

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ, ІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА БІОТЕХНОЛОГІЇ

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач випускової кафедри
_____ М. М. Барановський
«__» _____ 2021р.

ДИПЛОМНА РОБОТА
(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)

ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ «БАКАЛАВР»
СПЕЦІАЛЬНІСТЬ 162 «БІОТЕХНОЛОГІЇ ТА БІОІНЖЕНЕРІЯ»
ОСВІТНЬО-ПРОФЕСІЙНА ПРОГРАМА «ЕКОЛОГІЧНА БІОТЕХНОЛОГІЯ ТА
БІОЕНЕРГЕТИКА»

**Тема: «Технологія переробки відходів яблук для одержання біологічно
активних речовин»**

Виконавець: студентка ЕТ - 403 гр.,

Дрозд Ю. М.

Керівник: к.т.н., доцент кафедри біотехнології

Косоголова Л. О.

Нормоконтролер:

Дражнікова А. В.

КИЇВ 2021

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет екологічної безпеки, інженерії та технологій

Кафедра біотехнології

Спеціальність: 162 «Біотехнології та біоінженерія»

Освітньо-професійна програма «Екологічна біотехнологія та біоенергетика»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ М.М. Барановський

«__» _____ 2021 р.

ЗАВДАННЯ

на виконання дипломної роботи

Дрозд Юлія Михайлівна

1. Тема дипломної роботи: «Технологія переробки відходів яблук для одержання біологічно активних речовин» затверджена наказом ректора від «11» травня 2021 р. № 715/ст.
2. Термін виконання роботи: з 10 травня по 20 червня 2021 р.
3. Вихідні дані до роботи: літературні дані.
4. Зміст пояснювальної записки: Вступ. Літературний огляд. Об'єкти і методи досліджень. Технологія переробки відходів яблучних вичавок. Висновки. Список бібліографічних посилань використаних джерел.
5. Перелік обов'язкового графічного (ілюстративного) матеріалу: 8 таблиць, 2 рисунків, 4 формул.
6. Календарний план-графік

№	Завдання	Термін виконання	Підпис керівника
1	Вибір теми дипломної роботи, узгодження змісту з дипломним керівником.	10.05.2021	
2	Літературний огляд та збір інформації відповідно теми дипломної роботи.	13.05.2021	
3	Оформлення теоретичної частини дипломної роботи.	14.05.2021 - 28.05.2021	
4	Формулювання висновків та рекомендацій.	30.05.2021	
5	Перевірка дипломної роботи керівником.	31.05.2021	
6	Попередній захист дипломної роботи.	03.06.2021	
7	Внесення змін в дипломну роботу.	05.06.2021	
8	Захист дипломної роботи.	17.06.2021	

7. Дата видачі завдання: «10» травня 2021 р.

Керівник дипломної роботи _____ Косоголова Л. О.

(підпис керівника)

8. Завдання прийняв до виконання _____ Дрозд Ю.М.

(підпис випускника)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломної роботи «Технологія переробки відходів яблук для одержання біологічно активних речовин»: 54 сторінок, 2 рисунків, 8 таблиць, 4 формул, 46 використаних джерела.

Об'єкт дослідження – технологія переробки яблучних вичавок для одержання пектину та яблучного порошку.

Предмет дослідження – яблучні вичавки, яблучний порошок, пектин.

Мета дипломної роботи – розробити технологію переробки відходів яблук для одержання біологічно активних речовин.

Методи дослідження – фізико-хімічні, аналітичні, статистичні.

В даній роботі розглянуті основні технологічні стадії одержання виробництва пектину. Пектин природний полімер, володіє як характерними властивостями, для цього класу полімерів, так і специфічними. Він являє собою унікальний біологічно активний продукт. Основним процесом при виробництві пектинів є екстрагування. Процес екстрагування включає дві пов'язані стадії: кислотного гідролізу протопектину і молекулярної дифузії розчиненого пектину з частки сировини в екстрагент.

Також відомий спосіб виробництва яблучного порошку їх вичавок, полягає в тому, що вичавки, отримані після відділення соку на соковижимному пресі направляють на шнековий апарат, в якому вони перемішуються і додатково подрібнюються. Після цього подрібнена маса направляється в сушильну установку, де частки вичавок висушуються гарячим повітрям. Далі сухі вичавки надходять в диспергатор для подрібнення в порошок.

Проаналізовані способи сушіння для одержання яблучного порошку та запропонована інфрачервоне сушіння (при температурі сушіння 35 °С).

Метод інфрачервоного сушіння заснований на використанні властивості інфрачервоного випромінювання. Перш за все, він повністю безпечний для навколишнього середовища і людини. Інфрачервоні промені певної довжини поглинаються не тканинами плода, а водою, що міститься в них, тому видалення вологи може здійснюватися при низьких температурах (до 50 °С). Клітина не руйнується, що дозволяє зберігати практично весь вміст вітамінів та інших біологічно активних речовин до 90% від вихідної сировини. Крім того, зберігаються природний аромат і колір.

ЯБЛУЧНІ ВИЧАВКИ, ЯБЛУЧНИЙ ПОРОШОК, ПЕКТИНОВІ РЕЧОВИНИ, ПЕКТИН, ІНФРАЧЕРВОНЕ ВИПРОМІНЮВАННЯ, НАДВИСОКОЧАСТОТНЕ ВИПРОМІНЮВАННЯ.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1. ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД.....	10
1.1. Характеристика основних сортів яблук.....	10
1.2. Хімічний склад яблук.....	14
1.3. Характеристика відходів сокового виробництва.....	17
1.4. Висновки до розділу.....	19
РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	20
2.1. Методи досліджень.....	20
2.1.1. Визначення вмісту вологи в рослинній сировині.....	20
2.1.2. Визначення вмісту сухих речовин у яблучному пектині.....	22
2.1.3. Методика вилучення екстрактивних речовин	23
2.2. Висновки до розділу.....	23
РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЯ ПЕРЕРОБКИ ВІДХОДІВ ЯБЛУЧНИХ ВИЧАВОК.....	25
3.1. Основні технологічні стадії виробництва пектину.....	25
3.1.1. Пектин і біохімічне оброблення сировини.....	28
3.1.2. Вплив електрооброблення яблучних вичавок на вихід пектину.....	30
3.2. Одержання яблучного порошку з яблучних вичавок.....	32
3.2.1. Хімічний спосіб зберігання яблучних вичавок.....	34
3.2.2. Фізичні способи зберігання яблучних вичавок.....	36
3.2.3. Фізико хімічні властивості та структурні особливості яблучних вичавок.....	41
3.2.4. Спектральні терморадіаційні характеристики сушіння та енергетичні характеристики інфрачервоних генераторів.....	43
3.3. Висновки до розділу.....	46
ВИСНОВКИ.....	47
Список бібліографічних посилань використаних джерел.....	48
ДОДАТОК А.....	52
ДОДАТОК Б.....	54

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ ТА СКОРОЧЕНЬ

НВЧ-обробки - надвисокочастотне випромінювання

ІЧ-сушіння – інфрачервоні нагрівачі для сушки

ТЕН - трубчасті електронагрівачі

рН – водневий показник

ВСТУП

Актуальність теми. Актуальними проблемами, споріднені з раціональним застосуванням сировини на основі комплексної переробки рослинної сировини, а до того ж вдосконаленням існуючих технологій і розробкою нових передових технологій.

На сьогоднішній день в Україні щорічно переробляють понад 500 тис. тонн яблук в соковмісні напої, з них буде утворено близько 150 тис. тонн вичавок з вмістом пектину 1-2%. При оцінці можливості використання вичавок беруться до уваги два основних аспекти. По-перше, вичавки - це швидкопсувний продукт з легкої та пухкої консистенції, з неприємним запахом при розкладанні, а сьогодні він може становити загрозу забруднення навколишнього середовища. По-друге, яблучні вичавки - цінна сировина для виробництва пектину. Досліджено, що при виробництві яблучного соку відходи у вигляді вичавок становлять 20-30%. Можна виділити кілька напрямків переробки яблучних відходів. Наприклад, утилізація шляхом спалювання або поховання на звалищі, компостування, використання кормів для сільськогосподарських та диких тварин, сушка макухи з подальшим використанням в якості сировини для виробництва пектину.

В даний час пектинові речовини отримують із сушених яблучних вичавок шляхом кислотного гідролізу. Використання цих технологій дозволяє видаляти пектинові речовини, що містяться в міжклітинних просторах рослинної тканини, не зачіпаючи протопектину проміжних пластинок. Перехід кислотного і ферментативного гідролізу з протопектину до лужної значно полегшить технологічну схему виробництва, конструкцію устаткування, підвищить ефективність виробництва, дозволить виробляти переробку свіжої яблучної м'якоти безпосередньо на консервних заводах для використання у виробництві консервів.

Мета дипломної роботи: розробити технологію переробки відходів яблук для одержання біологічно активних речовин.

Для досягнення цієї мети, були поставлені наступні завдання:

1. Дати характеристику різних сортів яблук для одержання біологічно активних речовин.
2. Проаналізувати хімічний склад яблучних вичавок.
3. Розробити технологічну схему виробництва пектину з відходів яблук.
4. Запропонувати способи сушіння для одержання яблучного порошка.

Об'єкт дослідження: технологія переробки яблучних вичавок для одержання пектину та яблучного порошку.

Предмет дослідження: яблучні вичавки, пектин, яблучний порошок.

Методи дослідження: фізико-хімічні, аналітичні, статистичні.

Практичне значення отриманих результатів. Удосконалену технологію переробки відходів яблук для одержання біологічно активних речовин.

Особистий внесок випускника. Весь аналіз літературних даних за темою дипломної роботи, їх опис виконані випускником під керівництвом к.т.н., доцента Л.О. Косоголової.

РОЗДІЛ 1

ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД

1.1. Характеристика основних сортів яблук

Україна є передовою на європейському ринку яблук, а також має дуже вигідне географічне положення. Річний обсяг виробництва яблук в Україні становить близько 700 тисяч тонн, в тому числі кількість якісних яблук для споживання в свіжому вигляді становить всього 250 тисяч тонн. Потреби внутрішнього ринку майже вдвічі перевищують потреби, які в даний час задовольняються за рахунок імпорту яблук, лівова частка яких поставляється з Польщі та Молдови. Так Європа бачить Україну як ринок збуту своєї продукції [1].

Проте, в Україні сприятливі кліматичні умови для вирощування яблук по всій країні, а в її південних регіонах можна вирощувати навіть сорти з тривалим вегетаційним періодом. Річне споживання яблук в Україні складає в середньому 15 кг на людину, але ця тенденція невпинно зростає. Експерти прогнозують, що найближчим часом цей показник вийде на європейський рівень 23 кг / рік на людину. А це призведе до збільшення попиту на внутрішньому ринку [1].

Основними сортами яблук для поширення та вирощування на території України є сорт Голден Делішес, Гала, Флоріна, Фуджі, Гренні Сміт, Муцу, Айдаред, Чемпіон.

В Україні сезон яблук починається в тридцятих числах серпня, коли доходить до сорту Гала, а потім, після довгої паузи, на прилавках магазинів з'являються сорти Голден і Айдаред. Решта фрукти тільки привозять або, до речі, продають під назвами «Айдаред», «Голден», «Гала» на «диких» ринках, що є поганою звичкою [1].

Голден Делішес - американський сорт яблук, який став одним з найпопулярніших в світі. Плоди жовті, середнього розміру, акуратні, правильні,

матові, з ніжною шкіркою, дуже солодкі, ароматні й соковиті. Гарний у свіжому або запеченому вигляді, а також у багатьох десертах [2].

Гала - ці рум'яні жовто-червоні смугасті яблучка середнього розміру - ще один плід зарубіжної селекції, добре прижився і в наших широтах. Вийшов він шляхом схрещування однією з різновидів яблук Голден і іншого солодкого сорту Кідс Оранж Ред. Яблука дозрівають до кінця вересня, а ось зберігатися можуть до лютого, залишаючись щільними і соковитими. Смак солодкий, але освіжаючий, з легкою кислінкою і пряними анісовими нотками. Ці яблука довго не темніють в розрізі, тому їх люблять додавати в салати [2].

Флоріна - дуже відомий і поширений зимовий сорт яблук. Французька селекція. Є відмінним сортом яблуні, який завоював популярність за кордоном вже дуже давно. На заході, в садах промислового призначення, даний сорт дуже популярний [3].

Фуджі - цей японський сорт підкорив весь світ, і не просто так. Вирощені в теплому кліматі, ці яблучка наповнюються насолодою, медовим смаком і насиченим ароматом. Плоди середнього розміру, округлі, рум'яні, жовто-рожеві. Ці яблука відмінно зберігаються і без спеціальних умов, зберігаючи соковитість і стаючи ще солодше. При готуванні не втрачають смак і аромат, тому підійдуть і для варення, і для запікання [2].

Гренні Сміт – зимовий сорт яблук. Ця яблуня - одна з найпопулярніших в світі серед сортів із зеленим забарвленням плодів.

Дозрівання плодів в кінці вересня - початку жовтня. Плоди великі, середньою вагою 100-150 г і більше, округло-конічної форми, світло зеленого кольору з великим яскраво-червоним рум'янцем, що покриває практично весь плід. М'якоть дуже соковита, світлого відтінку, середньої щільності, кисло-солодкого, десертного смаку з високою дегустаційною оцінкою. Деревя сильнорослі, крона округла, трохи загущена. Зимостійкі. Високоврожайні [4].

Яблука Муцу – зимовий сорт яблук. Висока врожайність сорту допускає з одного дорослого дерева зібрати до 150 кг плодів. Сорт має осередкову стійкість до

морозів. Без потрібного догляду при знижених температур в 35 градусів дерево здорово обмерзає [5].

Айдаред - американський сорт зимнього терміну формування. Нормальний термін обривання плодів – останній проміжок часу вересня. Час зберігання 150-180 днів в умовах несправжнього охолодження. У зберіганні можуть бути вражені підшкірною плямистістю. Плоди досить добре стримуються до знімання. Транспортабельність велика. Товарність плодів - 88-92%, в тому числі 10-15% плодів вищого та 40-50% - першого сорту [6].

Чемпіон - це сорт домашніх яблук, які чеські виробники виростили в 1970 році від гібридизації яблуні голден делішес і ренет оранжевий Кокса. Він знаходиться в перших випробуваннях в Степу, Лісостепу та Південному Поліссі на Україні [6].



В таблиці 1.1 можна побачити коротку характеристику основних сортів яблук.

Таблиця 1.1

Характеристика основних сортів [6]

Назва сортів	Характеристика
 <p data-bbox="236 1451 491 1489">Яблуки Голден</p>	<p data-bbox="544 1153 1522 1294">Шкірочка середньої товщини, щільна, еластична, гладенька, суха. М'якуш жовтувата, щільний, дрібнозернистий, соковитий, ароматний, має відмінний кислувато-солодкий смак.</p>
 <p data-bbox="323 1845 402 1883">Гала</p>	<p data-bbox="544 1523 1522 1715">Характеризується особливим смаком плодів, які середніх або нижче середніх розмірів. Шкірочка тонка, щільна, суха. М'якуш світло-жовтий, щільний, соковитий, ламкий, високоякісного кислувато-солодкого смаку.</p>

 <p>Флоріна</p>	<p>Плоди великі. Яблука цього сорту мають дуже товарну форму плодів і соковиту, ароматну, злегка кислувату, свіжо-солодку, щільну м'якоть.</p>
 <p>Фуджі</p>	<p>Яблука Фуджі зазвичай великі і круглі. Гладенька, суха і очищена шкіра яблука Фуджі і відсутній блиск. М'яка, соковита і дуже хрустка м'якоть, що володіє надзвичайно солодким смаком і дійсно чудовим ароматом.</p>
 <p>Гренні Сміт</p>	<p>Форма яблук видовжена, округла, великого розміру ; мають темно – зелений колір. М'якуш зеленуватий, дуже щільний, середньої соковитості, кисло-солодкий.</p>
 <p>Муцу</p>	<p>Великі плоди світло – жовтого кольору, округло – конічні, а в етап дозрівання – мають лимонний колір. М'якоть жовто-біла, ніжна, свіжа, відмінного кисло-солодкого смаку.</p>

 <p data-bbox="293 544 435 577">Айдаред</p>	<p data-bbox="547 264 1520 409">Яблука переважно більші середніх розмірів. Плоско-округлі, з гладкими ребрами, зеленувато-жовті, з яскраво-червоними туманностями. Шкіра тонка, щільна, пружна, злегка жирна, сяюча.</p> <p data-bbox="547 461 1520 544">М'якоть кремового або світло-кремового кольору, кисло-солодкий смак.</p>
 <p data-bbox="293 931 435 965">Чемпіон</p>	<p data-bbox="547 640 1520 723">Більші за середнього розміру, форма однотипна, округла та видовжена у вигляді овалу.</p> <p data-bbox="547 775 1520 857">Мають основне забарвлення жовте, але блискучий червоний рум'янець заливає майже все яблуко.</p>

Отже, основні сорти яблук дуже поширені в Україні. Відомо, що щорічний розмір по виробництві яблук в Україні являє близько 700 тисяч тонн [1].

1.2. Хімічний склад яблук

Яблука - це цілий комплекс корисних речовин - мікро- і макроелементів, живильних речовин і вітамінів. Слід мати на увазі, що всі сорти яблук трохи виділяються один від одного хімічним складом, до того ж, яблука, що ростуть у всіляких широтах на різних землях теж будуть відокремлюватися. Тому в таблицях наведені значення за змістом речовин в яблуках [7].

Яблуко включає в себе органічні кислоти: яблучну, лимонну, винну, кислоту, яка необхідна для регулювання обміну речовин. Також до складу яблук таким же чином входять леткі жирні кислоти: оцтова, пропіонова, ізомасляна і валеріанова [7].

Таблиця 2.1

Вміст живильних речовин в яблуках [7-8]

Найменування	Кількість на 100 г
Калорійність	42-47 ккал
Вода	83-87 г
Білки	0,4 г
Жири	0,2-0,4 г
Вуглеводи	9,8 -11,8 г
Харчові волокна (клітковина)	0,6 -1,8 г
Крохмаль	0,8 г
Пектин	1 г
Органічні кислоти	0,8 г
Зола	0,5 - 0,8 г
Ненасичені жирні кислоти	0,1 г
Насичені жирні кислоти	0,1 г

Кількість вітамінів, які містяться в яблуках залежить не тільки від сорту, але й від періоду зберігання. У власний сезон тільки що отримані яблука можуть містити на 300% більше вітамінів А, В та С, ніж плоди, що пролежали на сховищі збереження кілька місяців [7-8].

Таблиця 2.2

Вміст вітамінів в яблуках [7-8]

Найменування	Кількість, мг/100г
А (РЕ)	0,02-0,05
В1 (тіамін)	0,01-0,03
В2 (рибофлавін)	0,01-0,03
В3 (ніацин, вітамін РР)	0,25-0,4
В5 (пантотенова кислота, пантотенат кальцію)	0,07
В6 (піридоксин)	0,08
В9 (фолієва кислота)	0,0016-0,0020 (1,6-2,0 мкг)

Продовження таблиці 2.2

С (аскорбінова кислота)	10,0
Е (ТЕ)	0,2-0,6
Н (біотин)	0,0003 (0,3 мкг)
К (филлохинон)	0,002 (2,2 мкг)

Макроелементи

Таблиця 2.3

Вміст мікроелементів в яблуках [7-8]

Найменування	Кількість, мг/100 г
Кальцій	16,0
Магній	9,0
Натрій	26,0
Калій	278
Фосфор	11,0
Хлор	2,0
Сірка	5,0

Мікроелементи

Таблиця 2.4

Вміст мікроелементів в яблуках [7-8]

Найменування	Кількість, на 100 г
Залізо	2,2 мг
Алюміній	110 мкг
Бор	245 мкг
Ванадій	4,0 мкг
Йод	2,0 мкг
Кобальт	1,0 мкг
Марганець	0,047 мг
Мідь	110 мкг
Молібден	6,0 мкг

Нікель	17,0 мкг
Рубідій	63 мкг
Фтор	8,0 мкг
Хром	4,0 мкг
Цинк	0,15 мг

Поодинокі корисні речовини можна отримувати і з яблучних кісточок. У яблучних кісточках знаходяться біологічно активні речовини і ферменти, що пригнічують утворення ракових пухлин. Але також вони включають і синильну кислоту, яка у величезній кількості є отрутою для людського організму. Вживати 3-4 яблучних кісточок в день є безпечною нормою [8].

Отже, можна сказати, що хімічний склад багатий на вітаміни, мікро- та макроелементи, живильні речовини, амінокислоти, жирні кислоти, вуглеводи [8].

1.3. Характеристика відходів сокового виробництва

Вирізняють два напрямки подальшого застосування відходів: в якості добавок і покращувачів у звичайних харчових продуктах та як сировина для харчових продуктів нового покоління [9].

Створені на підприємствах відходи масового виробництва залучаються в господарський обіг та застосовується на тих підприємствах, де вони утворюються, до того ж доставляються на інші підприємства або іншим галузям [9].

Відходи від виробництва зернових складають (у відсотках): у процесі виробництва компотів – 30-40, пюре – 10-18, соків – 23-47.

Яблучні вичавки – відходи сокової продукції – включають багатий хімічний склад і містять (у відсотках): цукор загальний – 6- 12; пектин – 1-2; целюлозу – 1-2; дубильні та барвні елементи – 0,12-0,16; золу – 0,3-0,4; органічні кислоти - 0,3-0,7; рН вичавок 3,6-3,8. Вичавки при виробництві яблучного соку складають 30%, а 20% переробляють на пектина, залишок — на харчовий порошок [9, 10-12].

В необхідності від хімічного складу відходи піддають переробці плодовоовочевих культур та застосовують в технології приготування харчових, кормових та технічних продуктів [13].

У процесі переробки насіння в сік разом з вичавками у відходи потрапляють поживні речовини, при переробці кісточкових - насіння, а у випадку з виноградом - вичавки і кісточки. Вичавки з яблука використовуються для виробництва пектину, цінної сировини, використовуваного в консервній і кондитерській промисловості.

Сировина, що багата антоціанами, використовується для отримання енобарвника, фруктові екстракти із плодових вичавок і концентрованих соків, які використовуються для фарбування вина, безалкогольних напоїв, киселів, сиропів, фруктових консервів.

Відходами кісточкових плодів є кісточки, але їх вміст становить (у % до маси плодів) - 4-7, а вологість кісточок досягає 30 %. Щоб запобігти пліснявині і пошкодженню кісточок обробляють і сушать. Шкаралупи кісточок, де відсоток становить 69-88 % до маси кісточок, використовують для отримання активованого вугілля, який використовують для фільтрації рідин і газів [12].

З ядер кісточок виробляють рафіновану, гідратовану рафіновану I та II сортів харчову олію та мигдалеву пасту. Тільки очищена кісточкова олія вживається в їжу. Макуха, що лишається після віджимання олії, багате поживними речовини. Особливо, макуха з сливових кісточок містить: білок - 44 %, клітковина - 15,1 %, жиру - 7 %, екстрактивні речовини - 19,4 % і зола - 11,5 % [11].

Під час переробки яблук формується значна кількість відходів: при виробництві соків - 25-40% вичавок, при отриманні пюре - 10-18%, витерок та при виготовленні компотів, варення, джему 30-40% очисток [14].

З яблучних вичавок можна отримати фруктовий порошок, що застосовується в кондитерській промисловості при виготовленні цукерок, тортів. Вичавки до того ж подрібнюють в грануляторі для збільшення питомої поверхні та сушать в тунельних сушарках спершу при температурі 110-140 °C, а потім при 70-95 °C. Потім сушіння вичавки охолоджують, здрібнюють в дробарці, просіюють на ситах з діаметром отворів 0,4 мм, запаковують в полімерні мішки. Мішки складають у фанерні

барабани або паперові мішки і зберігають у сховищі при температурі від 0 до 25 °С і порівняній вологості повітря не більше 70%. За вимогами нормативно-технічної документації масова частка вологи мусить складати не більше 8%, вміст цукру не менше 25% [14].

1.4. Висновки до розділу

1. Україна є дуже багатою країною для вирощування яблук різних сортів. В Україні річне використання складає приблизно 15 кг на людину, але спеціалісти вважають, що невдовзі цей показник вийде на європейський розвиток 23 кг/рік на людину. Сезон яблук починається в тридцятих числах серпня. Основні сорти яблук: Голден Делішес, Гала, Флоріна, Фуджі, Айдаред, Чемпіон та інші.

2. Хімічний склад яблук багатий на корисні речовини, такі як: мікро- та макроелементи, живильні речовини та вітаміни.

3. Відходами сокового виробництва є яблучні вичавки, які мають багатий хімічний склад. У процесі переробки насіння в сік разом з вичавками у відходи потрапляють поживні речовини, при переробці кісточкових – насіння. З яблучних вичавок можна отримати фруктовий порошок, що застосовується в кондитерській промисловості при виготовленні цукерок, тортів.

РОЗДІЛ 2

ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Методи досліджень

2.1.1. Визначення вмісту вологи в рослинній сировині

Вологість матеріалу обумовлена змістом в ньому води. Вода, що входить до складу продуктів, знаходиться в двох станах: хімічно пов'язаному та вільному [15].

Перша з них є частиною аналізованої речовини, входить до його складу в певних постійних співвідношеннях і називається інакше кристалізаційною. Вільна, або гігроскопічна, волога знаходиться в матеріалах в різній формі і зміст її не є постійним.

Розрізняють вологу вільну макрокапілярів, яка змочує речовини з поверхні і проникає в великі пори; вологу мікрокапілярів, що заповнює пори речовини діаметром менше 10-5 мм; вологу набухання, або структурну, яка проникаючи шляхом осмосу всередину високомолекулярних міцел - клітковини, білків, крохмалю; вологу, пов'язану адсорбційно, утримувану поверхневою енергією речовини [15].

Визначення вмісту вологи методом сушіння.

Методи висушування є більш усього надійними. Принцип їх роботи полягає в тому, що певну наважку речовини висушують до постійної маси і по різниці між початковою масою і масою сухого залишку знаходять кількість вологи в досліджуваному продукті [15].

Для визначення вологості зерна і напівпродуктів застосовують такі методи висушування:

- метод висушування до постійної маси в шафі при температурі 105 °С;
- метод висушування інфрачервоними променями;
- стрімкий метод висушування при температурі 130 °С.

Визначення методом висушування до постійної маси при температурі 105 °С.

Цим методом з'ясовують вологість, в попередньо розмолотому матеріалі. Для взвішування речовини і подальшого висушування використовують невисокі широкі скляні бюкси (діаметр 5-6 см, висота 4-5 см), забезпечені добре притертими кришками. Попередньо визначають постійну масу бюкса [15, 16].

Для цього вимитий бюкс поміщають в сушильну шафу на 30 хв при температурі 105 °С, після цього його ставлять в ексікатор, охолоджують і зважують, потім знову поміщають в сушильну шафу на 10-15 хв і згодом охолодження зважують. Періодичне підсушування і зважування проводять до тих пір, поки бюкс не набуде постійної маси [16].

У висушений бюкс зважують 2-5 г подрібненої речовини. Висота шару цієї речовини в бюксі не повинна перевищувати 1 см.

Бюкс у відкритому вигляді ставлять в сушильну шафу, попередньо нагрітий до 105 °С. Поряд з бюксі кладуть кришку.

При масових дослідженнях число бюкса має бути не дуже велике (не більше 8-10), так як накопичується в шафі волога перешкоджає висушування проб [15,16].

Висушування проводять протягом 4-5 год., після чого бюкс виймають, з термостата, поміщають в ексікатор, для охолодження на 30 хв і зважують на аналітичних вагах. Після цього бюкс з навішуванням повторно поміщають в сушильну шафу і через 1,0-1,5 год. повторюють ту ж операцію охолодження і зважування. Так надходять до тих пір, поки різниця між результатами двох зважувань буде не більше 0,0005 г. У цьому випадку маса речовини вважається постійною [16].

У деяких випадках після зменшення маси матеріалу, що висушується речовини настає її збільшення, що обумовлюється наявністю окислювальних процесів. За постійну масу тоді приймають останню ще спадну масу. Таким чином, в результаті аналізу отримують два показники: масу бюкса і вологої речовини, взятого на висушування, і масу сухого залишку і бюкса, отриману після висушування. Втрата маси в грамах, віднесена до маси наважки, з перерахунком на 100 г речовини, висловлює вологість досліджуваного продукту [15, 16].

Вологість речовини визначають за формулою (2.1):

$$W = \frac{a}{b} \cdot 100, \quad (2.1)$$

де b - спад в масі навішення після висушування, що визначається за різницею;
 a -маса випробуваного вологого речовини (навішування).

Знаючи вологість, досліджуваного продукту, легко визначити процентний вміст, в ньому сухих речовин по формулі (2.2):

$$C_{cp}=100-w, \quad (2.2)$$

2.1.2. Визначення вмісту сухих речовин у яблучному пектині

Фізико-хімічна характеристика яблучного пюре містить визначення масової частки вологи та сухих речовин, титруємої кислотності, вітаміну С, пектину та загального цукру [17].

Визначення змісту водорозчинних сухих речовин проводять згідно з ГОСТ 28562-90 «Продукти переробки плодів та овочів. Рефрактометричний метод визначення розчинних сухих речовин». Метод базується на визначенні показника заломлення досліджуваного розчину. Масову частку розчинних сухих речовин ($X, \%$) в яблучному пюре розраховували за формулою (2.3):[17]

$$x = 1 + \frac{100-m_1}{(100-\varepsilon) \cdot m_2}, \quad (2.3)$$

де a - значення масової частки розчинних сухих речовин, отримане для розведеного водою продукту, %

m^1 - маса доданої води, г;

ε - масова частка нерозчинних у воді сухих речовин, %

m^3 - маса навішення продукту, м

2.1.3. Методика вилучення екстрактивних речовин

Для вилучення екстрактивних речовин потрібно 1 г рослинної сировини, попередньо подрібненого і просіяного через сито з отворами діаметром 1 мм, перекласти в конічну колбу, залити 50 мл розчинника, зазначеного в нормах для даного виду сировини. Колбу закривають пробкою, зважують з точністю до 0,01 г і залишають діяти на 1 годину. Потім колбу кип'ятять зі зворотним холодильником і витримують при слабкому кипінні протягом 2 годин. Після охолодження колба разом з її вмістом закривається тією ж пробкою, зважується і до втрати ваги додається той же розчинник. Вміст перемішують і фільтрують через сухий паперовий фільтр в суху колбу місткістю 150-200 мл. 25 мл фільтрату переносять в порцелянову чашку діаметром 7-9 см, попередньо висушують при температурі 100-105 °С до постійної маси і зважують на аналітичних вагах. Фільтрат упарюють насухо на водяній бані, порцелянову чашку сушать при 100-105 °С протягом 3 годин, охолоджують в ексікаторі і швидко зважують [17-20].

Процентний вміст екстрактивних речовин X в повністю сухій рослинній сировині визначається за формулою (2.4):

$$x = \frac{m \cdot 200 \cdot 100}{m_1 (100 - w)}, \quad (2.4)$$

де m - маса сухого залишку в чаші, г;

m_1 - маса сировини;

w - втрата маси сировини при сушінні, %.

2.2. Висновки до розділу

1. Визначення вмісту вологи в рослинній сировині визначають методом сушіння. Цей метод є більш за все надійним. Визначення методом висушування до постійної маси при температурі 105 °С. Висушування проводять протягом 4-5 год. Вологість визначають за формулою, яка зазначена вище.

2. Згідно з ГОСТ 28562-90 «Продукти переробки плодів та овочів. Рефрактометричний метод визначення розчинних сухих речовин» проводять визначення вмісту сухих речовин у яблучному пектині. Цей метод характеризується визначенням показника заломлення досліджуваного розчину. Також масову частку сухих речовин можна визначити за формулою.

3. Органічні небілкові речовини, що знаходяться в рослинних та тваринних тканинах, та які можна отримати екстракцією за допомогою дуже гарячої води називається екстрактивними речовинами. Процентний вміст екстрактивних речовин в повністю сухій рослинній сировині можна визначити за формулою, що показана вище.

РОЗДІЛ 3

ТЕХНОЛОГІЯ ПЕРЕРОБКИ ВІДХОДІВ ЯБЛУЧНИХ ВИЧАВОК

3.1. Основні технологічні стадії виробництва пектину

Пектин природний полімер, володіє як характерними властивостями, для цього класу полімерів, так і специфічними. Він являє собою унікальний біологічно активний продукт [21].

Будучи складовою частиною земних рослин, пектин завжди був компонентом їжі з часу походження людини. Всесвітній Організацією Охорони здоров'я пектин визнаний токсикологічними безпечним продуктом. Він не має обмежень щодо застосування і визнаний в переважній більшості країн як цінний харчовий продукт.

Пектин використовується в харчовій, фармацевтичній промисловості і при виробництві косметичних засобів. Відкриття останніх років -модифікований пектин для медицини [22-23].

Всі схеми отримання пектину складаються з наступних основних стадій (рис. 3.1): підготовка пектиновмісної сировини; гідроліз-екстрагування пектину мінеральними або органічними кислотами; фільтрування екстракту; освітлення фільтрату; концентрування екстракту; осадження пектинових речовин аліфатичними спиртами або солями полівалентних металів; очищення пектину; сушка, подрібнення і змішування пектину з цукром до стандартного градусу міцності [21].

Сировина для пектинового виробництва повинна містити мінімальну кількість відновлюючих цукрів, оскільки при реакції з амінокислотами утворюються забарвлені продукти [24].

Зміст баластних речовин в сухому пектині не повинно перевищувати 30% (для пектину, використовуваного в харчовій промисловості), для виготовлення лікарських препаратів чистота пектину повинна бути набагато вище.

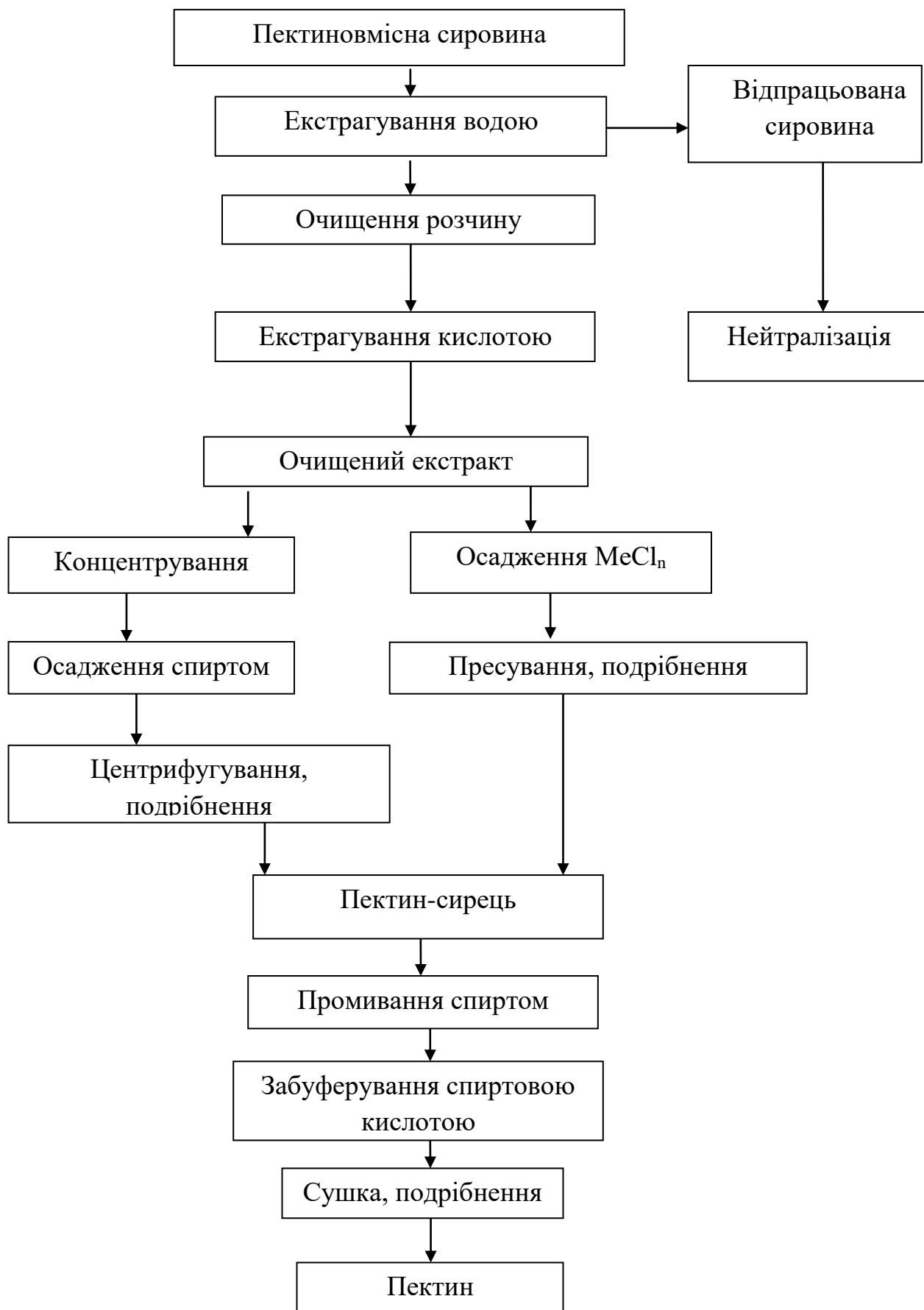


Рис. 3.1. Схема виробництва пектинових речовин

Основним процесом при виробництві пектинів є екстрагування. Процес екстрагування включає дві пов'язані стадії: кислотного гідролізу протопектину і молекулярної дифузії розчиненого пектину з частки сировини в екстрагент [24].

При обробці сировини кислотою протікає три гідролітичних процеса: гідроліз солей (пектинати), гідроліз складноєфірних зв'язків (деестерифікація), гідроліз глікозидних зв'язків (деполімеризація).

Останні два процеси є небажаними, оскільки погіршують якість цільового продукту. Тому використовуються м'які умови виділення пектинових речовин [24].

Низький вміст іонів кальцію, магнію і фосфору і досить висока активна кислотність яблучних (0,7-2,2%) і цитрусових вичавок обумовлюють менш міцні зв'язки протопектина з іншими речовинами клітинної стінки, чим пояснюється можливість вилучення з них пектину при низькій концентрації кислоти (при рН = 2,0 ÷ 2,5 гідролізується до 95% протопектину) [24].

Гідромодуль процесу (відношення маси розчину до маси сухої сировини) підтримують зазвичай досить високим (від 8 до 30) для створення заданого значення рН середовища і забезпечення високого ступеня вилучення цільового продукту внаслідок поєднання процесу гідролізу і екстрагування пектинових речовин [24-25].

Виробництво пектину з вичавок яблук.

Швидкість екстрагування пектину істотно залежить від розміру часток твердої фази. Мінімальний розмір часток для яблучних вичавок, необхідний для проведення ефективного гідролізу, становить $(0,2-0,4) \times 10^{-3}$ м.

Попередньою стадією процесу є промивка сушених яблучних вичавок (3 рази) водою при 30-35 °С; відпрацьовані вичавки використовують на корм тваринам [25].

Гідроліз-екстрагування здійснюють в екстракторі періодичної дії водним розчином азотної (соляної) кислоти при наступних умовах: рН 1,5-2,0, 70-80 °С, гідромодуль 10-12, 3,0-3,5 годин. Екстракт відокремлюють на пресах (А-екстракт). Вичавки знову завантажують в екстрактор і обробляють протягом 1,5-2 годин водою при температурі 45-50 °С, гідромодуль 12-14. Після відділення розчину його об'єднують з екстрактом і дають відстоятися протягом 2-4 ч. Середній вміст в

екстракті 1,0-1,2%, включаючи 0,3-0,4% пектинових речовин. Екстракт сепарують і фільтрують [26].

Концентрування екстракту проводять в двухкорпусних вакуум-випарних установках при температурі не більше 75 °С до змісту в розчині сухих речовин 6-7% (рН = 1,7 ÷ 2,2), в тому числі 2,5-3,5% пектинових речовини [26].

Після охолодження розчину до 25°C пектинові речовини осаджують 3-кратною кількістю етанолу (90-95%) при рН = 1,7; отриману суспензію поділяють на центрифугу. Коагулят з вологістю 70-75% направляють в промивач, де його змішують з 70% етанолом при гідромодулі 8, і суспензію поділяють в центрифугу. Потім пектин промивається етанолом (90-95 %) При гідромодулі 8, і суспензію також піддають центрифугуванню. Очищений пектин подається на сушку, яку здійснюють на барабанній вакуум-сушарці при температурі не вище 60°C протягом 2-3 години до вологості 8%. Після закінчення сушіння пектин подрібнюють на молотковій дробарці до порошку з розміром часток не більше 0,4 мм [27-28].

Для отримання високоетерифікованого яблучного пектину зі ступенем етерифікації близько 80% умови повинні бути такими: концентрація екстрагенту (соляна кислота) - 0,2%, гідромодуль - 5,0, температура 70 °С, тривалість 1,5 год. при отриманні низькоетерифікованого пектину (36,6%): концентрація кислоти - 0,4%, гідромодуль - 5, температура - 80-85 °С, тривалість 3 год [28-30].

3.1.1. Пектин і біохімічне оброблення сировини

Пектинове виробництво потребує, щоб сировина містила в собі малу кількість баласних по співвідношенню до пектину речовин. Цукровий буряк, за винятком цукру та води, включає різні органічні та неорганічні сполуки (7,5 - 8,0%). Деякі з них (2,5%) розчинні у воді, інші нерозчинні. Звільнення коренів від розчинних компонентів в промисловості в основному здійснюється екстракцією при нагріванні [31].

Біохімічна підготовка коренів включає екстракцію цукрів і інших розчинних речовин при температурі 26-30° С з одночасним їх використанням шляхом культивування спиртових дріжджів *Saccharomices cerevisiae* [31].

Коренеплоди цукрових буряків містять більшість речовин, необхідних для життєздатності дріжджів [32].

Засвоюваний цукор буряка включає моносахариди (глюкоза, фруктоза), дисахарид-сахароза; трисахарид рафіноза, зміст якого становить 0,1- 0,5%, ферментує більшістю штамів спиртових дріжджів на 1/3. Для подальшої ферментації рафінози пропонується попередня обробка бурякового сировини ферментним препаратом мелібіази. Ферментний препарат мелібіози (α -D-галактозидгалактогідролаза) із *Renicillum sp.* 44 гідролізує α -D-галактозиди, а також ряд α - і β -конфігурацій. Бурякове сусло, що являло собою суміш бурякової крихти і води в співвідношенні 1: 1, отримували рідкий препарат ферменту мелібіази в кількості 0,2% і витримували при періодичному перемішуванні протягом 40 хвилин. Кількість CO₂, що виділяється під час ферментації обробленого сусла, збільшується від 5 до 7%. Крім того, ферментний комплекс препарату впливає на стан полісахаридного комплексу тканин буряка, впливаючи на зв'язки α -1,2-, α -1,3- α -1,6. Частковий ферментативний гідроліз збільшує мацеруючу здатність сирого буряка, що дозволяє проводити гідроліз-екстракцію в «м'якому» режимі [31].

Цукрові буряки містять значну кількість білкових речовин (0,7%), частина яких перетворюється на пектин [33].

Дріжджі засвоюють азот у вигляді вільних амінокислот і солей амонію. Було виявлено, що пряма асиміляція амінокислот, яка включає їх повне використання, тобто як азотних, так і вуглецевих залишків, знижує вартість цукру при асиміляції дріжджами і, таким чином, забезпечує збільшення виходу етанолу під час ферментації. Кількість вільних амінокислот в буряках в повному обсязі забезпечує потреби дріжджів. Можливе збільшення їх кількості за рахунок розщеплення білків [34].

Щоб знизити вміст білка в кінцевому продукті, а також перетворення білкових речовин в засвоювану форму дріжджами, необхідно провести дослідження по

обробці буряків за допомогою генетично модифікованого протеолітичного ферментного препарату [34].

Використання протеази в кількості 0,07% від ваги бурякового суслу забезпечило зниження кількості білка в пектині на 41%. Обробка суслу протеазою привела до більш інтенсивного розмноження дріжджів, що скоротило тривалість ферментації з 5 до 8 годин, а вихід спирту не знизився.

Отже, дослідженнями встановлено, що послідовна обробка бурякової сировини ферментними препаратами мелібіази та протеази, що передують використанню цукру шляхом ферментації останнього на етиловому спирті, дозволяє отримати пектин з менш деструктивними змінами в молекулі і знизити вміст білка в кінцевому продукті [31-32].

3.1.2. Вплив електрооброблення яблучних вичавок на вихід пектину.

Розробка методів інтенсифікації виробництва соку з застосуванням електроплазмоліза плодово-овочевої сировини вимагає комплексного вивчення впливу електрооброблення сировини на технологічні параметри напівфабрикатів [34].

Відомо, наприклад, що для отримання яблучного пектину залишки, що залишилися після вичавлювання соку, використовуються для виробництва. Пектинова технологія заснована на гідролізі протопектину під дією термічних і фізико-хімічних факторів. Важливі технологічні умови, що впливають на характеристики товарного пектину, зокрема максимальне видалення з вичавок при його попередньої промивки розчинних речовин і поліпшення проникнення в волокна екстрагуючої середовища при гідролізі - екстракції пектину. У зв'язку з цим важливо знизити вологість вичавок і поглибити плазмоліз клітинних мембран в результаті попередньої обробки сировини в порівнянні з традиційним пресуванням, яке широко використовується при виробництві яблучного соку [34].

Для вивчення впливу електроплазмоліза яблучної сировини на кількість і якість пектину були проведені порівняльні дослідження з виробництвом пектину з використанням електрообробаного і необробленої сировини (контроль) [34].

Матеріалом для експериментів служив сорт яблуні «Сніговий Кальвіль». Яблука подрібнювали на електричній тертці з розміром осередків 8 мм. Для кожного експерименту відбирали по 1200 г чіпсів (з попередньою обробкою або без неї). Електрооброблення проводили протягом 5 секунд в імпульсному електричному полі з напрогою 200 В/см (імпульси прямокутні, довжина 10 мс, скважність 10). Електрооброблена яблучна стружка і стружка необроблена електrolітично віджимали на гвинтовому пресі, після чого, підтримуючи ті ж умови (температура 85 °С, рН = від 8 до 1.9, тривалість = 120 хвилин, гідромодуль = 5), проводили гідроліз - екстрактів, проводили в термостаті. Всі гідроліз – екстракції проводили азотною кислотою і дистильованою водою. Після екстракції рідку фазу фільтрували, і після охолодження екстракту до 20°С пектин облягали етанолом. Потім отриманий пектин промивали, сушили і подрібнювали за прийнятою методикою. Після отримання сухого порошку його визначали титрометричним методом. Середні дані експериментів наведені в таблиці.

Таблиця 3.1

Дані проведених експериментів [33]

№	Сокові ддача, %	Б, %	Кв, %	Км, %	Λ, %	Π, %	Πт, %	Х, ОТБ	Вихід,г	Пст, г
1	50,7	7,43	4,43	13,12	74,70	72,78	67,42	306	4,99	10,18
2	34,2	7,29	4,34	13,12	75,10	72,40	66,92	265	5,71	10,10

Дані, що представлені в таблиці, показують невелике зниження виходу пектину з електрообробленої сировини. Це можна пояснити тим, що за рахунок збільшення вироблення соку збільшується і виведення разом з соком клітинного гідротопектина в порівнянні з сировиною. У загальній кількості яблучного пектину

цей гідротопектин складає близько 25-30%, за деякими даними до 50%, і на частку молекулярної маси менше пов'язаного з клітинною стінкою протопектина. Отже, пектин, отриманий із сировини, яка була піддана електрообробці і не містить фракцій з низькою молекулярною вагою, має більш високу желеутворюючу здатність в порівнянні з пектином, отриманим з стружок, які не піддавалися електрообробці [34].

3.2. Одержання яблучного порошку з яблучних вичавок

Одержання яблучного порошку з яблучних вичавок відноситься до харчової промисловості, а саме до виробництва функціональних харчових добавок для хлібопекарської та кондитерської промисловості [35].

Відомий спосіб виробництва яблучного порошку їх вичавок, полягає в тому, що вичавки, отримані після відділення соку на соковижимному пресі направляють на шнековий апарат, в якому вони перемішуються і додатково подрібнюються. Після цього подрібнена маса направляється в сушильну установку, де частки вичавок висушуються гарячим повітрям. Далі сухі вичавки надходять в диспергатор для подрібнення в порошок [35].

Недоліком цього способу є те, що вичавки перед сушіння не піддаються додатковій технологічній обробці з метою інактивації ферментів, які сприяють швидкому потемніння продукту і руйнування антиоксидантів. Сушка вичавок здійснюється конвективним способом в щільному шарі під дією гарячого повітря, що значно відбивається на тривалості процесу сушіння і негативно позначається на собівартості продукту, а також його якості. Отриманий за такою технологією яблучний порошок характеризується низьким вмістом антиоксидантів і задовільними органолептичними показниками якості [35].

Технічною задачею винаходу є виробництво яблучного порошку з вичавок від виробництва соку прямого віджиму на шнековому пресі по вітаміно- і енергозберігаючої технології з використанням НВЧ-обробки і ІЧ-сушіння вичавок [36].

Технічне завдання досягається тим, що в способі виробництва яблучного порошку з вичавок від виробництва соку прямого віджиму, що характеризується тим, що вичавки, отримані після відділення 40-45% яблучного соку прямого віджиму на шнековом пресі, направляють в НВЧ камеру, де вони піддаються попередній термообробці під дією НВЧ-енергії, в результаті швидкого нагрівання відбувається інактивація ферментів, що запобігає потемніння вичавок, а також підвищується антиоксидантна активність і мікробіологічна стабільність, далі вичавки надходять на шнековий апарат, в якому вони перемішуються і додатково подрібнюються, після цього подрібнена маса направляється в ІЧ-сушильну установку, де під дією інфрачервоного випромінювання інтенсифікується процес сушіння, далі сухі вичавки охолоджуються, після чого подрібнюються в порошок, який потім просівається, пропускається через магнітовловлювачі і фасується в крафт-пакети, при цьому норма витрати яблучних вичавок з масовою часткою сухих речовин в 18% на 1 т яблучного порошку з масовою часткою сухих речовин 90% становить 4123,7 кг [36].

Технічний результат полягає в тому, що використання попередньої термічної обробки яблучних вичавок НВЧ-енергією призводить до інактивації ферментів, що запобігає потемніння продукту і дозволяє отримати в подальшому порошок з хорошими органолептичними показниками якості. НВЧ-обробка дозволяє підвищити клітинну проникність і антиоксидантну активність вичавок. НВЧ-енергія поряд з ІЧ-випромінюванням згубно впливає на клітини патогенних мікроорганізмів, що дозволяє підвищити мікробіологічну стабільність готового продукту. Випаровування частини вологи в процесі НВЧ-обробки і інтенсифікація процесу сушіння за рахунок інфрачервоного випромінювання скорочує час сушіння, що дозволяє знизити енерговитрати і підвищити безпеку антиоксидантів [37].

Спосіб виробництва яблучного порошку із яблучних вичавок полягає в наступному.

Вичавки, отримані після відділення 40-45% яблучного соку прямого віджиму на шнековом пресі, направляють в НВЧ-камеру, де вони під дією НВЧ енергії підігріваються до температури 80-90 °С, потім вичавки надходять на шнековий

апарат, в якому вони перемішуються і додатково подрібнюються, після цього подрібнена маса направляється в ІЧ – сушильну установку, де частки вичавок висушуються при температурі 50-60 °С до залишкової воложності не більше 10%, далі сухі вичавки охолоджуються до 20 °С, після чого подрібнюються в порошок, який потім просіюється, пропускається через магнітовловлювачі і фасується в крафт-пакели [37].

Норма витрати яблучних вичавок на виробництво 1 т яблучного порошку представлена в таблиці 3.2

Таблиця 3.2

Норма витрати яблучних вичавок на виробництво 1 т яблучного порошку [37]

Найменування порошку	Масова частка сухих речовин в яблучних вичавках, %	Витрата яблучних вичавок, кг
Яблучний	18,0	4123,7

Отже, запропонований спосіб виробництва яблучного порошку з вичавок від виробництва соку прямого віджиму дозволяє рекомендувати його в якості біологічно активної добавки для поліпшення органолептичних показників якості хлібобулочних, цукристих і борошняних кондитерських виробів і збагачення їх антиоксидантами (вітамін Е і Р - активні речовини), а також пектинові речовини і клітковиною [38].

3.2.1. Хімічний спосіб зберігання яблучних вичавок

Використання відходів консервної промисловості в нашій країні приділяється недостатньо уваги. У багатьох компаніях велика кількість відходів викидається в відходи, представляючи загрозу для навколишнього середовища. Це, наприклад, виробництва, що переробляє багатокomпонентну сировину рослинного походження, зокрема яблука, для отримання яблучного соку. Решта сировини - відходи: вичавки [39].

Найпоширеніший метод консервування яблучних вичавків є сушіння та сульфитація. Застосування цих методів пов'язане з високими витратами енергії, а сульфитація сьогодні, коли людське життя протікає в суворих умовах навколишнього середовища, також небажана.

Важливий показник якості яблучної вичавки – біологічна стійкість, яка залежить не тільки від ступеня зараженості мікроорганізмами і характеру мікрофлори [39].

Метою даної роботи є розробка методу консервування яблучних вичавок і підвищити його біологічну стабільність.

Відомо, що одна з екологічних форм, що дають можливість збільшення терміну зберігання продуктів, є кухонна сіль. Були проведені експерименти з вивчення впливу солі в об'ємних концентраціях від 4 до 12% на біологічну стабільність яблучних вичавок, результати яких представлені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2

Мікробіологічні показники яблучних вичавків

Показник	Яблучні вичавки з різною об'ємною концентрацією кухонної солі, %							
	Контроль	6	7	8	9	10	11	12
Загальна кількість мікроорганізмів, КУО/см ³	$9,0 \cdot 10^5$	$6,0 \cdot 10^4$	$1,0 \cdot 10^4$	$5,0 \cdot 10^3$	$1,0 \cdot 10^3$	$1,0 \cdot 10^3$	$8,0 \cdot 10^2$	$5 \cdot 10^2$
Дріжджі, КУО/см ³	$1,0 \cdot 10^2$	60	45	50	30	-	-	-
Плісеневі гриби, КУО/см ³	$1,0 \cdot 10^3$	$1,5 \cdot 10^2$	$1,0 \cdot 10^2$	80	50	-	-	-

Було визначено, що мікрофлора досліджуваних зразків являє бактеріальну мікрофлору, мікроскопічні гриби, дріжджі. Бактеріальна мікрофлора - це молочна кислота, спороутворюючі термофільні бактерії, а мікроскопічні гриби - *Renisilium*, *Aspergillus*, *Mucor*.

Встановлено, що під дією різних концентрацій солі у клітинах тканин яблучні вичавки частково зупиняються всі біохімічні процеси гідролітичного і окисного характеру, пригнічується і частково знищується більшість мікроорганізмів. Аналіз отриманих даних показує, що використання кухонної солі в концентрації 10% дозволяє отримати біологічно стабільний продукт порівняно з контролем. Ступінь забруднення мікроорганізмами зразків з додаванням 10% солі була значно нижче, ніж в зразках з 6% солі.

Вивчено вплив застосування кухонної солі на хімічний склад вичавок. Слід зазначити, що введення цієї солі в кількості 10% майже не впливає

Цей метод дозволяє збільшити термін зберігання макухи яблучного протягом п'яти діб з введенням кухонної солі 10% і підвищенням біологічної стійкості продукту [39].

3.2.2. Фізичні способи зберігання яблучних вичавок

Новий перспективний напрямок в сушці і зневодненні овочів, фруктів та ягід - це поточне виробництво сухих пюреподібних продуктів у вигляді круп, пластівців, гранул і порошків, які широко використовуються при виробництві дитячого і дієтичного харчування, в закладах громадського харчування і для індивідуальних споживачів.

Сушка - складний технологічний процес, що являється вирішальним етапом виробництва.

Можна виділити за енергетичною ознакою дві основні характеристики зневоднення:

- видалення вологи (води) з матеріалів без зміни агрегатного стану - у вигляді рідини;
- видалення вологи при зміні її агрегатного стану, тобто під час фази перетворення рідини (льоду) на пару.

Перший принцип зневоднення може бути виконаний механічним методом (пресування, центрифугування, фільтрація) або при прямому контакті вологого

продукту з речовинами, які у них нижчий потенціал перенесення (контактний масообмін).

Другий принцип сушки пов'язаний з витратою тепла на фазове перетворення вологи (сублімація, розпорошення, мікрохвильова сушка).

Впровадження прогресивних технологій в сушку овочів методи зневоднення харчових продуктів (сублімація, сушка в киплячому і вібраційному шарі, теплове випромінювання, мікрохвильова піч, розпилювальний і кондуктивний метод) дозволять поліпшити якість сухих продуктів і розширити їх асортимент [38-39].

Сублімація - це процес фазового переходу безпосередньо з твердого в газоподібний (парове) стан при тиску насиченої пари нижче тиску потрійної точки для даної речовини. Процес сублімації в широкому сенсі характеризується трьома стадіями: перша - вироблення енергії в зоні сублімації; перетворення другої фази «тверде тіло - газ (пар)»; третьою - відведення пари, що утворюється із зони сублімації, за межі корпусу або установки. Перераховані етапи сублімації виконуються одночасно і суттєво впливають один на одного.

Сублімація - це процес, який вимагає певних витрат енергії, рівна прихованій теплоті сублімації, тобто сублімація являє собою фазовий перехід першого типу. Енергія, необхідна для сублімації, надходить із зовнішнього середовища за допомогою випромінювання, теплопровідності, конвекції або надходить з обсягу тіла, яке сублімується. Це знижує запаси внутрішньої енергії останнього. Інтенсивність і кінетика процесу сублімації визначаються в залежності від типу і інтенсивності відводу енергії.

Безпосередньо процес сублімації сушіння слід розділити на наступні три періоди: установка параметрів заданого режиму, сублімація замороженої води - первинна сушка (період постійної швидкості) і видалення некрижаної вологи. Цей період іноді визначають як період ізотермічної десорбції - вторинного сушіння (період зменшення швидкості).

Сьогодні більшість біоматеріалів підготовлено до сушіння шляхом попереднього заморожування. Для завантаження в установку сублімації надходить матеріал, який пройшов усі необхідні стадії попередньої обробки, включає процес

заморожування при певній температурі. Якщо парціальний тиск водяної пари залишається в середовищі, воно стає нижче парціального тиску відповідно до температури об'єкта, потім відразу ж починається сублімація води. В результаті температура матеріалу (при відсутності джерела живлення) знижується до значення, відповідного значенню парціального тиску в середовищі. Температура сублімації через певний період стабілізується настройка параметрів режиму завершена. Тривалість залежить від обсягу установки і потужності засобів відкачування навколишнього середовища (вакуумні насоси) і становить 10-15 хвилин.

Період сублімації замерзлої води характеризується тим, що процеси тепло- та масопереносу досягають найбільшої інтенсивності. Ці процеси залежать від умов, характеру і інтенсивності подачі енергії в зону сублімації і від парової (газової) проникності сухого пористого матеріалу. Рівень енергії впливає на інтенсивність процесу. Сталість швидкості сушіння в основному визначається постійністю електроживлення, незалежно від того, який метод використовується для цієї мети.

Умови відновлення сухих фруктів і овочів визначаються їхніми властивостями, а також характер вищевказаної обробки сублімаційний сушці. Фрукти і овочі, сушені цілком або у вигляді окремих частин, відновлених зануренням висушеного продукту в холодну кип'ячену воду. Кількість вбраної води, залежить від структури продукту, фізико-хімічних властивостей, які є частиною його сухої речовини, режиму сушки та умов подальшого сховища. Водопоглинання та водозв'язуюча здатність таких продуктів сублімаційного сушіння, як морква, горох, селера, збільшується тривалість і температура зберігання знижується [40].

У харчовій промисловості кондуктивна сушка в основному використовується в консервній і сушильному виробництві овочів.

Після фази нагрівання сушка відбувається в два періоди. У першому періоді температура матеріалу швидко збільшується, потім деякий час залишається приблизно постійною, потім знижується, а в другому періоді знову збільшується. Зниження температури - наслідок збільшення термічного опору через порушення контакту між «сухим» шаром матеріалу і ігрової поверхні і перш за все через витрати тепла на досить інтенсивне випаровування.

При «підсушуванні» контактної шару контактна поверхня зменшується та відповідно зменшується кількість тепла; однак інтенсивність випаровування мало змінюється в порівнянні з самим випаровуванням, яке відбувається через накопичений в матеріалі тепла. Цей процес викликає зниження температури матеріалу, що спостерігається на температурних кривих [40].

Сушка терморадіаційна. При сушінні терморадіацією джерела живлення випромінювання зроблені інфрачервоними генераторами.

Використання інфрачервоного випромінювання дозволяє значно скоротити час обробки, поліпшити якість продукції, спростити проектування об'єкта і створити умови для механізації і автоматизації виробництва.

При нагріванні і сушінні вологих матеріалів інфрачервоним випромінюванням промені випромінюють енергію, що перетворюється в тепло, і явища тепло-масообміну розвиваються як поза матеріалу, в робочій камері, так і в середині матеріалу.

Зі значною вологістю матеріалів, що переносять вологу це відбувається у вигляді рідини. Слід зазначити, що посередині тіла переміщується водорозчинні речовини, цінні для якості матеріалу (продукту). У цьому сенсі ми спостерігаємо, що при сушінні інфрачервоні промені в більшій мірі зберігають якісні показники продуктів, нагріті до відносно низької температури. Відомі продукти, висушені інфрачервоним випромінюванням, схожі на продукти висушені на сонці [40].

Сушіння в поліНВЧ. Характеристики сушки полягають в нагріванні матеріалу в масі і створенні температурного градієнта, спрямованого до центру матеріалу зразка, оскільки температура поверхні шарів матеріалу нижче, ніж температура шарів серцевини через втрати тепла на навколишнє середовище. Через деякий час від початку висихання температура матеріалу починає знижуватися, так як у міру зменшення вологості матеріалу кількість виробленого в ньому тепла зменшується.

Високочастотний нагрів матеріалів заснований на явищі поляризації. У діелектриках і напівпровідниках майже всі заряди елементів пов'язані внутріатомними або внутрішньо-молекулярними силами. Під дією зовнішнього електричного поля невелика кількість електричних зарядів, які у вас є на

діелектрику, створюють невеликий струм провідності. І рухаються основні заряди, пов'язані внутріатомними силами. В цьому випадку позитивні заряди, які є частиною нейтральних атомів, рухаються назустріч зовнішньому полю, так що ядро атома направлено до негативної частинки. Зсув негативних зарядів, тобто електронів, відбувається в зворотному напрямку до позитивної пластині [41].

Сушіння в акустичному полі. Акустична сушка, або сушка в акустичному (ультразвуковому) полі, відноситься до комбінованого методу зневоднення, коли волога з матеріалу може віддалятися як в рідкій, так і в паровій формі.

Використання акустичного сушіння для дисперсних матеріалів є розвитком сушки в киплячому шарі з пульсуючими потоками газу, які відбуваються з відносно низькими частотами пульсацій (близько 5 Гц і більше). Частота вібраційних впливів в газовому середовищі при акустичному сушінні розраховується в кілогерцах.

Акустична сушка - один з перспективних методів практичного використання ультразвукових коливань.

Використання процесу сушіння в консервної промисловості

Для сушки підходить тільки якісна сировину. Картопля, овочі зважені, заморожені, уражені сільськогосподарськими шкідниками і хворобами, незрілі, перезрілі, запліснявілі або гнилі плоди не підходять для сушіння.

На додаток до цих загальних вимог до сировини для сушки певні види сировини повинні мати певні властивості. Яблука для сушіння використовують кисло-солодкі осінні і зимові сорти.

Інфрачервоне сушіння. Цей метод сушіння заснований на використанні властивості інфрачервоного випромінювання. Перш за все, він повністю безпечний для навколишнього середовища і людини. Інфрачервоні промені певної довжини поглинаються не тканинами плода, а водою, що міститься в них, тому видалення вологи може здійснюватися при низьких температурах (до 50 °С). Клітина не руйнується, що дозволяє зберігати практично весь вміст вітамінів та інших біологічно активних речовин до 90% від вихідної сировини. Крім того, зберігаються природний аромат і колір.

Кооператив подбав про те, щоб клітини деяких висохлих продуктів, такі як морква, в разі подальшого замочування за 20 хвилин можна відновити тургор, продукт набуває натуральний колір, аромат, смак, форму. Такий продукт можливо вживати як в свіжому, так і в приготовленому вигляді [41].

Необхідне випромінювання має особливу форму керамічне покриття нагрівальних елементів сушарки. Ресурс роботи такого покриття практично необмежений. Інфрачервоний сушарки мають спеціальну систему екранів і повітропроводів, які забезпечують швидке і рівномірне висихання виробів. Як каже Петро Федина, час сушіння в порівнянні з конвекційним методом в два-три рази менше.

Тому що щільності інфрачервоного випромінювання достатньо висока, знищує всю шкідливу мікрофлору в продуктах і під час сховища більше не розвивається. Через це вони висушені продукти можна довго зберігати без спеціальної обробки, практично без втрати смаку і товарності. Термін вологого зберігання може становити до одного року. При цьому втрата вітамінів становить всього 5-15%. І в герметичних контейнерах сухофрукти можуть зберігатися до двох років [41].

3.2.3. Фізико-хімічні властивості та структурні особливості яблучних вичавок

Яблука містять до 86% води. Велика частина залишків висихає вони вуглеводи. Для більшості сортів яблук, згідно [42], найважливіші вуглеводи (зміст,% по масі): сахароза - 1,5; глюкоза - 2,0; фруктоза - 7,5; пектинові речовини -1,1; клітковина - 0,6; крохмаль - 0,2. Загальний вміст мінералів від 0,2 до 1,5%. до сухої маси.

При видобутку яблучного соку відходи утворюються у вигляді яблучних вичавок. Кількість відходів становить від 29 до 36% від ваги сировини [42]. Норма формування яблучних вичавок складає в середньому 34% від витрат сировини. За хімічним складом яблучні вичавки - цінний продукт. Вони містять 21-23% сухої речовини, в тому числі 4-6% цукрі, 1,5- 3,5% пектину, 0,5% мінеральних речовин, 3,2-5% клітковини 0,2-0,4% органічних кислот. Найцінніша частина плода - м'якоть

яблука: вона складається з паренхіматозних клітин, які представляють собою багатофазні системи (вакуолі, цитоплазма, тонопласт, плазмолема, клітинні мембрани і міжклітинні простору). Залежно від сорту яблук діляться на тонкошкірі і товстошкірі, з твердою і пухкої шкіркою, або двоколірний колір. Гніздо для насіння, розташоване в центрі плоду, має п'ять камер з щільними целюлозними стінками. Насіння, що знаходяться в кожній камері, за складом і структурою повністю відрізняються від м'якоті і шкірки. У них міститься до 33%, які не висихають масел, багато калію, йоду, вітамін В₁₇ (летрил), глікозиди.

У порівнянні зі свіжими яблуками, у вичавках менше розчинних речовин, цукрів і кислот, але набагато більше пектину, клітковини, білків та ліпідів. Значна кількість клітковини у вичавках ускладнює їх використання без додаткової обробки для звичайного виробництва харчових продуктів.

Яблучні вичавки - це зв'язкова система. За класифікацією А.В. Ликова [43], яка передбачає поділ вологих матеріалів на три групи: капілярно-пористі тіла; колоїдні тіла; до останньої групи можна віднести колоїдні капілярно-пористі тіла, вичавки яблуні.

До складу яблучних вичавок входять: шкірка яблука; насіннєві гнізда разом з насінням; м'якоть, до складу якої входить сухий залишок вуглеводів і мінералів і складається з деформованих тканин рослинних клітин; плодоніжки різної форми та розміру. Цей набір компонентів утворює систему, яка структурно являє собою пористе капілярний тіло і за своєю природою є колоїдним.

Класифікація форм зв'язування вологи в колоїдних капілярних пористих тілах, запропонована П.О. Ребіндер використовується в техніці сушки [42-43]. Він враховує як характер освіти різних форм, так і енергію зв'язку між вологою і твердим каркасом матеріалу. Форми зв'язування вологи діляться на три групи:

- Хімічний зв'язок. Відсутність хімічно зв'язаної води при сушінні не був знищений.
- Фізико-хімічний зв'язок. Цій формі відповідають такі типи вологи, така як: а) волога, пов'язана адсорбцією; б) осмотично утримувана волога.
- Фізико-механічне поєднання. Цей вид включає в себе:

а) макрокапілярна волога; б) вологість мікрокапілярів.

При сушінні вологих матеріалів дуже важливо прикріпити вологостійку форму до матеріалу безпосередньо в процесі сушіння. Яблучні вичавки - це неоднорідна маса, яка містить різні розміри частинок, вміст води і колоїдні фізичні властивості, тому для цього процесу потрібні режими.

3.2.4. Спектральні терморадіаційні характеристики сушіння та енергетичні характеристики інфрачервоних генераторів.

Використання інфрачервоного випромінювання в технологічних процесах харчової промисловості - це один із способів не тільки підвищення якості продукції, а й метод інтенсифікації процесу, зокрема, сушка яблучних вичавок. Ефективне використання методу інфрачервоного випромінювання має ґрунтуватися на аналізі процесу з точки зору сучасної фізичної теорії впливу електромагнітних променів на об'єкт термообробки. Для термообробки різних матеріалів застосовують випромінювання здебільшого в інфрачервоній області спектра. Остання обмежена граничними довжинами хвиль від 0,75 до 1000 мкм і тимчасово поділяється на короткохвильову (від 0,75 до 1,5 мкм), середньохвильову-середню хвилю (від 1,5 до 15,00-50,00 мкм) і довгохвильову - дальню. (Від 50,00 до 350 - 1000 мкм) - ІЧ підобласть спектра [43]. При взаємодії електромагнітного випромінювання з речовиною змінюються температура, вологість, структура, фізико-механічні та інші властивості, що опромінюється матеріалу. При цьому змінюються основні характеристики опромінення: обсяг і поверхнева щільність теплової енергії, що поглинається матеріалом. Змінюються і оптичні властивості матеріалу, зокрема здатність матеріалу поглинати ІЧ-промені, оскільки ІЧ-хвиля має не тільки термічне, а й біологічний вплив на продукт, слугує прискоренню біохімічних перетворень в таких біологічних полімерах, як білок, крохмаль .

Експериментальні дослідження [44] показали, що для різних матеріалів спектрально-оптичні характеристики індивідуальні. Отже, ефективне використання інфрачервоного нагріву в технологічному процесі досягається при вивченні та

погодженні оптичних властивостей сушильного об'єкта зі спектральними і енергетичними характеристиками інфрачервоних генераторів.

Оптичні властивості рослинних продуктів визначаються не тільки наявністю води, а й власними властивостями, а також характером зв'язку вологи з матеріалом.

У продуктах рослинного походження вода не є звичайним інертним наповнювачем, але грає структурну і функціональну роль в рослинних клітинах і в біохімічних процесах, які в них безперервно протікають.

На рис. 1.1 представлені криві абсорбційної спроможності A_λ на довжині хвилі для харчових продуктів рослинного походження [44]. При порівнянні цих інфрачервоних спектрів поглинання окремо для сухих і сирих продуктів видно, що вони майже однакові. Це пов'язано з тим, що в продуктах рослинного походження поглинання інфрачервоного випромінювання пов'язане з повним поглинанням всіх компонентів, складових рослинної клітини. З кривих залежності $A(\lambda)$ видно, що при $\lambda = 2,0$ мкм починається накладення окремих ліній і смуг поглинання. В області спектра з $\lambda = 3,0$ мкм вже йде формування безперервного спектра поглинання ІЧ - випромінювання цими продуктами.

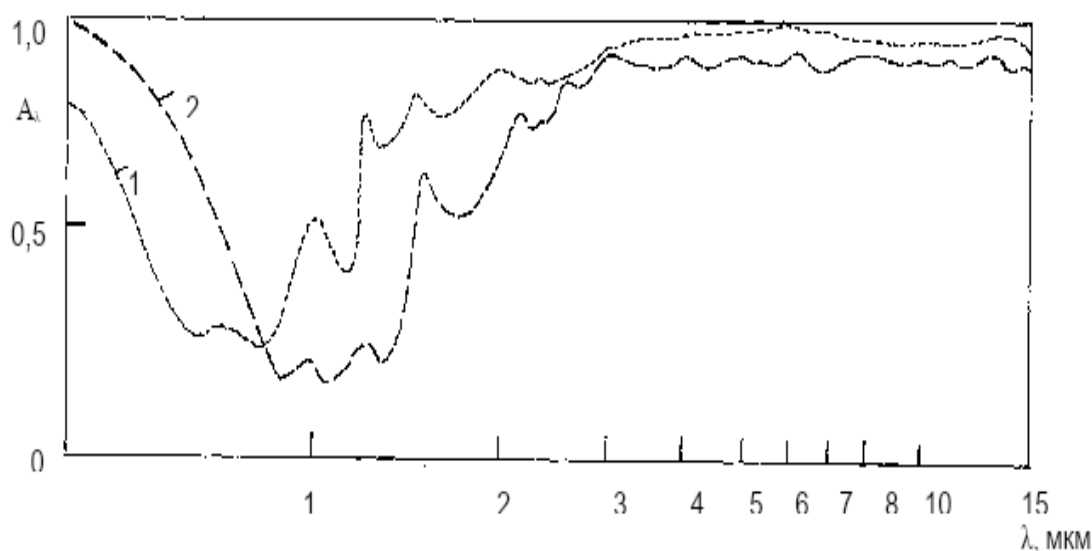


Рис. 3.2. Залежність поглинання A_λ свіжих яблук - 1 і сушених яблук - 2 від довжини хвилі λ

За результатами цих залежностей можливо рекомендувати для сушіння яблучних вичавок в області ІЧ-спектра з довжинами хвиль від 2,0 мкм до 4,0 мкм.

У цій області спектра, як показано в роботі [44], найбільш ефективні генератори «темного» інфрачервоного випромінювання. До них відносяться трубчасті електронагрівачі (ТЕН) з металевими радіаційними трубками. Нагрівачі виготовлені з масивних сталевих труб діаметром 6-24 мм. Товщина стінки 0,5-2 мм, всередині якої знаходиться одна або декілька спіралей з ніхромового дроту діаметром 0,1-1,4 мм в термостійкій ізоляційній масі - периклазом. Виводи спіралі у вигляді сталевих контактних стрижнів виходять назовні для підключення до мережі. Випромінювачі складаються з плоских овальних трубок будь-якої конфігурації довжиною до 2 м [45]. Герметизація трубки дозволяє ефективно експлуатувати електронагрівачі при його температурі від 200 до 850 °С в залежності від металу, з якого виготовлена трубка. Найбільш популярні нагрівальні елементи виробляються потужністю 0,3-5 кВт і вище номінальної напруги 220В. За потоку випромінювання вони поступаються лампам теплового випромінювання, але їх робота набагато надійніше. Для найкращої концентрації радіаційного потоку трубчастих електронагрівачі, вони оснащені оптичною системою, відбивачем у вигляді полірованого алюмінієвого листа, належним чином вигнутого, який концентрує і направляє інфрачервоні промені на виріб [45].

Результати досліджень [45] спектрально-енергетичних характеристики цих генераторів електричного інфрачервоного випромінювання показали, що максимальна спектральна випромінювальна здатність становить $\lambda = 2,5 - 4,0$ мкм. Приблизно 90% енергії, що випромінюється теплообмінниками, доводиться на діапазон довжин хвиль $\lambda = 1,50 - 6,0$ мкм. При проектуванні нових теплових радіаційних установок найбільш важливим є випромінювання, що створюється системою інфрачервоного генератора, і правила його оптимального розташування по відношенню до оброблюваного продукту. Відмінною особливістю променистого теплопостачання є прямолінійне поширення випромінювання.

Нагрівачі слід розміщувати з таким кроком між ними і відстанню до оброблюваного продукту, яке забезпечує максимальну рівномірність опромінення, в іншому випадку неминучі локальний перегрів і опіки [46]. В установках теплового випромінювання трубчасті електронагрівачі зазвичай розміщують над обробленим

продуктом. Завдяки високому коефіцієнту перетворення електроенергії в енергію інфрачервоного випромінювання, простоті конструкції, монтажу та терміну служби (при правильній експлуатації - 6-8 років). З огляду на посилення законодавства щодо забруднення та умов праці для сушки яблучних вичавок можна рекомендувати установки теплового випромінювання.

3.3. Висновки до розділу

1. Пектин природний полімер. Він являє собою унікальний біологічно активний продукт. Основним процесом при виробництві пектинів є екстрагування. Екстрагування пектину залежить від розміру часток твердої фази. Здійснюють в екстракторі періодичної дії водним розчином азотної (соляної) кислоти при наступних умовах: рН 1,5-2,0, 70-80 °С.

2. Пектин, отриманий із сировини, яка була піддана електрообробці і не містить фракцій з низькою молекулярною вагою, має більш високу желеутворюючу здатність в порівнянні з пектином, отриманим з стружок, які не піддавалися електрообробці.

3. Запропонований спосіб виробництва яблучного порошку з вичавок від виробництва соку прямого віджиму дозволяє рекомендувати його в якості біологічно активної добавки для поліпшення органолептичних показників якості хлібобулочних, цукристих і борошняних кондитерських виробів.

4. Найпоширеніший метод консервування яблучних вичавків є сушіння та сульфитація.

5. Запропоновані такі фізичні способи зберігання яблучних вичавок як: сублімаційна сушка, кондуктивна, сушіння в електромагнітному полі, в акустичному полі, інфрачервоне сушіння.

ВИСНОВКИ

В результаті даної роботи із поставлених завдань можна зробити такі висновки:

1. Проаналізовані основні сорти яблук. Україна є передовою на європейському ринку яблук, а також має дуже вигідне географічне положення. Річний обсяг виробництва яблук в Україні становить близько 500 тисяч тонн, в тому числі кількість якісних яблук для споживання в свіжому вигляді становить всього 250 тисяч тонн та відходи виробництва яблучні вичавки, які складають 30%.

2. Проаналізовано хімічний склад відходів яблук. Показано, що у яблучних вичавках цукор загальний складає – 6 -12%, пектину міститься 1 - 2 %, зола – 0,3 – 0,4 %. У складі насіння міститься багато корисних елементів, такі як вітаміни, мікро- та макроелементи, йод, залізо, кальцій, калій, натрій.

3. Розроблена технологічна схема виробництва пектину з відходів яблук. Запропонована технологія виробництва пектину за допомогою екстрагування.

4. Проаналізовані способи сушіння для одержання яблучного порошку та запропонована інфрачервоне сушіння (при температурі сушіння 35 °C).

СПИСОК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Кондратенко П. В. Формування якості плодів зимових сортів яблуні / П. В. Кондратенко, І. Б. Кангіна. // Садівництво. – 1998. – №47. – С. 175.
2. Бородова В. Я. Сортное районирование плодовых культур в зонах консервной промышленности / В. Я. Бородова, Е. Я. Мегердичев. – Москва: Пищевая промышленность, 1991. – 173 с.
3. Варенцов И. И. Сорта овощей, плодов и ягод, рекомендуемые для консервирования / И. И. Варенцов, Г. Н. Телятникова, М. А. Иванова. – Москва, 1972. – 45 с.
4. Вещугин С. В. Сортные особенности формирования качества плодов яблони в саду для хранения в условиях Нижнего Поволжья : дис. канд. с.-г. наук / Вещугин С. В. – Мичуринск, 2008. – 145 с.
5. Верзилин А. В. Выращивание плодов яблони с высоким содержанием биологически активных веществ / А. В. Верзилин, Ю. В. Трунов. – Мичуринск, 2004. – 102 с.
6. Витковский В. Л. Плодовые растения мира / В. Л. Витковский. // - СПб.: Лань. – 2003. – С. 592.
7. Седов Е. Н. Селекция яблони на улучшение химического состава плодов / Е. Н. Седов, З. А. Седов. // СПб.: Орел. – 1983. – С. 72.
8. Пугачев Г. Н. Содержание и активность кальция в садах на слаборослых клоновых подвоях яблони на черноземных почвах : дис. канд. с.-г. наук / Пугачев Г. Н. – Мичуринск, 2004. – 190 с.
9. Петрук В. Г. Технології поводження з відходами харчових виробництв / В. Г. Петрук // Технології захисту навколишнього середовища / В. Г. Петрук. – Вінниця, 2019. – С. 340.
10. Калакура М. М. Технологии кондитерских изделий с фруктовыми порошками / М. М. Калакура, А. Т. Ратушенко. // Матеріали міжнар. наук.-практич. конф. "Пищевая пром. на рубеже третьего тысячелетия". – 2000. – №5. – С. 70–71.

11. Павлюк Р. Ю. Влияние тонкого измельчения и СВЧ-обработки на формирование качества биологически активных добавок – красителей-наполнителей из столовой свеклы / Р. Ю. Павлюк. – Одеса: Наук. пр. ОДАХТ, 2002. – 266 с.
12. Павлюк Р. Ю. Влияние процессов механоактивации на качество порошкообразных БАД – красителей-наполнителей из столовой свеклы / Р. Ю. Павлюк. – Харків: ХДУХТ, 2002. – 358 с.
13. Чуйко А. М. Використання кріас-порошків із виноградних вичавків у виробництві борошняних виробів : дис. канд. техн. наук / Чуйко А. М. – Харків, 2003. – 665 с.
14. Технология переработки яблок на сок прямого отжима и пюре / О. В.Перфилова, В. А. Бабушкин, Г. О. Магомедов, М. Г. Магомедов // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК - продукты здорового питания. / О. В.Перфилова, В. А. Бабушкин, Г. О. Магомедов, М. Г. Магомедов. – Київ, 2016. – С. 82–85.
15. Перфилова О. В. Применение СВЧ-нагрева при переработке яблочных выжимок на продукты функционального питания / О. В. Перфилова. // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2016. – №3. – С. 78–83.
16. Колеснова А. Ю. Фруктовые и овощные соки: научные основы и технологии / А. Ю. Колеснова, Н. Ф. Берестеня, А. В. Орещенко. // СПб: Профессия. – 2004. – С. 640.
17. ГОСТ 2173-13. Продукты переработки фруктов и овощей. Рефрактометрический метод определения растворимых сухих веществ. Стандартиформ, 2014. 13 с.
18. ГОСТ 27572-87. Яблоки свежие для промышленной переработки. Технические условия. Стандартиформ, 2011. 6 с.
19. ГОСТ 32101-2013. Консервы. Продукция соковая. Соки фруктовые прямого отжима. Общие технические условия. Стандартиформ, 2014. 12 с.
20. ГОСТ 34128-2017. Продукция соковая. Рефрактометрический метод определения массовой доли растворимых сухих веществ. Стандартиформ, 2017.8 с.

21. Мегердичев Е. Я. Технологические требования к сортам овощных и плодовых культур, предназначенным для различных видов консервирования. / Е. Я. Мегердичев. – Москва: Типограф. Россельхозакадемии, 2003. – 195 с.
22. Осипова З. Ф. Консервирование плодов яблони и груши. Технологическая оценка сортов. Сорта яблони и груши / З. Ф. Осипова. // Справочное пособие. Орел: Изд-во ОГТРК. – 1993. – С. 212.
23. Скрипников Ю. Г. Переработка плодів і ягід і технологічний контроль. / Ю. Г. . Скрипников. – Москва: Колос, 1979. – 278 с.
24. Павел А. Р. Пектиновые вещества в яблоках.. / А. Р. Павел, М. А. Макаркина., 2007. – 178 с.
25. Пектиновые вещества как технологический показатель пригодности плодов яблони для производства сока / Е. С.Салина, Н. С. Левгерова, Л. А. Грюнер, И. А. Ильина. – Москва: Достижения науки и техники АПК, 2010. – 127 с.
26. Сапожникова Е. В. Пектиновые вещества плодов. / Е. В. Сапожникова. – Москва: Наука, 1965. – 184 с.
27. Скрипников Ю. Г. Технология переработки плодов и ягод / Ю. Г. Скрипников. – Москва: Агропромиздат, 1988. – 284 с.
28. Федоров М. А. Промышленное хранение плодов / М. А. Федоров. – Москва: Колос, 1999. – 184 с.
29. Широков Е. П. Технология хранения и переработки плодов и овощей с основами стандартизации. / Е. П. Широков. – Москва: Агропромиздат, 2000. – 319 с.
30. Причко Т. Г. Биохимические и технологические аспекты хранения и переработки плодов яблони / Т. Г. Причко. – Краснодар, 2002. – 172 с.
31. Осипова З. Ф. Сорта плодовых и ягодных культур, рекомендованные для переработки на различные виды консервов. / З. Ф. Осипова, Г. Г. Хакулова, Л. А. Шапенкова., 1995. – 281 с.
32. Подрушняк А.Є. Харчові і біологічно активні добавки, їх відмінність і подібність на прикладі пектинів. / А.Є. Подрушняк, О. В. Цапко, Т. О. Щуцька, І. М. Бандура., 2011. – 309 с.

33. Купчик Л.А. Створення нових матеріало- та енергоощадних технологій і високоефективного обладнання для цукрової промисловості./ Л.А. Купчик, М.Т. Картель, М.П Купчик., 2011. – 140 с.
34. Вплив електрооброблення яблучної сировини на вихід та якість пектину / [М. І. Бажал, Є. С. Богданов, М. П. Гулій та ін.], 2011. – 152 с.
35. Кушнір О.В. Пектин із біохімічно обробленої сировини. / І.О. Крапивницька, М.І. Сороколіт, – 2011. – №9. – С. 145
36. Безотходная технология консервного производства / В. Н.Голубев, И. Н. Жиганов, Е. И. Лебедев, Т. Н. Назаренко. – Москва: МГЗИПП, 1999. – 211 с.
37. Саблина А. А. Изучение технологических свойств и перспективных способов консервирования отечественного плодового сырья / А. А. Саблина, Ю. А. Елисеева, С. А. Иващенко. // СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС. – 2018. – С. 121–124.
38. Саблина А. А. Использование сушеного фруктово-плодового сырья при разработке продукции здорового питания / А. А. Саблина, Ю. А. Елисеева. // Технологии продуктов питания. – 2018. – С. 68–72.
39. Соболев И. В. Влияние технологической обработки на сохраняемость пектиновых веществ растительного сырья / И. В. Соболев. // Вестник КрасГАУ. – 2019. – №1. – С. 167–172
40. Ратушенко А. Т. Технологія кондитерських виробів з використанням яблучного порошку : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук / Ратушенко А. Т. – Київ, 2001. – 147 с.
41. Донченко Л. В. Технология пектина и пектинопродуктов / Л. В. Донченко. – Москва: Дели, 2000. – 71 с.
42. Гулій І. С. Виробництво та використання пектинів у харчовій промисловості / І. С. Гулій, М. П. Купчик. – Харків, 2001. – 111 с.
43. Карпович Н. С. Пектин. Производство и применение / Н. С. Карпович. – Київ: Урожай, 1989. – 88 с.
44. Донченко Л.В. Производство пектина / Л.В. Донченко, Н.С. Карпович, Е.Г. Симович.– Кишенев, 1994. – 182 с.

45. Гулый Н.С. Пектин. Производство пектина и пектиновых экстрактов / Н.С. Гулый, Л.В. Донченко и др.– Київ: Ассоциация “Пектин”, 1992. – 56 с.

46. Федоренко, В.Ф. Технологические процессы и оборудование, применяемые при производстве продуктов питания: науч. аналит. обзор. / В.Ф. Федоренко, Н.П. Мишуров, Л.Ю. Коноваленко, Л.А. Неменуцкая. – Москва: Агропромиздат, 2016. – 192 с.

Апаратурно-технологічна схема виробництва пектину

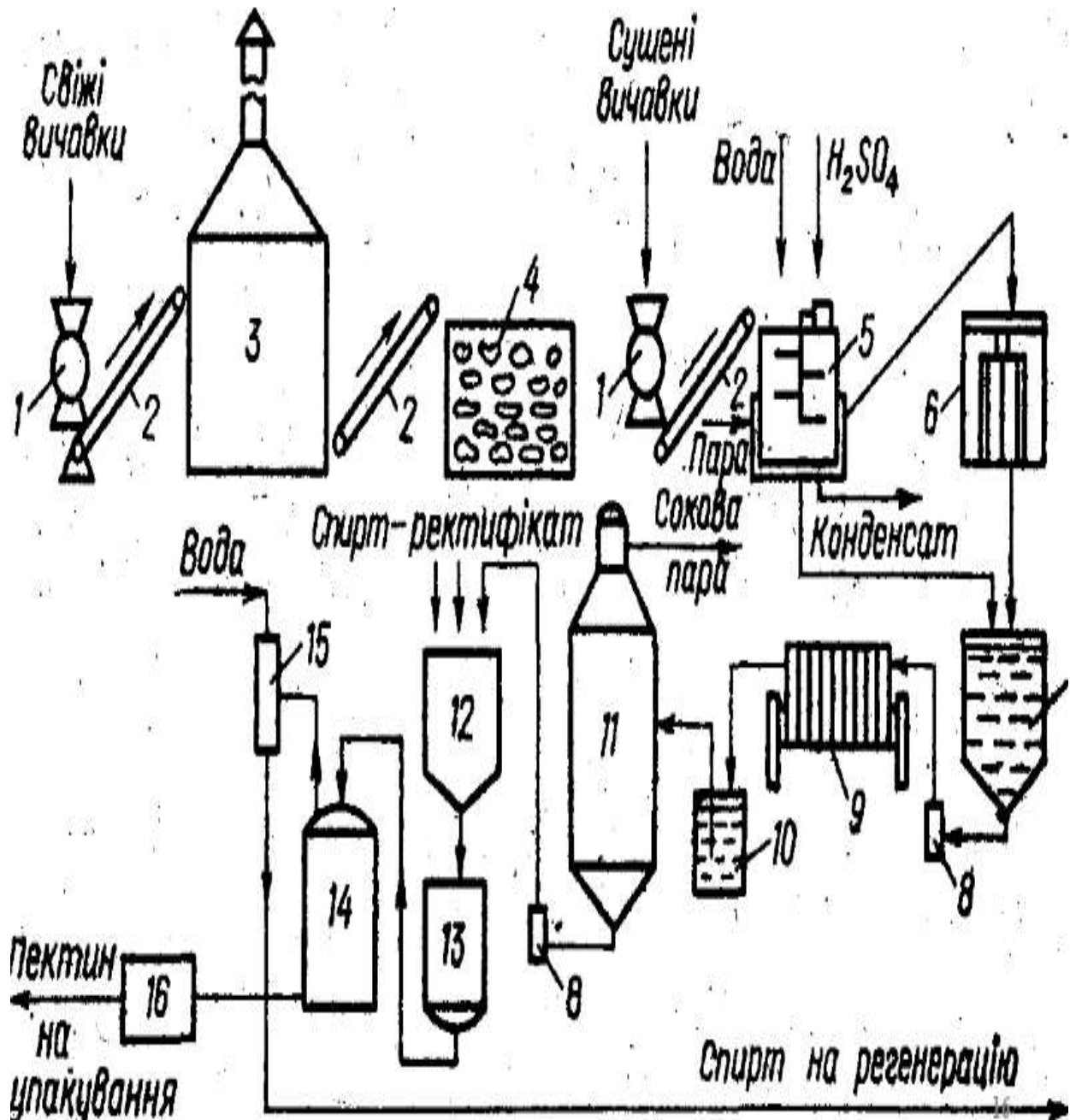
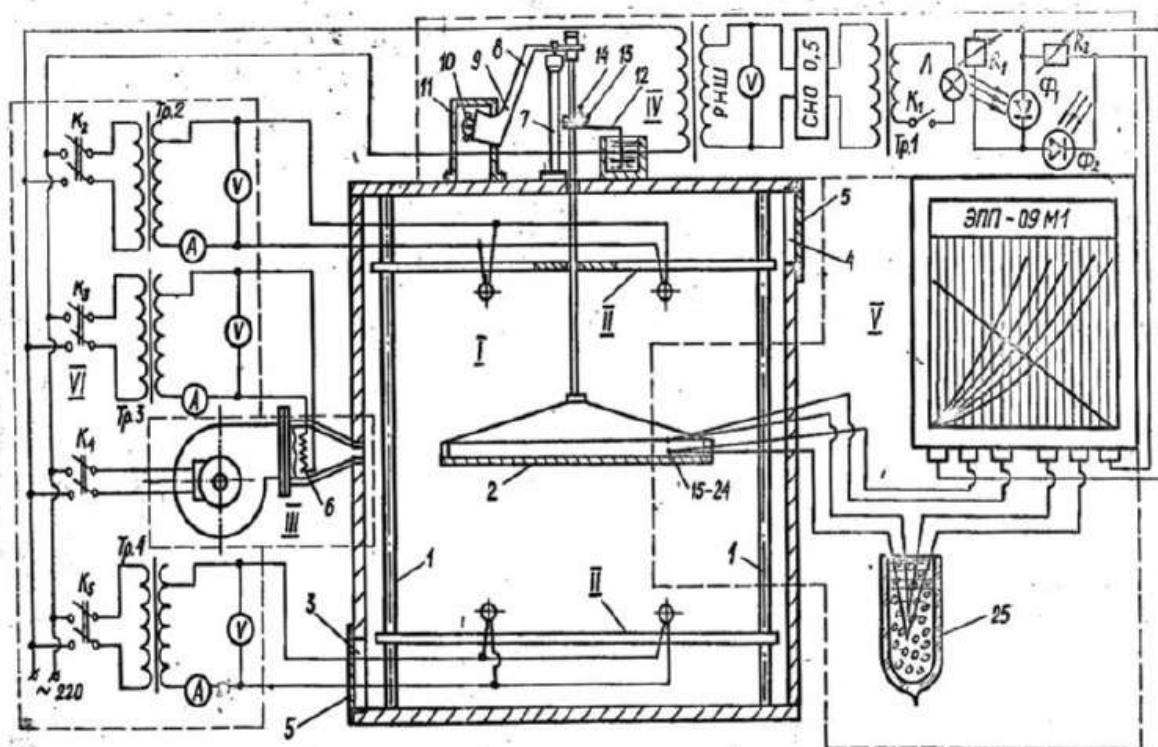


Схема лабораторної терморадіаційної установки для дослідження кінетики сушіння
яблучних вичавок



Включає в себе основні вузли: I – сушильна камера; II – вузли ПЧ електровипромінювачів; III – електровентилятори; IV - вузол реєстрації втрати маси вологи; V – вузол автоматичного запису температури; VI - блок живлення ПЧ генераторів і регулювання напруги в них