 мкм, після чого проводять ІЧ-обробку маси при щільності падаючого потоку променів 18,5 – 23,5 кВт/м<sup>2</sup> з досягненням температури всередині шару. Винахід дозволяє поліпшити якість порошку шляхом попередження його потемніння в процесі переробки, забезпеченні рівномірного однорідного складу, приємного запаху і солодкого смаку. Порошок має високий ступінь відновлюваності і харчової цінності [39].

### 1.3 Існуючі способи отримання карамельних начинок, помадних цукерок і мармеладо-пастильних виробів

Виготовлені начинки можна розділити на наступні основні види: фруктово-ягідні, медові, лікерні, помадні, молочні, горіхово-шоколадні, марціпанові, олійно-цукрові і збивні [21].

Всі начинки для карамелі незалежно від їх складу і способів виготовлення повинні відповідати наступним вимогам:

- консистенція начинок повинна бути однорідною і володіти достатньою в'язкістю, що забезпечує при температурі 65 °С нормальні умови формування карамелі;

- начинки повинні зберігати високі смакові якості – не прогіркати, як і не зброджувати і не закристалізовуватися.

Необхідна консистенція начинок забезпечується регулюванням її залишкової вологості в межах, передбачених стандартом, використанням патоки,

що відрізняється високою в'язкістю, і фруктово-ягідної сировини, що містить 0,8 – 1,0 % пектинових речовин.

Стійкість начинок в процесі зберігання карамелі досягається:

- високим вмістом цукрів 65 – 75 %, що перешкоджають розвитку мікроорганізмів;
- наявністю в складі начинок необхідної кількості антикристалізаторів, що перешкоджають кристалізації сахарози;
- відсутністю в рецептурі начинок жирів та інших видів сировини, нестійких при зберіганні.

Фруктово-ягідні начинки. Основною сировиною для приготування фруктово-ягідних начинок є фруктово-ягідні заготовки у вигляді пульпи або пюре, цукор і патока. Пульпа і пюре піддають шпарення. Крім того, використовують підварки і припаси високоароматних фруктів і ягід. Однак, основним видом плодової сировини, що складає фруктову частину майже всіх начинок, є яблучне пюре, яке завдяки вмісту близько 1 % пектинових речовин дозволяє приготувати начинку у вигляді в'язкої густої маси.

Вміст яблучного пюре від фруктової частини рецептурної суміші має бути не нижче 50 – 60 %. Додавання пюре, підварок і припасів інших фруктів і ягід дозволяє надати начинці відповідний смак і аромат. Крім того, ароматичні властивості підготовлених до формування начинок посилюються додаванням різних есенцій і ароматизаторів.

Цукрова частина рецептурної суміші складається із цукру (у вигляді цукрового розчину з масовою часткою сухих речовин 80 %), патоки та сиропу з карамельних відходів.

Співвідношення між плодовою і цукровою частиною начинок для окремих сортів карамелі встановлено рецептурами і визначається необхідністю отримати досить в'язку при масовій частці вологи 16 – 19 % начинку з вираженим смаком і ароматом. Ці вимоги забезпечуються при дотриманні певних співвідношень основних частин рецептури: цукру – 1 частина, патоки – 0,5 частини, плодового

пюре – 1 частина. Патока може частково або повністю замінюватися сиропом з карамельних відходів.

Якщо для приготування начинок використовуються підварки і припаси, то враховують доданий в ці напівфабрикати цукор і зберігають встановлене рецептурою для даного сорту співвідношення між кількістю і якістю сухих речовин фруктової частини і цукром.

Підготовлені сировинні компоненти завантажують в потрібних співвідношеннях в змішувач, ретельно перемішують і перекачують по трубопроводу через фільтр збірник. Приготована цукрово-фруктова суміш має вологість 45 – 50 %.

Зі збірки цукрофруктова суміш подається плунжерним насосом в змійовик варильного апарату, що обігрівається парою тиском до 450 кПа. Процес уварювання начинки короткочасний і триває приблизно 3 хв. Поряд з видаленням від 20 – 30 % вологи під час уварювання начинки спостерігається так само часткове розкладання цукрів, відбувається гідроліз пектинових речовин, начинка темніє, і в'язкість її знижується. Ці процеси розкладання протікають тим глибше, чим триваліше уварювання і чим вище її температура.

Кінцева вологість фруктово-ягідних начинок 16 – 19 %, що відповідає температурі уварювання 113 – 118 °С.

Уварена начинка разом з екстрапаром надходить в паровідокремлювач, з якого пар відсмоктується вентилятором, а начинка стікає в темперувальну машину. Начинка. Що надійшла в машину швидко охолоджується до температури 65 – 68 °С, в неї вносять необхідні смакові, ароматичні речовини, а також молочну або виннокам'яну кислоту, якщо кислотність начинки нижче 1 % (в перерахунку на яблучну кислоту).

Регулювання вологості начинки проводиться за показаннями термометра, встановленого на виході начинки з паровідокремлювача, шляхом зміни тиску, а регулювання температури – зміною витрат води в сорочці темперувальної машини.



Якщо начинка за умовами виробництва не може бути відразу використана, її необхідно охолодити до температури 20 – 25 °С. Зберігання начинки в гарячому стані викликає глибокий розпад моносахаридів, утворення темно-забарвлених речовин, які погіршують її якість [25].

Для підвищення конкурентоспроможності фруктово-ягідних карамельних начинок необхідно підвищення споживчих переваг при одночасному зниженні собівартості і калорійності, підвищенні якості. У зв'язку з цим були розроблені такі способи отримання карамельних начинок.

З метою збільшення вмісту начинки в карамелі шляхом підвищення її в'язкості і забезпечення більш рівномірного розподілу начинки усередині карамельного батона, у фруктово-ягідну начинку додатково вводять сирну концентровану сироватку з масовою часткою сухих речовин 60 – 72 % в кількості 10 – 14 % від загальної маси сухих речовин начинки.

Для прискорення процесу отримання карамельної фруктової начинки шляхом скорочення тривалості уварювання, поліпшення якості начинки і зниження її цукровмісту, в змішувач подають яблучне пюре, буряковий цукровмісний порошок (ССП), все ретельно перемішують і залишають на 2 год для набухання при кімнатній температурі. Потім в ємність завантажують цукор, патоку, перемішують і направляють на уварювання в вакуумапарат періодичної дії. Тривалість уварювання – 25 – 40 хв. Далі уварена маса направляється на темперування при 65 °С, в процесі якого додається молочна кислота і яблучна есенція. Використання запропонованого способу дозволяє прискорити процес шляхом скорочення тривалості уварювання на 8 %, зменшити дозування цукру на 3 – 6 % і поліпшити якість начинки.

Виробництво цукерок є найбільш перспективною галуззю кондитерської промисловості. У цукерковому виробництві група помадних цукерок має найбільшу питому вагу.

Основним напівфабрикатом цукерок цієї групи є помада – продукт кристалізації сахарози з її пересичених розчинів. Слід зауважити, що якість

помади не завжди відповідає висунутим вимогам, тому в даний час актуальна проблема створення раціональної технології отримання помади.

Для отримання фруктової помадної маси готують цукровий сироп. Воду для сиропу беруть в співвідношенні вода-цукор 1:2. Це дозволяє отримати сироп, абсолютно вільний від кристалів цукру. При виготовленні сиропу, яке ведуть в варочном котлі, прикритому кришкою без мішалки, стежать, щоб на поверхні котла не утворювалися кристалики цукру. Ці кристали, перебуваючи в сиропі, можуть стати центрами кристалізації і зіпсувати структуру майбутнього корпусу цукерок.

Цукровий сироп уварюють до температури 116 – 120 °С. Масова частка сухих речовин 87 – 90 %. Це роблять для того, щоб зменшити тривалість подальшого уварювання в присутності кислого фруктово-ягідного пюре і, таким чином, сповільнити гідроліз сахарози – знизити утворення редуруючих речовин. У зв'язку з великою вологістю пюре (90 %) температура кипіння сиропу при цьому знижується і вдруге сироп уварюють вже тільки до температури 110 – 112 °С. Масова частка сухих речовин 76 – 81 %.

Підвищення в'язкості зменшує можливість кристалізації і сприяє отриманню дрібнокристалічної скоринки при подальшому вистиганні в крохмальних формах. Готову масу охолоджують до 90 – 95 °С, вводять в неї передбачені рецептурою смакові і ароматичні компоненти і розливають в крохмальні форми.

Мармеладно-пастильні вироби займають значну частку у виробництві кондитерських виробів. Хоча вони не вважаються необхідними продуктами першої необхідності та не входять до складу основного харчового асортименту, завдяки своїй привабливості для споживачів, вони мають великий попит на ринку та відіграють важливу роль у поліпшенні процесу травлення [61].

До групи мармеладно-пастильних виробів відносяться кондитерські вироби двох видів: мармелад (фруктово-ягідний, фруктово-желейний і желейний) і пастильні вироби (пастила і зефір).

Основною сировиною для виробництва мармеладно-пастильної групи кондитерських виробів (крім цукру) є фрукти і ягоди. Вони можуть використовуватися, як в свіжому вигляді, так і у вигляді консервованих напівфабрикатів. Основними напівфабрикатами, широко використовуються в кондитерській промисловості, є пульпи різних плодів, фруктово-ягідне пюре, підварки і припаси. Їх виробляють підприємства кондитерської та консервної промисловості.

Фруктово-ягідні мармелади і пастильні вироби містять майже всі складові частини фруктів і ягід (цукру, органічні кислоти, пектинові речовини, дубильні, азотисті, ароматичні сполуки), що визначає їх високу харчову цінність. Дотримуючись відповідних заходів безпеки в процесах теплової обробки сировини, можна зберегти в готових виробах значну частину природних вітамінів фруктів і ягід. Фрукти і ягоди містять харчові волокна (целюлозу, геміцелюлози, пектинові речовини), які повністю зберігаються в мармеладно-пастильних виробах. Харчові волокна здатні виводити з організму людини важкі метали, радіонукліди, тому мармеладно-пастильні вироби відносяться до лікувально-профілактичних продуктів харчування.

Завдяки кількісному вмісту поживних екстрактивних речовин мармеладно-пастильні вироби представляють собою більш концентровані продукти, ніж вихідні фрукти і ягоди, так як містять в 3 – 5 разів менше води (15 – 30 % замість 75 – 90 % в свіжих фруктах і ягодах). Вони відрізняються великим вмістом цукру (60 – 75 % проти 5 – 15 % в свіжих фруктах і ягодах).

Енергетична цінність 100 г мармеладно-пастильних виробів – близько 1250 кДж [34].

Мармеладно-пастильні вироби мають студнеподібну структуру і тому відрізняються високою засвоюваністю і цінними смаковими і дієтичними властивостями [31].

Для отримання фруктового-желейного мармеладу може використовуватися різна сировина, різні технологічні прийоми, режими та обладнання, але, як правило, зберігаються основні технологічні стадії виробництва:

- підготовка сировини до виробництва;
- набухання студнеутворювача (агару);
- приготування агар-цукрово-патокового сиропу;
- приготування мармеладної маси;
- формування виробів;
- вистоювання мармеладу;
- розфасовка, упаковка.

В даний час збільшується попит на кондитерську продукцію дієтичного призначення, в тому числі на мармеладно-пастильні вироби. У зв'язку з цим хімічний складу даної продукції потребує корекції: збільшення вмісту вітамінів і мінеральних речовин, харчових волокон і одночасному зниженні енергетичної цінності [25].

Збагачення кондитерських виробів не тільки доцільно, а й необхідно. Дослідження, спрямовані на підвищення їх вітамінної і мінеральної цінності, розробка ефективних технологій збагачення продуктів цієї групи мікронутрієнтами, дефіцит яких найбільш поширений, створення виробів підвищеної харчової цінності без збільшення їх калорійності – важливі завдання, що стоять перед галуззю [51].

#### Висновки за розділом

Найважливішим завданням, що стоїть перед харчовою галуззю є розвиток підприємств, в тому числі і малих, впровадження на них інтенсивних технологій, що дозволяють отримувати вироби з підвищеною харчовою цінністю, дієтичного і лікувально-профілактичного призначення з низькою собівартістю.

В останні десятиліття стан здоров'я населення характеризуються негативними тенденціями: скорочення тривалості життя, зростання загальної захворюваності населення. У більшості населення виявляються порушення харчування, обумовлені як недостатнім споживанням харчових речовин, в першу чергу вітамінів, макро- і мікроелементів, харчових волокон, повноцінних білків,

так і нераціональним їх співвідношенням. Дуже низький рівень досвідченого населення в питаннях здорового, раціонального харчування. Для попередження різних захворювань, зміцнення захисних функцій організму і зниження ризику впливу шкідливих речовин розробляються нові харчові композиції, створюються спеціальні продукти з заданими лікувально-профілактичними властивостями. Особливий практичний інтерес викликають функціональні продукти харчування.

Аналіз літератури свідчить про широких потенційних можливості використання цукрових буряків у виробництві харчових продуктів. Дослідження хімічного складу цукрових буряків показало, що буряк багатий мінеральними речовинами, а також містить клітковину, протопектин, азотисті речовини, речовини фенольної природи, розчинний пектин, необхідні для раціонального харчування. Це дозволяє рекомендувати застосування цукрових буряків для отримання продуктів харчування.

Однак для розширення можливостей використання цукрових буряків необхідно підібрати оптимальні умови для отримання продукту без специфічного бурякового запаху і смаку.

## 2 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

### 2.1 Об'єкти досліджень

Для проведення досліджень використовували наступну сировину і вироби: буряк цукровий для промислової переробки ГОСТ 20578-85; вода питна СанПіН 2.1.4.1074-01; вода дистильована ГОСТ 6709-72; кислота лимонна ДСТУ 908-2004; нектар ананасовий ТУ 9163-014-00336929- 04; нектар вишневий ТУ 9163-004-00336929-03; сік апельсиновий ТУ 9163- 052-05269043-05; сік яблучний ТУ 9163-052-05269043-05; ароматизатори ГОСТ Р 52177-2003; цукор пісок ГОСТ 21-94; патока крохмальна ГОСТ 52060-2003; фруктово-ягідне пюре ТУ 10.693.11-90; агар харчовий (ГОСТ 16280); молочна кислота (ГОСТ 908-79).

### 2.2 Методи досліджень

У роботі використовували фізичні, хімічні і органолептичні методи дослідження [14, 15, 16, 17].

Органолептичні показники якості готових виробів визначали згідно ГОСТ 5897-90.

Масову частку вологи і сухих речовин визначали по ГОСТ 5900-73.

Кислотність виробів визначали за ГОСТ 5898-87.

Вміст редукуючих речовин і загального цукру визначали по ГОСТ 5903-89.

Приготування водної витяжки проводять наступним чином: масу наважки  $m$  (в г) для всіх методів визначення редукуючих речовин і загального цукру розраховують по одній формулі

$$m = \frac{a \cdot V}{\Pi}, \quad (2.1)$$

де  $a$  – оптимальна для даного методу концентрація цукрів (редуючих речовин або загального цукру) у водній витяжці на  $100 \text{ см}^3$ , г;

$V$  – об'єм мірної колби, що використовується для приготування водної витяжки,  $\text{см}^3$ ;

$P$  – передбачуваний (орієнтовний) вміст редуючих речовин або загального цукру в досліджуваному об'єкті, %.

Оптимальна концентрація  $a$  для кожного способу визначення утримуючих редуючих речовин або загального цукру знаходиться в межах від 0,16 до 3,2 г на  $100 \text{ см}^3$  витяжки, або від 1,6 до 32 мг/ $\text{см}^3$ .

При визначенні загального цукру в методах, якими передбачається гідроліз сахарози, вихідну витяжку розбавляють в два рази. У зв'язку з цим концентрація  $a$  при визначенні загального цукру цими методами перевищує в два рази відповідні значення  $a$  при визначенні редуючих речовин.

Для приготування водної витяжки брали наважку масою 10 г з точністю зважування  $\pm 0,01$  г.

Так як в досліджуваній об'єкт входять нерозчинні речовини, то ваговий стаканчик переводять в мірну колбу, змиваючи нерозчинні частинки в колбу дистильованою водою. Обсяг рідини повинен бути приблизно рівний половині обсягу мірної колби. Колбу з вмістом поміщають у водяну баню, нагріту до  $60 \text{ }^\circ\text{C}$ . При цій температурі, часом збовтуючи, витримують колбу в водяній бані протягом 15 хв. За це час при такій обробці практично всі цукристі речовини переходять в розчин.

Для освітлення отриманого розчину осаджують цукри, що заважають 1-вим розчином сульфату цинку ( $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) і гідроксиду натрію або калію. Так, як такі розчини готують зазвичай в лабораторії з концентрацією приблизною (1-вим), попередньо експериментально знаходять їх еквівалентне співвідношення. Для цього піпеткою відмірюють  $10 \text{ см}^3$  розчину сульфату цинку, вводять 40 – 50  $\text{см}^3$  дистильованої води, 3 краплі 1 % -вого спиртового розчину фенолфталеїну і титрують приготуванним розчином гідроксиду натрію або калію. При титруванні розчин збовтують так, щоб пластівці осаду гідрату окису цинку, що випали

рівномірно розподілялися в рідині. Титрування припиняють після появи незначного рожевого забарвлення, що не зникає протягом 1 хв. Відзначають, який обсяг розчину гідроксиду натрію або калію був витрачений на титрування. Отримане співвідношення розчинів фіксують на їх етикетках.

Необхідний для освітлення об'єм розчину сульфату цинку залежить від маси наважки. У разі, коли наважка більше 5 г, вводять 15 см<sup>3</sup>. Після внесення розчину сульфату цинку вміст мірної колби ретельно перемішують і тільки після цього вводять розчин гідроксиду натрію або калію. Кількість (об'єм) розчину гідроксиду натрію або калію вносять відповідно до встановлення попередньо співвідношенням. Вміст мірної колби знову перемішують і об'єм доводять дистильованою водою до позначки. Потім знову ретельно перемішують і фільтрують через паперовий фільтр в суху конічну колбу. Отриманий фільтрат, як і розчин об'єкта дослідження, якщо осадження нецукрів, що заважають не відбувалось, повинен бути прозорим. Його використовують для подальшого дослідження [25, 26].

Методика визначення дисперсності. Для визначення дисперсності маси беруть на кінчику скляної палички і поміщають в краплю гліцерину на предметному склі (гліцерин попередньо зневоднений і насичений сахарозою при кімнатній температурі), розмазують препарат маси в гліцерині скляною паличкою до отримання прозорого матового шару, накривають склом і поміщають під мікроскоп (збільшення 600 одиниць). В полі зору мікроскопа знаходять окремі кристали і, поєднуючи шкалу, окуляр мікрометра з кристалом, визначають розмір кристала через число поділок окуляр-мікрометра.

Результати підрахунку 200 кристалів заносимо в матрицю.

Розмір кристалів переводимо в мікрометри, перемножаючи число поділок окуляр-мікрометра на ціну поділки. Розраховують відсоток кожної фракції кристалів і озвучують результати розрахунку у вигляді інтегральної (сумарної) кривої, що виражає сумарне число кристалів у відсотках або диференціальної кривої розподілу кристалів за розмірами.



В'язкість напівфабрикатів з цукрових буряків вивчали на ротаційному віскозиметрі РВ-8 [34].

Ефективну в'язкість  $\eta$  Па з досліджуваної маси обчислюють за формулою:

$$\eta = \frac{F - F_0}{N} \cdot K, \quad (2.2)$$

де  $F$  – сумарна маса навантаження на шківках приладу, г;

$F_0$  – власне тертя підшипників (відповідає 1 – 2 г);

$N$  – частота обертання циліндра,  $\text{с}^{-1}$ ;

$K$  – константа:

$$K = \frac{219,2}{683h + 792,8},$$

де  $h$  – висота шару маси у віскозиметрі, см.

### 2.3 Методики отримання харчових концентратів з цукрових буряків

Концентрована паста з цукрових буряків є одною, рівномірно протертою масою без частинок шкірки. Пасту отримували шляхом концентрування бурякового пюре за наступною схемою (рис. 2.1).

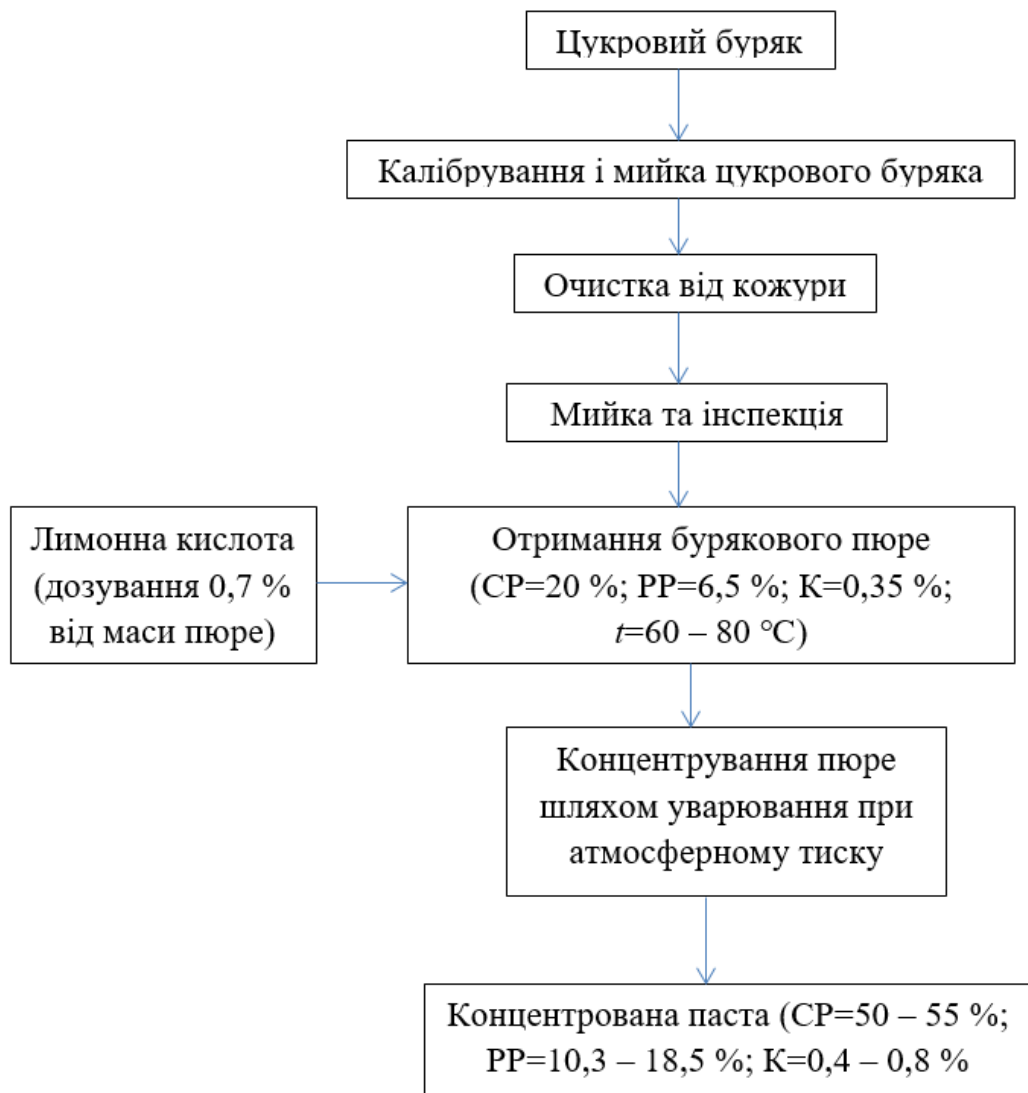


Рисунок 2.1 – Структурна схема отримання концентрованої пасту в лабораторних умовах.

Коренеплоди цукрових буряків мили, калібрували за розмірами і очищали від шкірки. Потім піддавали подрібненню до пюреподібної маси, вносили розчин лимонної кислоти для запобігання процесу потемніння подрібненої маси. Підготовлене таким чином пюре з цукрових буряків уварювали в лабораторних умовах до масової частки сухих речовин 50 – 55 %.

#### 2.4 Методики обробки експериментальних даних

У роботі застосовували методи математичного планування експериментів: центральне композиційне планування, симплекс – планування. Значення вихідних

параметрів процесу і інтервали варіювання вибирали з таким розрахунком, що б вони перекривали цікавий для нас діапазон змін факторів і розташовувалися б рівномірно всередині цього інтервалу [18, 21]. Визначення оптимальних режимів проводили методом квадратів [21].

При обробці результатів експериментів були застосовані наступні статистичні критерії: для однорідності – критерій Кохрена, значущості коефіцієнта рівняння регресії – критерій Стьюдента, адекватності рівнянь регресії – критерій Фішера.

Обчислення проводили на персональному комп'ютері з використанням пакета прикладних програм «Статистика» 7,0.

Всі досліді, описані в даній роботі, проводили в 3-х кратної повторності. У таблицях і на малюнках показані дані типових дослідів.

#### Висновки за розділом

В даному розділі дипломної роботи на підставі результатів досліджень теоретично обґрунтована і експериментально підтверджено доцільність отримання харчових концентратів з цукрових буряків і їх застосування в кондитерських виробках.

### 3 ОТРИМАННЯ ХАРЧОКОНЦЕНТРАТІВ ІЗ ЦУКРОВОГО БУРЯКА

Матеріали цього розділу присвячені розробці і науковому обґрунтуванню нової технології раціональної переробки коренеплодів цукрових буряків – отримання харчових концентратів: концентрованої пасти і помадних фруктових цукерок на їх основі.

Продукти переробки овочів і коренеплодів багато років використовуються в харчовій промисловості. Однак вони досі не знаходили широкого розповсюдження у виробництві кондитерських виробів. Це пов'язано з обмеженим терміном придатності даних напівфабрикатів, що веде до необхідності консервування для збільшення стійкості при зберіганні, а, відповідно, до підвищення собівартості та зниження корисності продукту в разі застосування різних хімічних препаратів або стерилізації. Досить висока вологість напівфабрикатів тягне за собою потребу в додатковій технологічній обробці, а також впливає на обсяг і масу, які є важливими факторами при транспортуванні і зберіганні продуктів і обумовлюють крупні розміри тари та площі складів. Вирішення цих проблем може бути досягнуто при отриманні та застосуванні харчоконцентратів з цукрового буряка.

#### 3.1 Отримання концентрованої пасти з цукрових буряків

Виробництво концентратів (сконцентрованих напівфабрикатів з фруктів, ягід та овочів) має велике значення для населення та національної економіки нашої країни. Концентровані напівфабрикати значно полегшують процес приготування їжі, зменшуючи витрати робочої сили та часу. Вони дозволяють розширити асортимент продуктів, забезпечити постійне харчування протягом усього року і створювати запаси для поточних, сезонних та аварійних ситуацій. Плодоовочеві концентрати багаті вітамінами та мінералами, необхідними для забезпечення харчування населення країни, зокрема в північних районах.

Згідно з чинною нормативно-технічною документацією, асортимент плодоовочевої продукції налічує понад 1000 видів. Проте, насправді, виробляється лише обмежена кількість - не більше 150 видів. До цієї групи входять джеми, варення, компоти та інші подібні продукти, але їх обсяг випуску є незначним [12].

Зросла потреба вітчизняної продукції та значний розрив між потенційним та фактичним ринком роблять галузь концентрування плодоовочевої сільськогосподарської продукції важливим напрямом для розробки нових технологій у харчовій промисловості.

### 3.2 Дослідження органолептичних та фізико-хімічних властивостей концентрованої пасти

Концентрована паста з цукрових буряків, отримана в лабораторних умовах за схемою (рис. 2.1) являє собою однорідну, рівномірно протерту масу без частинок шкірки.

Бурякова паста має масову частку сухих речовин 50 – 55 % і може бути використана в кондитерських, хлібобулочних і харчоконцентратних виробках як цінна харчова добавка. Напівфабрикат містить мінеральні речовини (калій, натрій, кальцій, магній, хлориди, сульфати, фосфати, залізо), багатий клітковиною, містить повний спектр незамінних амінокислот.

У лабораторних умовах проводили дослідження органолептичних, фізико-хімічних властивостей концентрованої пасти їх цукрових буряків:

- органолептичні: паста являє собою гомогенну, в'язку масу, яка не розтікається на горизонтальній поверхні без не протертих шматочків шкірки, частинок волокон і інших сторонніх включень, світло-кремового кольору, кислувато-солодкого смаку, без запаху цукрових буряків.

- фізико-хімічні: масова частка сухих речовин – 50 – 55 %; масова частка редукуючих речовин – 10,3 – 18,5 %; масова частка титрованих кислот (в перерахунку на яблучну кислоту), не менше – 0,4 – 0,8 %.

На підставі результатів проведених досліджень можна зробити висновок про те, що зі збільшенням масової частки сухих речовин в пастах відбувається зростання кислотності і масової частки редуруючих речовин. Збільшення кислотності можна пов'язати з тим, що в бурякове пюре вноситься до 0,7 % лимонної кислоти для поліпшення органолептичних показників і запобігання процесу потемніння, крім того, в концентрованих напівфабрикатах містяться переважно нелеткі органічні кислоти, які при уварюванні не змінюють свого кількісного вмісту. Таким чином, відсотковий вміст кислот після уварювання збільшується за рахунок збільшення масової частки сухих речовин.

Так само при тривалому нагріванні в кислому середовищі відбувається гідроліз сахарози з утворенням глюкози і фруктози, які є відновлюваними цукрами, що призводить до збільшення масової частки редуруючих речовин в пюре.

### 3.3 Вивчення впливу технологічних параметрів на структурно-механічних властивостей концентрованої пасти

Одним з основних критеріїв оцінки якості концентрованої пасти з цукрових буряків є її реологічні характеристики, зокрема, в'язкість, величина якої залежить від концентрації СР пасти, а також від параметрів технологічного процесу. Особливості реологічних властивостей пасти є фактором безпосереднього формування технологічних властивостей харчоконцентрата.

Як відомо, під в'язкістю розуміють властивість системи надавати опір відносному руху її шарів [54]. Для визначення в'язкових властивостей концентрованої пасти був використаний ротаційний вискозіметр. В'язкість концентрованої пасти при різних температурах необхідно знати при розрахунку продуктивності насоса, що перекачує її. Чим в'язкість нижче, тим легше здійснюється процес перекачування.

Була виміряна ефективна в'язкість у зразку пюре з цукрових буряків перед уварюванням і в процесі концентрування при фіксованих швидкостях зсуву під час термостатування при різних температурах.

Досліджували зразки з масовою часткою СР 19, 30, 50 і 55 %, вимір ефективної в'язкості проводили зі збільшенням швидкості зсуву. При проведенні дослідів кожен раз в циліндр віскозиметра завантажували нову масу. За для обробки експериментальних даних за розрахунковими формулами [37] були побудовані залежності ефективної в'язкості ( $\eta$ , Па·с) від швидкості зрушення ( $\gamma$ ,  $\text{с}^{-1}$ ) при різній масовій частці СР і температурі, а також залежно від ефективної в'язкості від масової частки СР пасти і температури при постійній швидкості зсуву  $20 \text{ с}^{-1}$ . Порівняльний аналіз ефективної в'язкості бурякового пюре в процесі концентрування представлений на рис. 3.1 – 3.5.

Концентровані пасти є дисперсними системами. Відповідно до прийнятої класифікації систем взагалі і харчових зокрема пасти можна віднести до II типу – двофазних систем, що містять тверду фазу в рідкому дисперсійному середовищі (Т-Ж).

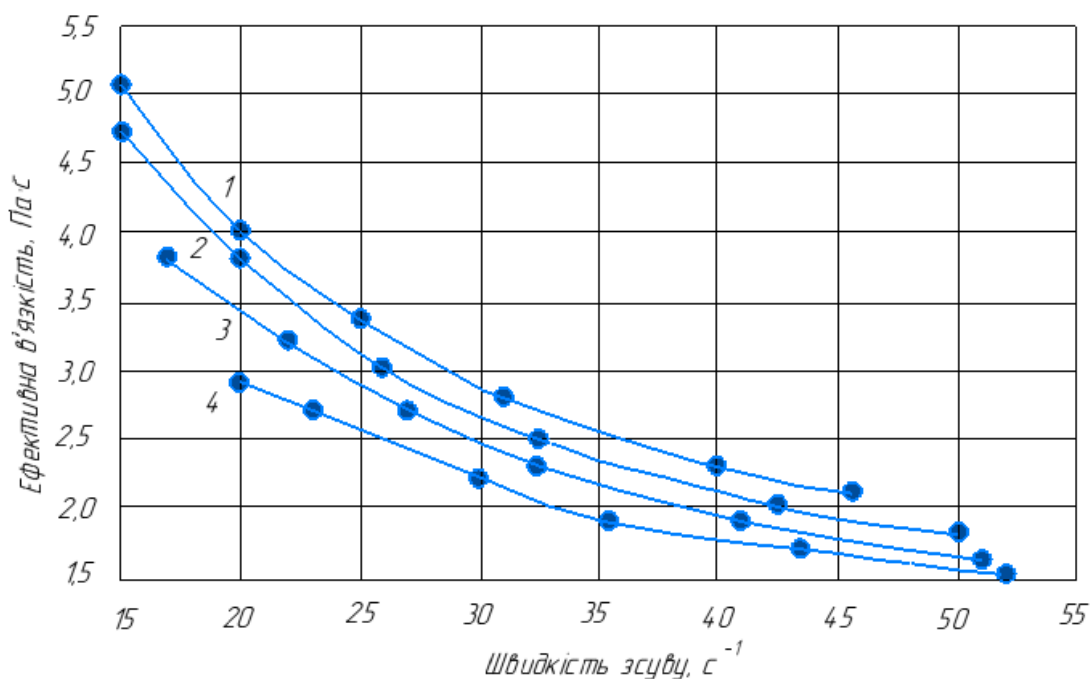


Рисунок 3.1 – Залежність ефективної в'язкості бурякової пасти з масовою часткою СР 50 % від швидкості зсуву при температурах ( $^{\circ}\text{C}$ ): 1 – 20; 2 – 40; 3 – 60; 4 – 80.

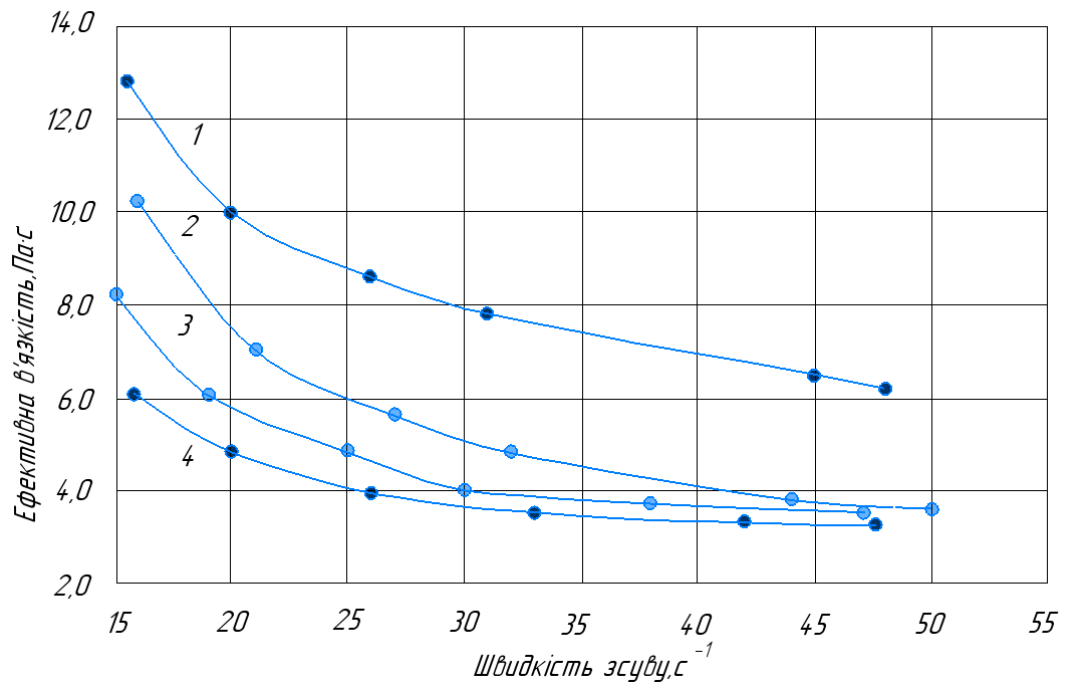


Рисунок 3.2 – Залежність ефективної в'язкості бурякової пасти з масовою часткою СР 55 % від швидкості зсуву при температурах (°C): 1 – 20; 2 – 40; 3 – 60; 4 – 80.

Отримані криві течії структурованих дисперсних систем (концентрована паста) характеризуються перепадом в'язкості від найбільшої в'язкості, практично не зруйнованої структури, до найменшої – зруйнованої структури.

Характер зміни ефективної в'язкості показує, що зі збільшенням температури в'язкість знижується. Це пов'язано з тим, що зв'язок структури концентрованої пасти з в'язкістю обумовлена тепловим рухом частинок, складових дисперсійного середовища, тому в'язку течію можна розглядати, як перехід одиничних молекул або їх груп з чергового положення рівноваги в найближчий за напрямком руху «отвір», на обрання якого витрачається деяка енергія активації.

Аналізуючи залежності ефективної в'язкості від швидкості зсуву можна зробити висновок про те, що зі збільшенням масової частки сухих речовин в концентрованих пастах їх в'язкість значно збільшується. Так як в процесі концентрування відбувається набухання і утворення вузьких колоїдних розчинів пектинових речовини і харчових волокон, що відрізняються високою водопоглинальною здатністю.



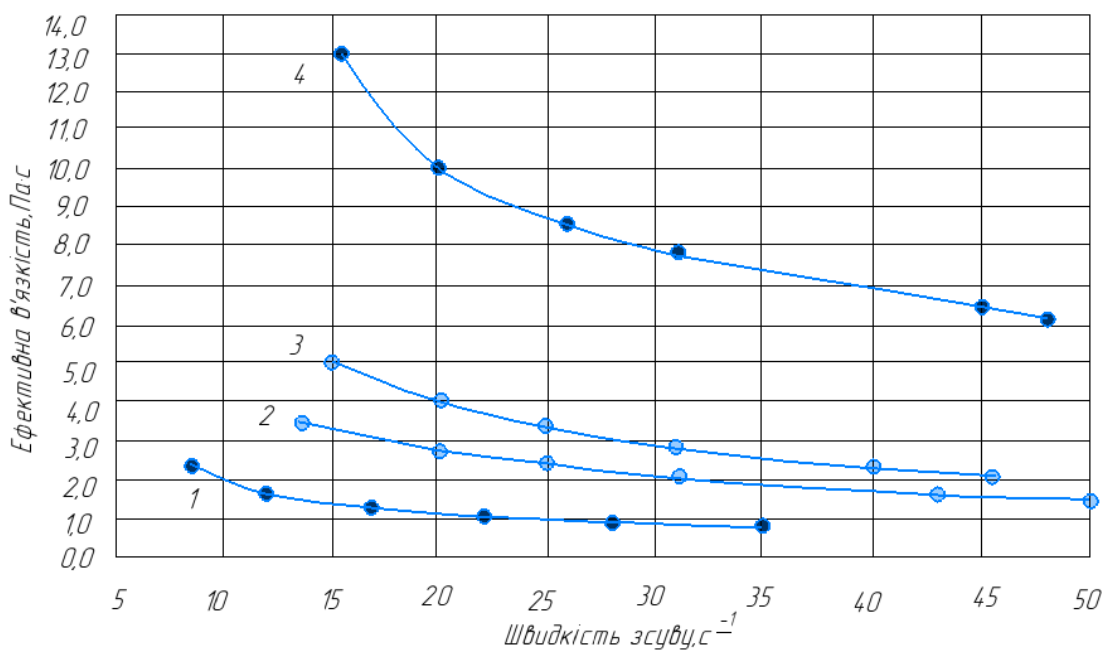


Рисунок 3.3 – Залежність ефективної в'язкості бурякового пюре від швидкості зсуву при температурі 20 °C і масовій частки CP (%): 1 – 19; 2 – 20; 3 – 50; 4 – 55.

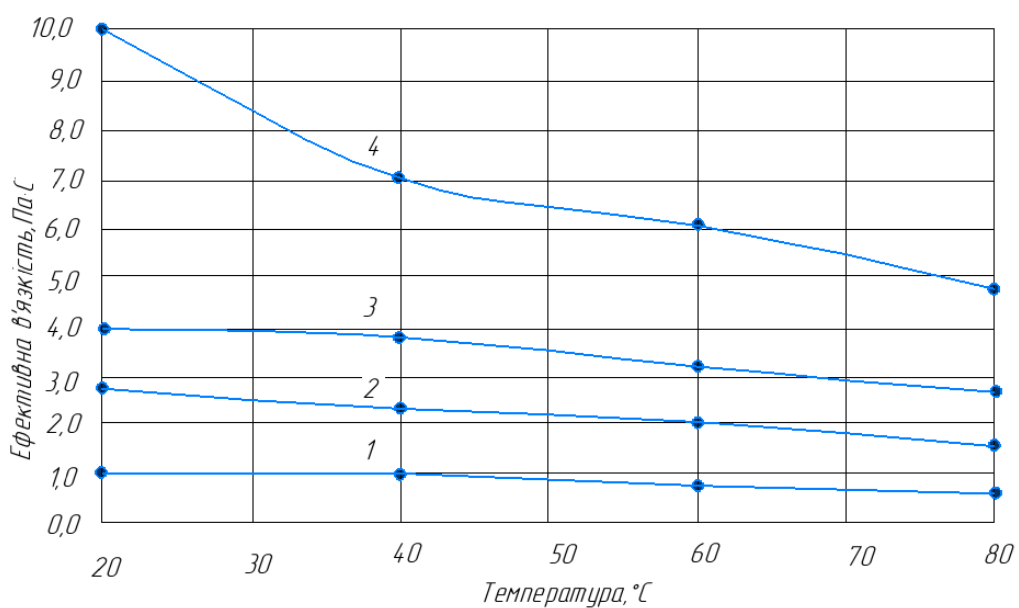


Рисунок 3.4 – Залежність ефективної в'язкості бурякового пюре від температури при швидкості зсуву  $20 s^{-1}$  і масовій частки CP (%): 1 – 19; 2 – 20; 3 – 50; 4 – 55.

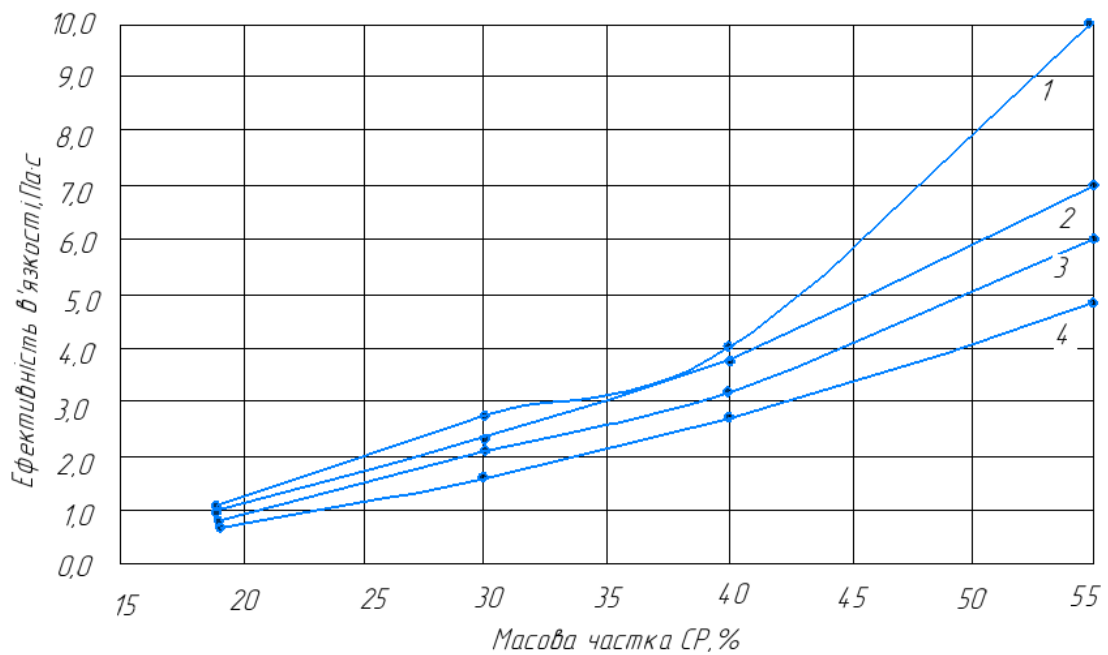


Рисунок 3.5 – Залежність ефективної в'язкості бурякового пюре від масової частки сухих речовин при швидкості зсуву  $20 \text{ с}^{-1}$  і температурі (С ): 1 – 20; 2 – 40; 3 – 60; 4 – 80.

Найбільшою ефективною в'язкістю володіє концентрована паста при температурі  $20 \text{ }^{\circ}\text{C}$  з більшою масовою часткою сухих речовин (55 %). Оптимальною в'язкістю для перекачування по трубопроводах володіють концентровані пасти при температурі  $60 \text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Порівняльний аналіз структурно-механічних властивостей концентрованої пасти показав, що раціональною концентрацією володіють пасти з масовою часткою сухих речовин 50 – 55 %. При більш високій концентрації в'язкість пасти значно збільшується, в результаті ускладнюється проведення основних технологічних процесів (дозування, перекачування та ін.), що призведе до необхідності встановлення спеціального обладнання. Отримання бурякової пасти з масовою часткою сухих речовин менше 50 % недоцільно, тому що вона має досить високу вологість, що ускладнює її використання в різних кондитерських виробках [69].

На підставі отриманих даних і вимог можна запропонувати наступні терміни зберігання для концентрованої бурякової пасти, упакованої в бочки або іншу аналогічну тару (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 – Терміни зберігання бурякової пасти

Бурякова паста з масовою часткою СР, %	Термін зберігання, місяців не більше
40	2,0
45	3,0
50	4,0
55	6,0

Для збільшення термінів зберігання пасти можна запропонувати асептичне пакування, а також упаковувати в банки з подальшою стерилізацією і інші види герметичної тари. Використання консерванту для збільшення тривалості зберігання недоцільно, так як можуть виникнути проблеми з його видаленням перед подачею пасти на виробництво, тому що вона має досить високу в'язкість, крім того, застосування консерванту викличе збільшення собівартості продукту і знизить його безпеку [5, 87].

#### 3.4 Харчова цінність концентрованої пасти з цукрових буряків

Харчова цінність продукту відображає його повноту корисних якостей, включаючи забезпечення основних фізіологічних потреб людини у необхідних харчових речовинах, енергії та органолептичні якості. Необхідні організму людини харчові речовини знаходяться в легкодоступній для засвоєння формі, що містяться в продуктах мікроелементи, вітаміни також обумовлюють його високу харчову цінність. Харчова цінність продуктів харчування визначається їх здатністю задовольняти потреби організму людини в необхідних для зростання і розвитку органічних і мінеральних речовинах і енергії для забезпечення працездатності [63].

Вміст деяких харчових речовин в концентрованій пасті з цукрових буряків з масовою часткою сухих речовин 50 і 55 % представлено в табл. 3.2.

Головним при створенні продуктів функціонального призначення є вміст функціональних інгредієнтів. Тому також був проведений розрахунок ступеня задоволення добової потреби в харчових речовинах при споживанні концентрованої пасту (табл. 3.2).

Таблиця 3.2 – Вміст деяких харчових речовин в концентрованій пасті і задоволення добової потреби при споживанні 100 г

Харчові речовини	Добова потреба	Бурякова паста СР = 50 %		Бурякова паста СР = 55 %	
		Вміст в 100 г	Ступінь задоволення формули збалансованого харчування, %	Вміст в 100 г	Ступінь задоволення формули збалансованого харчування, %
Білки, г	80,0	1,80	2,25	1,98	2,48
Жири, г	80,0	0,06	0,08	0,07	0,09
Вуглеводи, г	400,0	36,00	9,00	39,60	9,90
Харчові волокна, г	20,0	9,00	45,00	9,90	49,50
Органічні кислоти, г	2,0	0,60	30,00	0,66	33,00
Мінеральні речовини, мг:					
натрій	1300,0	80,00	6,15	88,00	6,77
калій	2500,0	600,00	24,00	660,00	26,40
кальцій	1000,0	100,00	10,00	110,00	13,75
магній	400,0	160,00	40,00	176,00	44,00
фосфор	800,0	140,00	17,50	154,00	19,25
залізо	15,00	4,00	26,70	4,40	29,30
Енергетична цінність, ккал (кДж)	2775,0 (13 320)	112,61 (540,53)	4,06	159,03 (763,34)	5,73

Розрахунок енергетичної цінності проводили на 100 г продукту по сумарному вмісті в харчоконцентрати білків, жирів, вуглеводів і їх енергетичній цінності при окисленні в організмі в залежності від складу [6].

Вживання концентрованої пасти з цукрових буряків з масовою часткою сухих речовин 50 (55) % дозволяє задовольнити добову потребу в харчових волокнах на 45,0 (49,5) %, органічних кислотах – 30,0 (33,0) %, калію – 24,0 (26,4) %, магнію – 40,0 (44,0)%, залізі – 26,7 (29,3) %.

### 3.5 Пропонована структурна схема отримання концентрованої пасти з цукрових буряків

Розробка нової технології виробництва концентрованих напівфабрикатів з овочів і фруктів – ефективний спосіб переробки останніх, який дозволить отримувати продукцію високої харчової цінності в промислових масштабах, зберігати і використовувати її в міжсезонний період для виготовлення кондитерських, хлібопекарських та ін. виробів як альтернативу овочевим напівфабрикатам, що швидко псується.

На основі лабораторних досліджень отримання концентрованої пасти з цукрових буряків була розроблена структурна технологічна схема для виробництва пасти в промислових масштабах.

Основні технологічні операції отримання концентрованої пасти з цукрово буряка представлені на рис. 3.6.

Призначені для промислової переробки свіжі коренеплоди цукрових буряків при надходженні на підприємство піддають калібруванню та мийці. Відкалібрована цукрові буряки надходить в барабанну мийну машину, при цьому з її поверхні видаляється основна маса бруду, сторонні домішки, а також відбувається часткове видалення мікроорганізмів і їх спор. Промиті коренеплоди інспектують на стрічкових транспортерах, видаляють при цьому некондиційні і погано промиті з наявністю тих чи інших дефектів. Далі чисті цукрові буряки направляються на паротермічну обробку для очищення від шкірки. Швидка обробка гострою парою при тиску 0,8 – 0,9 МПа протягом 60 – 90 с дозволяє легко відокремити шкірку від м'якоті і знищити мікроби на поверхні підготовлюваної сировини. Більш тривала теплова обробка недоцільна в зв'язку з

тим, що збільшується глибина провару підшкірного шару, що призводить до збільшення кількості відходів і втрати продукту. Потім коренеплоди цукрових буряків за допомогою стрічкового транспортера подаються в лопатеву мийну машину і далі в щіткову-мийну машину, де відбувається відділення від шкірки. Доочищення і інспекцію буряка здійснюють на стрічковому конвеєрі вручну.

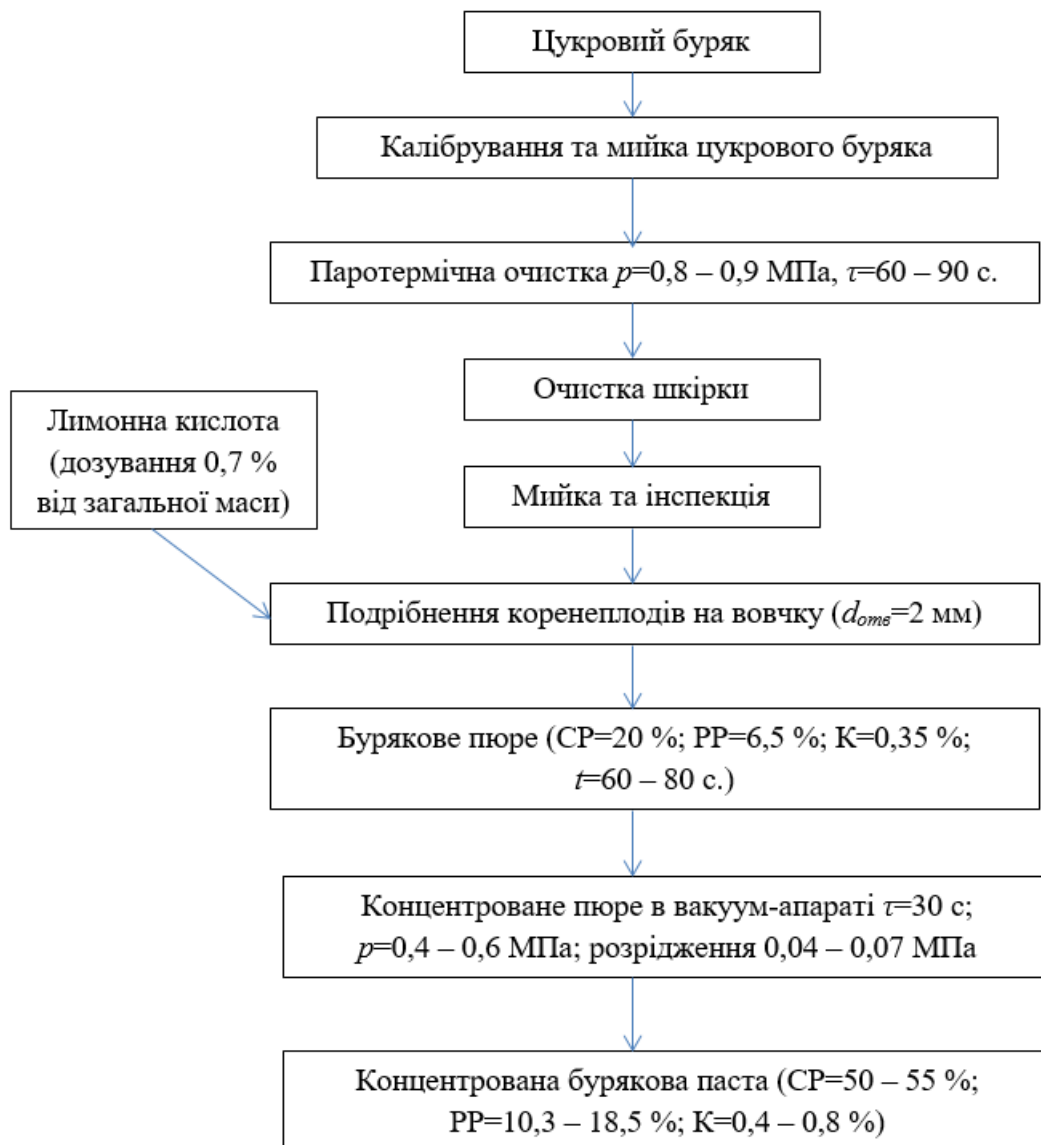


Рисунок 3.6 – Структурна схема отримання концентрованої бурякової пасты

Для приготування пюре буряк подрібнюють на вовчку з діаметром чарунок 2 мм. Під час подрібнення існує проблема потемніння поверхні. У зв'язку з цим для запобігання потемніння цукрових буряків при подрібненні додають лимонну кислоту в кількості 0,7 % до її маси.

Отримане бурякове пюре направляють на концентрування в вакуум-випарний апарат. Концентрування здійснюють у вакуум-випарному апараті при тиску пари в сорочці 0,4 – 0,6 МПа і розрідженні 0,04 – 0,07 МПа.

Бурякова маса, яка піддається концентруванню, складає складну систему, що включає не лише дійсні розчини цукрів, органічних кислот, мінеральних солей та інших речовин у воді, але й зважені частки різної дисперсності.

Таким чином, під час процесу концентрування, основні властивості продукту постійно змінюються. Тому вибір оптимальних режимів і умов концентрування є критично важливим етапом у розробці технологічного процесу і виготовленні пристроїв для концентрування харчових продуктів.

Уварювання бурякової маси в вакуум-апараті дозволяє найбільш повно зберегти цінні компоненти продукту, в результаті виходить бурякова паста з масовою часткою сухих речовин 50 – 55 % [9].

### 3.6 Пропозиції щодо розробки технології помадних цукерок із застосуванням концентрованої пасти з цукрових буряків

Помада – це продукт кристалізації сахарози з перенасичених цукровопатокових або цукровопатоково-молочних, або цукровопатоково-фруктових сиропів. Вона являє собою гетерогенну систему, що складається з трьох фаз: твердої, рідкої і газоподібної.

Від співвідношення твердої і рідкої фаз помади залежить її якість, а також фізичні властивості: в'язкість, пластичність, текучість, якими повинна володіти помада при різних способах її формування.

Кристали твердої фази помади перебувають в оточенні рідкої фази, яку можна назвати міжкристальним сиропом. Останній, внаслідок особистих розмірів кристалів і безперервного випаровування вологи, вміст якої в помаді коливається від 9 до 14 %, є пересиченим розчином сахарози. Це підтверджується багатьма дослідженнями на противагу існуючим уявленням, що рідка фаза є насиченим розчином.

У готової помаді вміст рідкої фази має бути 40 – 45 %, твердої – 60 – 55 %, а розмір кристалів не перевищувати 20 мкм. Однак це співвідношення, як і полідисперсний склад кристалів, не завжди і залежить від багатьох факторів: ступеня перенасичення помадного сиропу і в'язкості, які в свою чергу визначаються вмістом сахарози, рецептурним складом сиропу, його температурою.

Залежно від складу розрізняють помаду просту цукрову, молочну, крем-брюле і фруктову.

При виробництві фруктових помадних мас спочатку готують суміш цукровопатокового сиропу і фруктового пюре, яка потім уварюється до помадного сиропу.

У увареному помадному сиропі міститься 78 – 85 % сахарози, при температурі 122 °С коефіцієнт розчинності її дорівнює  $H_0 = 7,33$ . При зазначених вихідних даних в помадному сиропі на 1 частину води доводиться від 6,5 до 8,5 частин сахарози.

Якість готової помади залежить не тільки від співвідношення твердої і рідкої фази, але і розміру кристалів твердої фази. Тому в помадоутворенні важливе значення має перша стадія процесу кристалізації – утворення центрів кристалізації. Чим більше їх виникає в одиниці об'єму за певний час, тим більше сумарна поверхня кристалів і тим дрібніше будуть кристали сахарози.

При виробництві помадних цукерок часто трапляється, що уварений цукровопатоковий сироп певної початкової концентрації охолоджують до різних температур і в результаті кристалізації сахарози отримують продукт різного дисперсного складу, з різним співвідношенням рідкої і твердої фази. Останнє положення має великий вплив на процес формування кристалічної маси, стійкість маси проти висихання, а також на смак і якість готових виробів.

Одним з вирішальних факторів, що впливають на дисперсний склад твердої фази, є перенасичення сиропу. З підвищенням перенасичення сиропу значно зростає кількість твердої фази, поліпшується дисперсність помади.



На дисперсність впливає інтенсивність перемішування охолодженого сиропу, однак в значно меншій мірі, ніж перенасичення і температура. Перемішування перенасичених розчинів розглядається як фактор, що прискорює утворення центрів кристалізації, що є причиною підвищення ступеня дисперсності помади.

З метою, виявлення можливості використання бурякової пасти при виробництві кондитерських виробів проводили дослідження в лабораторних умовах. На відміну від традиційної технології фруктової помадні маси отримували наступним чином (рис. 2.2): готували помадний сироп з масовою часткою сухих речовин 88 – 90 % і на стадії темперування вносили бурякову пасту і смакові речовини.

#### Висновки за розділом

Розроблено і науково обґрунтовано технологію отримання концентрованої бурякової пасти. Визначено органолептичні, фізико-хімічні властивості концентрованої пасти. Встановлено раціональну концентрацію пасти з цукрових буряків  $CP = 50 - 55 \%$ . Вивчено вплив технологічних параметрів на структурно-механічні властивості концентрованої пасти і терміни її зберігання та визначено, що концентрована паста з цукрових буряків з масовою часткою  $CP = 50 - 55 \%$  зберігається до 6 місяців.

## 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ

### 4.1 Розробка карти безпеки праці

Під час створення картки безпеки праці (табл. 4.1), враховано всі особливості та умови, з якими стикається оператор мийної машини.

<p>I. Характеристика умов праці</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Місце роботи – ділянка мийки плодоовочевої сировини;</li> <li>2. Вид робіт – мийка плодів та овочів від бруду;</li> <li>3. Кваліфікація – оператор мийної машини;</li> <li>4. Умови праці – нормальні.</li> </ol>	<p>II. Вимоги технічних умов забезпечення безпеки праці</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Застосовувати засоби індивідуального захисту;</li> <li>2. Освітленість робочого місця – 150 лк;</li> <li>3. Повітряний обмін – 1000 м<sup>3</sup>/год.</li> </ol>
<p>III. Індивідуальні засоби захисту на робочому місці</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Костюм, комбінезон бавовняний;</li> <li>2. Ботинки шкіряні;</li> <li>3. Головний убор;</li> <li>4. Одяг повинен бути застебнутий на всі гудзики.</li> </ol>	<p>IV. Показники технологічного режиму та міри безпеки</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ефективність мийки – 87 %;</li> <li>2. Частота обертання барабану – 35 об/хв;</li> <li>Наявність захисних кожухів обов'язкова;</li> <li>3. Корпус машини повинен бути заземлений;</li> <li>4. Не допускається виконувати регулювання при увімкненому електродвигуні.</li> </ol>
<p>V. Вимоги безпеки праці перед початком робіт</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Починаючи роботу працівник повинен перевірити справність машини;</li> <li>2. Перевірити наявність та справність захисних огорожень приводів робочих органів;</li> <li>3. Перед включенням машини переконатись, що нікому із присутніх біля машини не загрожує небезпека від рухомих частин і механізмів</li> </ol>	
<p>VI Вимоги безпеки при виконанні операції мийки плодоовочевої сировини</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Роботи повинні виконуватись згідно заходів безпеки встановлених ДНАОП та існуючої на підприємстві документації.</li> <li>2. До роботи на машині допускаються особи, що досягли 18 років, пройшли навчання та всі види інструктажу з охорони праці, стажування і мають досвід роботи на даному обладнанні.</li> <li>3. Забороняється проводити ремонтні роботи і очистку сепаратора не вимкнувши його від мережі і без повної зупинки робочих органів.</li> <li>4. Постійно здійснювати контроль стану опор барабану органу та регулювальних і натяжних пристроїв.</li> <li>5. Дотримуватися правил електробезпеки, здійснювати контроль допоміжних захисних пристроїв та захисних огорожень.</li> </ol>	

Рисунок 4.1 – Карта безпеки праці оператора мийної машини

## 4.2 Утилізація відходів консервного виробництва

Шляхом переробки відходів з консервного виробництва можна одержувати такі продукти, як сухий пектин, органічні добрива, фруктові порошки та інше.

Одна з особливостей використання відходів виробництва консервів полягає у тому, що обробка сировини, така як очищення, різання, дроблення та бланшування, часто або повністю зменшує його стійкість до мікроорганізмів. Головна проблема, пов'язана з переробкою відходів, полягає у їхній високій вразливості до швидкого гниття або псування, що обмежує їх термін зберігання.

Додаткове використання відходів консервного виробництва включає процес отримання фруктового порошку, який широко використовується в харчовій промисловості для виготовлення цукерок, тортів та інших продуктів. Для отримання порошку, вичавленість подрібнюють у грануляторі і сушать у тунельних сушарках. Спочатку процес відбувається при температурі 110 - 140 °С, а потім – при 70 - 95 °С. Після сушіння, вичавку охолоджують, подрібнюють у дробарці, просіюють і фасують у полімерні мішки.

Ефективне використання відходів консервного виробництва може стати додатковим джерелом прибутку для вашого підприємства, і вкладені в технологічну лінію для їхньої переробки інвестиції будуть швидко окуплені.

### Висновки за розділом

В даному розділі кваліфікаційної роботи було розроблено карту безпеки праці оператора мийної машини для плодів, овочів та коренеплодів, обговорене та визначено шляхи утилізації відходів консервного виробництва.

## 5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

### 5.1 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження

Для визначення витрат, пов'язаних з проведенням дослідження, використовується кошторис витрат, який включає в себе витрати на матеріали, електроенергію, заробітну плату, амортизацію та накладні витрати.

Для розрахунку витрат на основні та побічні матеріали використовується наступна формула:

$$M = \sum m_1 \cdot C_1, \quad (5.1)$$

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

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

У таблиці 5.1 представлені обчислені результати витрат на матеріали.

Таблиця 5.1 – Необхідна кількість основних матеріалів та їх вартість

Найменування, одиниці	Кількість	Ціна, грн	Сума, грн
Коренеплоди цукрового буряка, кг	15	5,30	79,00
Всього			79,00

У таблиці 5.2 представлені результати розрахунку заробітної плати учасників досліджень, який визначається шляхом помноження середньочасової ставки працівника на загальну кількість витраченого часу.

Таблиця 5.2 – Розрахунок витрат на заробітну плату

Посада	Середньомісячний заробіток, грн	Середньочасовий заробіток, грн	Кількість людино-годин	Сума, грн
Дипломний керівник	8300	49,40	15	742,00
Всього				742,00

Відсоток нарахувань на заробітну плату становить 22 % від суми єдиного податку. Вони обчислюються від загальної суми заробітної плати:

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

Затрати на витрачену електроенергію визначають за формулою:

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

де  $M$  – потужність встановленого електрообладнання, кВт;

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

$T$  – час роботи на установці, год;

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

Затрати енергії на роботу подрібнювача цукрового буряка:

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

Витрати електроенергії на роботу апарата для термічної обробки цукрового пюре:

$$E_{\text{т.о.}} = 1,5 \cdot 0,9 \cdot 16 \cdot 1,68 = 36,29 \text{ грн.}$$

Витрати електроенергії на персональний комп'ютер:

$$E_{\text{п.к.}} = 1,2 \cdot 0,9 \cdot 176 \cdot 1,68 = 319,33 \text{ грн.}$$

Загальні витрати електроенергії складуть:

$$E_{\text{заг}} = E_{\text{под.}} + E_{\text{т.о.}} + E_{\text{п.к.}} = 53,22 + 36,29 + 319,33 = 408,84 \text{ грн.}$$

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

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

де  $A$  – амортизаційні відрахування, грн;

$\Phi$  – вартість устаткування, грн;

$H$  – річна норма амортизації, %;

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

365 – кількість днів у році.

Результати розрахунків витрат на амортизацію наведені в табл. 5.3.

Таблиця 5.3 – Результати розрахунків витрат на амортизацію

Устаткування	Вартість, грн	Річна норма амортизації, %	Тривалість роботи, днів	Витрати на амортизацію, грн
Подрібнювач	2670,50	15	2	2,19
Апарат для термічної обробки	3600,40	15	2	2,96
Персональний комп'ютер	10400,00	24	22	150,44
Всього				155,59

Накладні витрати, пов'язані з обслуговуванням та управлінням виробництвом, включають витрати на оплату праці обслуговуючого та адміністративно-управлінського персоналу. Вартість цих накладних витрат, які також включають витрати на обслуговування установки, становить 80% від розрахованої заробітної плати дослідників:

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

В таблиці 5.4 представлений розрахунок планованих витрат на проведення дослідження.

Таблиця 5.4 – Кошторис витрат на проведення дослідження

Витрати	Сума, грн.
Основні матеріали	79,00
Заробітна плата	741,00
Нарахування на заробітну плату	163,02
Електроенергія	408,84
Амортизація	155,59
Накладні витрати	592,80
Всього	2140,25

Проведений аналіз підтвердив, що найвищі витрати становлять заробітна плата та накладні витрати.

## 5.2 Розрахунок вартості дослідження

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

$$Ц = C + \frac{P \cdot C}{100}, \quad (5.4)$$

де  $Ц$  – вартість дослідження, грн;

$C$  – витрати на дослідження, грн;

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

$$Ц = 2140,25 + \frac{30 \cdot 2140,25}{100} = 2782,32 \text{ грн.}$$

Витрати на проведення дослідження склали 2782,32 грн.

## Висновки за розділом

Найбільш значними категоріями витрат під час проведення дослідження є заробітна плата і накладні витрати, які складають відповідно 741,00 грн та 592,80 грн. Враховуючи нормативну рентабельність на рівні 30 %, загальна вартість проведеного дослідження становить 2782,32 грн.



## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

На підставі результатів досліджень теоретично обґрунтована і експериментально підтверджено доцільність отримання харчових концентратів з цукрових буряків і їх застосування в кондитерських виробках.

1. Розроблено і науково обґрунтовано технологію отримання концентрованої бурякової пасти. Визначено органолептичні, фізико-хімічні властивості концентрованої пасти. Встановлено раціональну концентрацію пасти з цукрових буряків  $CP = 50 - 55 \%$ . Вивчено вплив технологічних параметрів на структурно-механічні властивості концентрованої пасти і терміни її зберігання та визначено, що концентрована паста з цукрових буряків з масовою часткою  $CP = 50 - 55 \%$  зберігається до 6 місяців.

4. Розроблено карту безпеки праці оператора мийної машини для плодів, овочів та коренеплодів, обговорене та визначено шляхи утилізації відходів консервного виробництва.

5. Виявлено, що найважливішими складовими витрат під час проведення дослідження є заробітна плата і накладні витрати, які становлять відповідно 741,00 грн та 592,80 грн. Враховуючи нормативну рентабельність на рівні 30%, загальна вартість проведеного дослідження складає 2782,32 грн.

## БІБЛІОГРАФІЯ

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

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

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