

**ДНПРОВСЬКИЙ 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 дипломної роботи
освітнього ступеня «Магістр»
на тему:

**Обґрунтування технології отримання продуктів
функціонального призначення із калини
звичайної**

Виконала: здобувачка вищої освіти 2 курсу,
групи МГХТз-1-23
освітньо-професійної програми «Харчові
технології»
зі спеціальності 181 «Харчові технології»

_____ Анна БОРОХ

Керівник: _____ Олександр ПІВОВАРОВ

Рецензент: _____

Дніпро 2024

**ДНПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри
харчових технологій,
кандидат технічних наук, доцент
Віталій КОШУЛЬКО

(підпис)

«11» листопада 2024 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧЦІ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Борох Анні Сергіївні

1. Тема роботи: «Обґрунтування технології отримання продуктів функціонального призначення із калини звичайної». Керівник роботи: Півоваров Олександр Андрійович, доктор технічних наук, професор, затверджені наказом закладу вищої освіти від «11» листопада 2024 року № 3768.
2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи 16 грудня 2024 року
3. Вихідні дані до роботи 1 Літературні джерела та періодичні видання. 2 Наукова та науково-технічна документація, що стосується питань переробки плодів калини звичайної у продукти з метою отримання БАР. 3 Нормативно-технологічна документація та правила ведення технологічних процесів на елеваторах. 4 Патенти та авторські свідоцтва.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1 Аналітичний огляд. 2 Об'єкти та методи проведення досліджень. 3 Результати експериментальних досліджень та їх обговорення. 4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. 5 Організаційно-економічна частина. Загальні висновки. Бібліографія.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1 Мета та задачі досліджень. 2 Результати досліджень та їх аналіз. 3 Кошторис витрат на проведення досліджень. 4 Загальні висновки.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Посада, прізвище та ім'я консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1 – 3	професор ПІВОВАРОВ Олександр	11.11.2024	16.12.2024
4	професор ПІВОВАРОВ Олександр	11.11.2024	16.12.2024
5	професор ПІВОВАРОВ Олександр	11.11.2024	16.12.2024

7. Дата видачі завдання 11 листопада 2024 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	11.11-13.11.24	виконано
2	Аналітичний огляд	14.11-18.11.24	виконано
3	Об'єкти та методи проведення досліджень	19.11-20.11.24	виконано
4	Результати експериментальних досліджень та їх обговорення	20.11-12.12.24	виконано
5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	07.12-08.12.24	виконано
6	Організаційно-економічна частина	09.12-12.12.24	виконано
7	Загальні висновки та список джерел посилання	13.12-14.12.24	виконано
8	Розробка та підготовка демонстраційного матеріалу	15.12.2024	виконано

Здобувачка вищої освіти

_____ Анна БОРОХ
(підпис)

Керівник роботи

_____ Олександр ПІВОВАРОВ
(підпис)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка магістерської роботи містить: 61 сторінка друкованого тексту, 6 рисунків та ілюстрацій, 12 таблиць та використано 48 літературних джерел.

Метою даної роботи є створення та впровадження технологій отримання продуктів із плодів калини звичайної, що використовується в харчовій промисловості, медицині, сільському господарстві.

Об'єктом досліджень є плоди калини звичайної, що використовується в харчовій промисловості, медицині, сільському господарстві.

Предметом дослідження є режими та параметри технологічного процесу отримання продуктів із плодів калини звичайної та їх вплив на показники якості.

У сучасній науці про харчування плоди багатьох рослин та самі рослини розглядаються як життєво необхідні продукти. Вони не тільки важливі за своєю харчовою цінністю, а й служать джерелом біологічно активних речовин (БАР) – поліфенолів, вітамінів, каротинів, мінеральних, пектинових речовин. БАР рослин діють м'якше, ніж синтетичні аналоги, надають комбінований вплив на організм і придатні для тривалого застосування [1, 2].

Також слід зазначити, що продукти або препарати, виготовлені з місцевої рослинної сировини, мають найбільший терапевтичний ефект людям, які проживають на відповідній території. Вони підвищують стійкість організму до екстремальних ситуацій, нормалізують розумову та фізичну працездатність. В Україні досить поширені плодові дерева і чагарники, які мають велику практичну цінність і зростають у обсягах, достатніх для промислової переробки.

Ключові слова: КАЛИНА ЗВИЧАЙНА, СІК, ЕКСТРАКТ, ШРОТ, ТЕМПЕРАТУРА, ЧАС, БІОЛОГІЧНО-АКТИВНІ РЕЧОВИНИ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ВАРТІСТЬ.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД	9
1.1 Аналіз існуючих технологій переробки плодово-ягідної сировини	9
1.2 Хімічний склад калини звичайної	11
1.3 Області застосування калини звичайної	17
1.5 Фармакологічні властивості плодів калини звичайної	20
Висновки за розділом	21
2 ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	23
2.1 Об'єкти досліджень	23
2.2 Схема дослідження	23
2.3 Методики проведення експериментальних досліджень	23
2.3.1 Збір сировини	23
2.3.2 Зберігання сировини	24
2.3.3 Отримання пюре із плодів калини	25
2.3.4 Отримання неосвітленого соку	25
2.3.5 Освітлення соку калини	26
2.3.6 Вилучення біологічно активних речовин із плодів	26
2.3.7 Визначення вологості сировини	26
2.3.8 Визначення вмісту біологічно активних речовин	27
Висновки за розділом	27
3 РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ	29
3.1 Опис апаратурно-технологічної схеми отримання різних продуктів з ягід калини	29
3.2 Комплексна переробка ягід	31
3.2.1 Одержання соку	31
3.2.2 Отримання пюре	31
3.2.3 Одержання екстрактів із плодів калини	32

3.3	Дослідження біологічно активних речовин плодів калини звичайної	32
3.4	Переробка плодів калини звичайної	33
3.4.1	Динаміка БАР у плодах калини при холодильному зберіганні	33
3.4.2	Підготовка плодів калини звичайної до переробки	34
3.4.2.1	Розподіл біологічно активних речовин між фазами при розподілі	35
3.4.2.2	Дослідження виходу та безпеки БАР при отриманні пюре з плодів калини звичайної	38
3.4.2.3	Оптимізація процесу вилучення БАВ із плодів калини	40
3.4.3	Використання післяекстракційного шроту	40
	Висновки за розділом	41
4	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	44
4.1	Розробка карти безпеки праці під час переробки плодів калини	44
4.2	Шляхи утилізації відходів консервної промисловості	46
	Висновки за розділом	48
5	ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	49
5.1	Організація проведення дослідження	49
5.2	Витрати, пов'язані з проведенням дослідження	50
5.3	Розрахунок вартості дослідження	53
	Висновки за розділом	54
	ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	55
	БІБЛІОГРАФІЯ	57

ВСТУП

У сучасній науці про харчування плоди багатьох рослин та самі рослини розглядаються як життєво необхідні продукти. Вони не тільки важливі за своєю харчовою цінністю, а й служать джерелом біологічно активних речовин (БАР) – поліфенолів, вітамінів, каротинів, мінеральних, пектинових речовин. БАР рослин діють м'якше, ніж синтетичні аналоги, надають комбінований вплив на організм і придатні для тривалого застосування [1, 2].

Також слід зазначити, що продукти або препарати, виготовлені з місцевої рослинної сировини, мають найбільший терапевтичний ефект людям, які проживають на відповідній території. Вони підвищують стійкість організму до екстремальних ситуацій, нормалізують розумову та фізичну працездатність. В Україні досить поширені плодові дерева і чагарники, які мають велику практичну цінність і зростають у обсягах, достатніх для промислової переробки.

Дніпропетровська область одна із областей України, в якій поширена калина звичайна (*Viburnum opulus* L.). Її значення обумовлено корисними властивостями плодів, що містять більше вітамінів, ніж багато інших плодкових культур, зимостійкістю, стійкістю до хвороб та пошкодження шкідниками, невибагливістю до умов проростання, високою та регулярною врожайністю. Крім того, у її ягодах також присутні поліфеноли, цукри, глікозиди, органічні кислоти, мінеральні, пектинові та дубильні речовини.

Особливий інтерес викликають іридоїди – одна з груп глікозидів, що володіють гірким смаком і є похідними циклічних монотерпенів. Їхня біологічна активність полягає у підвищенні апетиту, підвищенні секреції шлункового соку та стимуляції травлення. Крім того, гіркі глікозиди виявляють гормональну, сечогінну, седативну, транквілізуючу, гіпотензивну, коронарно розширювальну, спазмолітичну, антиаритмічну, антибіотичну та інші види біологічної активності.

Один з іридоїдів – вібурнін, що є препаратом серцево-судинної та спазмолітичної групи природного походження, має кровоспинну, антисептичну, тонізуючу дію на організм людини, а також підвищує тонус мускулатури матки і

попереджає появу варикозного розширення вен. Відомості про наявність вібурніну в біомасі інших порід рослинної сировини у науковій літературі відсутні. У той же час є уривчасті повідомлення про те, що він виявлений у корі, плодах та інших частинах *Viburnum opulus*. Проте, надійних результатів дослідження біологічно активних речовин плодів та кори калини відсутні.

В даний час ресурси рослинного походження або не використовуються взагалі або переробляються з отриманням обмеженої кількості цільових продуктів. Внаслідок цього основна частина придатних для утилізації природних сполук практично не утилізується.

Метою даної роботи є створення та впровадження технологій отримання продуктів із плодів калини звичайної, що використовується в харчовій промисловості, медицині, сільському господарстві.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- проаналізувати існуючі технології переробки плодової сировини;
- розробити апаратурно-технологічну схему отримання різних продуктів, збагачених БАР, із плодів калини;
- експериментально дослідити методи та режими проведення процесів переробки плодів калини;
- провести розрахунок кошторису витрат на проведення досліджень.

Об'єктом досліджень є плоди калини звичайної, що використовується в харчовій промисловості, медицині, сільському господарстві.

Предметом дослідження є режими та параметри технологічного процесу отримання продуктів із плодів калини звичайної та їх вплив на показники якості.

1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

1.1 Аналіз існуючих технологій переробки плодово-ягідної сировини

В огляді науково-технічної літератури розглянуто роботи, що стосуються технологій та окремих операцій (обробки сировини перед закладкою на зберігання, динаміки БАР при зберіганні, методів та режимів переробки з отриманням різних продуктів), хімічного складу калини звичайної, отримання різних продуктів з рослинної сировини, а також напрямів їхнього практичного використання.

Існуючі технології переробки рослинної сировини, метою яких, в основному, є отримання соків і пюре, розглянуті нижче. Так авторами [3] пропонується технологія переробки, що включає миття та інспекцію плодів, їх розварювання, стерилізацію отриманого пюре, закупорювання в тару та зберігання. Попередньо очищені та подрібнені до розмірів 20 – 30 мм плоди яблук і гарбуза змішують у співвідношенні 2:3 і обробляють в екструдері з відтисканням соку, отриману після видалення соку м'якоть підсушують, в підсушене гарбузово-яблучне пюре вводять 90 %-ий цукровий сироп в кількості 10 % яблучного пюре та згущене молоко в кількості 20 % до маси гарбузово-яблучного пюре з подальшим нагріванням отриманої суміші до 85 °С при тиску 10000 Па до отримання пюреподібного концентрату з вологістю 40 %. При цьому автори не повідомляють чи утилізується віджатий сік.

Авторами [4] пропонується спосіб виробництва пюреподібних концентратів, що включає миття плодів, їх інспекцію, розварювання протягом 15 – 20 хв при температурі 103 – 107 °С, двоступінчасте протирання (спочатку через отвори діаметром 1,0 – 1,5 мм, а потім через сита з діаметром отворів 0,5 – 0,8 мм) та стерилізацію пюре шляхом його нагрівання до 95 – 97 °С, закупорювання в тару та зберігання.

Відомий спосіб виробництва плодово-фруктових пюре. Яблука і, груші, сливи, абрикоси та персики миють, перевіряють, очищають, подрібнюють на

колоїдному млині і змішують у пропорції 25:25:20:15:15, нагрівають в автоклаві під тиском 0,2 МПа до температури 120 °С, після чого отриману плодово-фруктову суміш розпилюють у вакуум-камері при тиску 4 – 7 кПа та температурі термостатування 40 – 45 °С, при цьому шляхом випарювання вміст сухих речовин у плодово-фруктовому пюре доводять до 23 – 27 %, але в отримане плодово-фруктове пюре вводять 90 %-ий цукровий сироп в кількості 70 % від початкової маси плодово-фруктової суміші і нагрівають отриману суміш до 78 °С при тиску 7 кПа до отримання плодовофруктового пюре з вологістю 34 % [5].

Відомий спосіб виробництва стерилізованого плодово-ягідного пюре, що включає миття плодів, їх інспекцію, пропарювання та бланшування, протирання, підігрів, розфасовку, закупорювання, стерилізацію та охолодження [6].

Недоліком відомих технологій [4, 5, 6] є:

- невисока якість готової продукції через багатоетапну та тривалу обробку продукту на кожній технологічній стадії;
- відсутність можливості створення полікомпонентних збалансованих за харчовою цінністю пюреподібних продуктів;
- значні матеріальні та енергетичні витрати, зумовлені використанням тривалої теплової обробки (розварювання та стерилізація).

Відомий [7] технологічний процес отримання соку із заморожених плодів та ягід. Заморожені плоди або ягоди подрібнюють на дробарці з рифленими вальцями. Подрібнену масу поміщають у поліетиленові мішки і розігрівають шляхом короткочасного занурення мішків у гарячу воду. Сік отримують пресуванням або дифузійним способом в батареї, що містить 5 – 10 дифузорів, замість якої можуть бути використані неперервно діючі екстрактори шнекового або секційного типів.

Однак описаний у [7] технологічний процес відрізняється тривалістю, складністю та громіздкістю апаратурного оформлення, значними енергетичними витратами.

Авторами [8] пропонується спосіб виробництва плодово-ягідних маринадів, який включає приймання сировини, інспектування, сортування, миття сировини,

фасування, заливку маринадом, ексаустивання при температурі 80 – 90 °С, закупорювання, пастеризацію при температурі 85 °С і тиску 79 кПа, етикетування, пакування та зберігання.

Недоліком даного способу є використання високих температур і тисків при ексаустиванні та пастеризації, що веде до руйнування термолюбильних БАР. Автори не наводять чисельних показників зі збереження БАР після приготування маринаду, а також при тривалому зберіганні його. Зазначаються лише органолептичні показники.

Вирішенню тих самих завдань присвячені дослідження викладені у роботах [9 – 12]. Основним їх недоліком є те, що з рослинної сировини, що переробляється, витягується один – два продукти, у той час коли значна частина, що містяться в сировині БАР залишається не використаною. При цьому апаратурне оформлення процесів громіздке, характеризується низькими енергетичними та якісними показниками.

1.2 Хімічний склад калини звичайної

Існують різні варіанти апаратурного вирішення технологій отримання різних продуктів з рослинної сировини, вибір яких визначається, головним чином видом сировини і одержуваного кінцевого продукту. У зв'язку з цим для встановлення переліку завдань, вирішення яких необхідне для досягнення поставленої в роботі мети, насамперед потрібно вивчення хімічного складу плодів калини звичайної, що була вирощена в центральній частині Дніпропетровської області.

Рослини виробляють безліч складних хімічних сполук, які не утворюються в людському організмі. Наразі накопичено відомості про біологічну активність близько 12000 хімічних сполук з повністю або частково встановленою структурою, що належать до різних класів природних органічних речовин. Калина дуже багата біологічно активними речовинами, як і інші види рослин, що ростуть у нашому регіоні, проте тільки в ній, як зазначалося вище, міститься глікозид

вібурнін, що має сильну кровоспинну дію, а також запобігає внутрішнім кровотечам. З опублікованих у науковій літературі відомостей відомо, що іридоїди виявлені в ягодах та корі *Viburnum opulus* L. [34].

Також відомо, що плоди цієї рослини містять більше вітамінів, ніж багато інших плодових культур.

Поживна цінність, смак, аромат плодів калини обумовлені їх хімічним складом, змістом низки важливих компонентів, абсолютна більшість яких перебуває у легкозасвоюваній формі [36].

У той же час велика кількість наявних у науковій літературі публікацій націлена на вивчення окремих процесів, без вивчення яких створення комплексних технологій використання рослинної сировини неможливе. Їхній аналіз викладається нижче.

Плоди калини містять 82 – 85 % води, яка знаходиться у вільному та колоїдно-зв'язаному стані. Високий вміст води зумовлює велику активність біохімічних процесів, що відбуваються в них, тургорний стан клітин і, отже, їх соковитість і свіжість [6].

Вперше вивчення хімічного складу калини звичайної зроблено Крамером у 1844 році він доповів про виділення гіркої речовини, названої ним «вібурніном». Пізніше подібний глікозид був отриманий також із плодів *Viburnum opulus* L. Незважаючи на численні дослідження, присвячені виділенню, очищенню та з'ясуванню хімічної природи глікозиду вібурніну, дотепер його структура не встановлена. У м'якоті плода його кількість становить 70 – 200 мг%. Гіркий ацильований глікозид вібурнін супроводжується другим гірким глікозидом девібурніном, що не містить валеріанової кислоти [3].

Органічні кислоти в зрілих плодах представлені щавлевою, яблучною, бурштиною, лимонною, мурашиною, каприловою, валеріановою, ізовалеріїною, капроною, хлорогеновою і фенолокислотами, є також сліди оксикоричних кислот – хінної, кавової та оцтової, вміст коливається від 60 – 58 мг. Так, загальна кислотність зрілих плодів становить середньому 1,74 – 1,91 %, а титруюча 1,7 – 3,3 %. Відзначено, що зелені ягоди (на відміну від зрілих) багаті

також на хінну та кавову кислоти, вміст яких значно знижується при дозріванні. Крім цього, містяться тритерпенові кислоти – 30 – 95 мг% [5, 6].

Плоди калини можуть містити від 6,1 до 15,5 % цукрів, а також значну кількість моноцукорів, серед яких переважають глюкоза та фруктоза. Виявлено у незначних кількостях галактозу. Дисахариди ягід представлені сахарозою, вміст її в плодах коливається від 0,11 до 1,66 %. На частку олігосахаридів припадає 2,3 – 3,0 % [6, 8].

Калина, що росте в різних регіонах, не відрізняється як якісним, так і кількісним складом кислот, оскільки всі групи поліфенольних сполук, що вивчалися, представлені більш менш рівномірно з переважанням якої-небудь однієї на різних стадіях розвитку. Це говорить про їх взаємоперетворення в онтогенезі та про активну участь кожної у загальному метаболізмі.

Цікаво відзначити, що ягоди, що виростають на Поліссі та лісостепу України, за цукристістю (вміст цукрів доходить до 15,5 %) перевершують плоди дикорослої калини звичайної з Білорусії та Азербайджану, в яких міститься відповідно 8 і 5 – 6 % цукрів у 100 г плодів [8, 9].

У різні роки кількість цукрів у плодах коливається незначною мірою. При дозріванні калини у ягодах збільшується вміст вуглеводів. Встановлено взаємозв'язок вмістів вуглеводів у плодах та листі калини. У молодому листі кількість їх удвічі вища, ніж у зрілих плодах, а в дозрілих плодах більше, ніж у старому листі. Тобто, в калині спостерігається загальна для дикорослих плодкових рослин закономірність: зниження рівня цукрів при старінні листя та відповідне підвищення їх у плодах [10].

Ягоди калини багаті на пектинові речовини, представлені переважно протопектином [12].

При дослідженні хімічного складу різних органів калини звичайної на стадії знежирення сировини встановлено досить високий вихід ліпідів: 9 – 12 % з кори та листя та 15 – 19 % з плодів. Виявлено та ідентифіковано 10 вищих жирних кислот від C_{14} до C_{26} , які розподілені по органах калини в різних кількісних співвідношеннях. При зіставленні суми насичених і ненасичених кислот виявлено

такі співвідношення: у корі – 5,7:4,3; у листі – 4,7:5,3; у плодах – 0,6:1 в насінні – 0,3:9,7. У м'якоті плодів містяться в досить великій кількості поліненасичені жирні кислоти [26].

Ягоди багаті на аскорбінову кислоту і вітамін К (філохіноном). Дикоросла калина звичайна містить 32,4 – 60,7 мг/100 г вітаміну С, і основна його кількість локалізована в м'якоті плода. Частка філлохінону становить 0,12 – 0,44 мг/100 г [6].

Вміст вітаміну С у зелених плодах та активність аскорбіноксидази вище, ніж у зрілих. При дозріванні активність ферменту знижується до мінімуму, а рівень аскорбінової кислоти збільшується. У молодому листі і зелених плодах активність аскорбіноксидази однакова, пізніше в листі її вміст дещо збільшується і знижується в плодах. Потім у листі при дозріванні плодів вміст аскорбінової кислоти зменшується. Активність аскорбіноксидази обернено пропорційна кількості аскорбінової кислоти в плодах [14].

До групи Р-активних сполук входять антоціани, лейкоантоціани, катехіни, хлорогенові кислоти, флавоноли, що відрізняються за хімічним складом, але мають подібну дію на організм людини.

Інтродуковані в Україні види калини містять у зрілих плодах 95 – 320 мг % антоціанів. Лише калина Карльса з майже чорними у зрілому вигляді плодами має 770 мг % антоціанів. Калина звичайна 1270 – 1580 мг% антоціанів. Максимальна кількість барвників міститься в шкірці плодів [5, 6].

Середня кількість катехінів у калині – 42 – 130 мг %. Найбільша кількість їх міститься в насінні. Катехіни одних видів калини представлені мономерами, тобто, що не осаджують білок формами, в інших – переважають таніди. Співвідношення цих форм різне на різних стадіях зрілості і в різних видів [9].

Калина, що росте в різних зонах України, звичайна містить 460 - 910 мг % дубильних і барвників. У передгірських та гірських районах українських Карпат у її плодах 440 мг% поліфенолів. У різні роки їх кількість змінюється у значних межах. У той самий час у тому вигляді Латвії знаходять всього 42 мг% поліфенолів [6, 8].

Важливо, що ця рослина має тривалий період дозрівання плодів, зрілі можуть довго зберігатися у свіжому вигляді. При дозріванні загальний вміст поліфенолів у ягодах на кущах збільшується до того часу, поки рослина формує насіння. Плід при цьому досягає половини свого розміру (розмір зрілого плоду 8 – 12 мм). Потім рівень загальних поліфенолів поступово знижується і продовжує знижуватися при зберіганні в пакетах, коробах та ін. [9, 10].

Активність поліфенолоксидази плодів при цьому змінюється паралельно вмісту флавонолів – головної складової частини поліфенолів плодів і листя калини звичайної. У цілком дозрілих її ягодах флавонолів мало. Така закономірність властива калині гордовині. У дозрілих плодах калини Саржента та трилопатевої кількість флавонолів у 1,5 – 2 рази вища, ніж у незрілих. У різні роки присутність окремих груп поліфенолів може змінюватись, але закономірності, властиві виду, залишаються. Вміст флавонолів варіюється від 400 до 1500 мг/100г. Катехіни змінюються аналогічно флавонолам [15].

Лейкоантоціани калини звичайної спочатку змінюються протилежно до зміни флавонолів, знижуючись аж до формування забарвлення плодів і залишаючись на одному рівні до повного дозрівання. Кількість антоціанів при цьому зростає. Тут очевидний перехід незабарвлених лейкоантоціанів в антоціани, хоча про кількісний взаємозв'язок даного процесу говорити важко, оскільки рослина безперервно синтезує, витрачає, взаємоперетворює ті чи інші сполуки. У різні роки навіть динаміка поліфенолів в одному вигляді буває різною, не кажучи вже про те, що кількість і склад їх в інтродуцентах, що вивчалися, варіює від виду до виду [15].

Вміст хлорогенових кислот складає 40 – 64 мг %мг, антоціанів 146 – 165 мг%, оксикоричних кислот 60 – 150 мг%.

У складі каротиноїдів переважає найбільш фізіологічно активний β -каротин, його вміст становить 0,1 – 2,5 мг/100 г [5, 6].

У фізіологічних процесах, які протікають у рослинних і тваринних організмах, важливу роль грають мінеральні речовини. Безпосередньо пов'язані з ферментними системами клітин, вони беруть участь у ряді окислювально-

відновних процесів у рослині і впливають на синтез вуглеводів, білків, нуклеїнових та органічних кислот, вітамінів. Відомо, що мінеральні речовини відносяться до групи незамінних компонентів, тобто до тих, які або зовсім не можуть синтезуватися в організмі, або синтезуються в недостатній для його потреб кількості [17].

У плодах різних видів калини кількість золи сягає 6 %. Діапазон коливань загальної кількості мінеральних речовин у плодах досить широкий, а рівень зольності у дикорослих, як правило, вищий, ніж у культурних родичів.

При вивченні динаміки мінеральних речовин в процесі дозрівання виявлено, щонайбільша їх кількість міститься в плодах, що тільки сформувалися. У процесі зростання та дозрівання приплив та накопичення мінеральних речовин відбуваються нерівномірно. Однак для більшості досліджуваних видів характерна тенденція поступового зменшення сумарної кількості зольних речовин у плодах. Мінімальна кількість золи міститься у період біологічної зрілості.

В результаті спектрального аналізу золи встановлено, що в ній містяться 17 – 24 мікро- і макроелементів. Якісний склад і кількісний вміст окремих елементів різні в плодах, що пояснюється як біологічними особливостями, так і можливою нерівномірністю в структурі ґрунтів, на яких вони ростуть. З макроелементів знаходиться фосфор (в м'якоті плодів калини звичайної – 96,7 мг%) і калій (з розрахунку на сиру масу плодів коливається від 240 до 320 мг%). При дозріванні ягід кількість калію змінюється по-різному, найчастіше знижуючись до періоду побуріння плодів і дещо зростаючи при їх дозріванні [6, 10].

За даними [18], який досліджував плоди калини, що росте на території України, вміст калію становить 1050 – 1650 мг/100 г сухої речовини (у перерахунку на K_{20}). Менш багаті вивчені плоди сполуками фосфору – 470 – 750 мг/100 г сухої речовини (у перерахунку на P_2O_5) – та кальцію – 107 – 183 мг/100 г сухої речовини.

З мікроелементів міститься значна кількість заліза (59,5 – 112,5 мг/кг сухої речовини), алюмінію (22,90 – 64,25 мг/кг сухої речовини) і цинку (9,75 – 33,40 мг/кг сухої речовини), у незначних кількостях міститься марганець (1,50 – 5,25

мг/кг сухої речовини), мідь (0,5 – 4,25 мг/кг сухої речовини), кобальт (0,50 – 1,50 мг/кг сухої речовини), нікель (1,25 – 5,50 мг/кг сухої речовини) [16].

Вміст нікелю (у золі плодів калини – 0,0001 %), кобальту (28 – 29 мкг %), молібдену (у плодах – 0,0001 %), титану (у плодах – 0,005 %), ванадія (у плодах – 0,001 %), цирконій (у плодах – 0,001%), міді (на сиру речовину 0,839 мг%), хрому та барію в плодах не виявлено [1, 6, 9].

За даними [16] з макро-і мікроелементів в 1 кг свіжих ягід міститься (в мг): фосфору – 96,7; калію – 38,5; заліза – 11 – 79,2; марганцю – 0,7 – 27,8; міді – 0,1 – 0,4; алюмінію – 0,28; кобальту – 0,01; барію – 0,0014; стронцію – 0,0006; йоду – 0,897.

Якісний склад та кількісний вміст окремих елементів у корі та плодах різні, що обумовлено їх біологічними особливостями, видовою специфічністю акумулювати елементи, забезпеченістю ґрунтів доступними формами елементів.

Підсумовуючи результати огляду робіт з хімічного складу кори та ягід калини необхідно врахувати те, що незважаючи на багато проведених робіт останніми роками, ступінь вивченості цього питання недостатній. Встановлено, також, що він відрізняється в регіонах України, змінюється з роками, залежить від кліматичних і географічних умов.

У зв'язку з цим щодо мети, поставленої в цій роботі, стає очевидною необхідність детального дослідження БАР калини звичайної.

1.3 Області застосування калини звичайної

Використання окремих частин біомаси дикорослих дерев і чагарників у різних напрямках пов'язано, головним чином, з їх смаковими, ароматичними та лікувальними властивостями. Оскільки значним сировинним резервом є регіональні рослинні ресурси, то перспективним є широке залучення в обіг місцевої природної сировини, що володіє комплексом корисних властивостей, що сприятиме найбільш повному задоволенню потреб населення в різноманітних і високоякісних продуктах.

Багато століть люди використовували ягоди та екстракти з кори калини звичайної у різних напрямках. Свіжі плоди її мають гіркий, часто терпкий гірkokислий смак і своєрідний аромат, зумовлений вмістом валеріанової кислоти та її ефірів. Після заморозків плоди втрачають гіркоту і стають смачними. Можна позбавитися гіркоти і без морозів, витримуючи ягоди в теплому місці, заквашуючи або запарюючи їх [18].

На початку 20-го століття плоди калини звичайної широко використовувалися. З неї готували кисіль «калинник», варили варення, пекли коржики «калинники», готували і томлену кашу, начинки для пирогів і ватрушок, добавляли в тісто при випіканні хліба і використовували як приправу до їжі. Сік калини має желюючу властивість і з нього, особливо в суміші з яблучним пюре, отримують мармелад і пастилу. Добре зберігаються ягоди сушені і протерті з цукром або медом. З калинового соку готують ароматне вино та наливки. З усіх представників роду калини як лікарські рослини найчастіше використовують калину звичайну [18].

Плоди калини широко застосовуються в різних сферах, завдяки їх багатому хімічному складу, який включає вітаміни (С, А, Е, К, групи В), органічні кислоти, пектини, дубильні речовини та антиоксиданти. Ось основні області їх застосування:

1. Медицина та здоров'я:

- лікування застудних захворювань: настої та відвари з калини допомагають знижувати температуру, полегшують кашель і зміцнюють імунітет;
- серцево-судинна система: сприяють нормалізації тиску, зменшують ризик утворення тромбів, зміцнюють судини;
- шлунково-кишковий тракт: використовуються для лікування гастриту, коліту, закріпів;
- заспокійливий ефект: калиновий чай допомагає при стресі, безсонні, нервовому перенапруженні;
- кровоносна система: сприяє очищенню крові, зміцнює стінки капілярів.

2. Кулінарія:

- напої: соки, морси, киселі;
- десерти: джеми, варення, пастила, желе;
- приправи: використовується для приготування соусів до м'ясних і рибних страв;
- випічка: калину додають у пироги, кекси.

3. Косметологія:

- маски для обличчя: свіжий сік калини використовується для догляду за шкірою, схильною до жирності, запалень, акне;
- засоби для волосся: настої плодів зміцнюють волосся, надають блиск;
- освітлюючий ефект: сік допомагає зменшити пігментацію та висвітлює веснянки.

4. Народна медицина:

- застосовується для лікування гіпертонії, атеросклерозу, гепатиту, шкірних захворювань;
- використовується для полегшення стану при ангіні, бронхіті, артриті.

5. Харчова промисловість:

- калину додають у виробництво напоїв, солодоців і навіть ліків, використовуючи її натуральні властивості для підвищення корисності продуктів.

6. Декоративне та екологічне використання:

- плоди використовують для прикрашання столу чи виготовлення декоративних вінків.

Калина – це не лише символ української культури, але й потужний природний засіб для збереження здоров'я та краси.

Харчовою сировиною калини є плоди. Свіжі ягоди їстівні, особливо після перших заморозків. Їх можна зберегти протягом тривалого часу в сушеному та замороженому вигляді. Вони вживаються в лікєро-горілчаній та виноробній промисловості. З них готують: горілчану настойку, слабоалкогольні напої. Консервною промисловістю розроблено «Сік калиновий з м'якоттю», «Калина протерта з цукром», «Калина з яблуками», «Морка з калиною протерті в

цукровому сиропі», «Сік калиновий». Порошок, отриманий з вичавків калини, використовують для збагачення кондитерських та хлібобулочних виробів [19, 21].

Калинову підварку використовують при виробництві помадних цукерок. Розроблено рецептури цукерок та мармелад. Створено вітамінізований сироп з ягід калини та плодів шипшини [12, 13].

Насіння калини має хорошу тонізуючу властивість, тому їх можна вживати в розмеленому вигляді, як сурогат кави [14].

1.5 Фармакологічні властивості плодів калини звичайної

Плоди калини давно широко використовуються в народній медицині при лікуванні різноманітних захворювань.

Ягоди калини звичайної мають проносні, жарознижувальні, сечогінні, протимікробні властивості. Зварені з медом ягоди калини, а також теплий відвар плодів застосовують при лікуванні застуди, кашлю, хрипоті. Для покращення смаку у відвар додають мед чи цукор.

На основі меду з додаванням плодів калини створено біоактивний препарат, який надає загальнозміцнюючу дію на організм людини [15].

Сік ягід здавна застосовують для лікування гнійничкових захворювань шкіри обличчя. Їм протирають уражені ділянки шкіри. Останнім часом сік калини все частіше використовують для зниження кров'яного тиску при гіпертонічній хворобі. При лікуванні гіпертонії застосовують і сік калини, що перебродив з цукром [16, 17].

Сік застосовується також при зниженій кислотності шлунка, як відхаркувальний, заспокійливий, болезаспокійливий, протиалергічний засіб, при дитячому діатезі і навіть у занедбаних випадках екземи (як внутрішній, так і зовнішній засіб), чудово справляється з безсонням, звужує судини і допомагає призупинити кровотечі, має антисептичні властивості. Калина нормалізує роботу нирок, активізує спалювання жирів, зменшує кількість холестерину в організмі [13].

Фармакологічна активність плодів калини пов'язана з наявністю в них дубильних речовин та іридоїдів. Ягоди калини мають хорошу тонізуючу дію. Вібурнін, також, що входить до складу ягід, має кровоспинну дію. Калина, протерта з цукром, покращує та нормалізує серцевий ритм, діє заспокійливо при неврозах, а також має сечогінний ефект. Ягоди калини використовуються в стоматології як судинозвужувальний, антисептичний та гемостатичний засіб. Відвар плодів дають дітям при діатезах, екземі та туберкульозі шкіри і дорослим при фурункульозі, карбункулах, екземі. У дерматології сік ягід застосовують внутрішньо при васкулітах, імпетиго. Їм змазують вульгарні вугри, одночасно приймаючи сік усередину [18].

У ветеринарії відваром плодів лікують хвороби органів дихання тварин, плоди калини разом з квітами та корою вживають для лікування ящуру великої рогатої худоби [10].

У домашніх умовах із тією ж метою готують відвар. Хоча існує ряд синтетичних ліків, препарати з плодів калини малотоксичні, відрізняються м'якістю дії і відсутністю алергічних проявів [19].

Висновки за розділом

У сучасній науці про харчування плоди багатьох рослин та самі рослини розглядаються як життєво необхідні продукти. Вони не тільки важливі за своєю харчовою цінністю, а й служать джерелом біологічно активних речовин (БАР) – поліфенолів, вітамінів, каротинів, мінеральних, пектинових речовин. БАР рослин діють м'якше, ніж синтетичні аналоги, надають комбінований вплив на організм і придатні для тривалого застосування.

Метою даної роботи є створення та впровадження технологій отримання продуктів із плодів калини звичайної, що використовується в харчовій промисловості, медицині, сільському господарстві.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- проаналізувати існуючі технології переробки плодової сировини;

- розробити апаратурно-технологічну схему отримання різних продуктів, збагачених БАР, із плодів калини;
- експериментально дослідити методи та режими проведення процесів переробки плодів калини;
- провести розрахунок кошторису витрат на проведення досліджень.

Об'єктом досліджень є плоди калини звичайної, що використовується в харчовій промисловості, медицині, сільському господарстві.

Предметом дослідження є режими та параметри технологічного процесу отримання продуктів із плодів калини звичайної та їх вплив на показники якості.

2 ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Об'єкти досліджень

Дана робота проводилася з метою створення та дослідження апаратної схеми і технологій різних продуктів з плодів калини звичайної, що використовується як інгредієнти в рецептурах алкогольних і безалкогольних напоїв, продуктів харчування з утилізацією відходів.

В якості об'єктів для проведення досліджень були обрані плоди калини звичайної вирощеної у Дніпропетровській області та апаратурна схема і технологічні режими переробки калини звичайної.

2.2 Схема дослідження

Схема дослідження представлена рисунку 2.1.

Результати досліджень, проведених за запропонованою схемою, дозволять скласти універсальну апаратурно-технологічну схему переробки калини з отриманням низки продуктів.

2.3 Методики проведення експериментальних досліджень

2.3.1 Збір сировини

Сировина збиралася в Дніпровському районі Дніпропетровської області на територіях, віддалених від промислової зони, у 2024 році у період зрілості, у вересні, в суху погоду. Знімалися плоди руками. Після збирання ягоди відокремлювалися від плодоніжок, видалялися зіпсовані плоди та інші домішки. Після збору в плодах визначалися вологість, сума іридоїдів, вітамін С, сума Р-активних сполук, антоціани, флавоноїди, дубильні речовини, цукор. Отримані відомості порівнювалися з наявними в періодичній літературі.



Рисунок 3.1 – Схема проведення дослідження

2.3.2 Зберігання сировини

Свіжозібрані плоди розфасовувалися в герметичні поліетиленові пакети в кількості, необхідній для проведення однієї серії дослідів, і зберігалися в холодильній камері при температурі мінус 20 °С [12].

Зважаючи на те, що плоди можна збирати лише наприкінці вересня, а переробляти протягом усього року, інтерес представляла динаміка БАР при тривалому зберіганні ягід в умовах негативних температур.

Для встановлення впливу тривалості зберігання на збереження БАР визначалося їх утримання в ягодах в момент закладки і потім протягом всього

періоду зберігання через 20 діб. На основі отриманих відомостей будувалися графічні залежності безпеки досліджуваних речовин від часу.

2.3.3 Отримання пюре із плодів калини.

При дослідженні екстрагування БАР з плодів калини матеріал піддавався дробленню в шнековому подрібнювачі, схема якого представлена на рисунку 3.2 (а). Для встановлення різних умов руйнування структури плодів використовувалися ножові ґрати, що відрізняються діаметром отворів – 3, 5, 7 мм.

На схемі, представленій на рисунку 3.2, показано, що подрібнення матеріалу проводилося як з використанням ножових ґрат (а), діаметр отворів яких обмежував максимальний розмір одержуваних частинок, і без них (б), що відбивалося на середньому діаметрі частинок партії.

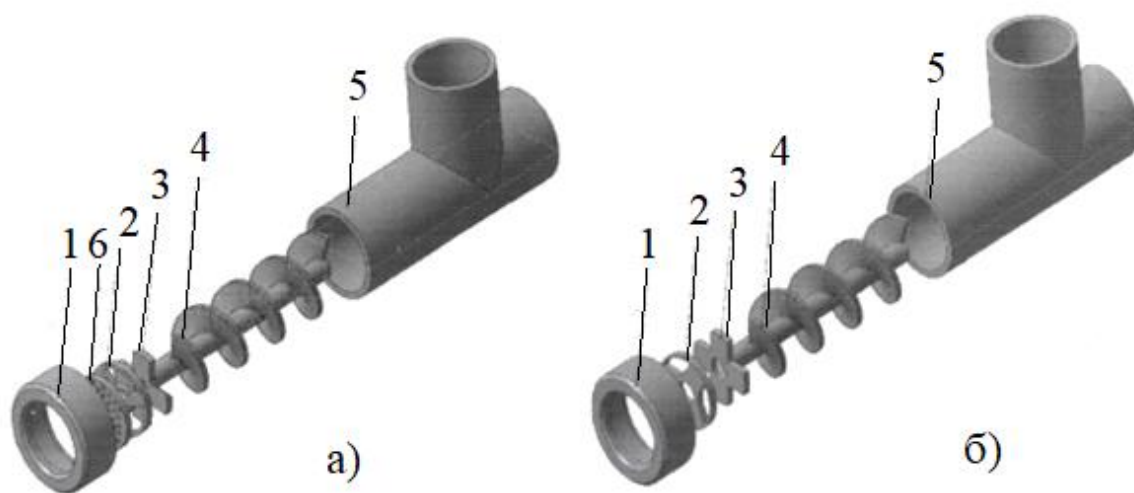


Рисунок 3.2 – Подрібнювач шнековий

1 – гайка накладна; 2 – нерухомий ніж; 3 – ніж; 4 – шнек; 5 – корпус; 6 – ножова решітка.

2.3.4 Отримання неосвітленого соку

Одним із продуктів переробки калини є неосвітлений сік, що отримується шляхом віджиму на шнековому пресі до вологості твердої фази 45 – 50 %.

2.3.5 Освітлення соку калини

Освітлення соку проводилося шляхом відділення твердої фази на центрифугі типу MPW (рис. 3.3), при цьому визначався розподіл БАР між фазами.



Рисунок 3.3 – Загальний вигляд лабораторної центрифуги типу MPW

2.3.6 Вилучення біологічно активних речовин із плодів

Наважка сировини заданої маси засипалася в конічну колбу з притертою шийкою об'ємом 250 мл і заливалася водно-етанальним розчином. Колба встановлювалася на водяну баню апарату Elpan water bath shaker type 357 (рис. 3.4). Потім протягом заданого інтервалу часу (1 год) при амплітуді 30 мм і частоті 150 коливань за хвилину протікало вилучення БАР із твердих частинок. Після закінчення процесу вміст колби шляхом фільтрування поділявся на тверду та рідку фази. Визначався вміст біологічно активних речовин за [20].

2.3.7 Визначення вологості сировини

Вологість визначалася за ДСТУ 7208:2011.



Рисунок 3.4 – Загальний вигляд апарату Elpan water bath shaker type 357

2.3.8 Визначення вмісту біологічно активних речовин

Сумарний вміст іридоїдів визначався спектрофотометричним методом [20]

Визначення вітаміну С проводилося титрометричним способом [25].

Кількісне визначення суми Р-активних сполук проводилося титрометричним методом, який ґрунтується на їх здатності окислюватися перманганатом калію [25].

Вміст дубильних речовин визначався титрометричним методом Левенталя [26].

Сумарний вміст антоціанів визначався спектрофотометричним методом [27].

Сумарний вміст флавоноїдів визначався спектрофотометричним методом [27].

Вміст екстрактивних речовин визначався згідно [24], метод висушування до постійної маси.

Перетравлюваність визначалося за методикою [7].

Висновки за розділом

В запропонованому розділі кваліфікаційної роботи приведено коротку

характеристику об'єктів дослідження, розроблено та представлено у вигляді схеми послідовність проведення експериментальних досліджень. Приведено та охарактеризовано методики проведення експериментальних досліджень, а саме збору сировини, зберігання сировини, отримання пюре із плодів калини, отримання неосвітленого соку, освітлення соку калини, вилучення біологічно активних речовин із плодів, визначення вологості сировини та визначення вмісту біологічно активних речовин.

3 РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Дослідження, результати яких викладені в даному розділі, проводилися з метою вибору оптимальних конструкцій обладнання, що використовується, та визначення режимних умов проведення окремих технологічних стадій.

Саме тому в роботі досліджено практично всі операції, введені у технологічну схему.

Також враховуючи, що у виробництві зазначених вище продуктів використовується значна кількість одних і тих самих операцій, апаратурно-технологічна схема складалася так, щоб, по можливості для їх проведення використовувалися ті самі апарати, тобто пропонована схема є компактною та універсальною, придатною для виробництва всіх запланованих до випуску товарів.

3.1 Опис апаратурно-технологічної схеми отримання різних продуктів з ягід калини

Пропонована універсальна апаратурно-технологічна схема (АТС) рисунок 3.1, комплексної переробки плодів калини звичайної з отриманням натуральних, збагачених іридоїдами, екстрактів, соків, пюре, порошоків, представлена на рисунку 2.1, розроблена з урахуванням відомостей, розглянутих вище. У схему включені 1 – сортувальна машина; 2 – холодильна шафа; 3, 5 – ножовий та шнековий подрібнювачі; 4 – вузол розігріву ягід; 6 – ємність; 7 – відцентровий насос; 8 – теплообмінник-підігрівач; 9 – екстрактор; 10 – барабанний вакуум-фільтр; 11 – конвективна сушарка; 12 – центрифуга; 13 – млин.

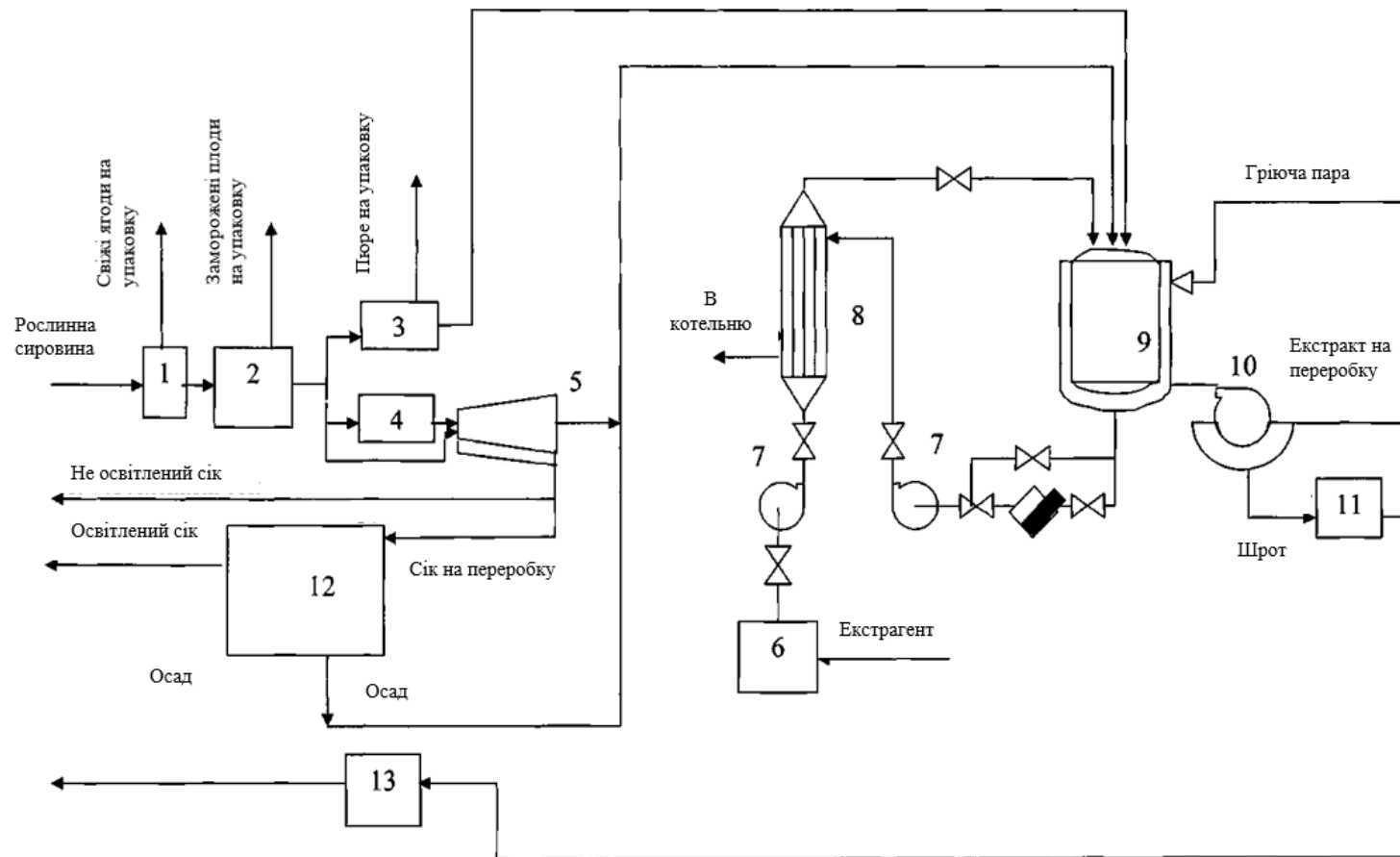


Рисунок 3.1 – Апаратурно-технологічна схема комплексної переробки калини звичайної

1 – сортувальна; 2 – холодильна шафа; 3 – ножовий подрібнювач; 4 – вузол розігріву ягід; 5 – шнековий розділювач; 6 – ємність; 7 – відцентровий насос; 8 – підігрівач; 9 – екстрактор; 10 – барабанный вакуум-фільтр; 11 – барабанна сушарка; 12 – центрифуга; 13 – подрібнювач

3.2 Комплексна переробка ягід

При отриманні соку з ягід калини на стадії сортування частина збору направляється на охолодження до негативних температур і подальше зберігання в холодильних шафах 2. маса, що залишається, дробиться в подрібнювачі 5. При переробці ягід, які зберігаються при негативних температурах, їх попередньо розігрівають у камері 4.

Свіжі та свіжозаморожені ягоди, що містять весь комплекс біологічно активних речовин, можуть прямувати на упаковку та подальшу реалізацію як готові продукти.

3.2.1 Одержання соку

При більш глибокій переробці плоди шляхом пресування поділяються в дробарці 5 на сік з м'якоттю, багатий біологічно активними речовинами, придатний як для безпосереднього застосування, так і як добавка при виробництві різноманітних харчових продуктів, алкогольних і безалкогольних напоїв, для медичних цілей і в ряді інших напрямів, що прямує на упаковку та подальшу реалізацію, та жом, придатний для отримання водно-спиртових екстрактів, що містять БАР.

При необхідності сік з м'якоттю освітлюється на центрифугі 12, а осад, що також містить БАР, разом з жомом, відокремленим в дробарці 5, направляється на екстрагування для вилучення натуральних БАР в екстракторі 9 екстрагентом, що подається з ємності 6 через теплообмінник 8 відцентровим насосом 7.

3.2.2 Отримання пюре

За іншим варіантом, з метою досягнення максимальної безпеки БАР, заморожені плоди в подрібнювачі 3 доводяться до пюреподібного стану. Отримана маса з додаванням цукру або без нього може бути упакована та направлена споживачеві як готовий продукт.

3.2.3 Одержання екстрактів із плодів калини

При необхідності частина пюре направляється в екстрактор 9 (сюди ж з метою утилізації цінних компонентів направляються жом із дробарки 5 і центрифуги 12), де з нього водно-спиртовими сумішами витягуються БАР. Пюре, що направляється на переробку, завантажується в екстрактор 9, з мішалкою. Сюди ж відцентровим насосом 7 з ємності 6 закачується водно-спиртова суміш температура середовища в екстракторі за рахунок тепла, що підводиться в теплообміннику 8, підтримується постійною. В апараті 9 в активному гідродинамічному режимі здійснюється витяг.

Після закінчення вилучення система направляється в барабанний вакуум-фільтр 10 для поділу на фільтрат, збагачений біологічно активними речовинами, і твердий залишок – промитий з метою видалення залишків водно-спиртової суміші та частково просушений післяекстракційний шрот.

Рідкий екстракт як готовий продукт прямує на розлив, упаковку та подальшу реалізацію або піддається наступній упаковці.

3.3 Дослідження біологічно активних речовин плодів калини звичайної

Для встановлення закономірностей зростання та визначення доцільного Дослідження біологічно активних речовин плодів калини звичайної, що росте в Дніпропетровській області.

У таблиці 3.1 представлені відомості про склад БАР у плодах калини звичайної у вересні 2023 – 2024 роках.

Таким чином, встановлено вміст біологічно активних речовин у звичайній калині, що росте в Дніпропетровській області. Ягода є найбільш збагаченою частиною біомаси з точки зору вмісту БАР.

Також встановлено, що вміст біологічно активних речовин за роками не однакові і залежать від різних факторів.

Таблиця 3.1 – Склад БАР калини звичайної

Показник	Вміст, %		Літературні відомості
	Рік збору плодів		
	2023	2024	
Ірідоїди	2,05 ±0,11	3,83 ±0,19	-
Вітамін Р	4,07 ±0,19	4,21 ±0,20	0,30 – 0,50
Антоціани	1,30±0,06	0,97±0,04	0,74 – 1,67 '
Флавоноїди	0,10 ±0,01	0,16±0,01	0,20 – 0,40
Дубильні речовини	0,56±0,02	0,90±0,04	1,00 – 3,00
Вітамін С	0,14±0,01	0,15±0,01	0,03 – 0,06

3.4 Переробка плодів калини звичайної

Як зазначалося вище, плоди, що заготовлюються і зберігаються в різних умовах і переробляються різними методами.

Як впливає з аналітичного огляду ягоди калини на відміну від кори можна переробляти з метою отримання різних цільових продуктів – пюре, соку з м'якоттю та освітленого, екстрактів біологічно активних речовин медичного, харчового, косметичного призначення та порошків, що також містять БАР та придатних до використання у вигляді харчових та кормових добавок.

Крім того зберігання ягід за звичайних умов неможливе через неприпустиме зниження значень якісних показників у часі. З цієї причини, з урахуванням відомостей, поданих вище, досліджувався вплив холодильного зберігання плодів на вміст БАР.

3.4.1 Динаміка БАР у плодах калини при холодильному зберіганні

Ягоди зберігалися в холодильній шафі при температурі мінус 20 °С.

Відомості про динаміку БАР при зберіганні плодів представлені на рисунку 3.2. Як видно, їх вміст у плодах знижується протягом усього періоду зберігання та

через 120 діб втрати вітаміну С становлять 25,35 % від вихідного, дубильних речовин – 47,14 %, іридоїдів – 21,60 %, вітаміну Р – 19,64 % , флавоноїдів – 30,00%, антоціанів – 23,29 %, цукрів – 13,18 %.

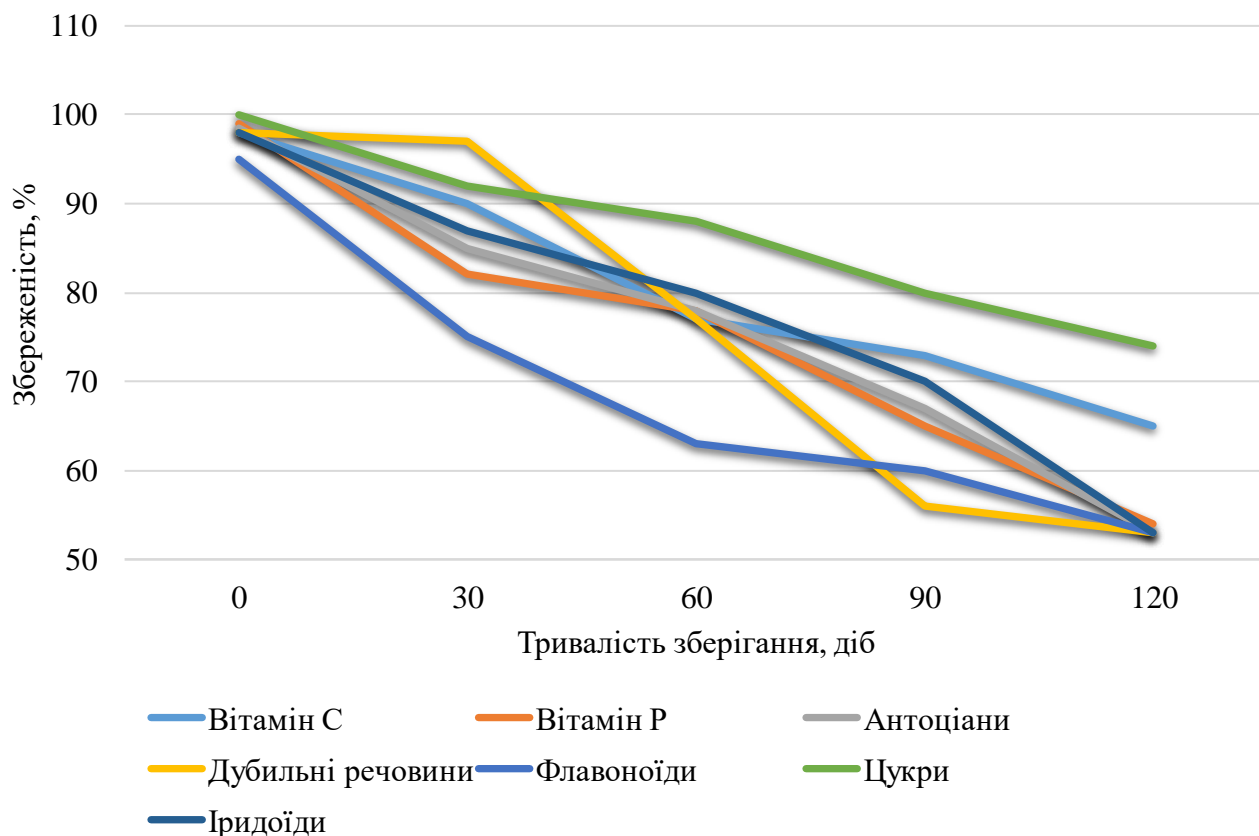


Рисунок 3.2 – Динаміка БАР у плодах при зберіганні $t = -20\text{ }^{\circ}\text{C}$

Аналізуючи результати експерименту, представлені на рисунку 3.2, слід зазначити, що вміст БАР у сировині поступово знижуються і становлять через 4 місяці 52,86 – 86,82 % від вихідного. Звідси випливає, що за обраною методі та умовах пресервування забезпечується достатня безпека якісних та кількісних показників сировини.

3.4.2 Підготовка плодів каліни звичайної до переробки

Підготовка плодів каліни звичайної до екстрагування може вестися за двома напрямками – з поділом ягід на сік і жом, а також з отриманням пюре.

Перший шлях дозволяє використовувати сік як готовий продукт і одночасно

забезпечити значне зниження обсягу твердої фази (за рахунок видалення вологи), збільшити щільність її укладання, а також скоротити енергетичні та експлуатаційні витрати на екстракцію БАР та зберігання жому, а також одержувати порошкоподібні добавки шляхом утилізації післяекстракційного шроту.

3.4.2.1 Розподіл біологічно активних речовин між фазами при розподілі

Найчастіше основна мета поділу – досягнення якнайбільшого виходу соку. Якщо ж після соковиділення з твердої фази екстрагуються БАР, що зберігаються в ній, то при віджимі вологи необхідно забезпечити максимальне руйнування структури плодів, що дозволить збільшити вихід цих речовин і знизити тривалість процесу вилучення. Враховувалося також, що для збереження якості плоди зберігалися при негативних температурах. Тому для визначення найкращого варіанту подрібнення подрібненню піддавались свіжі, аморожені і разморожені плоди, так як з одного боку, передбачалось, що подрібнення при негативних температурах ягід має призводити до більшого руйнування їх структури, а з іншого, як це впливає з літературних джерел [22], соковіддача з разморожених плодів більша.

У таблиці 3.2 зведено результати, що відбивають вплив пресування плодів на поділ фаз.

Таблиця 3.2 – Результати поділу плодів калини за різного вихідного стану сировини

Стан плодів	Вихід, % від маси вихідної сировини		
	Сік	Жом	Втрати
Свіжі плоди	72 ± 3,3	26 ± 1,6	2 ± 0,1
Заморожені плоди	56 ± 2,7	41 ± 2,1	3 ± 0,1
Разморожені плоди	74 ± 3,7	24 ± 1,1	2 ± 0,1

Як видно з результатів представлених у таблиці, найбільший вихід рідкої

фази 74 % має місце при пресуванні розморожених плодів, трохи нижче він – 72 % зі свіжих ягід, а при подрібненні заморожених він знижується в 1,3 рази і становить 56 % від вихідної сировини, тому що заморожування викликає коагуляцію слизових компонентів, які ускладнюють пресування [22]. Розморожені плоди дають більший вихід рідкої фази через те, що при заморожуванні у свіжій ягоді руйнується клітинна структура, що й полегшує соковіддачу при переробці. Сік, отриманий з розмороженої сировини, зберігає аромат свіжих ягід, має більш інтенсивне забарвлення і менш гіркий смак порівняно зі свіжозібраними ягодами.

Поряд із відділенням соку, при пресуванні ягід великий інтерес становлять відомості про збереження БАР калини в ході процесу та їх розподіл між твердою та рідкою фазами.

Результати вивчення цього питання наведено в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Розподіл біологічно активних речовин калини при шнековому подрібненні розморожених плодів

Показники	Калина			Втрати, %
	ягода	сік	жом	
Ірідоїди, %	3,480 ±0,16	1,470±0,06	2,150 ±0,10	3,9 ±0,19
Вітамін С, %	0,084±0,01	0,047±0,01	0,035±0,03	2,4 ±0,11
Вітамін Р, %	0,890±0,01	0,662±0,03	0,198±0,01	3,4 ±0,14
Антоціани, %	2,890 ±0,14	2,170 ±0,10	0,619±0,03	3,5 ±0,12
Дубильні речовини, %	2,250 ±0,11	1,285 ±0,06	0,900±0,03	2,9 ±0,11
Цукри, %	14,91 ±0,74	11,16 ±0,55	3,628 ±0,18	0,9±0,03
Флавоноїди, %	0,360±0,01	0,235 ±0,01	0,119±0,01	1,7±0,05

Аналізуючи отримані дані, можна відмітити, що більша частина БАР переходить в сік. В соку у відсотках овід вмісту у вихідній сировині у рідкій фазі виявлено вітаміну С 55,95 %, вітаміну Р 74,38 %, антоціанів 75,09 %, дубільних речовин 57,11 %, цукрів 74,85 %, флавоноїдів 65,28%. Однак іридоїди ведуть себе

протилежним чином 61,78 % іридоїдів знаходиться в жомі. Це, скоріш за все, пов'язано з тим, що вони відносяться до спирторозчинних речовин, а основним компонентом соку є вода (90 %). Слід також зазначити, що за шнекового пресування біологічно активні речовини ягід практично повністю зберігаються. Середнє значення втрат дорівнює 2,47 %.

Отриманий при поділі сік, що містить суспензію, може бути одним з готових продуктів. Присутність зважених частинок у соку сама по собі непогано, але в той же час погіршується стійкість готового продукту. З цієї причини викликала інтерес оцінка кількісних показників контрольованих речовин у фазах.

Результати відцентрового освітлення соку представлені у таблиці 3.4

Таблиця 3.4 – Розподіл БАР при центрифугуванні соку калини звичайно (% А.С.С.)

Показник	Сік	Осад	Фугат
Іридоїди	1,470±0,06	0,731 ±0,34	0,650±0,03
Вітамін С	0,047±0,01	0,022±0,01	0,023±0,01
Р-активні речовини	0,662±0,02	0,305±0,01	0,352 ±0,01
Антоціани	2,170 ±0,10	0,900±0,03	1,250±0,05
Флавоноїди	0,235 ±0,01	0,093±0,02	0,139±0,01
Дубильні речовини	1,285±0,05	0,790±0,02	0,495±0,02
Цукри	11,160±0,51	4,560±0,21	6,500 ±0,31

Аналіз показує, що більшість антоціанів, флавоноїдів і цукрів зберігається в соку, основна маса іридоїдів, дубильних речовин затримується в осаді. Інші БАР (вітаміни С, Р) розподіляються між фазами практично порівну.

Таким чином, рідка фаза, одержувана при пресуванні ягід, може використовуватися для виробництва натурального соку з м'якоттю, а також освітленого натурального, пастеризацією з гарячим розливом, освітленого спиртованого – додаванням спирту і освітленого концентрованого – упарюванням рідкої фази у вакуумі.

3.4.2.2 Дослідження виходу та безпеки БАР при отриманні пюре з плодів калини звичайної

Другий напрям підготовки плодів калини до подальшої переробки полягає в ножовому подрібненні до пюреподібного стану без поділу фаз при якому, паралельно зі стисненням і стиранням під тиском шнека, м'якоть піддається різанню ножем, що обертається.

Ступінь руйнування структури плода при подрібненні залежить від конструктивних характеристик шнекової дробарки, тому, з урахуванням того, що розмір плодів калини коливається в межах 7 – 9 мм, використовувалися нерухомі ножі з діаметром отворів 3, 5 і 7 мм. Межі варіювання обмежувались тим, що при розмірі отвору менше 3 мм великий опір решітки, велика витрата енергії на подрібнення та можливе підвищення температури маси, і як наслідок, зростання втрат БАР, а при діаметрі більше 7 мм ступінь руйнування ягід неприпустимо малий.

Подрібненню піддавалися заморожені плоди для підвищення ступеня їх дроблення, ефективності роботи ножа, і навіть зменшення впливу розігріву на руйнування БАР.

Оцінювалася безпека суми іридоїдів, екстрактивних речовин, вітамінів С, Р, антоціанів, флавоноїдів, дубильних речовин і цукрів, яка визначаються як відношення маси БАР, що переходить в екстракт, до такої у вихідній сировині. Всвою чергу, на вихід БАР в екстракт впливав розмір отворів нерухомого ножа, при зменшенні якого, як передбачалося, їх вихід мав зростати, і водночас, внаслідок розігріву та стирання ягід він міг знижуватися. Результати, наведені в таблиці 3.5, є наслідком результуючого спільного протилежного впливу перелічених факторів.

Таблиця 3.5 – Збереження БАР при подрібненні заморожених плодів калини звичайної

Показник	Збереження (% від вмісту в вихідній сировині)					
	діаметр отворів ножової решітки, мм					
	3		5		7	
	пюре	втрати	пюре	втрати	пюре	втрати
Ірідоїди	51,74±2,4	48,26±2,3	73,04±3,5	26,96±1,3	41,47±2,0	58,26±2,5
Екстрактивні речовини	75,38±3,6	24,62±1,1	73,67±3,6	26,33±1,2	69,47±3,3	30,53±1,6
Антоціани	75,07±3,6	24,93±1,2	81,77±4,0	18,23±0,9	99,20±4,1	0,80±0,03
Флавоноїди	70,17±3,4	39,83±1,9	71,67±3,5	38,33±1,8	93,33±4,5	6,67±0,31
Дубильні речовини	53,21±2,5	46,79±2,3	76,15±3,7	23,85±1,1	99,08±4,2	0,92±0,02
Вітамін Р	57,34±2,7	42,66±2,1	81,72±3,9	18,28±0,8	97,51±3,8	2,49±0,11
Олігосахариди	97,32±4,7	2,68±0,13	94,64±4,6	5,36±0,2	78,65±3,2	21,35±1,03
Моносахариди	94,18±4,6	5,82±0,29	89,09±4,3	10,91±0,4	79,64±3,5	20,35±1,01
Вітамін С	70,25±3,4	29,75±1,4	82,64±3,9	17,36±0,7	92,64±4,2	7,36±0,33

Як видно, зі збільшенням діаметра отворів нерухомого ножа збереження екстрактивних речовин, антоціанів, флавоноїдів, дубильних речовин, вітамінів Р і С зростає, що очевидно. Поведінка сахаридів носить протилежний характер, ще складніша ситуація з ірідоїдами, що, ймовірно, пов'язано з індивідуальними особливостями цих речовин, що проявляються в ході руйнування ягід, втрати вітаміну С ростуть із зменшенням діаметра отворів нерухомого ножа.

Аналіз отриманих результатів призводить також до висновку, що вибір того чи іншого методу підготовки плодів калини до екстрагування пов'язаний з тим, які при цьому ставляться завдання. Якщо, крім отримання екстрактів БАР, паралельним технологічним завданням є відділення вітамінізованого соку, доцільніше використовувати шнекове пресування розморожених ягід, що забезпечує досить високий вихід рідкої фази і велику збереженість БАР.

Якщо ж при дробленні ягід немає необхідності отримання соку, а єдиною метою є максимально більше вилучення БАР, то краще ножове подрібнення за

присутності решітки з діаметром отворів 5 мм, що дозволяє скоротити втрати БАР і збільшити їх вихід.

3.4.2.3 Оптимізація процесу вилучення БАВ із плодів калини.

Встановлено значення режимних параметрів екстракції, що забезпечують оптимальний вихід іридоїдів та екстрактивних речовин з ягідного пюре. Значення режимних параметрів, розрахункових та дослідних величин Y_1 та Y_2 представлені в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 – Результати перевірки оптимального режиму екстрагування БАР із плодів калини

Компонент	X_1	X_2	X_3	Вихід % від маси		Відмінність, %
				Розрахунковий	Дослідний	
Сума іридоїдів з плодів Y_1	15	80	40	4,02 ±0,19	4,21±0,20	4,51
Екстрактивні речовини з плодів Y_2	15	60	80	45,03 ±2,1	44,25±2,2	1,76

Очевидно, отримана математична модель дозволяє прогнозувати дослідні результати із досить високою точністю. Різниця між дослідними та розрахунковими значеннями не перевищує 4,5 % для Y_1 та 1,8 % для Y_2 .

3.4.3 Використання післяекстракційного шроту

При екстрагуванні біологічно активних речовин із рослинної сировини кінцевими продуктами є екстракт та тверда фаза, що залишається після вилучення з неї необхідних компонентів. Післяекстракційний залишок може містити від 30 до 80 % БАР, що містяться у вихідній сировині. Однак досі він залишається незатребуваним.

Для визначення перспектив утилізації в суміші післяекстракційних шротів

плодів, отриманих в результаті екстрагування БАР, та осаду, після центрифугування соку визначалися вміст контрольованих речовин та перетравлюваність з метою використання його як кормової добавки. Отримані відомості представлені у таблиці 3.7

Аналіз результатів призводить до висновку про те, що у твердій фазі вміст БАР достатній для використання її як кормової добавки. Перетравлюваність суміші становить 45 %.

Таблиця 3.7 – БАР післяекстракційного шроту

Показник	Вихід БАР післяекстракційного шроту, %
Ірідоїди	0,645±0,03
Вітамін С	0,013±0,01
Вітамін Р	0,112 ±0,01
Дубильні речовини	0,280±0,01
Флавоноїди	0,037±0,01
Антоціани	0,388±0,01
Цукри	1,915 ±0,09

Таким чином, можна вирішити проблему збагачення кормів біологічно активними речовинами в період авітамінозу худоби, а також перейти на безвідходну технологію переробки плодівих.

Перспективи використання твердих відходів переробки плодів калини як інгредієнтів у виробництві харчових та кормових добавок реальні та доцільні.

Висновки за розділом

Запропонована універсальна апаратурно-технологічна схема комплексної переробки плодів калини звичайної з отриманням натуральних, збагачених

іридоїдами, екстрактів, соків, пюре, порошків.

Встановлено вміст біологічно активних речовин у звичайній калині, що росте в Дніпропетровській області. Ягода є найбільш збагаченою частиною біомаси з точки зору вмісту БАР.

Встановлено, що вміст БАР у сировині поступово знижуються і становлять через 4 місяці 52,86 – 86,82 % від вихідного. Звідси випливає, що за обраному методі та умовах пресервування забезпечується достатня безпека якісних та кількісних показників сировини.

Встановлено, що найбільший вихід рідкої фази 74 % має місце при пресуванні розморожених плодів, трохи нижче він – 72 % зі свіжих ягід, а при подрібненні заморожених він знижується в 1,3 рази і становить 56 % від вихідної сировини, тому що заморожування викликає коагуляцію слизових компонентів, які ускладнюють пресування. Розморожені плоди дають більший вихід рідкої фази через те, що при заморожуванні у свіжої ягоди руйнується клітинна структура, що й полегшує соковіддачу при переробці. Сік, отриманий з розмороженої сировини, зберігає аромат свіжих ягід, має більш інтенсивне забарвлення і менш гіркий смак порівняно зі свіжозібраними ягодами.

Встановлено, що більша частина БАР переходить в сік. В соку у відсотках овід вмісту у вихідній сировині у рідкій фазі виявлено вітаміну С 55,95 %, вітаміну Р 74,38 %, антоціанів 75,09 %, дубільних речовин 57,11 %, цукрів 74,85 %, флавоноїдів 65,28%. Однак іридоїди ведуть себе протилежним чином 61,78 % іридоїдів знаходиться в жомі. Це, скоріш за все, пов'язано з тим, що вони відносяться до спирторозчинних речовин, а основним компонентом соку є вода (90 %). Слід також зазначити, що за шнекового пресування біологічно активні речовини ягід практично повністю зберігаються. Середнє значення втрат дорівнює 2,47 %.

Встановлено, що зі збільшенням діаметра отворів нерухомого ножа збереження екстрактивних речовин, антоціанів, флавоноїдів, дубільних речовин, вітамінів Р і С зростає, що очевидно. Поведінка сахаридів носить протилежний характер, ще складніша ситуація з іридоїдами, що, ймовірно, пов'язано з

індивідуальними особливостями цих речовин, що проявляються в ході руйнування ягід, втрати вітаміну С ростуть із зменшенням діаметра отворів нерухомого ножа.

Встановлено, що вибір того чи іншого методу підготовки плодів калини до екстрагування пов'язаний з тим, які при цьому ставляться завдання. Якщо, крім отримання екстрактів БАР, паралельним технологічним завданням є відділення вітамінізованого соку, доцільніше використовувати шнекове пресування розморожених ягід, що забезпечує досить високий вихід рідкої фази і велику збереженість БАР.

Встановлено, що у твердій фазі вміст БАР достатній для використання її як кормової добавки. Перетравлюваність суміші становить 45 %. Перспективи використання твердих відходів переробки плодів калини як інгредієнтів у виробництві харчових та кормових добавок реальні та доцільні.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Розробка карти безпеки праці під час переробки плодів калини

Карта безпеки праці – це документ, що визначає основні вимоги безпеки, які мають дотримуватись працівники для уникнення травм і забезпечення ефективної роботи. Нижче приведені ключові елементи такої карти.

1. Загальні вимоги безпеки:

1.1. Дотримуватися правил охорони праці, пожежної безпеки та санітарно-гігієнічних норм.

1.2. Використовувати лише справне обладнання для переробки калини.

1.3. Заборонено працювати у стані алкогольного чи наркотичного сп'яніння.

1.4. Працівники повинні пройти медичний огляд і бути проінструктованими щодо безпеки праці.

2. Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ):

2.1. Захисний одяг (фартух, халат).

2.2. Захисні рукавички для запобігання подразнень шкіри.

2.3. Протипиллові респіратори (якщо процес передбачає утворення дрібнодисперсного пилу).

2.4. Захисні окуляри (під час роботи з мийними засобами чи соковидільними апаратами).

3. Основні небезпеки під час роботи:

3.1. Хімічний вплив: можливе подразнення шкіри та слизових оболонок при контакті з кислотами ягід або мийними засобами.

3.2. Механічні травми: при роботі з подрібнювачами, пресами, соковидільними машинами.

3.3. Електробезпека: можливість ураження електричним струмом через несправне обладнання.

3.4. Санітарно-гігієнічні ризики: контакт із брудною сировиною, що може викликати інфекційні захворювання.

4. Порядок дій перед початком роботи:

4.1. Перевірити справність обладнання та його ізоляцію.

4.2. Провести огляд ЗІЗ.

4.3. Забезпечити наявність аптечки першої допомоги.

4.4. Перевірити, чи робоче місце забезпечено необхідним освітленням та вентиляцією.

5. Порядок дій під час роботи:

5.1. Стежити за справністю обладнання та дотримуватися технологічного процесу.

5.2. Не допускати роботи з обладнанням у відкритому стані або без захисних кожухів.

5.3. У разі розливу соку або води негайно усунути слизькі ділянки.

5.4. Використовувати мийні засоби у мінімально допустимих концентраціях.

6. Дії у разі аварійної ситуації:

6.1. Механічна травма: зупинити роботу обладнання, надати першу допомогу постраждалому.

6.2. Хімічний опік: промити уражену ділянку водою, звернутися до лікаря.

6.3. Ураження струмом: відключити джерело електроживлення, викликати медичну допомогу.

6.4. Пожежа: використати первинні засоби пожежогасіння (вогнегасники).

7. Порядок завершення роботи:

7.1. Відключити обладнання від електромережі.

7.2. Очистити робоче місце та обладнання від залишків сировини.

7.3. Провести санітарну обробку приміщення та інструментів.

7.4. Перевірити відсутність джерел займання або пошкоджень обладнання.

8. Додаткові рекомендації:

8.1. Періодично перевіряти стан вентиляції в робочому приміщенні.

8.2. Забезпечити регулярний контроль за станом електрообладнання.

8.3. Проводити навчання персоналу щодо безпечних методів переробки сировини.

Усі роботи повинні виконуватися відповідно до стандартів охорони праці та санітарних норм.

4.2 Шляхи утилізації відходів консервної промисловості

Утилізація відходів консервної промисловості є важливою складовою екологічного та економічного управління в харчовій промисловості. Ось основні шляхи утилізації таких відходів:

1. Використання у виробництві кормів:

- тваринництво: відходи (залишки фруктів, овочів, кісточки) можуть бути використані як добавки до кормів для худоби, свійських птахів та риби;
- ферментація: обробка відходів для отримання кормових добавок із підвищеною поживністю.

2. Компостування:

- органічні добрива: переробка органічних залишків у компост для використання в сільському господарстві;
- покращення ґрунтів: добрива з відходів підвищують родючість ґрунтів, відновлюють їх структуру.

3. Біогазова енергетика:

- виробництво біогазу: органічні відходи можуть бути сировиною для анаеробного бродіння, що дає метан і CO₂;
- енергетичне використання: отриманий біогаз використовується для опалення, електрогенерації чи транспортних потреб.

4. Виробництво вторинної продукції:

- пектин: із фруктових шкірочок та залишків отримують пектин, що застосовується у харчовій, фармацевтичній та косметичній промисловості;
- барвники: натуральні барвники можна добувати з рослинних залишків (наприклад, з буряка, моркви);

- екстракти: залишки багаті на антиоксиданти, флавоноїди та інші біологічно активні речовини, які використовуються у фармацевтиці та косметології.

5. Промислова утилізація:

- сушіння та гранулювання: для довготривалого зберігання відходів і подальшого використання як сировини;
- переробка для технічних цілей: залишки використовують для виготовлення клею, технічного спирту, оцту.

6. Інноваційні методи:

- біоінженерія: застосування мікроорганізмів для переробки відходів у високоякісні біопродукти (наприклад, біопластик, ензими);
- екстракція корисних речовин: отримання масел, ароматизаторів, кислот (лимонна, яблучна тощо) для харчової або косметичної промисловості.

7. Спалювання з енергетичною утилізацією:

- використовується як крайній метод для відходів, які не можуть бути перероблені іншими способами;
- тепло, що утворюється під час спалювання, можна використовувати для опалення або генерації електроенергії.

8. Захоронення на полігонах (небажаний метод):

- використовується лише в разі неможливості інших варіантів утилізації, оскільки це найменш екологічно безпечний спосіб.

Переваги переробки:

- економічна вигода: отримання вторинної продукції та енергії;
- захист навколишнього середовища: зменшення обсягу сміття та викидів шкідливих речовин;
- раціональне використання ресурсів: мінімізація втрат корисних компонентів.

Оптимальний метод залежить від складу відходів, доступних технологій і економічних умов.

Висновки за розділом

У запропонованій частині кваліфікаційного дослідження була розроблена карта безпеки під час переробки плодів калини звичайної та визначені основні методи утилізації відходів які можуть виникати під час консервування плодів та овочів.

5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Організація проведення дослідження

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

Перелік робіт, що включає етапи дослідження для обґрунтування процесу та технологічних параметрів переробки плодів калини, представлений у таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – План проведення дослідження

Шифр робіт $i-j$	Найменування робіт	Тривалість робіт t_{ij} , днів
1-2	Вибір запропонованого напрямку наукових досліджень	2
2-3	Літературний пошук та написання літературного огляду	8
3-4	Розробка послідовності науково-дослідних робіт	4
4-5	Розробка методик проведення наукових досліджень	4
5-6	Підготовка дослідних зразків плодів калини звичайної	3
6-7	Підготовка дослідного устаткування	3
7-8	Робота над розробкою апаратурно-технологічної схеми отримання різних продуктів з ягід калини	3
7-9	Дослідження біологічно активних речовин плодів калини звичайної	5
7-10	Дослідження процесів переробки плодів калини звичайної	10
8-11	Обробка результатів експериментальних дослідження	1
9-11		1
10-11		1
11-12	Підготовка матеріалу для публічного оприлюднення	12
Всього		57

У відповідності до таблиці 5.1, загальна тривалість виконання кваліфікаційної роботи становить 57 днів.

5.2 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження

Витрати, що виникають у процесі проведення дослідження, визначаються за допомогою кошторису витрат. До них входять: витрати на матеріали, електроенергію, нарахування на заробітну плату, амортизацію та накладні витрати.

Витрати на основні та побічні матеріали розраховують за формулою:

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

де m_1 – кількість витраченого i -го матеріалу;

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

В таблиці 5.2 наведено результати розрахунку витрат на матеріали.

Таблиця 5.2 – Кількість та вартість основних матеріалів

Найменування, одиниці	Кількість	Ціна, грн.	Сума, грн.
Плоди калини, кг	10	165,00	1650,00
Всього			1650,00

Заробітна плата осіб, які брали участь у дослідженнях, представлена в таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 – Розрахунок витрат на заробітну плату

Посада	Середньомісячний заробіток, грн.	Середньочасовий заробіток, грн.	Кількість людино-годин	Сума, грн.
Керівник наукової роботи	9100	54,17	35	1896,70
Всього				1896,70

Нарахування на заробітну плату розраховують за формулою:

$$H = \frac{1896,70 \cdot 22}{100} = 417,27 \text{ грн.}$$

Витрати на спожиту електроенергію розраховуються за наступною 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:

$$E_1 = 2,4 \cdot 0,9 \cdot 24 \cdot 4,68 = 242,61 \text{ грн.}$$

Затрати енергії на роботу конвективної сушарки:

$$E_2 = 1,0 \cdot 0,9 \cdot 24 \cdot 4,68 = 101,08 \text{ грн.}$$

Затрати енергії на роботу центрифуги:

$$E_3 = 1,2 \cdot 0,9 \cdot 8 \cdot 4,68 = 40,43 \text{ грн.}$$

Затрати енергії на комп'ютер:

$$E_4 = 0,9 \cdot 0,9 \cdot 112 \cdot 4,68 = 424,57 \text{ грн.}$$

Загальні витрати електроенергії:

$$E_{\text{заг}} = E_1 + E_2 + E_3 + E_4 = 242,61 + 101,08 + 40,43 + 424,57 = 808,69$$

Витрати на амортизацію обладнання визначаються за формулою:

$$A = \frac{\Phi \cdot H \cdot t}{100 \cdot 12}, \quad (5.3)$$

де A – амортизаційні відрахування, грн.;

Φ – вартість устаткування, грн.;

H – річна норма амортизації, %;

t – тривалість проведення дослідження на устаткуванні, днів;

365 – кількість днів у році.

Результати обчислень витрат на амортизацію представлені в таблиці 5.4.

Таблиця 5.4 – Результати обчислень витрат на амортизацію

Устаткування	Вартість, грн.	Річна норма амортизації, %	Тривалість роботи, днів	Витрати на амортизацію, грн.
Подрібнювач	6440,00	15	3	7,94
Конвективна сушарка	11200,00	15	3	13,81
Центрифуга	12400,00	15	1	5,09
Персональний комп'ютер	19000,00	24	14	174,90
Всього				201,74

Накладні витрати пов'язані з проведенням досліджень складають:

$$\frac{(1896,70 \cdot 80)}{100} = 1517,36 \text{ грн.}$$

В таблиці 6.5 наведено кошторис витрат на проведення дослідження.

Таблиця 5.5 – Зведений кошторис витрат

Витрати	Сума, грн.
Основні матеріали	1650,00
Заробітна плата	1896,70
Нарахування на заробітну плату	417,27
Електроенергія	808,69
Амортизація	201,74
Накладні витрати	1517,36
Всього	6491,76

Згідно аналізу, найбільшу частку витрат становлять витрати на основні матеріали і заробітна плата.

5.3 Розрахунок вартості дослідження

Ціна досліджень визначається за формулою:

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

де $Ц$ – розрахункова ціна дослідження, грн.;

C – розрахункові витрати дослідження, грн.;

P – рентабельність ($P = 30$), %.

$$Ц = 6491,76 + \frac{30 \cdot 6491,76}{100} = 8439,29 \text{ грн.}$$

Розрахункова ціна досліджень складає 8439,29 грн.

Висновки за розділом

Основні статті витрат під час дослідження включають витрати на основні матеріали і заробітну плату, які становлять 1650,00 грн і 1896,70 грн відповідно. Загальна вартість дослідження складає 8439,29 грн.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Запропонована універсальна апаратурно-технологічна схема комплексної переробки плодів калини звичайної з отриманням натуральних, збагачених іридоїдами, екстрактів, соків, пюре, порошоків.

Встановлено вміст біологічно активних речовин у звичайній калині, що росте в Дніпропетровській області. Ягода є найбільш збагаченою частиною біомаси з точки зору вмісту БАР.

Встановлено, що вміст БАР у сировині поступово знижуються і становлять через 4 місяці 52,86 – 86,82 % від вихідного. Звідси випливає, що за обраному методі та умовах пресервування забезпечується достатня безпека якісних та кількісних показників сировини.

Встановлено, що найбільший вихід рідкої фази 74 % має місце при пресуванні розморожених плодів, трохи нижче він – 72 % зі свіжих ягід, а при подрібненні заморожених він знижується в 1,3 рази і становить 56 % від вихідної сировини, тому що заморожування викликає коагуляцію слизових компонентів, які ускладнюють пресування. Розморожені плоди дають більший вихід рідкої фази через те, що при заморожуванні у свіжої ягоди руйнується клітинна структура, що й полегшує соковіддачу при переробці. Сік, отриманий з розмороженої сировини, зберігає аромат свіжих ягід, має більш інтенсивне забарвлення і менш гіркий смак порівняно зі свіжозібраними ягодами.

Встановлено, що більша частина БАР переходить в сік. В соку у відсотках овід вмісту у вихідній сировині у рідкій фазі виявлено вітаміну С 55,95 %, вітаміну Р 74,38 %, антоціанів 75,09 %, дубільних речовин 57,11 %, цукрів 74,85 %, флавоноїдів 65,28%. Однак іридоїди ведуть себе протилежним чином 61,78 % іридоїдів знаходиться в жомі. Це, скоріш за все, пов'язано з тим, що вони відносяться до спирторозчинних речовин, а основним компонентом соку є вода (90 %). Слід також зазначити, що за шнекового пресування біологічно активні речовини ягід практично повністю зберігаються. Середнє значення втрат дорівнює 2,47 %.

Встановлено, що зі збільшенням діаметра отворів нерухомого ножа збереження екстрактивних речовин, антоціанів, флавоноїдів, дубильних речовин, вітамінів Р і С зростає, що очевидно. Поведінка сахаридів носить протилежний характер, ще складніша ситуація з іридоїдами, що, ймовірно, пов'язано з індивідуальними особливостями цих речовин, що проявляються в ході руйнування ягід, втрати вітаміну С ростуть із зменшенням діаметра отворів нерухомого ножа.

Встановлено, що вибір того чи іншого методу підготовки плодів калини до екстрагування пов'язаний з тим, які при цьому ставляться завдання. Якщо, крім отримання екстрактів БАР, паралельним технологічним завданням є відділення вітамінізованого соку, доцільніше використовувати шнекове пресування розморожених ягід, що забезпечує досить високий вихід рідкої фази і велику збереженість БАР.

Встановлено, що у твердій фазі вміст БАР достатній для використання її як кормової добавки. Перетравлюваність суміші становить 45 %. Перспективи використання твердих відходів переробки плодів калини як інгредієнтів у виробництві харчових та кормових добавок реальні та доцільні.

Розроблено карту безпеки під час переробки плодів калини звичайної та визначені основні методи утилізації відходів які можуть виникати під час консервування плодів та овочів.

Основні статті витрат під час дослідження включають витрати на основні матеріали і заробітну плату, які становлять 1650,00 грн і 1896,70 грн відповідно. Загальна вартість дослідження складає 8439,29 грн.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Бойко Г.П. Технологія сушіння харчових продуктів. – Київ: Вища освіта, 2015.
2. Романов В.О. Фізико-хімічні основи сушіння харчової сировини. – Одеса: ОНПУ, 2017.
3. Коваленко С. І. Оптимізація режимів сушіння ягід для збереження біоактивних речовин // Журнал харчових технологій, 2020, № 3.
4. Білошицький М.П. Використання інфрачервоного випромінювання при сушінні ягід // Сільськогосподарська техніка і технології, 2019.
5. Головач А.В. Порівняння різних способів сушіння чорниці // Харчова промисловість, 2021, № 2.
6. Зінченко О.М. Технологічні схеми сушіння ягід в промислових умовах. – Львів: ЛНТУ, 2019.
7. Книгова Т.В. Домашнє сушіння фруктів та ягід: технологія та рецепти. – Харків: Фоліо, 2020.
8. Технології сушіння ягід на промислових підприємствах // Онлайн-ресурс. [agroradar.com.ua](<https://www.agroradar.com.ua>).
9. Сушіння ягід: вплив на харчову цінність // Блог компанії «АгропромТех». [agro-tech.com](<https://www.agro-tech.com>).
10. Романова Т. В. Технологія переробки ягід: сушіння, заморожування та консервування. – Київ: Видавництво Аграрної науки, 2017.
11. Бойко Г.П. Інноваційні технології сушіння ягід та фруктів. – Харків: Основа, 2019.
12. Тарасенко В.П. Сушіння плодової продукції. – Одеса: Поліграф, 2018.
13. Мельник А.І. Оптимізація режимів сушіння калини для збереження біоактивних речовин // Журнал харчових технологій, 2020, № 4.
14. Дорошенко О.В. Порівняння конвекційного та інфрачервоного сушіння обліпихи // Техніка і технології в харчовій промисловості, 2019.
15. Кучеренко М. П. Вплив технологічних параметрів на якість сушеної

обліпихи // Вісник аграрної науки, 2021, № 3.

16. Лисенко С.А. Домашнє сушіння ягід: методики та рекомендації. – Львів: Каменяр, 2020.

17. Сушіння обліпихи: методи та технології // Стаття на аграрному порталі. [agronews.ua](<https://www.agronews.ua>).

18. Калина: збереження користі після сушіння // Блог на платформі «Харчові технології». [foodtech.com.ua](<https://www.foodtech.com.ua>).

19. Півоваров О.А., Ковальова О.С., Кошулько В.С. Інноваційний інжиніринг в окремих галузях харчового виробництва. Дніпро: ФОП Обдимко О.С., 2022. 407 с.

20. https://elib.tsatu.edu.ua/dep/ate/tpzpsg_1/page19.html

21. Півоваров О.А., Ковальова О.С. Сучасні методи інтенсифікації солодородження: монографія. Дніпро: ДВНЗ УДХТУ, 2020. 242 с.

22. Півоваров О.А., Ковальова О.С., Лазаренко У.І. Застосування нетрадиційних підсолоджувачів натурального походження для виготовлення сухих сніданків. Наука, технології, інновації. 2024. № 3 (30). С. 70-81. <http://doi.org/10.35668/2520-6524-2024-2-09>

23. Чурсинов Ю.А., Ковалева Е.С. Применение органических кислот и их смесей в качестве стимулятора прорастания семенного материала. Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2019. № 6. С. 31-34. DOI: <http://dx.doi.org/10.30850/vrsn/2019/6/31-34>

24. Чурсинов Ю.А., Ковалева Е.С., Кошулько В.С., Калина В.С., Пришедько В.М. Биоактивация зерна с использованием фруктовых кислот. Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2020. № 2. С. 26-28. DOI: <http://dx.doi.org/10.30850/vrsn/2020/2/26-28>

25. Bhat G. Untersuchungen zur Herstellung von Speisequark aus mit Hilfe der Ultrafiltration vorkonzentrierter Milch: Inaug. Diss... Giessen., 1996. 1V,91.

26. Cai J., Ooraikul B., Jelen P. Calcium bioavailability of guar gum with increased calcium content by addition of rhubarb // J. Food Processing Preservat., 2010. Vol. 24. № 6. P. 479 – 494.

27. Kovaliova O, Pivovarov O, Vasylieva N, Koshulko V. Obtaining of rice malt with the use of plasma-chemically activated aqueous solutions. Food science and technology.2022;16(4):64-76. <https://doi.org/10.15673/fst.v16i4.2542>
28. Kovaliova O., Pivovarov O., Koshulko V. Study of hydrothermal treatment of dried malt with plasmochemically activated aqueous solutions. Food science and technology. 2020. Vol. 14, Issue 3. P. 113-121 DOI: <https://doi.org/10.15673/fst.v14i3.1799>
29. Kotov B., Spirin A., Kalinichenko R., Bandura V., Polievoda Y., Tverdokhlib I. Determination the parameters and modes of new heliocollectors constructions work for drying grain and vegetable raw material by active ventilation. Research in Agricultural Engineering. 2019. Vol. 65. № 1. P. 20-24.
30. Kovalova, O., Vasylieva, N., Stankevych, S., Zabrodina, I., Haliasnyi, I., Gontar, T., Kotliar, O., Gavrish, T., Gill, M., Karatieieva, O. (2023). Determining the effect of plasmochemically activated aqueous solutions on the bioactivation process of sea buckthorn seeds. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2 (11 (122)), 99–111. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.275548>
31. Kovalova O., Pivovarov O., & Koshulko, V. Effect of plasma-chemically activated aqueous solutions on the process of disinfection of food production equipment. Food Science and Technology. 2022. 16 (3). P. 61-70. DOI: <https://doi.org/10.15673/fst.v16i3.2392>
32. Kovaliova O, Pivovarov O, Vasylieva N, Koshulko V. Obtaining of rice malt with the use of plasma-chemically activated aqueous solutions. Food science and technology.2022;16(4):64-76. <https://doi.org/10.15673/fst.v16i4.2542>
33. Pivovarov O.A., Kovaleva O.S., Chursinov J.O. Prevention of biofouling of industrial reverse water supply systems by plasma water treatment // 3 nd International Scientific and Technical Internet Conference “Innovative development of resource-saving technologies and sustainable use of natural resources”. Book of Abstracts. - Petroșani, Romania: UNIVERSITAS Publishing, 2020. P. 50-52.
34. Pivovarov O., Kovalova O., Koshulko V., Aleksandrova A. Study of use of antiseptic ice of plasma-chemically activated aqueous solutions for the storage of food

raw materials. Food science and technology. 2021. Vol. 15, Issue 4. P. 95-105. DOI: <https://doi.org/10.15673/fst.v15i4.2260>

35. Pivovarov O., Kovaliova O., Koshulko V. Effect of plasmochemically activated aqueous solution on process of food sprouts production. Ukrainian Food Journal. 2020. Volume 9. Issue 3. P. 575-587. DOI: <https://doi.org/10.24263/2304-974X-2020-9-3-7>

36. Kovalova O.S., Chursinov Yu.O., Kofan D.D. Research of hydrothermal processing of dry barley malt. Grain Products and Mixed Fodder's. 2018. Vol.18, Issue 4. P.13-18. <https://doi.org/10.15673/gpmf.v18i4.1190>

37. <https://dspace.dsau.dp.ua/bitstream/123456789/1579/1/%D0%9E%D0%93%D0%9B%D0%AF%D0%94%20%D0%9C%D0%95%D0%A2%D0%9E%D0%94%D0%86%D0%92%20%D0%A1%D0%A3%D0%A8%D0%9A%D0%98.pdf>

38. Спосіб сушіння рослинної сировини в ІЧ-сушарці. Патент України на корисну модель № 103094, МПК (2015.01), А23В 7/00. А. М. Загорулько, Л. В. Кіптєла, О. Є. Загорулько. № и 2014 13136. Заявл. 08.12.2014. Опубл. 10.12.2015, Бюл.№ 23. 5 с. <https://repo.btu.kharkov.ua/handle/123456789/12418?locale=uk>.

39. Коваленко О., Федюшко Ю.М. Сушіння зерна інфрачервоним випромінюванням //Всеукраїнської науково-технічної Інтернет-конференції студентів та магістрантів за підсумками наукових досліджень 2013 року «Проблеми механізації та електрифікації АПК». С. 102. 26.

40. Бандура В. М., Кірієнко О. О. Розвиток інфрачервоної техніки для обробки зерна //Техніка, енергетика, транспорт АПК. 2015. №. 3. С. 53-57. 27.

41. Полєвода Ю. А., Рєва В. Ю., Твердохліб І. В. Особливості процесу мікронізації зерна //Вібрації в техніці та технологіях. 2023.№ 1 (108). С. 94-100. DOI: 10.37128/2306-8744-2022-1-9.

42. Бандура В. М. Обґрунтування ІЧ-обробки насіння соняшника перед його обрушуванням //Наукові праці ОНАХТ. 2015. Вип. 47, Т. 2. С. 131-133.

43. Ковальова О.С., Кошулько В.С. Інноваційна технологія дезінфекції технологічного обладнання харчових виробництв. The 5th International scientific and practical conference “Prospects of modern science and education” (February 07 –

10, 2023) Stockholm, Sweden. International Science Group. 2023. P. 609-612.
<https://doi.org/10.46299/ISG.2023.1.5>

44. <https://www.pharmencyclopedia.com.ua/article/3398/kalina>

45. <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D0%BD%D0%B0>

46. <https://agrarii-razom.com.ua/plants/kalina-zvichayna>

47. <https://plants.land.kiev.ua/78.html>

48. Павленко О.С. Методичні рекомендації до виконання розділу «Організаційно-економічна частина» дипломної роботи для здобувачів вищої освіти за освітньо-професійною програмою «Харчові технології» зі спеціальності 181 «Харчові технології» денної та заочної форми навчання. Дніпро: ДДАЕУ. 2020. 40 с.