

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ**

**Інженерно-технологічний факультет**

Кафедра технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції

**П о я с н ю в а л ь н а   з а п и с к а**

до дипломної роботи  
ступеня вищої освіти «Магістр»  
на тему:

**Обґрунтування комплексної переробки яблук в  
продукти функціонального призначення**

**Виконав:** студент 2 курсу, групи МГХТ-1-20  
за спеціальністю 181 «Харчові технології»

\_\_\_\_\_ Кононович Ростислав Олександрович

**Керівник:** \_\_\_\_\_ Калина Вікторія Сергіївна

**Рецензент:** \_\_\_\_\_

Дніпро 2021

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції

Ступінь вищої освіти: «Магістр»

Спеціальність: 181 «Харчові технології»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри

технології зберігання і переробки

сільськогосподарської продукції

доктор технічних наук, професор

Чурсінов Ю.О.

\_\_\_\_\_

(підпис)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 р.

**З А В Д А Н Н Я  
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Кононовичу Ростиславу Олександровичу

1. Тема роботи «Обґрунтування комплексної переробки яблук в продукти функціонального призначення».

Керівник роботи Калина Вікторія Сергіївна, кандидат технічних наук, доцент, затверджені наказом закладу вищої освіти від «13» жовтня 2021 року № 3253.

2. Строк подання студентом роботи 26 листопада 2021 року

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

2. Наукова та науково-технічна документація, що стосується питань отримання функціональних продуктів з яблук з додаванням пектинових речовин.

3. Нормативно-технологічна документація. 4. Патентна документація.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1 Сучасний стан технології переробки яблучної сировини.

2 Об'єкти, схема і методи дослідження. 3 Дослідження кінетики процесів вилучення пектинових речовин з яблучної сировини. 4 Практичне впровадження отриманих результатів 5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

6 Організаційно-економічна частина. Загальні висновки. Список джерел посилання. Додатки.

## 5. Перелік демонстраційного матеріалу

1 Огляд літератури. 2. Мета та задачі досліджень. 3. Схема проведення досліджень. 4 Дослідна частина. 5. Практичне впровадження отриманих результатів. 6. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. 7 Кошторис витрат на проведення досліджень. 8 Загальні висновки.

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1 – 4	Калина В.С., доцент	13.10.2021	26.11.2021
5	Кравець В.В., доцент	13.10.2021	26.11.2021
6	Павленко О.С., доцент	13.10.2021	26.11.2021

7. Дата видачі завдання 13 жовтня 2021 року.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	13.10-14.10.21	виконано
2	Сучасний стан технології переробки яблучної сировини	15.10-11.10.21	виконано
3	Об'єкти, схема і методи дослідження	12.10-15.10.21	виконано
4	Дослідження кінетики процесів вилучення пектинових речовин з яблучної сировини	18.10-01.11.21	виконано
5	Практичне впровадження отриманих результатів	02.11-12.11.21	виконано
6	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	15.11-20.11.21	виконано
7	Організаційно-економічна частина	21.11-24.11.21	виконано
8	Загальні висновки та список джерел посилання	25.11.21	виконано
9	Розробка та підготовка демонстраційного матеріалу	26.11.21	виконано

**Студент**

\_\_\_\_\_ ( підпис )

**Кононович Р.О.**

**Керівник роботи**

\_\_\_\_\_ ( підпис )

**Калина В.С.**

## РЕФЕРАТ

Дипломна робота складається з 85 сторінок, 18 рисунків та ілюстрацій, 24 таблиці та використано 53 літературних джерела посилань.

Метою роботи є наукове обґрунтування та експериментальне підтвердження технології комплексної переробки яблук літніх та осінніх сортів з отриманням пектину та пектинопродуктів функціонального призначення.

Об'єкт дослідження – комплексної переробки яблук літніх та осінніх сортів з отриманням пектину та пектинопродуктів функціонального призначення.

Предмет дослідження – взаємозв'язок технологічних параметрів процесів виробництва пектину з якісними показниками готового продукту.

Найважливішим напрямом розвитку сучасного харчового виробництва є створення безвідходних технологій, що дозволяють виробляти конкурентоспроможну продукцію, зокрема функціонального призначення.

Найбільшою мірою цим вимогам відповідає виробництво пектину та пектинопродуктів із вторинних рослинних сировинних ресурсів.

«Зміна екологічної ситуації у багатьох регіонах України, що супроводжується забрудненням довкілля та харчових продуктів токсичними речовинами, вимагає, крім забезпечення їхньої безпеки, також проведення профілактичних заходів, що, своєю чергою, обумовлює необхідність розширення виробництва пектину» [45].

Ключові слова: ЯБЛУКА, ПЕКТИН, ТЕХНОЛОГІЯ, ХАРЧОВІ ВИРОБИ, ПЕКТИНОВІ РЕЧОВИНИ, ТЕМПЕРАТУРА, КОНЦЕНТРАЦІЯ, ТРИВАЛІСТЬ, ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ, ПРОЦЕС.

## ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 СУЧАСНИЙ СТАН ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕРОБКИ ЯБЛУЧНОЇ СИРОВИНИ	9
1.1 Особливості хімічного складу літніх та осінніх сортів яблук, їх харчова цінність	9
1.2 Сучасні технології отримання пектину з яблучної сировини	14
1.3 Роль пектинових речовин у корекції харчового статусу населення України	17
Висновки до розділу	21
2. ОБ'ЄКТИ, СХЕМА І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	22
2.1 Схема проведення дослідження	22
2.2 Коротка характеристика об'єктів дослідження	22
2.3 Методи визначення якісних показників об'єктів дослідження та цільових продуктів (пектини, екстракти, напої, желе)	25
Висновки до розділу	27
3. ДОСЛІДЖЕННЯ КІНЕТИКИ ПРОЦЕСІВ ВИЛУЧЕННЯ ПЕКТИНОВИХ РЕЧОВИН З ЯБЛУЧНОЇ СИРОВИНИ	28
3.1 Порівняльний хімічний склад сортів яблук, що вивчаються	28
3.2 Фракційний склад пектинових речовин яблучної сировини	31
3.3 Вплив виду та концентрації гідролізуючого агента на вихід яблучного пектину	35
3.4 Дослідження процесу екстрагування яблучного пектину при різних технологічних параметрах	39
3.5 Порівняльні аналітичні характеристики пектинових речовин сортів яблук, що вивчаються	42
3.6 Отримання харчового екстракту гідратопектину	44
Висновки до розділу	46
4 ПРАКЕТИЧНЕ ВПРОВАДЖЕННЯ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ	47

4.1 Технологічна схема комплексної переробки літніх та осінніх сортів яблук	47
4.2 Розробка технології пектиновмісних харчових композицій з яблучної сировини	51
Висновки до розділу	54
<b>5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ</b>	<b>55</b>
5.1 Дослідження та оцінка стану охорони праці в ПП «Біолайт»	55
5.2 Рекомендації щодо покращення стану охорони праці в ПП «Біолайт»	59
5.3 Технічні заходи щодо покращення умов праці у виробничо-технологічній лабораторії ПП «Біолайт»	60
5.4 Правила безпечного виконання робіт оператором установки для сушки плодово-ягідної сировини в ПП «Біолайт»	62
5.5 Дії працівників цеху з переробки плодово-овочевої сировини ПП «Біолайт» у разі вибуху	66
Висновки по розділу	67
<b>6 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА</b>	<b>68</b>
6.1 Організація проведення дослідження	68
6.2 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження	73
6.3 Розрахунок вартості дослідження	76
Висновки до розділу	77
<b>ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ</b>	<b>78</b>
<b>СПИСОК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ</b>	<b>80</b>

## ВСТУП

Найважливішим напрямом розвитку сучасного харчового виробництва є створення безвідходних технологій, що дозволяють виробляти конкурентоспроможну продукцію, зокрема функціонального призначення.

Найбільшою мірою цим вимогам відповідає виробництво пектину та пектинопродуктів із вторинних рослинних сировинних ресурсів.

Зміна екологічної ситуації у багатьох регіонах України, що супроводжується забрудненням довкілля та харчових продуктів токсичними речовинами, вимагає, крім забезпечення їхньої безпеки, також проведення профілактичних заходів, що, своєю чергою, обумовлює необхідність розширення виробництва пектину.

Щорічно в консервній галузі України та країн СНД утворюється яблучних вичавків – близько 275 тис. т, з яких використовується на промислову переробку лише 37 тис. т. Слід зазначити, що під промисловою переробкою розуміється використання вичавків для виготовлення кормів. На виробництво пектину вичавки нині у промислових масштабах не використовуються.

Пектин, що отримується з яблучних вичавків, становить 30 – 35 % світового обсягу виробництва і виробляється в США, Великій Британії, Данії, Італії, Німеччині, Австрії, Болгарії та Польщі. У той самий час важливе місце у збільшенні випуску пектиновмісних харчових виробів функціонального призначення в Україні належить, переважно, яблучному пектину.

В Україні є достатня сировинна база з організації виробництва яблучного пектину. Так, загальна площа яблуневих насаджень становить 147,9 тис. га, у тому числі в Дніпропетровській області – 23,7 тис. га. При цьому літні сорти яблук займають 15 %, осінні – 25 % та зимові – 60 %. Найбільша комерційна цінність як товарного продукту належить до зимових сортів яблук. Осінні та літні сорти яблук спрямовуються в основному на переробку. При цьому літні сорти не розглядаються як промислове джерело пектинових речовин; тоді як, потреба України у пектині значно перевищує обсяги його закупівель. Слід зазначити, що

нині щорічна закупівля пектину Україною становить середньому 3,0 – 3,5 тис. т, що у 20 разів менше потреби.

Основи науки про пектинові речовини з яблучних вичавків були закладені у працях вітчизняних та зарубіжних учених. Однак проведені дослідження були спрямовані в основному на розробку та вдосконалення технології вилучення пектину переважно із зимових сортів яблук без урахування його функціональних властивостей.

Таким чином, розробка технології та організація комплексної переробки яблук літніх та осінніх сортів з отриманням пектину та пектинопродуктів функціонального призначення є в сучасних умовах дуже актуальними.

Метою роботи є наукове обґрунтування та експериментальне підтвердження технології комплексної переробки яблук літніх та осінніх сортів з отриманням пектину та пектинопродуктів функціонального призначення.

Відповідно до поставленої мети вирішувалися такі завдання:

- вивчити фракційний склад пектинових речовин яблук літніх та осінніх сортів;
- визначити дифузійну провідність яблучних вичавків досліджуваних сортів яблук за різних технологічних режимів вилучення пектину;
- розробити технологію одержання яблучного пектину з високими якісними показниками;
- розробити технологію комплексної переробки яблук літніх та осінніх сортів з отриманням пектину та пектинопродуктів;
- дослідити стан охорони праці в ПП «Біолайт»;
- розрахувати витрати на проведення досліджень.

Об'єкт дослідження – комплексної переробки яблук літніх та осінніх сортів з отриманням пектину та пектинопродуктів функціонального призначення.

Предмет дослідження – взаємозв'язок технологічних параметрів процесів виробництва пектину з якісними показниками готового продукту.

## 1 СУЧАСНИЙ СТАН ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕРОБКИ ЯБЛУЧНОЇ СИРОВИНИ

### 1.1 Особливості хімічного складу літніх та осінніх сортів яблук, їх харчова цінність

Згідно з [23] «Аналіз динаміки харчування різних груп населення України показує, що в останні роки його структура зазнала істотних змін. За узагальненими даними обстеження населення дефіцит харчових волокон становить до 40 %, вітаміну С – до 50 %, вітамінів групи В – до 20 – 30 %. Вперше за багато років середній набір продуктів на душу населення не забезпечує потреби організму людини енергії – її дефіцит становить близько 20 %.

Порушення харчового статусу населення нашої країни, забруднення довкілля та продуктів харчування – одна із основних причин різкого скорочення середньої тривалості життя в чоловіків до 59, в жінок – до 70 років.

Серед причин смертності основне місце, як і раніше, займають серцево-судинні та онкологічні захворювання. Особливу тривогу викликає стійка тенденція зростання захворюваності дітей. За даними НДІ гігієни та профілактики захворюваності дітей, підлітків та молоді, лише 14 % дітей практично здорові, 50 % – мають відхилення у здоров'ї, 36 % – хронічно хворі. Частка здорових дітей до кінця навчання у школі не перевищує 20 – 25 %».

Помітно збільшилася кількість «захворювань похилого віку», передумови яких накопичуються протягом усього життя людини. До них відносяться серцево-судинні захворювання, рак та діабет, пов'язані з харчуванням нижче фізіологічних норм в умовах несприятливої екологічної ситуації, що визначає якість харчових продуктів та нормальну життєдіяльність людини.

Одне з найважливіших завдань щодо поліпшення структури харчування населення – збільшення продуктів масового споживання з високою харчовою та біологічною цінністю, у тому числі на 20 – 30 % продуктів, збагачених білками, вітамінами та мінеральними речовинами.

Більшою чи меншою мірою, але корисними для людини речовинами багаті всі овочі та фрукти.

Ринок фруктів, що значно зріс з початку 90-х років і скоротився в результаті кризи 1998 р. повністю відновився протягом останніх чотирьох років і в даний час збільшується на 15 – 18 % щорічно. У 2022 р. прогнозується збільшення обсягу імпорту фруктів до 3,35 млн.т, що на 15,5 % більше ніж минулого року.

Нині спостерігається тенденція до довгострокового зростання споживання фруктів. Це пов'язано насамперед із підвищенням добробуту населення та зміною споживчих переваг (пропаганда здорового способу життя, наприклад), а також зі створенням та розвитком необхідної виробничо-логічної інфраструктури на нових територіях.

Яблука є найпопулярнішим фруктом в Україні, займаючи 45 % від загального споживання фруктів. У цьому їхня частка у структурі імпорту становить близько 25 %, оскільки частка потреби покривається власним урожаєм.

У 2020 та 2021 роках обсяг внутрішнього виробництва яблук в Україні становив близько 1,4 млн т. Обсяг імпорту 2021 р. – близько 580 тис. т, перевищивши рівень 2020 р. майже на 60 %. [7]

Соки є також важливим продуктом харчування, тому що поряд зі свіжими фруктами та овочами вони забезпечують організм людини набором усіх фізіологічно активних речовин – вітамінами, макро- та мікроелементами, поліфенолами та багатьма іншими, необхідними для нормальної життєдіяльності людини.

Яблука та яблучні соки є продуктами здорового харчування. Поліфеноли, що містяться в них, є потужними природними антиоксидантами. [8]. Вони попереджають розвиток багатьох хронічних захворювань серця і мають багато фармакологічних властивостей. Так, поліфеноли збільшують опір кровоносних судин, покращують кровообіг, оберігають волокна еластину та колагену, служать фундаментальними елементами, що підтримують тканини шкіри.

У яблуках містяться такі практично цінні речовини, як пектини. При цьому у свіжих яблуках протопектин переважає перед розчинним пектином і становить

52,3 – 97,0 % від загальної кількості [10]. Вміст пектину в яблуках невеликий – всього  $0,95 \pm 0,01$  %, у тому числі нерозчинного –  $0,80 \pm 0,01$  %, а розчинного  $0,16 \pm 0,01$  % [11]. При цьому найбільша кількість пектинових речовин зосереджена в шкірці та насінневих камерах.

Співвідношення об'ємів зони епідермісу (шкірки), паренхіми зовнішньої (м'якоті) та насінневої камери в залежності від сорту яблука становить приблизно 25:56:19. Зовнішня паренхіма (В) є структурною основною зоною плода і становить більш ніж 80 % сухої маси (рис. 1.1).

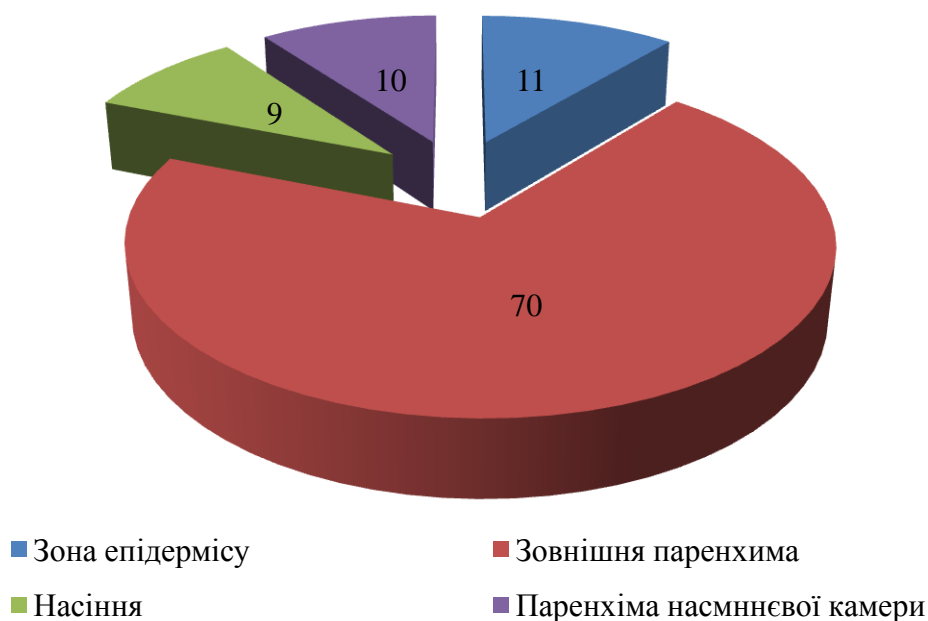


Рисунок 1.1 – Розподіл основних структурних зон у плодах яблуні

Хімічний склад зон плоду яблуні різний, що підтверджують дані, наведені у таблиці 1.1 [19].

Таблиця 1.1 – Хімічний склад різних зон яблука, мг/г

Зони	Вуглеводний склад спирторозчинних речовин								Білок	Ліпіди
	Rha	Ara	Xyl	Man	Gal	Glc	Gala	Загальний		
A	15	47	34	19	54	154	265	588	57	290
B	13	83	74	24	98	296	287	875	27	55
C	11	48	88	23	48	301	283	802	44	62
D	13	32	135	28	27	344	253	832	55	38

Слід зазначити, що у молекулах яблучного пектину присутні амінокислоти. Кількість залишків амінокислот на 1000 залишків білкового компонента в молекулах пектину з яблук представлено таблиці 1.2 [42]

Таблиця 1.2 – Кількість залишків амінокислот на 1000 залишків білкового компонента в молекулах пектину з яблук

Амінокислота	К-сть	Амінокислота	К-сть	Амінокислота	К-сть
Аланін	114	Аргінін	0	Гліцин	110
Цистин	0	Глутамінова кислота	146	Аспарагінова кислота	131
Гістидин	58	Ізолейцин	28	Лейцин	58
Лізін	22	Метіонін	0	Фенілаланін	21
Пролін	34	Серін	99	Треонін	50
Тирозін	9	Валін	60	Вміст азоту, %	0,22

Відомо, що особливо дефіцитними є такі амінокислоти як лізін, метіонін та триптофан. З табличних даних видно, що в молекулах пектину присутній лізін, а також аланін і аспарагінова кислота.

У відповідності до [32] «вміст пектинових речовин розподіляється по зонам наступним чином: А – 4,7 – 5,2 % маси сухих речовин; В – 1,8 – 1,9 %; С та Д – 5,1 – 5,3 %. При цьому найбільша частка протопектину міститься в шкірці, а водорозчинного пектину – у м'якоті». Моносахаридний склад пектинових полісахаридів різних зон яблука також відрізняється (таблиця 1.3). При цьому суттєво відрізняється фракційний склад пектинових речовин.

Відмінності спостерігаються також у вмісті пектинових речовин у літніх, осінніх та зимових сортів яблук. При цьому, в гнилих і запліснілих яблуках містяться ферменти, що руйнують пектин, а в перезрілих – він уже частково зруйнований. У зрілих доброякісних плодах менше крохмалю, який ускладнює подальше очищення видобутого пектину. За даними Є.В. Шевцевої [4], вміст крохмалю в яблуках приблизно оцінюється такими показниками: 4,1 % – дуже зелені плоди, 3,7 % – зелені, 0,2 % – зрілі.

Таблиця 1.3 – Моносахаридний склад пектинових полісахаридів різних зонах плоду яблуни [19]

Фракція	Зони плоду	Вуглеводний склад (mole %)								Загальний мг/г
		Rha	Ara	Xyl	Man	Gal	Glc	GalA	Ступінь метоксилювання	
Розчинний пектин	A	1,5	9,6	0,8	0,5	6,3	1,3	80,0	70	582
	B	1,8	22,7	1,0	0,2	11,1	0,4	62,8	71	722
	C	1,9	5,9	0,6	слід	5,4	0,2	86,0	62	516
	D	2,4	7,4	1,3	1,0	5,8	1,3	80,8	65	428
Протопектин	A	4,9	9,7	2,9	0,7	8,2	1,8	71,8	52	650
	B	5,7	9,0	4,5	0,4	13,2	2,9	64,3	41	795
	C	6,2	10,7	4,6	0,4	8,4	2,3	67,4	55	759
	D	7,1	8,4	4,2	0,8	7,3	1,9	70,3	49	692

Вміст пектинових речовин у яблуках залежить як від сорту, так і від району проростання. Так, у 122 зразках яблук вміст пектину становив від 0,42 % до 0,79 %, у 129 – від 0,8 до 0,99 %, у 104-від 1,0 до 1,5 %; в 13 – від 1,51 до 1,8 % та в 1 – 2,52 % [10].

У яблуках з Дніпропетровської області у 30 зразках вміст пектину становив до 1,0 %, у 130 – до 1,3 %, у 70 – до 1,9 % [10]. Найбільша кількість пектину міститься в яблуках пізньостиглих сортів.

«При зберіганні яблук співвідношення фракцій пектинових речовин змінюється. Загальний вміст пектину, як правило, зменшується. Так, у яблуках сорту Джонатан на початку зберігання міститься 0,78 %, сорту Голден Делішес – 0,80 % пектинових речовин, а в кінці зберігання залишається 0,54 та 0,59 % відповідно» [40].

«Для отримання пектину застосовують в основному вичавки середньостиглих і пізньостиглих сортів яблук. Однак, встановлено, що і

ранньостиглі сорти за вмістом пектинових речовин у період їх біологічної зрілості (2,6 – 2,7 %) цілком придатні для отримання з них пектину хоча отриманий пектин поступається чистотою пектину з середньо-і пізньостиглих сортів (40,1 % проти 69,7 %)» [25].

Залежно від фізико-хімічних показників вторинної яблучної сировини вичавків і типу одержуваного пектину в кожному кліматичному районі існують особливості технології їх переробки.

## 1.2 Сучасні технології отримання пектину з яблучної сировини

Згідно з [48] «сушені яблучні вичавки перед процесом гідролізу-екстрагування пектинових речовин тричі промивають водою температурою 30 – 35 °С. При отриманні пектину з низькою швидкістю студнеутворення промивку ведуть водою вищої температури (температура суміші 55 – 60 °С). Гідроліз-екстрагування пектину здійснюють водним розчином азотної кислоти при рН 1,5 – 2,0 при температурі гідролізної суміші 70 – 80 °С, співвідношенні сировини та екстрагенту 1:(10 – 12) протягом 3,0 – 3,5 год екстрактор періодичної дії. Після часу процесу на пресах відокремлюють А-екстракт. Відпресовані яблучні вичавки знову завантажують в екстрактор, заливають водою температурою 45 – 50 °С у співвідношенні 1:(12 – 14). Повторне екстрагування пектинових речовин ведуть протягом 1,5 – 2 години, одержуючи В-екстракт, який відокремлюють пресуванням суспензії. Вологість відпресованих вичавків має бути трохи більше 80 %, залишковий вміст у яких пектину – 0,8 – 1,0 %. А-екстракт і В-екстракт змішують і відстоюють 2 – 4 години для відділення більшої частини механічних домішок. Середній вміст сухих речовин в екстракті 1,0 – 1,2 %, у тому числі пектинових речовин 0,3 – 0,4 %. Екстракт, що відстоявся, сепарують і фільтрують на кизельгуровому фільтрі. Концентрування екстракту проводять у двокорпусних вакуум-випарних установках безперервної дії. Температура продукту у першому корпусі має перевищувати 70 – 75 °С, у другому – 45 °С. Вміст сухих речовин у концентраті становить 6 – 7 %, концентрація спиртоосаджуємих пектинових

речовин – 2,5 – 3,5%, рН концентрату 1,7 – 2,2. Подальше концентрування до вмісту сухих речовин вважається недоцільним, так як підвищуються в'язкість та кислотність екстракту. Отриманий концентрат охолоджують до 25 °С, використовуючи пластинчастий теплообмінник. Осадження пектинових речовин здійснюють етиловим технічним або спиртом ректифікованим міцністю 90 – 95 %. Об'ємна кількість спирту на один об'єм пектинового концентрату становить 3 частини. Щоб уникнути випадання разом з пектином мінеральних домішок, осадження пектинових речовин ведуть при рН 1,7 – 1,9. Якщо значення рН концентрату вище, вводять спирт підкислений азотною кислотою. Одержувана пектиноспиртова суспензія безперервно надходить на поділ в центрифугу, після якої пектиновий коагулят з вологістю 70 – 75 % безперервно прямує в промивач, який безперервно подається спирт з міцністю 70 % об. у співвідношенні 1:8. Суспензія першого промивання надходить самопливом на поділ у центрифугу такого самого типу. Сирий пектин знову зсипається в промивач, де здійснюється друге промивання спиртом міцністю 90 – 95 % об. у співвідношенні 1:8. Суспензія другої промивки також надходить у центрифугу відділення пектину. Очищений пектин подають на сушіння».

Сушіння здійснюють у барабанній вакуум-сушарці при 55 – 60 °С, обладнаної пристроями для видалення конденсованого спирту без зупинки процесу, уловлювання парів спирту і пектинового пилу. Тривалість сушіння 2 – 3 год.

Сухий пектин подрібнюють, сушать і направляють на купажування.

З метою організації комплексної переробки яблук і розширення асортименту консервованих пектиновмісних виробів найбільший інтерес для підвищення рентабельності переробних підприємств представляє технологія пектинового концентрату.

Існують різні схеми отримання пектинового концентрату з використанням як екстрагент сірчистої, молочної, винної, лимонної, ортофосфорної кислот або електроактивованої води [2].

В якості вихідної сировини використовують сушені та свіжоотримані яблучні вичавки.

На підприємствах, де відсутні умови для асептичного зберігання, екстракт обробляють у сульфітаторах. Зберігання здійснюють у емальованих ємностях. Гарантійний термін зберігання – 6 місяців.

Концентрат можна також консервувати в ємностях сорбіною кислотою. Для цього при концентруванні екстракту при температурі 80 °С вносять сорбінову кислоту в кількості до 0,1 % за масою. Кислота вводиться як розчин. Змішування триває 10 – 15 хв, після чого концентрат охолоджують до температури 20 °С направляють на зберігання в атмосфері вуглекислого або іншого інертного газу.

Концентрат можна також консервувати гарячим розливом у скляну герметичну тару.

Для оцінки розробленої технології було проведено порівняльну характеристику якісних показників екстрактів, отриманих із застосуванням електроактивованої води, азотної кислоти та зразків рідкого пектину фірм «Будимка» (Югославія) та «Grill & Grossman» (Австрія) (таблиця 1.4).

Таблиця 1.4 – Порівняльні якісні показники пектинових екстрактів з яблучних вичавків

Показники	Характеристика екстрактів			
	Екстракт за дослідною технологією	Екстракт з HNO <sub>3</sub>	Екстракт фірми «Будимка»	Екстракт фірми «G.&G.» (Австрія)
Студнеутворююча здатність, USA-SAG	4,5	4,0	4,2	4,5
Температура студнеутворення, °С	84	85	82	83
pH екстракту	3,1	2,9	3,1	3,1
Показник чистоти екстракту ПВ/СВ	0,50	0,32	0,41	0,45

З даних, наведених у таблиці, видно, що отриманий екстракт, за розробленою «Пектин» технологією, відповідає міжнародним стандартам.

Найбільш близькі до зразків порівняння показники має екстракт, одержаний з використанням електроактивованої води.

«Вичавки з яблук після соковитисного преса подаються в реактор, куди надходить 5 %-вий розчин сірчистої кислоти. Отриману суміш нагрівають до температури 75 – 85 °С. Не припиняючи перемішування, вичавки витримують при цій температурі в залежності від сорту яблук, з яких вони отримані, протягом 1 – 3 години. Потім цього до сульфатованих вичавок додають відповідно до рецептури гарячу воду температурою 80 – 82 °С та перемішуючи витримують додатково 0,5 – 1 год. Потім в реактор через перфоровану трубу подають гостру пару під тиском 0,15 – 0,2 МПа протягом 7 – 9 хв.

Розм'якшена та частково десульфатована яблучна маса спрямовується на здвоєну протиручну машину з ситами, що мають отвори діаметром 1,5 – 1,2 та 0,8 – 0,4 мм. При необхідності паста надходить на колоїдний млин для більш тонкого подрібнення целюлози, що одночасно підвищує здатність до студнеутворюючої пасти.

Яблучно-пектинову пасту охолоджують і зберігають із вмістом сірчистого ангідриду 0,2 % протягом 1 року» [28].

Таким чином, аналіз літературних даних з вітчизняних та зарубіжних джерел підтверджує доцільність переробки яблучної сировини з отриманням пектину та пектинопродуктів на основі використання органічних харчових кислот та електроактивованої водної системи.

### 1.3 Роль пектинових речовин у корекції харчового статусу населення України

У світі налічується понад 100 млн. хімічних речовин і щорічно синтезується близько 100 тис. З ними людина має постійний або тимчасовий контакт протягом усього життя. В організм людини хімічні сполуки потрапляють в основному

трьома шляхами – через органи дихання, шлунково-кишковий тракт з їжею, всмоктуванням через неушкоджену шкіру та слизові оболонки верхніх дихальних шляхів, очей, ротової порожнини та ін. У результаті дії хімічних речовин серед населення мають місце так звані екологічні захворювання.

«Повсюдне погіршення екологічної ситуації, крім отруєнь різного ступеня тяжкості, забруднювачами із зовнішнього середовища призводять до імунодефіциту.

Радіація, важкі метали, пестициди, діоксини та нітрати порушують імунологічну реактивність організму, тобто його здатність відповідати на подразник адекватною пристосувальною реакцією. Це дуже серйозне порушення функціонального стану організму людини. У зв'язку з цим дуже актуальною є проблема детоксикації організму за допомогою спеціальних речовин – детоксикантів» [29].

До харчових речовин, що є високоефективним детоксикуючим засобом, відносяться пектини. У клінічних умовах в Україні підтверджено ефективність пектинопрофілактики для зниження хлорорганічних пестицидів: гексахлорциклогексан (ГХЦГ), дихлордифенилтрихлорметилметан (ДДТ), хлорорганічні пестициди (ХОП) – рисунок 1.2. З наведених даних видно, що вміст ХОП знижується практично в 4 – 4,5 разів після прийому пектинових речовин.

При додаванні до розчину пектину солей металів утворюються нерозчинні, стійкі сполуки – пектинати металів, які не абсорбуються в кишечнику. Комплексоутворюючі або хелатні властивості пектинів обумовлені наявністю в молекулі полімеру-пектину – карбоксильних та гідроксильних груп галактуронової кислоти. Активність та міцність утворення хелатів залежить від ступеня етерифікації пектинів, тобто від співвідношення між етерифікованими та вільними карбоксильними групами.

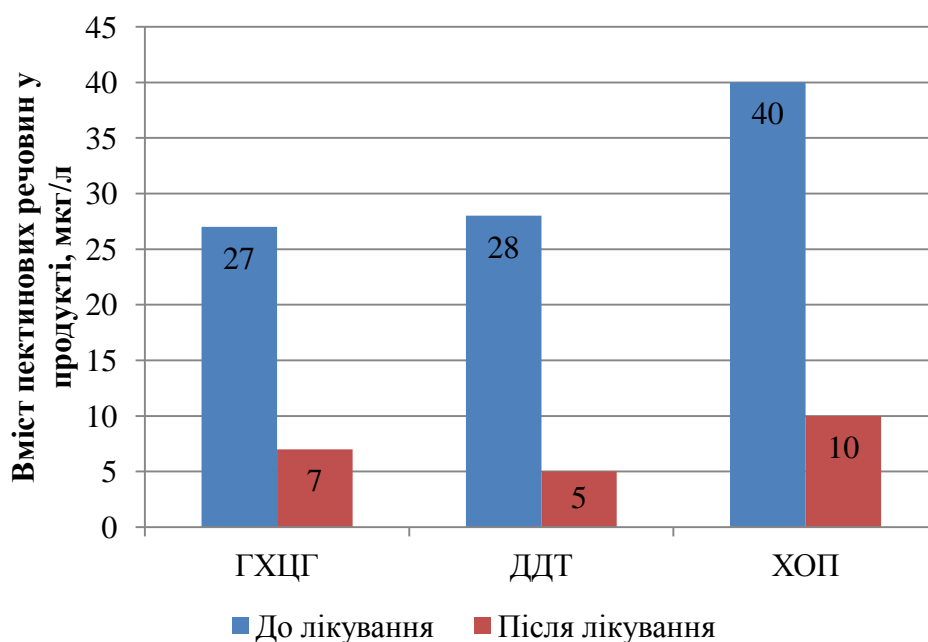


Рисунок 1.2 – Ефективність пектинопрофілактики при отруєнні хлорорганічними пестицидами

Чим менше етерифіковано пектин, чим більше вільних карбоксильних груп, тим легше утворюються хелати металів. [31]

«Методичними рекомендаціями щодо організації профілактичного харчування робітників, які контактують з важкими металами» передбачається застосування пектинових речовин.

Низькоетерифікований пектин легко утворює пектинати металів, у тому числі свинцю, а високоетерифікований (метоксильований) пектин обволікає кишкову стінку і за допомогою механізму гель-фільтрація (неперемішаний шар води) знижує всмоктування малих молекул, таких як важкі метали та радіонукліди.

Пектини можуть зв'язувати як важкі метали, що надходять ззовні в травний канал, так і попереджати вторинну резорбцію металів при попаданні їх у шлунково-кишковий тракт з жовчю або у складі інших травних секретів, виводячи їх з калом. Мікроорганізми кишківника частково гідролізують пектинові речовини з утворенням галактуронової та олігогалактуронової кислот, які реабсорбуються в кишечнику та потрапляють у кров'яне русло.

Встановлено, що максимальне виведення свинцю з сечею та калом та зменшення вмісту свинцю в кістках досягається при ступені етерифікації 50 – 60 %.

З огляду на це фірмою «САНОФІ» розроблено препарат Медетопект. Ступінь етерифікації яблучного пектину, що входить до його складу, становить 30 – 38 %. Добова доза Медетопекту містить 14 г активних компонентів (низькоетерифікований пектин – 35 %, високоетерифікований пектин – 10 %, екстракт з яблук, що містить пектин, яблучний порошок, яблучне волокно). Зв'язуючи токсини, він не зменшує вміст заліза. Тому препарат заслуговує на позитивну оцінку як засіб профілактики свинцевої хронічної інтоксикації.

Оптимальна профілактична доза пектину за умов радіоактивного забруднення становить щонайменше 15 – 16 р.

У [29] зазначено, що «у щоденний раціон харчування пектин може бути включений або у вигляді промислових пектиновмісних харчових продуктів, або у вигляді сухого порошку, що додається після його набухання в готові страви. Добова доза пектину може бути розрахована на одноразовий прийом їжі (обід) або дворазовий (сніданок – обід, обід – вечеря). При одноразовому прийомі пектину його добову кількість розводять кип'яченою водою кімнатної температури (1 склянка) і після набухання (через 1 годину) половину отриманої маси додають у перші страви, не допускаючи кип'ятіння. Другу половину набряклого пектину вносять до третіх страв або, розбавляючи її соком, п'ють як самостійний напій. Найбільшою здатністю зв'язувати радіонукліди володіють буряковий та соняшниковий пектини, меншою – яблучний та цитрусовий» (таблиця 1.5).

Таблиця 1.5 – Профілактичне рекомендації щодо використання пектинів та продуктів, збагачених пектинами

Інгредієнти окремих речовин готових продуктів, збагачених пектином	Профілактична доза, г	Курс прийому, дні	Лікувальна доза, г	Курс прийому, дні
Пектин (порошок) Яблучний	6 – 8	12 – 14	15 – 16	18 – 21
Буряковий НМ	4 – 5	12 – 14	8 – 10	18 – 21
Яблучний НМ	4 – 5	12 – 14	8 – 10	18 – 21

Таким чином, фізико-хімічні властивості пектинових речовин дають основу для висновку про те, що пектин може бути віднесений до одних з найважливіших компонентів профілактичного та лікувального харчування.

#### Висновки до розділу

Розробка технології та організація комплексної переробки яблук літніх та осінніх сортів з отриманням пектину та пектинопродуктів функціонального призначення є в сучасних умовах дуже актуальними. Отже, метою роботи є наукове обґрунтування та експериментальне підтвердження технології комплексної переробки яблук літніх та осінніх сортів з отриманням пектину та пектинопродуктів функціонального призначення.

Відповідно до поставленої мети вирішувалися такі завдання:

- вивчити фракційний склад пектинових речовин яблук літніх та осінніх сортів;
- визначити дифузійну провідність яблучних вичавків досліджуваних сортів яблук за різних технологічних режимів вилучення пектину;
- розробити технологію одержання яблучного пектину з високими якісними показниками;
- розробити технологію комплексної переробки яблук літніх та осінніх сортів з отриманням пектину та пектинопродуктів;
- дослідити стан охорони праці в ПП «Біолайт»;
- розрахувати витрати на проведення досліджень.

## 2. ОБ'ЄКТИ, СХЕМА І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

### 2.1 Схема проведення дослідження

Для вдалого проведення експериментальних досліджень нами запропонована наступна схема, яка приведена на рисунку 2.1.



Рисунок 2.1 – Схема проведення дослідження

### 2.2 Коротка характеристика об'єктів дослідження

Як об'єкти дослідження нами обрано 3 літніх та 3 осінніх сортів яблук. Характеризуються вони в такий спосіб.

**БЛІЙЙ НАЛИВ.** Старовинний місцевий український сорт досить поширений у всіх районах. Включено до державного реєстру у 1947 р.

Універсального, переважно столового призначення. Яблука літнього терміну дозрівання, знімають у другій декаді липня (12 – 18 липня), можуть лежати трохи більше 5 – 6 днів, після чого перезрівають, робляться борошністими і лопаються. У холодильнику зберігаються трохи більше місяця, якщо зняті недозрілими. Сорт скороплідний, з періодичним плодоношенням, на 5 – 6 рік вже дає відчутний урожай (до 150 кг з дерева, окремі з них дають понад 250 кг).

Плоди середньої величини (маса 80 – 120 г), неоднорідні за формою – округло-конічні, рідше – округло-яйцеподібні, злегка ребристі часто з гострим поздовжнім швом. Основними недоліками сорту є слабка стійкість до парші, невисока транспортабельність та лежкість.

**БОРОВИНКА** Старовинний цінний сорт народної селекції. Включено до державного реєстру 1947 р. Є одним з основних промислових сортів. Плоди використовуються у свіжому вигляді, а також для варіння варення, сушіння, січення та соління. Сорт універсального, переважно столового призначення.

Плоди осіннього (у Середній зоні) та літнього (на Півдні) терміну дозрівання. У Дніпропетровській області дозрівають 20 – 30 липня. Періодичність плодоношення середня. Висока врожайність, 80 – 120 кг з дерева, різко періодична.

Плоди середні, вищі за середні і навіть великі (маса 80 – 150 г), плоскоокруглої, округлої або злегка плескатої, пірамідальної форми. Плоди зберігаються 8 – 10 днів, у холодильнику не більше 40 днів, знімають вибірково в 2 – 3 прийоми.

Позитивні якості: хороша зимостійкість і висока врожайність.

Недоліки: слабка стійкість плодів та листя до парші. Гілки слабо скріплені зі стоволом, легко відламуються. [9, 22, 33]

**РЕЙНДЖЕР** (*Renger*), к-272403 виведений у Канаді шляхом схрещування сортів Кримсон Бьюті та Ред Мелба. Дерево потужне, дуже зимостійке.

Плодоносить нерегулярно. Плоди округло-конічні, середньої величини. Шкірка жовта з червоним смугастим рум'янцем, що покриває більше половини поверхні плода. М'якуш білий, щільний, ніжний, десертного смаку.

Дозріває на 7 – 10 днів. У теплих районах часто утворюється рідка серцевина плодів. [50]

ГОЛДЕН ГРАЙМС (Golden Grimes). Походить із США. Плоди знімають наприкінці вересня, дозрівають на початку листопада, лежать до березня-квітня. Вступає в плодоношення на 6 – 7 році, добрі врожаї дає після 10 років.

Стійкість до грибних хвороб, особливо до парші, плямистої та плодової гнилі, недостатня.

Плоди досить великі (середня вага 118 г, максимальна – 155 г), округло-конічні з невеликими широкими ребрами, що проходять через весь плід. М'якуш високоцукровий з приємною кислотою, ароматний, гарного смаку, з ренетною пряністю.

Позитивні якості: хороші смакові якості плодів; Недолік – слабка посухостійкість та морозостійкість, обсипаність плодів.

Транспортабельні. Використовуються переважно для споживання у свіжому вигляді, але придатні і для технічної переробки. [50]

ГРИВ РУЖ (синоніми: Грив ред, Grive red). Сорт французької селекції. Включено до державного реєстру у 1996 р. Можна використовувати як у свіжому вигляді, так і для приготування соку. Пізньолітній сорт. Плоди дозрівають у середині серпня. Дерева посухо-і зимостійкі, практично стійкі до грибних захворювань (парші, борошнистої роси, бурої плямистості). Сорт скороплідний і врожайний (з 8-річних дерев отримували по 65 кг)

Плоди великі (140 – 170 г), слабо або середньосплюснені, округлі, у верхній частині злегка конічні, слаборебристі овально-округлої форми. Переваги: пізньорічний сорт, практично імунний до хвороб та шкідників, високопродуктивний, добре переносять транспортування, смак кисло-солодкий, у лежанні стає солодшим. [37,43, 93]

ЕРЛІБЛЕЙЗ (Earliblaze), к-17482. Походить із США. У плодоношення вступає на 4 рік і дає високі врожаї, що досягають 184 кг в 1 літньому віці. Стійкість до борошнистої роси досить гарна. Плоди середньої величини (середня вага 92 г, максимальна – 122 г), округлої або плоско-округлої форми, іноді з широкими ребрами, що проходять через весь плід. Шкірка зеленувато-жовта або світло-жовта з красивим темно-червоним розмито-смугастим забарвленням, що покриває майже весь плід. М'якуш кремовий, соковитий, ароматний, гарного кисло-солодкого смаку. Збір плодів проводять у середині серпня чи через 101 – 102 дні після цвітіння, період споживання до 50 днів. Для літнього сорту плоди дозрівають досить пізно. Однак він має ряд переваг і заслуговує на випробування в садах інтенсивного типу. [50]

2.3 Методи визначення якісних показників об'єктів дослідження та цільових продуктів (пектини, екстракти, напої, желе)

Експериментальні дослідження проводили за загальноприйнятими у пектиновому виробництві методами. Функціональну спрямованість розроблених харчових композицій оцінювали за комплексоутворювальною здатністю, радіонуклідзв'язувальною та детоксикуючою активністю, а також за біохімічним складом цільових продуктів. При обробці дослідних даних застосовували нормальний закон розподілу (закон Гаусса), кореляційний та регресійний аналіз.

Методи визначення якісних показників об'єктів дослідження та цільових продуктів представлені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Методи визначення якісних показників об'єктів дослідження

Об'єкт дослідження	Показники	Методи дослідження
Яблука	Сорт	Візуально
	Маса	Ваговий
	Масова частка сухих речовин, %	Рефрактометричний
	Цукру	Титрування
	Кислотність	Титрування
Сік пресовий	Масова частка сухих речовин, %	Рефрактометричний
	Кислотність	Титрування
	Вихід	Ваговий
Вичавки	Масова частка пектинових речовин, %	Об'ємний
Пектиновий екстракт	Масова частка сухих речовин, %	Рефрактометричний
Пектиновий екстракт	Масова частка спиртоосаджуємих пектинових речовин, %	Осадження етиловим спиртом 96% об.
	pH екстракту	Потенціометричний
	Комплексоутворююча здатність, мг Рb <sup>2+</sup> /мл	Трилонометричний
Пектин сухий	Вихід	Зважування
	Аналітичні характеристики	Кондуктометричне титрування
	Студнеутворююча здатність	Сосновського
Напої	Органолептичні показники	Органолептичний
	Масова частка сухих речовин, %	Рефрактометричний
	Кислотність, см <sup>3</sup> розчину гідроксиду натрію концентрацією 1,0 мол/дм на 100 см	Титрометричний
	Масова частка пектинових речовин, %	Об'ємний
	Масова частка суми моно-і дисахарів, %	Гексаціанофератний титрометричний метод
	Комплексоутворююча здатність, мг Рb <sup>2+</sup> /мл	Сорбційний

## Висновки до розділу

Розроблено схему по черговості проведення етапів експериментальних досліджень а також охарактеризовано об'єкти досліджень та приведено методи визначення якісних показників об'єктів дослідження та цільових продуктів.

### 3. ДОСЛІДЖЕННЯ КІНЕТИКИ ПРОЦЕСІВ ВИЛУЧЕННЯ ПЕКТИНОВИХ РЕЧОВИН З ЯБЛУЧНОЇ СИРОВИНИ

#### 3.1 Порівняльний хімічний склад сортів яблук, що вивчаються

Для реалізації завдання дослідження з вивчення дифузійної провідності досліджуваних сортів яблук нами проведено порівняльну оцінку їх хімічного складу за такими показниками: масова частка сухих речовин і цукрів, кислотність, що титрується, вміст вітаміну С. Вибір даних показників обумовлений вимогами споживчого ринку продуктів харчування.

Відомо, що масова частка цукрів у досліджуваних об'єктах представлена в основному сахарозою та такими легкозасвоюваними моноцукорами як фруктоза та глюкоза. Велика частина кислот в яблуках представлена яблучною (72 %), лимонною (17 %) і бурштиною (6, 8 %). На долю інших кислот припадає близько 4 % [43].

Органолептичні показники соків, як правило, характеризують цукрокислотним індексом, що є відношенням загальної кількості цукрів до кислот (рисунки 3.1 та 3.2).

З наведених даних видно, що у літніх сортів, що вивчаються, яблук цукрокислотний індекс значно вище (12 – 18), ніж у яблук осінніх сортів (3 – 8). Це можна пояснити особливостями біохімічного складу сортів, що вивчаються. Отримані дані стали основою для класифікаційної систематизації досліджуваних сортів за даним показником (таблиця 3.1), застосування якої дозволить оптимізувати процес купажування напоїв на соковій основі з цих сортів яблук за органолептичними показниками.

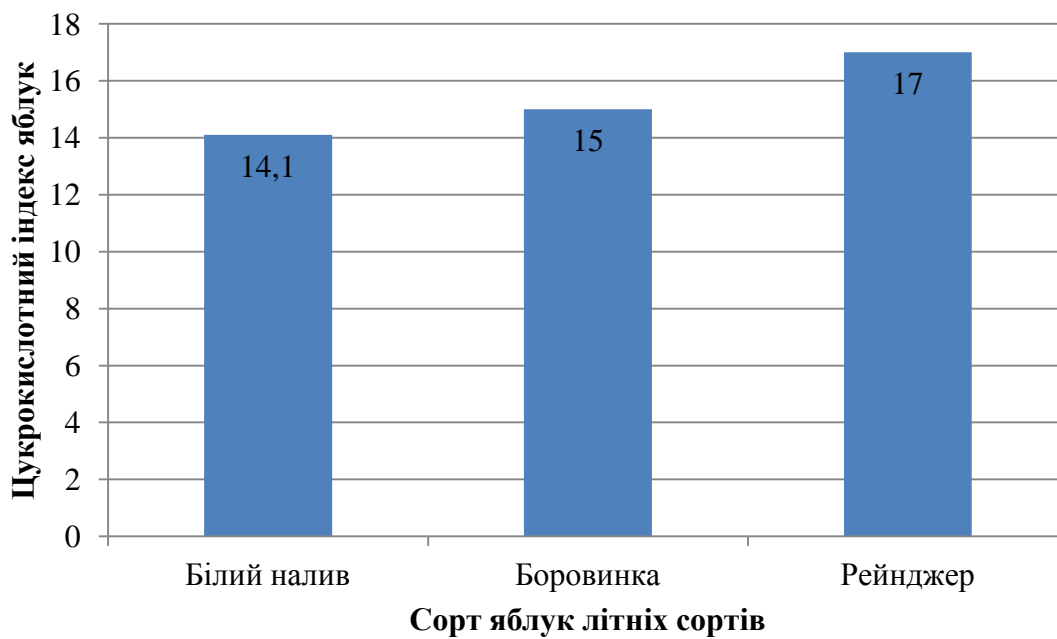


Рисунок 3.1 – Цукрокислотний індекс яблук літніх сортів

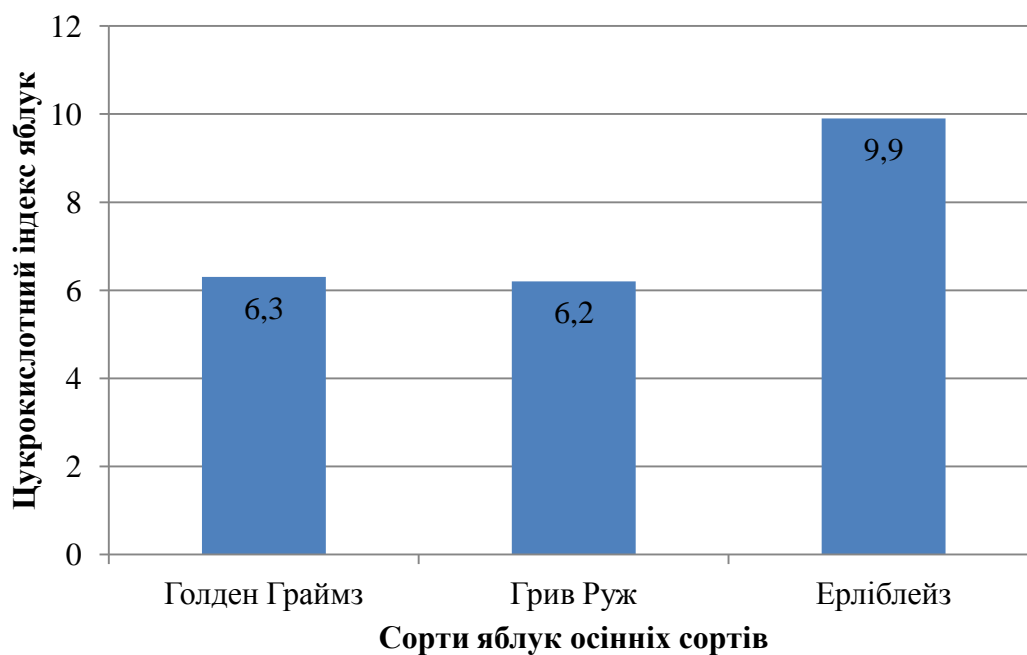


Рисунок 3.2 – Цукрокислотний індекс яблук осінніх сортів

Таблиця 3.1 – Класифікація сортів яблук за показником цукрокислотного індексу

Група	Значення	Сорт	Характеристика смаку
I	10 – 20	Рейнджер, Білий налив, Боровинка	Слабокислий
II	05 – 09	Грив Руж, Голден Граймз, Ерліблейз	Кислий

Купажуючи соки з різним кислотно-цукровим індексом можна досягти оптимальних органолептичних показників з урахуванням споживчого ринку різних регіонів.

Нами проведено також додаткові дослідження щодо визначення виходу соку з сортів яблук, що вивчаються (рисунки 3.3, 3.4)

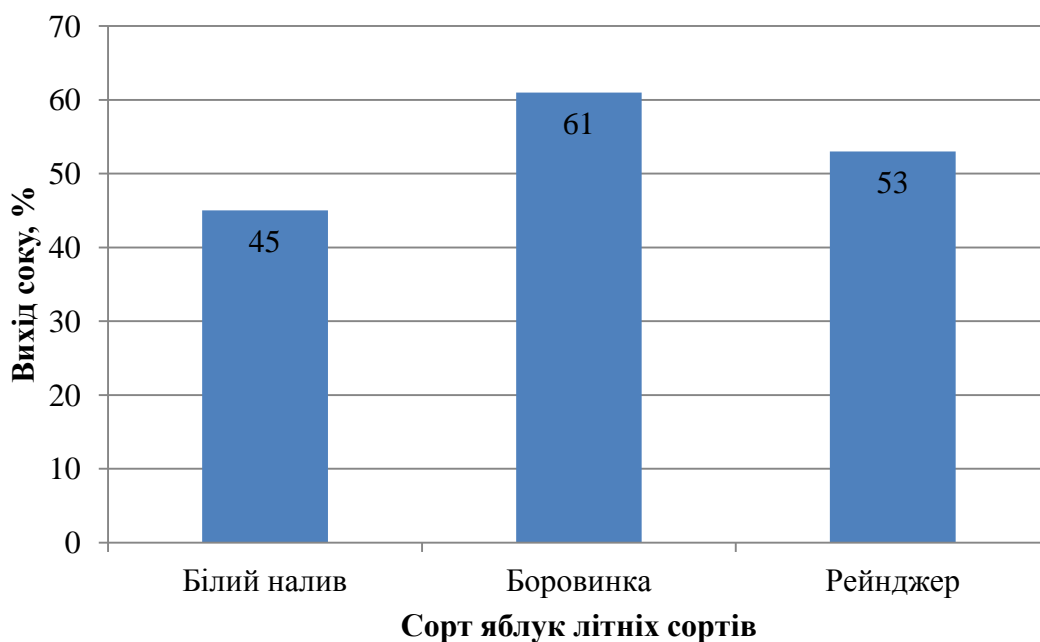


Рисунок 3.3 – Вихід соку з літніх сортів яблук, %

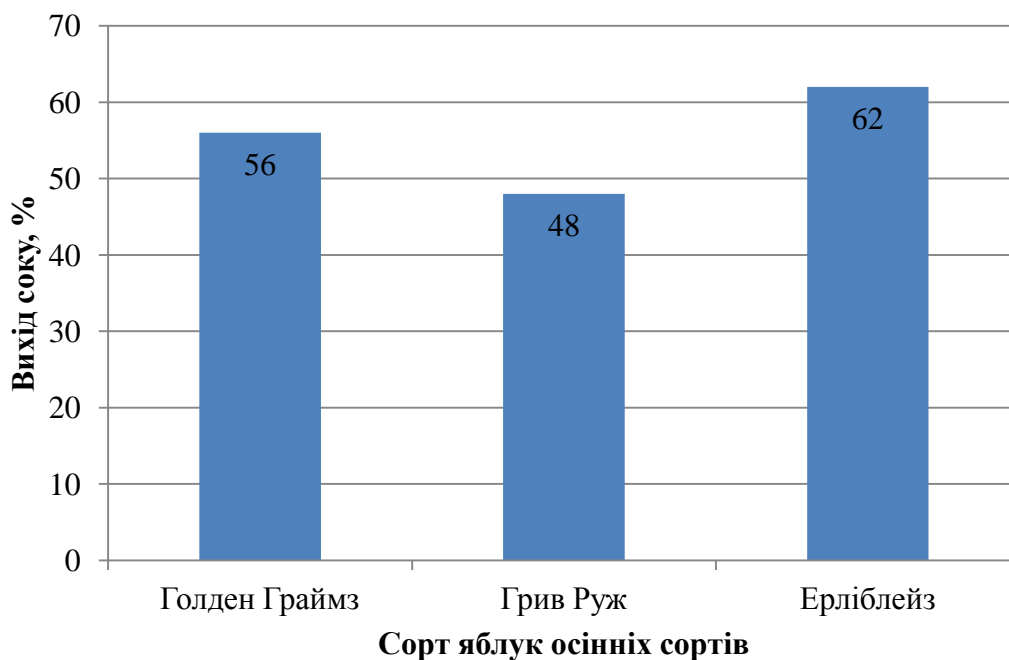


Рисунок 3.4 – Вихід соку з досліджуваних яблук осінніх сортів, %

З наведених даних видно, що вихід соку у сортів, що вивчаються, в середньому коливається від 60 до 70 %, що узгоджується з дослідно-промисловими даними за даним показником.

Аналізуючи в цілому отримані дані можна зробити висновок про те, що практично всі сорти яблук, що вивчаються, слід рекомендувати для промислової переробки на сокових підприємствах.

### 3.2 Фракційний склад пектинових речовин яблучної сировини

Для оцінки промислової значимості сортів яблук, що вивчаються, особливо літніх, нами проведені дослідження з визначення в них фракційного складу пектинових речовин.

З [21] відомо, що «пектинові речовини (ПР) (фізичні суміші пектинів з супутніми речовинами) існують у кількох формах:

- протопектин (ПП) – нерозчинний у воді природний пектин рослин, що складається в основному з мережі пектинових ланцюгів, утворених в результаті з неетерифікованими групами -COOH з утворенням іонних місткових зв'язків та, у значній кількості, за допомогою ефірних містків  $\text{CH}_3\text{PO}_4$ ;

- гідратопектин (РП) – водорозчинна речовина, вільна від целюлози і що складається з частково або повністю метоксильованих залишків полігалактуранової кислоти.

Ці форми виконують у рослинній тканині різні фізіологічні функції та в залежності від спрямованості біохімічних процесів у рослині переходять з одного стану до іншого» .

Експериментальні дані щодо вмісту протопектину і гідратопектину в літніх сортах яблук, що вивчаються, наведені на рисунках 3.5, 3.6. Результати дослідження показали, що за найбільшим вмістом гідратопектину виділяється сорт яблук Білий налив (0,69 %). В інших сортах вміст гідратопектину коливається в межах 0,2 – 0,6 %, за найменшим – сорт Боровинка (0,8 %). Загальний вміст пектинових речовин у цих сортах яблук коливається від 1 до 1,8 %.

Дослідні дані щодо фракційного складу пектинових речовин у досліджуваних осінніх сортах наведено на рисунках 3.7, 3.8. Результати дослідження показали, що за найбільшим вмістом гідратопектину виділяється сорт яблук Голден Граймз (0,78 %). В інших сортах вміст гідратопектину коливається в межах 0,05 – 0,6 %. За найменшим – сорт Грив руж (1,0 %). Загальний вміст пектинових речовин у цих сортах яблук коливається від 2 до 3,5 %.

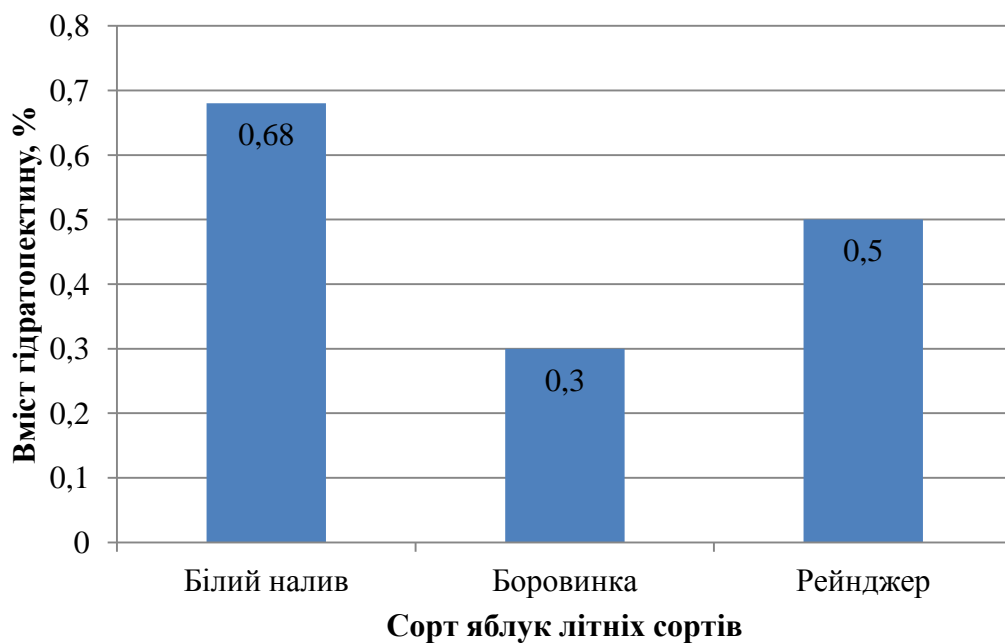


Рисунок 3.5 – Вміст гідратопектину у досліджуваних яблуках літніх сортів, % а.с.м.

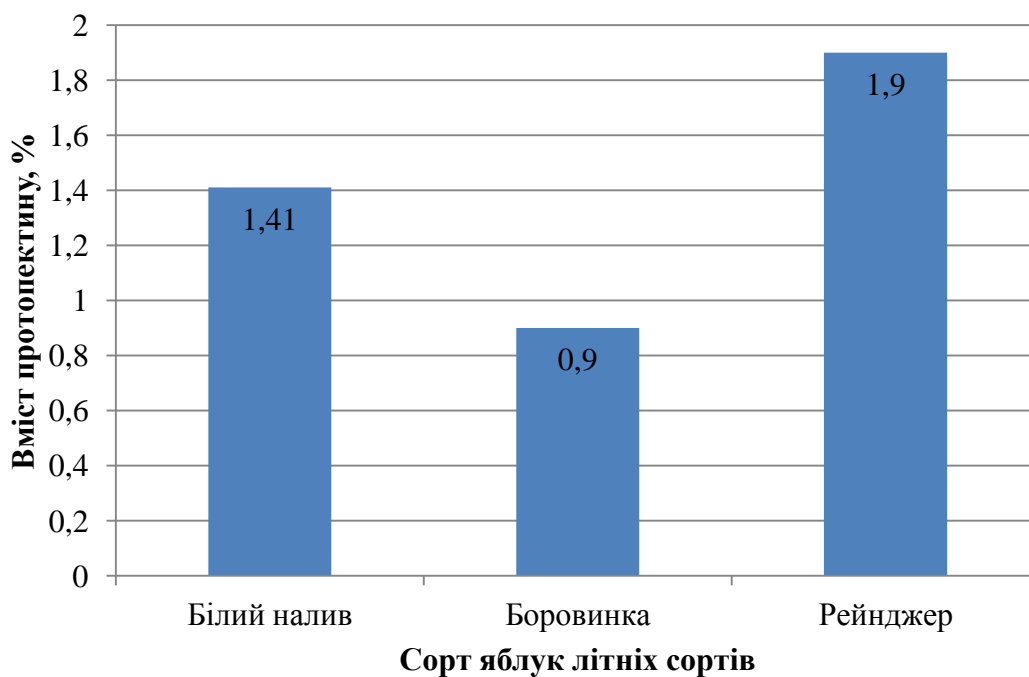


Рисунок 3.6 – Вміст протопектину в досліджуваних яблуках літніх сортів, % а.с.м.

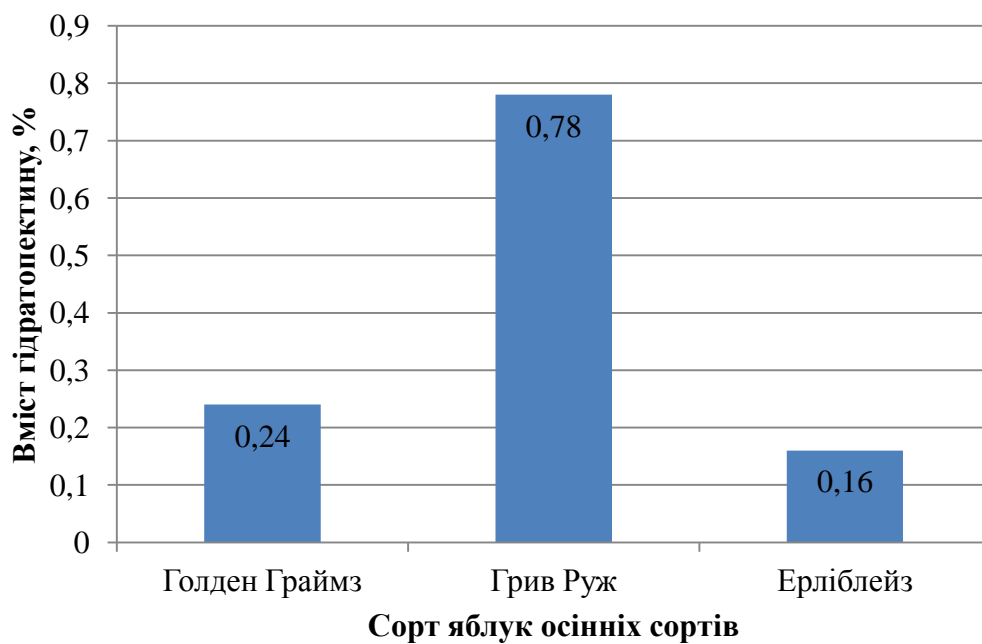


Рисунок 3.7 – Вміст гідратопектину в досліджуваних яблуках осінніх сортів, % а.с.м.

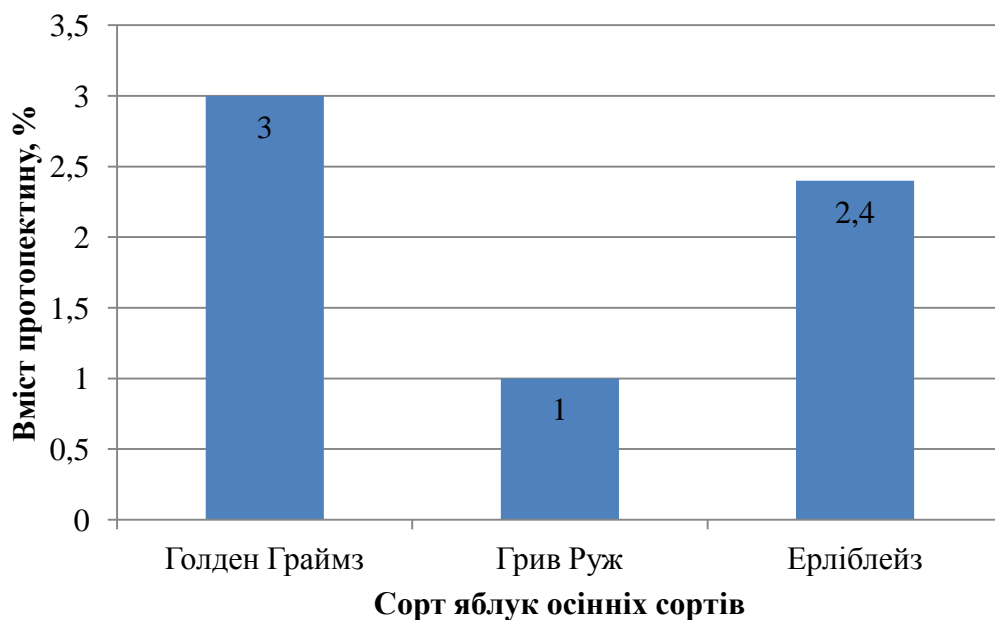


Рисунок 3.8 – Вміст протопектину в досліджуваних яблуках літніх сортів, % а.с.м.

Аналізуючи отримані дані, можна дійти висновку, що у загальному вмісті пектинових речовин між літніми і осінніми сортами яблук істотних відмінностей немає. Це дає підставу для вивчення можливості розгляду літніх сортів яблук як пектиновмісної сировини.

Однак, важливою характеристикою пектиновмісної сировини, крім масової частки пектину, є співвідношення протопектину (ПП) і розчинного пектину (РП), що зумовлює відмінність у технологічних параметрах вилучення пектину.

З наведених у таблиці 3.2 даних видно, що практично всі літні сорти яблук, що вивчаються, відрізняються низьким співвідношенням ПП/РП в порівнянні з осінніми сортами [61].

Таблиця 3.2 – Співвідношення ПП/РП у досліджуваних сортах яблук

Група	Показник ПП/РП	Сорти
I	>13	Ерліблейз
II	6 – 13	Голден Грайм
III	<6	Білий Налив, Боровинка, Рейнджер, Грив Руж

Таким чином, результати проведених досліджень зумовлюють доцільність необхідності розробки технології отримання пектину і пектиновмісних продуктів з літніх сортів яблук, що вивчаються.

### 3.3 Вплив виду та концентрації гідролізуючого агента на вихід яблучного пектину

Відомо, що основною технологічною стадією вилучення пектину є гідролізекекстрагування. Процес гідролізу протопектинового комплексу має дві стадії: розщеплення зв'язків між ланцюгами макромолекул протопектину з іншими компонентами клітинних стінок та гідроліз самих полімерних ланцюгів протопектину з утворенням продуктів гідролізу з різною масою та розчинністю у воді.

Каталізаторами гідролізу є водневі та гідроксильні іони. Завдяки каталітичній дії водневих іонів пектинові речовини зазнають змін. При цьому велике значення має температура та рН середовища. При низьких показниках рН гідролізуються ацетильні та металеві ефіри, а за підвищення температури відбувається розщеплення глікозидних зв'язків. При каталізі процесу гідроксильними іонами ацеталефірні групи пектинових речовин відщеплюються швидше, спостерігається деградація пектинових макромолекул.

Для забезпечення хімічних умов протікання процесу гідролізу застосовують гідролізуючі агенти – мінеральні та органічні кислоти.

Найбільш типовим гідролізуючим агентом для вилучення яблучного пектину є азотна кислота. При проведенні досліджень даний гідролізуючий агент обраний нами як об'єкт дослідження.

Для отримання пектинових екстрактів з яблучної сировини застосовують також лимонну кислоту [46], що стало підставою для її вибору як досліджуваного гідролізуючого агента.

Для порівняльного вивчення впливу виду гідролізуючого агента на вихід та якість пектину з досліджуваних сортів яблук нами проведено додаткові дослідження.

При використанні азотної кислоти як гідролізуючий агент нами були прийняті відомі технологічні параметри процесу гідролізу-екстрагування пектинових речовин з осінніх та зимових сортів яблук (температура – 80 °С, концентрація кислоти – 0,5 %, тривалість – 3 год). У досліджах із застосуванням як гідролізуючого агента – лимонної кислоти прийняті такі технологічні параметри: температура – 80 °С, концентрація кислоти – 0,1 %, тривалість – 3 год. Співвідношення твердої та рідкої фаз підтримувалося рівним 1:5.

Результати проведених досліджень з виходу спиртоосаджуваних пектинових речовин наведено в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Вихід спиртоосаджуваних пектинових речовин з яблук досліджуваних сортів

Досліджувані сорти	Вихід спиртоосаджуваних пектинових речовин, % до маси сухих речовин	
	Азотна кислота	Лимонна кислота
Літні сорти		
Рейнджер	10,30	17,96
Білий налив	7,47	15,60
Боровинка	9,09	9,40
Осінні сорти		
Грив Руж	7,73	20,85
Голден Граймз	11,5	20,8
Ерліблейз	8,3	11,76

З табличних даних видно, що практично для всіх сортів яблук, що вивчаються, спостерігається досить високий вихід спиртоосаджуваних пектинових речовин. При цьому вихід пектину вище при використанні гідролізуючого агента – лимонної кислоти.

Однак показником ефективності технологічного процесу є вміст чистого пектину в товарному продукті (таблиця 3.4).

Таблиця 3.4 – Вихід чистого пектину з яблук досліджуваних сортів

Досліджувані сорти	Вихід чистого пектину, % до маси сухих речовин	
	Азотна кислота	Лимонна кислота
Літні сорти		
Рейнджер	7,16	9,68
Білий налив	4,65	7,78
Боровинка	5,33	4,84
Осінні сорти		
Грив Руж	3,87	8,06
Голден Граймз	6,51	10,10
Ерліблейз	5,34	4,14

З наведених даних випливає, що вихід чистого пектину на а.с.м. у % до маси сировини при використанні як гідролізуючого агента лимонної кислоти дійсно вище в середньому в 168 разів. При цьому спостерігається очевидна закономірність – вихід чистого пектину з літніх сортів яблук при використанні даного екстрагента вище, ніж з осінніх в 1,89 рази. Винятком є сорт Боровинка (в 1,52 рази).

Таким чином, результати досліджень показали, що після виходу спиртоосаджуваних пектинових речовин і чистого пектину літні сорти яблук не поступаються осіннім. Це дає підставу для висновку про можливість застосування досліджуваних сортів як пектиновмісної сировини. Отримані дослідні дані також дозволили визначити вид гідролізуючого агента, що застосовується. Так, при використанні як пектиновмісної сировини вичавок літніх сортів яблук як гідролізуючого агента доцільно застосування лимонної кислоти; осінніх сортів – азотної.

Для визначення оптимальної концентрації лимонної кислоти під час використання літніх сортів яблук нами проведено додаткові дослідження. Дослідження проводили за таких концентрацій: 0,025 %; 0,05 %; 0,10 %; 0,15 %. Подальше збільшення концентрації економічно недоцільне. Отримані дослідні дані наведено у таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Вплив концентрації лимонної кислоти на вихід чистого пектину з яблук досліджуваних літніх сортів

Сорти яблук	Вихід чистого пектину, % до маси сухих речовин			
	0,025 %	0,05 %	0,10 %	0,15 %
Рейнджер	8,95	9,17	9,68	9,47
Білий налив	7,01	7,55	7,78	7,65
Боровинка	4,01	4,34	4,84	4,52

З наведених даних видно, що з концентрації лимонної кислоти нижче 0,1 % спостерігається зниження виходу чистого пектину для всіх досліджуваних сортів.

При концентрації 0,15 % вихід чистого пектину також знижується через часткову деструкцію пектинової молекули. Таким чином, в якості оптимальної нами прийнята концентрація лимонної кислоти – 0,1 %.

#### 3.4 Дослідження процесу екстрагування яблучного пектину при різних технологічних параметрах

Одним із основних процесів, що визначає ефективність технології вилучення пектинових речовин із рослинної сировини є екстрагування. Найбільш суттєвими факторами, що впливають на цей процес, є дифузійна провідність сировини, температура та тривалість екстрагування.

З урахуванням особливостей фракційного складу пектинових речовин літніх сортів яблук нами проведено додаткові дослідження.

Для вибору технологічних параметрів вилучення пектинових речовин нами проведено оцінку виходу та основного якісного показника яблучного пектину – студнеутворюючої здатності – при різних температурах та тривалості процесу. Концентрацію гідролізуючого агента – лимонної кислоти – підтримували 0,1 %. Температуру процесу змінювали від 80 °С до 90 °С. Як об'єкт дослідження обраний літній сорт яблук Рейнджер як сорт з найбільшим вмістом пектинових речовин. Дослідні дані наведено на рисунку 3.9.

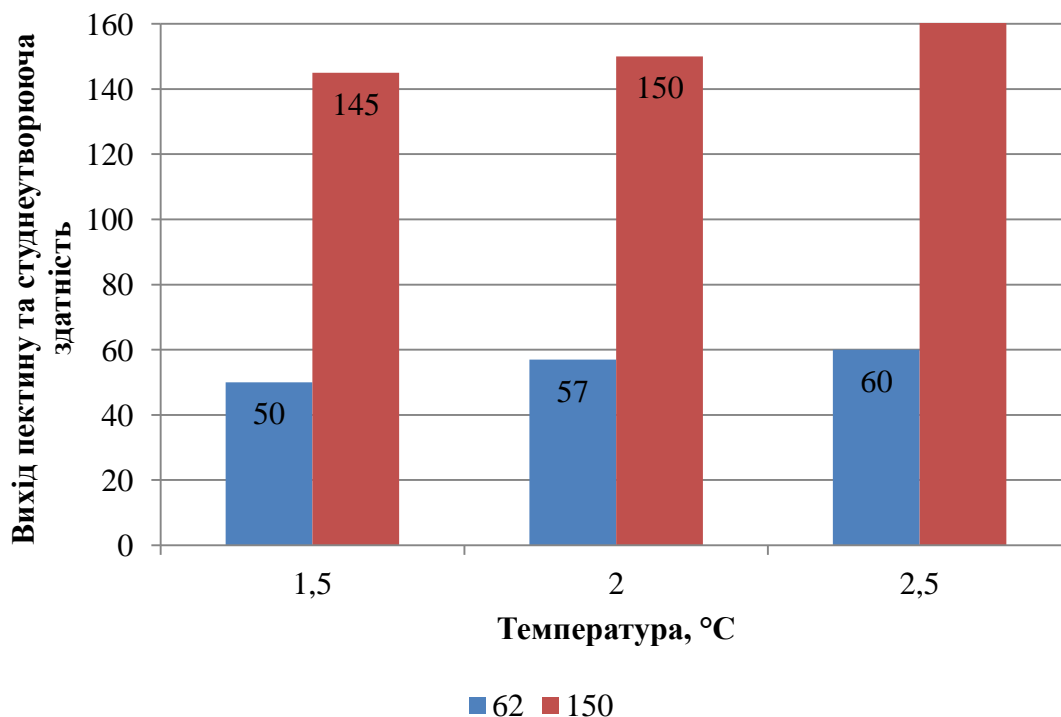


Рисунок 3.9 – Вплив температури на вихід та студнеутворюючу здатність яблучного пектину (сорт Рейнджер,  $\tau = 3$  год)

З наведених даних видно, що зі збільшенням температури спостерігається підвищення виходу (з 47 до 52 %). Найбільше значення градуса міцності пектинового студня досягається при температурі процесу 85 °C (160 °SAG), при подальшому підвищенні температури студнеутворююча здатність знижується до 145 °SAG. Тому, як оптимальна нами прийнята температура процесу – 85 °C.

Для визначення оптимальної тривалості проведено додаткові дослідження. Температуру процесу підтримували рівною 85 °C. Тривалість гідролізу-екстрагування змінювали від 1,5 до 3,5 год. В якості критеріїв оцінки ефективності процесу нами також були обрані вихід і студнеутворююча здатність пектину. З урахуванням відмінностей у фракційному складі пектинових речовин для досліджень вибрано два сорти: літній – Боровинка, осінній – Голден Граймз. Експериментальні дані наведено на рисунках 3.10, 3.11.

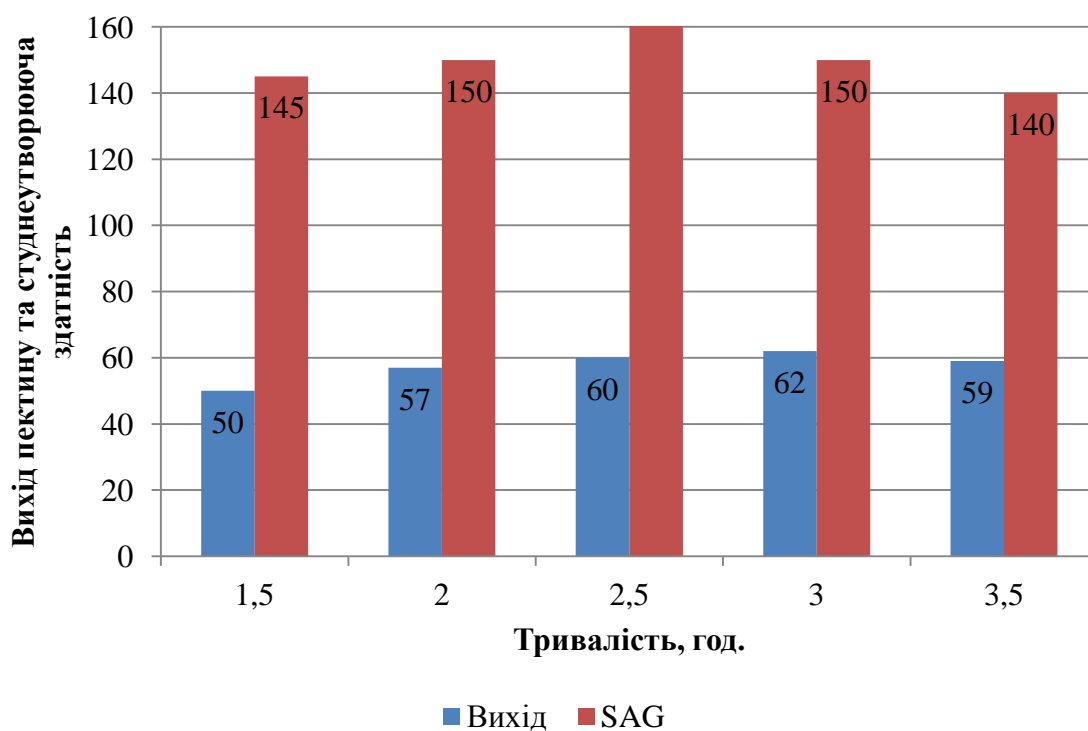


Рисунок 3.10 – Вплив тривалості на вихід та студнеутворюючу здатність яблучного пектину (сорт Бороинка,  $t=85\text{ }^{\circ}\text{C}$ )

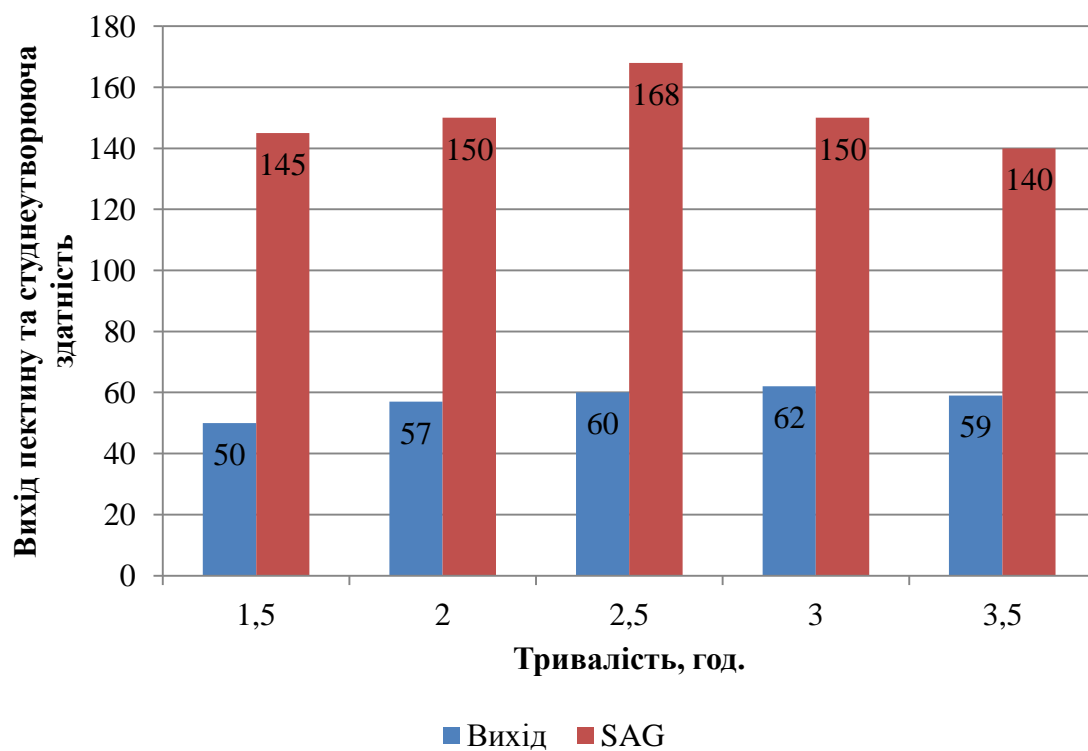


Рисунок 3.11 – Вплив тривалості на вихід та студнеутворюючу здатність яблучного пектину (сорт Голден Граймз,  $t=80\text{ }^{\circ}\text{C}$ )

Аналіз отриманих даних показав, що при збільшенні тривалості процесу вихід спиртоосаджуваного пектину знижується, що пов'язано зі зниженням молекулярної маси та фракційним складом пектинових речовин. Найбільший вихід пектину з літніх сортів яблук спостерігається при тривалості процесу – 2 год, з осінніх – 2,5 год.

Таким чином, результати проведених досліджень дають підставу для вибору оптимальних наступних технологічних параметрів: для літніх сортів яблук – концентрація лимонної кислоти – 0,1 %; температура – 85 °С, тривалість – 2 год; для осінніх сортів – концентрація азотної кислоти – 0,5 %, температура – 80 °С, тривалість – 2,5 год.

3.5 Порівняльні аналітичні характеристики пектинових речовин сортів яблук, що вивчаються

Промислову значущість пектиновмісної сировини оцінюють не тільки за вмістом пектинових речовин, але і за їх аналітичними характеристиками, які, у свою чергу, визначають цільову спрямованість виділених пектинів. Відомо, що студне- і комплексоутворюючі властивості зумовлюють застосування пектинів у харчовій промисловості для лікувально-профілактичних продуктів харчування з різною консистенцією.

Для організації виробництва функціональних пектиновмісних продуктів харчування не менш важливим є такий показник, як вміст чистого пектину в товарному порошку.

Нами проведено додаткові дослідження щодо визначення кількісного значення даного показника в пектинах досліджуваних сортів яблук (рисунки 3.12, 3.13).

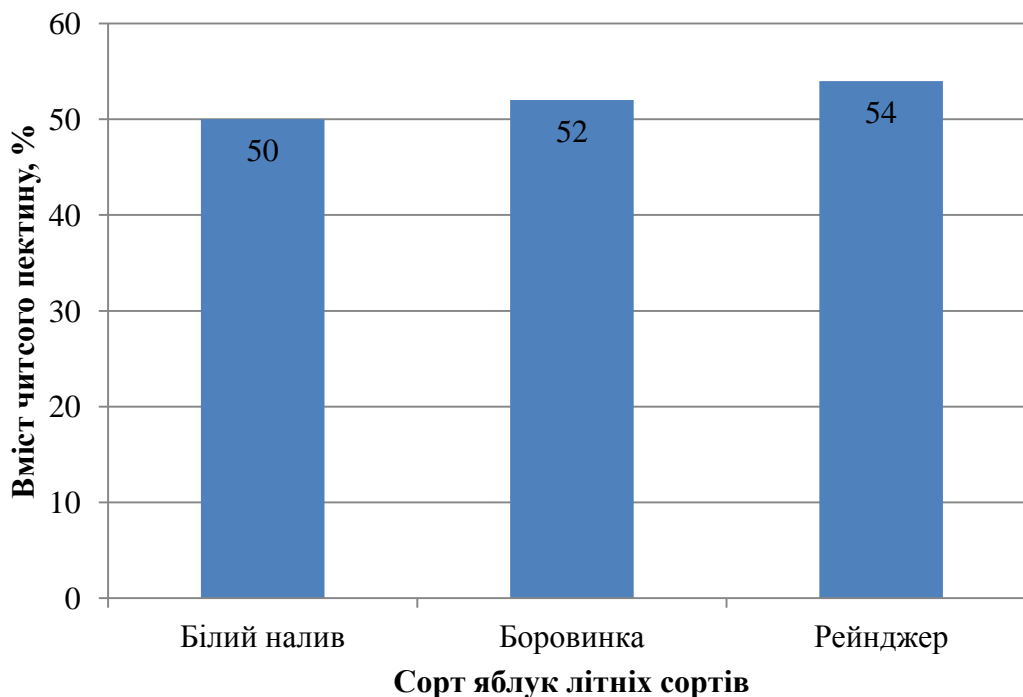


Рисунок 3.12 – Вміст чистого пектину в порошку пектину, отриманому з вичавків літніх сортів яблук, %

Вміст чистого пектину у вичавках літніх сортів яблук коливається не більше 39 – 59 %. Високий вміст чистого пектину спостерігається у вичавках яблук Боровинка, що, ймовірно, слід пояснити біохімічними особливостями цього сорту.

Вміст чистого пектину у вичавках осінніх сортів яблук змінюється від 45 до 65 %, що дещо вище порівняно з літніми.

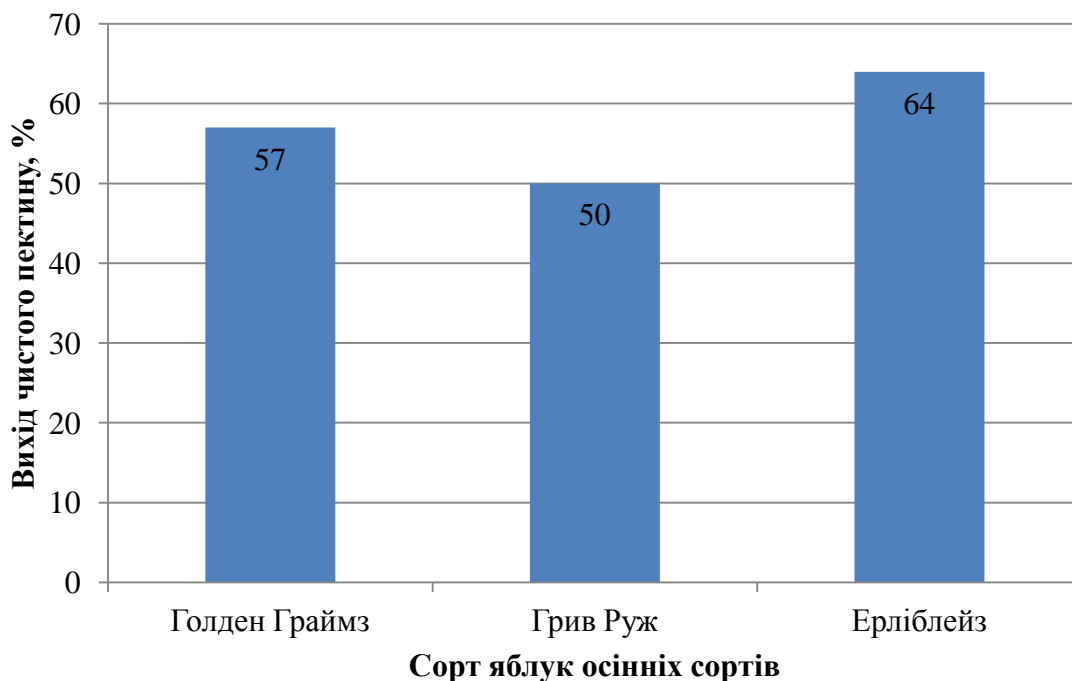


Рисунок 3.13 – Вміст чистого пектину в порошку пектину, отриманому з вичавків осінніх сортів яблук, %

Проте істотних відмінностей не спостерігається. Це дає підставу для висновку про те, що вичавки літніх сортів яблук за вмістом та аналітичними характеристиками пектинових речовин практично не поступаються осіннім сортам.

### 3.6 Отримання харчового екстракту гідратопектину

З метою організації комплексної переробки та результатів експериментальних досліджень кінетики вилучення пектинових речовин із літніх сортів яблук нами розроблено технологічну схему отримання харчового екстракту гідратопектину.

Як вихідна сировина нами використані свіжоотримані вичавки літніх сортів яблук. На підставі отриманих дослідних даних про фракційний склад пектинових речовин найкращі результати отримані для яблук сортів Рейнджер, Боровинка і Білий налив.

Гідроліз-екстрагування пектинових речовин з вичавків проводили у виробничих умовах приватного підприємства «Біолайт» за наступних параметрів: температура – 80 – 90 °С; рН = 2,8 – 3,2; співвідношення витрати мас твердої та рідкої фаз 2,5 – 4,0; тривалість процесу 1,0 – 1,5 год. Як гідроліз агент застосована лимонна кислота.

Після закінчення зазначеного часу гідролізу суміш розділяли одним із відомих способів. Пектиновий екстракт охолоджували, освітлювали, фільтрували та направляли на концентрування до вмісту пектину 2,5 – 3,0 % з подальшим асептичним зберіганням. Гарантійний термін зберігання – 6 місяців.

Пектиновий концентрат, отриманий за розробленою технологією, є вихідною сировиною для виробництва пектиновмісних харчових продуктів і сухого пектину.

Для оцінки розробленої технології було проведено порівняльну характеристику якісних показників екстрактів, отриманих за розробленою технологією та зразків рідкого пектину фірм «Будимка» (Югославія) та «Grill & Grossman» (Австрія) (таблиця 3.6).

Таблиця 3.6 – Порівняльні якісні показники пектинових екстрактів з вичавків літніх сортів яблук

Показники	Характеристика екстрактів		
	Екстракт за нашою технологією	Екстракт фірми «Будимка»	Екстракт фірми «G.&G.» (Австрія)
Студнеутворююча здатність, USA-SAG	4,5	4,2	4,5
Температура студнеутворення, °С	84	82	83
рН екстракту	3,1	3,1	3,1
Показник чистоти екстракту ПВ/СВ	0,50	0,41	0,45

З даних, наведених у таблиці, видно, що екстракт, отриманий досліджуваною технологією, відповідає міжнародним стандартам.

Таким чином, оцінка якісних показників харчового екстракту гідратопектину дає підставу для висновку про промислову значущість вичавків яблук літніх сортів яблук як пектиновмісної сировини і перспективності пектинового екстракту для використання при виробництві функціональних продуктів харчування.

### Висновки до розділу

Встановлено, що вихід соку у сортів, що вивчаються, в середньому коливається від 60 до 70 %, що узгоджується з дослідно-промисловими даними за даним показником.

Встановлено, що найбільшим вмістом гідратопектину виділяється сорт яблук Білий налив (0,69 %). В інших сортах вміст гідратопектину коливається в межах 0,2 – 0,6 %, за найменшим – сорт Боровинка (0,8 %). Загальний вміст пектинових речовин у цих сортах яблук коливається від 1 до 1,8 %.

Найбільшим вмістом гідратопектину виділяється сорт яблук Голден Граймз (0,78 %). В інших сортах вміст гідратопектину коливається в межах 0,05 – 0,6 %. За найменшим – сорт Грив руж (1,0 %). Загальний вміст пектинових речовин у цих сортах яблук коливається від 2 до 3,5 %.

Вибрано оптимальні наступні технологічних параметрів: для літніх сортів яблук – концентрація лимонної кислоти – 0,1 %; температура – 85 °С, тривалість – 2 год; для осінніх сортів – концентрація азотної кислоти – 0,5 %, температура – 80 °С, тривалість – 2,5 год.

Таким чином, оцінка якісних показників харчового екстракту гідратопектину дає підставу для висновку про промислову значущість вичавків яблук літніх сортів яблук як пектиновмісної сировини і перспективності пектинового екстракту для використання при виробництві функціональних продуктів харчування.

## 4 ПРАКЕТИЧНЕ ВПРОВАДЖЕННЯ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

### 4.1 Технологічна схема комплексної переробки літніх та осінніх сортів яблук

Проведені нами дослідження дозволили розробити технологічну схему комплексної переробки літніх та осінніх сортів яблук (рисунок 4.1), яка була апробована у виробничих умовах приватного підприємства «Біолайт».

Проміжні та кінцеві пектинопродукти, одержувані за цією технологією наступні:

- пресовий, дифузійний та концентрований яблучні соки;
- пектиновий екстракт;
- концентрований пектиновий екстракт;
- паста студнеутворююча;
- товарний пектин.

Пектиновий екстракт та концентрований пектиновий екстракт призначені для виробництва напоїв, концентрований пектиновий екстракт та сухий пектиновий екстракт – для консервних та кондитерських виробів, пектин – для приготування кондитерських виробів та використання в медицині.

Яблука літніх та осінніх сортів після обов'язкових технологічних операцій з підготовки до пресування (мийка, інспекція, дроблення) направляли на прес для отримання пресового соку. Яблучні вичавки, що утворилися, піддавали протиточному екстрагуванню при температурі 40 – 65 °С протягом 30 – 40 хв в залежності від титрованої кислотності яблук.

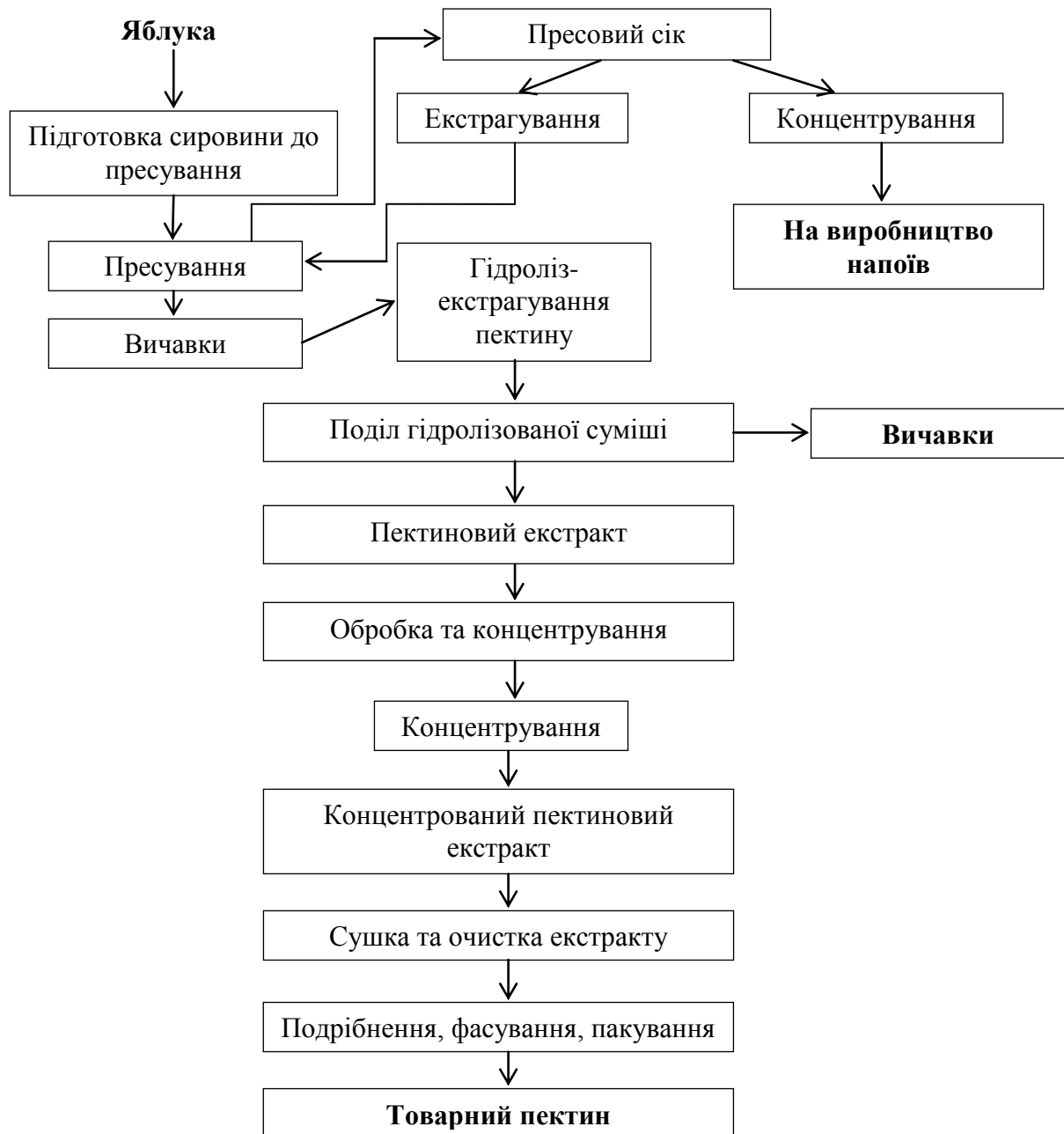


Рисунок 4.1 – Технологічна схема комплексної переробки яблук літніх та осінніх сортів

Дифузія вичавків підвищує вихід соку (за сухими розчинними речовинами) на 5 – 10 %. Дифузійний сік містить на 2 – 3 % менше розчинних сухих речовин ніж натуральний сік. Тому його використовували у виробництві соків із цукром, сиропів, напоїв та концентрованих соків.

Після дифузії вичавки подавали в ємності для проведення гідролізу екстрагування. Гідроліз-екстрагування пектинових речовин здійснювали за

оптимальних параметрів процесу, встановлених за результатами наших досліджень залежно від сорту яблук.

Після закінчення процесу проводили поділ гідролізної маси одним із способів механічного поділу на фільтруючих або осаджувальних центрифугах різної конструкції. Отриманий пектиновий екстракт направляли на обробку, що полягає в його фільтрації, відстоюванні та освітленні. У разі застосування в якості гідролізуючого агента – харчової кислоти – пектиновий екстракт використовували для вироблення пектиновмісних напоїв. З метою збільшення вмісту пектинових речовин, отриманий екстракт направляли на концентрування, отримуючи таким чином пектиновий концентрат. Його також при використанні харчової кислоти як гідролізуючий агент застосовували у виробництві напоїв функціонального призначення. У разі використання при проведенні гідроліз-екстрагування пектинових речовин азотною кислотою пектиновий концентрат направляли на отримання сухого пектину.

Прогідролізовані вичавки транспортером надходили в подрібнювач, де нагрівалися і обдавалися гострим паром. Розм'якшену яблучну масу направляли на здвоєну протирочну машину з ситами, що мають отвори діаметром 1,5 – 1,2 та 0,8 – 0,4 мм. При необхідності паста може надходити на колоїдний млин для більш тонкого подрібнення клітковини, що одночасно підвищує здатність до студнеутворення пасти.

За якісними показниками високоетерифікований пектин, що пред'являються на світовому ринку, повинен відповідати всім критеріям викладеним у наступних документах:

– Food Chemicals Codex 4<sup>th</sup> Edition – 1<sup>st</sup> Supplement (National Academy Press – Washington, DC, 1977);

– Codex Alimentarius Specification 1993 (IPPA, Bishofszell, Switzenland, 1994);

– ЕЕС Директиви 74/329/ЕЕС та 78/663/ЕЕС з усіма поправками, Е440 Пектин.

Якісні характеристики сухого пектину, отриманого за розробленою технологічною схемою, наведені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Якісні характеристики сухого пектину, отриманого за розробленою технологією

Найменування показників	Пектин	
	за розробленою технологією	за міжнародними стандартами
Зовнішній вигляд	Порошок від білого до блідого жовто-коричневого кольору	Порошок від білого до блідого жовто-коричневого кольору
Запах	Легкий, без сторонніх включень	Легкий, без сторонніх включень
Смак	Легкий, смолистий, без ароматизаторів	Легкий, смолистий, без ароматизаторів
Ступінь гелеутворення USA-SAG	158	150 ±5
В'язкість розчину, mPas	450	400 – 500
Кислотність 2 % розчину, pH	3,2	Менше 3,4
Миш'як, мг/кг	2,6	Не більше 3
Свинець, мг/кг	2,9	Не більше 5
Цинк, мг/кг	17	Не більше 25
Мідь, мг/кг	19	Не більше 25
Тяжкі метали (у перерахунку на свинець), мг/кг	29	Не більше 40
Вологість, %	10	Не більше 12
Азот, %	0,3	Не більше 0,5
Галактуронова кислота, %	72	Не менше 65

З наведених табличних даних видно, що пектин, отриманий за розробленою технологією, відповідає вимогам міжнародних стандартів.

Таким чином, результати промислових випробувань дають підстави для рекомендації щодо впровадження розробленої технології комплексної переробки яблук літніх та осінніх сортів.

## 4.2 Розробка технології пектиновмісних харчових композицій з яблучної сировини

Результати проведених досліджень показали, що обрані для дослідження сорти яблук, у тому числі літні, мають промислову значущість для пектинового виробництва.

Оскільки нами встановлені високі якісні характеристики пектинового екстракту з літніх сортів яблук, як об'єкт дослідження обрано саме цей продукт. Пектин, отриманий з осінніх сортів яблук, може бути використаний у традиційних цілях у кондитерській, консервній та молочної галузях харчової промисловості.

Нами проведено маркетингові дослідження щодо визначення напрямків використання харчового екстракту гідратопектину. Напої є дуже зручною формою внесення нутрієнтів. Споживач став частіше віддавати перевагу напоям з підвищеною харчовою цінністю, що містить натуральну сировину: соки, екстракти пряно-ароматичної та іншої рослинної сировини.

За статистичними даними, середньодушове споживання соків і соковмісних напоїв в Україні становило 2014р – 3,7 л/чол.; у 2016 р. – 8 л; у 2018 р. 10 л; у 2020 р. 12 л/чол., поступаючись, наприклад, Німеччині – 59 л, Іспанії – 20 л. У Києві – Дніпрі – 21 – 30 л/чол. на рік, а деяких регіонах України воно коливається від 5 до 8 л. [45]. Це свідчить, що потенціал ринку соків великий.

Відмічається тенденція до посилення «профілактичної» спрямованості. На ринку з'явилися напої з певним набором мікронутрієнтів, додаванням рослинних речовин, а також сокові напої на молочної основі. Активно формується сегмент соковмісних вітамінізованих напоїв в упаковці великого обсягу з полімерних та комбінованих матеріалів, що дозволяє виробникам встановлювати нижчу ціну на цю продукцію.

Прогнозується, що світовий ринок збагачених соків до 2023 р. сягне 4 млрд. дол. США. Європейські дослідні агенції вважають, що продажі на цьому ринку до 2023 р. зростуть на 75 % порівняно з 2018 р. Провідну роль тут відіграють США,

де збагачені кальцієм соки вже успішно продаються. У Німеччині на одного жителя припадає 2,2 л напоїв, що містять суміш вітамінів А, С та Е.

Минулого року основними світовими виробниками збагачених напоїв були Procter&Gamble (бренд Delight), Coca-Cola (збагачені марки Minute Maid з вітамінами А, С, Е та цинком), Tropicana(апельсиновий сік із кальцієм).

На ринку збагачених напоїв постійно з'являються інноваційні ідеї, концепції та нові продукти. У світі за період із січня 2017 р. по грудень 2020 р. випущено 14 144 нових видів збагачених напоїв, з яких 63 % - це сокові продукти. [48]. При цьому передбачається, що нарощування обсягів ринку соків визначатиметься функціональними соками та різноманітними соковмісними напоями.

Тому збагачення напоїв стає дедалі популярнішим серед українських виробників соків і соковмісних напоїв. Це дозволяє запропонувати покупцям здорові продукти та одночасно збільшити прибуток від кінцевого продукту.

Слід, однак, відзначити, що асортимент пектиновмісних напоїв на сокової основі практично дуже малий і становить в середньому 0,5 – 1,0 %.

У той час, як відомо, що для отримання ефективних лікувально-профілактичних продуктів широкого спектру дії харчові продукти збагачені пектиновими речовинами регулюють вміст холестерину, благотворно впливають на внутрішньоклітинні реакції обміну речовин і підвищують стійкість до алергічних факторів.

У той же час пектиновий екстракт з яблучних вичавків мають природний аромат і смак яблук без сторонніх запаху і присмаку. Це дозволило створити серію безалкогольних напоїв, що містять лікувальну чи профілактичну дозу пектину або лише збагачених пектиновими речовинами, тобто, містять не менше 1/3 добової профілактичної дози пектину (згідно з рекомендаціями ВООЗ добова профілактична доза для пектину в умовах радіоактивних забруднень становить для дорослих 2 – 4 г, для дітей – 1 – 2 г).

Органолептичні та фізико-хімічні показники запропонованих напоїв представлені у таблицях 4.2 – 4.4.

Таблиця 4.2 – Фізико-хімічні показники напою «Пектиновий з яблук»

Найменування показників	Значення	Методи дослідження
Масова частка сухих речовин (за рефрактометром), %, не менше	1,5	ГОСТ 28562
Масова частка пектину спиртоосаджуваного, %, щонайменше	0,5	По п.6.2 ТУ
pH, не більше	3,8	ГОСТ 26188

Таблиця 4.3 – Органолептичні показники напоїв

Найменування показників	Найменування напою	
	«Пектиновий з яблук»	«Яблучний з м'якоттю»
Зовнішній вигляд	Однорідна злегка в'язка рідина. Допускається невелика кількість осаду, що містить частки м'якоті свіжих плодів та ягід	Природно каламутна рідина з наявністю м'якоті відповідних фруктів та (або) ягід. Допускаються розшаровування та осад частинок м'якоті.
Смак та запах	Характерний для свіжих плодів або ягід, з яких отримано напій, без сторонніх присмаків та запаху.	Виражені, властиві використаним фруктовим сокам та (або) пюре, для ароматизованих напоїв з присмаком та ароматом смакових та ароматичних добавок, використаних при виготовленні напою
Колір	Характерний для свіжих плодів чи ягід, з яких отримано напій. Допускається слабка опалесценція	Властивий кольору сировини, з якої виготовлені
Сторонні домішки	Не допускається	

Таблиця 4.4 – Фізико-хімічні показники напою «Яблучний з м'якоттю»

Найменування показників	Значення	Методи дослідження
Масова частка сухих речовин, % не менше	7	ГОСТ 28562
Масова частка м'якоті для напоїв з м'якоттю, %, не більше	20	ГОСТ 8756.10
Масова частка вітаміну С або комплексної вітамінної суміші для вітамінізованих напоїв, %, не менше	0,02	ГОСТ 24556
Масова частка сорбінової кислоти, %, не більше	0,01	ГОСТ 26181, 30670, Р 52052
Масова частка титрованих кислот у перерахунку на яблучну, %, не більше	0,5	ГОСТ 25555.0
Мінеральні домішки	Не допускаються	ГОСТ 25555.3
Сторонні домішки	Не допускаються	Візуально

Результати випробувань показали, що розроблено дослідний склад напоїв відповідає вимогам споживчого ринку. Це, своєю чергою, дає підстави для висновку про доцільність розширення об'єктів виробництва розроблених напоїв.

#### Висновки до розділу

Досліджено схему комплексної переробки яблук у функціональні харчові продукти, а саме схему для отримання пектинових речовин та харчових продуктів функціонального призначення збагачених пектиновими екстрактами. Результати випробувань показали, що розроблено дослідний склад напоїв відповідає вимогам споживчого ринку. Це, своєю чергою, дає підстави для висновку про доцільність розширення об'єктів виробництва розроблених напоїв.

## 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

### 5.1 Дослідження та оцінка стану охорони праці в ПП «Біолайт»

У відповідності до [22] приведемо основні визначення. «Охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності.

Небезпечний виробничий фактор – виробничий фактор, вплив якого на працівника у певних умовах призводить до травм, гострого отруєння або іншого раптового різкого погіршення здоров'я або до смерті. На підприємстві такими факторами є: робота з високими напругами (до 380 В).

Шкідливий виробничий фактор – фактор середовища і трудового процесу, вплив якого на працюючого за певних умов може викликати професійне захворювання, тимчасове або стійке зниження працездатності, підвищити частоту соматичних і інфекційних захворювань, призвести до порушення здоров'я нащадків, а саме нерівномірне освітлення робочих місць та підвищена температура при роботі з технологічним обладнанням».

«Виробничий травматизм – явище, що характеризується сукупністю виробничих травм і нещасних випадків на виробництві.

Метою дослідження виробничого травматизму є розробка заходів по запобіганню нещасних випадків на підприємстві. Для цього необхідно систематично аналізувати і узагальнювати їх причини. Аналіз причин травматизму дозволяє поділяти їх на організаційні, технічні, психофізіологічні та санітарно-гігієнічні» [23]. Згідно даних підприємства за 2018 – 2020 роки було зафіксовано один випадок виробничого травматизму.

«Для кількісної характеристики виробничого травматизму в основному використовують такі показники» [23]:

- коефіцієнт частоти травматизму:

$$K_q = \frac{T}{P} \cdot 1000, \quad (5.1)$$

$$K_{q2020} = \frac{1}{24} \cdot 1000 = 41,67$$

- коефіцієнт важкості травматизму:

$$K_6 = \frac{D}{T} \cdot 1000, \quad (5.2)$$

$$K_{62020} = \frac{18}{1} \cdot 1000 = 18000$$

- коефіцієнт втрат робочого часу

$$K_{em} = \frac{D}{P} \cdot 1000, \quad (5.3)$$

$$K_{em2020} = \frac{18}{24} \cdot 1000 = 750$$

де  $T$  – кількість нещасних випадків (травм) за досліджуваний період;

$P$  – середня (за списком) кількість працівників, чол.;

$D$  – сумарна втрата днів непрацездатності в результаті нещасного випадку, днів.

Для аналізу стану виробничого травматизму та захворювань розглянемо дані таблиці 5.1

Таблиця 5.1 – Показники виробничого травматизму на ПП «Біолайт» за 2018 – 2020 роки

Показники	Роки		
	2018	2019	2020
1	2	3	4
Кількість працюючих, чол.	24	24	24
Кількість нещасних випадків, од.	-	-	1
Кількість днів непрацездатності:			
- від травматизму	-	-	18
- від профзахворювань	-	-	-
Коефіцієнт частоти травматизму	-	-	41,67
Коефіцієнт важкості травматизму	-	-	18000
Коефіцієнт втрат робочого часу	-	-	750

У 2020 році на відбувся нещасний випадок з робітником, який під час обслуговування обладнання для нарізання яблук пошкодив собі руку, тобто порушив вимоги безпеки праці під час обслуговування технологічного обладнання. Кількість днів непрацездатності склала 18 днів.

Зберігання та переробка плодово-ягідної сировини, як і все інші, пов'язане з необхідністю дотримання певних вимог з забезпечення безпечних методів праці та збереження здоров'я працівників. На підприємствах незалежно від їх типу та продуктивності повинні суворо дотримуватись галузевих та загальних правил безпеки праці, правил пожежо-вибухобезпеки.

На підприємстві є обов'язковим проведення інструктажів з ОП – вступного, первинного, повторного, позапланового і цільового. Як недолік слід зазначити те, що на робочих місцях не розміщено правила безпечного виконання робіт та правил виробничої санітарії.

Адміністрація підприємства організувала роботу на кожному робочому місці у суворій відповідності до вимог правил безпеки праці, норм виробничої санітарії і трудового законодавства, повсякденно слідкувати за дотриманням робочими правильних і безпечних умов праці, виконання інструкцій з цих питань,

своєчасно забезпечувати робочих спецодягом та іншими запобіжними засобами і засобами індивідуального захисту у відповідності з діючими нормами.

«Робочі знають і виконують всі вимоги, що стосуються безпечних методів праці. Вступний інструктаж висвітлює такі питання, як правила внутрішнього трудового розпорядку, безпеки, пов'язані з перебуванням робітника на території, рухом транспорту, перебуванням у складських приміщеннях, прийомних пристроях, загальні правила електробезпеки, заходи пожежної безпеки, порядок використання санітарно-побутових приміщень, спецодягу, надання першої допомоги при нещасних випадках і т.д. Після проведення вступного інструктажу з безпеки праці обов'язково робиться відмітка у особових контрольних картках».

Крім вступного, ще проводиться інструктаж на робочому місці. Це робить керівник цеху. Під час інструктажу робітник ознайомлюється з технологічним процесом, правилами безпеки і пожежо та вибухобезпеки на даній ділянці роботи, з будовою, призначенням машин і заходами безпеки при їх обслуговуванні, з призначенням і технічним застосуванням запобіжних засобів, з безпечною роботою з електрообладнанням. Робочого ознайомлюють з правилами поведінки у виробничих приміщеннях, із внутрішньо цеховим зв'язком і сигналами, з аспіраційними установками і необхідністю утримання їх у справному стані, правилами транспортування і перенесення вантажу, укладки штабелів і послідовністю їх розбору, недопустимістю загромождження проходів і проїздів, з заходами безпеки при газациї і дегазациї виробничих і складських приміщень, з необхідністю підтримання санітарного стану на робочому місці. Проходження робочими і інструктажу відображається у особовій контрольній картці.

Кожні 6 місяців з робочими проводиться повторний інструктаж з безпеки праці за програмою вступного інструктажу і інструктажу на робочому місці, враховуючи специфіку виконуваної роботи.

Проходження повторного інструктажу з безпеки праці відображається в цеховому журналі – «Журнал реєстрації інструктажу з безпеки праці».

На ПП «Біолайт» встановлені такі недоліки з охорони праці: не в усіх передбачених місцях встановлено загорожі перед рухомими частинами обладнання та недостатня освітленість виробничих приміщень цехів та виробничо-технологічної лабораторії.

«В ПП «Біолайт» стан охорони праці знаходиться на належному рівні, але маютья недоліки: атестація робочих місць не проводиться; інструкції з безпеки праці не завжди виконуються, перевірка їх знання і виконання робітниками підприємства не проводиться; непридатні засоби індивідуального захисту та спецодяг і спецвзуття замінюються не своєчасно; система створення мікроклімату в приміщеннях не працює, що призводить до зниження працездатності і продуктивність праці; система освітлення виробничо-технологічної лабораторії не відповідає вимогам; фінансування заходів та засобів з охорони праці в приватному підприємстві «Біолайт» не відповідає потребам виробництва».

## 5.2 Рекомендації щодо покращення стану охорони праці в ПП «Біолайт»

З метою покращення умов праці в приватному підприємстві «Біолайт» пропонуємо вжити наступних заходів:

1. Провести атестацію робочих місць;
2. Оновити інструкцій з безпеки праці та запровадити перевірку їх засвоєння працівниками підприємства;
3. Оновити наявний парк засобів індивідуального захисту, спецодяг і спецвзуття;
4. Налагодити систему створення мікроклімату у виробничих приміщеннях;
5. Виконати розрахунок та удосконалити розрахунок системи освітлення виробничо-технологічної лабораторії;
6. Поліпшити фінансування СУОП з метою покращення стану ОП.

### 5.3 Технічні заходи щодо покращення умов праці у виробничо-технологічній лабораторії ПП «Біолайт»

«Для покращення умов праці у виробничо-технологічній лабораторії ПП «Біолайт» пропонуємо виконати розрахунок системи штучного освітлення, що дасть змогу значно підвищити рівень освітленості в приміщенні та створить комфортні умови для роботи лаборантів. «Розрахунок виконаємо за методом використання світлового потоку. Для цього знайдемо висоту підвісу світильників» [24]:

$$H_c = H - (h_p + h_r), \quad (5.4)$$

де  $H$  – висота приміщення, м;

$h_p$  – висота робочого місця, м;

$h_r$  – відстань від стелі до світильника, м.

Для всіх приміщень висота підвісу буде складати:

$$H_c = 3,5 - (1 + 0,5) = 2 \text{ м}$$

Далі визначаємо показник приміщення:

$$\varphi = \frac{a \cdot b}{H_c (a + b)}, \quad (5.5)$$

де  $a, i, b$  – довжина і ширина приміщення відповідно, м.

У нашому випадку цей індекс складає:

$$\varphi = \frac{12 \cdot 6}{2 \cdot (12 + 6)} = \frac{72}{36} = 2$$

Для приміщень лабораторій використовують, як правило, світильники з люмінесцентними лампами. В нашому випадку обираємо світильники типу ЖКХ, для яких,  $\varphi = 2$ , коефіцієнт використання світлового потоку  $n = 65$ . Далі визначаємо кількість світильників в приміщенні лабораторії при умові розміщення їх один від одного на відстані два метри:

$$n = \frac{S}{l^2}, \quad (5.6)$$

Звідси,

$$n = \frac{56}{4} = 14 \text{ шт.}$$

Таким чином, приймаємо кількість світильників рівну 14 шт.

Далі визначаємо світловий потік однієї лампи за формулою:

$$F = \frac{E_{\min} \cdot K \cdot Z \cdot S}{n \cdot \eta}, \quad (5.7)$$

де  $E$  – мінімальна освітленість, що дорівнює 300 люкс;

$K$  – коефіцієнт запасу, що враховує запиленість світильників ( $K = 1,7$ );

$Z$  – відношення середньої освітленості до мінімальної ( $Z = 0,53$ );

$S$  – площа приміщення, м<sup>2</sup>;

$n$  – кількість світильників, шт.;

$\eta$  – коефіцієнт використання світового потоку ( $\eta = 0,55$ ).

Розрахунковий світовий потік складає:

$$F = \frac{300 \cdot 1,7 \cdot 0,53 \cdot 72}{18 \cdot 0,55} = 1965 \text{ лм}$$

Отже,

$$E = \frac{1965 \cdot 18 \cdot 0,55}{1,7 \cdot 72 \cdot 0,53} = 300 \text{ лк.}$$

Далі за визначеним мінімальним світловим потоком вибираємо лампи для світильників. Таким чином, для обраних світильників типу ЖКХ приймаємо Led лампи потужністю 25 Вт.

#### 5.4 Правила безпечного виконання робіт оператором установки для сушки плодово-ягідної сировини в ПП «Біолайт»

У відповідності до [25] нами було запропоновано правила безпечного виконання робіт при сушці плодово-ягідної сировини.

##### Загальні положення

«До роботи оператором установки для сушки плодово-ягідної сировини допускаються особи не молодше 18 років, які пройшли навчання з обслуговування і безпечної експлуатації цих агрегатів та попереднє навчання й перевірку знань із питань охорони праці і мають про це відповідне посвідчення.

Оператори з подібних агрегатів та машин повинні мати відповідну кваліфікаційну групу з електробезпеки.

Узгоджуйте з безпосереднім керівником чітке визначення меж вашої робочої зони. Не допускайте знаходження сторонніх осіб у робочій зоні.

До роботи приступайте у спецодязі, упевнившись, що він не має пошкоджень, елементів, які звисають, не прилягають і можуть бути захоплені деталями, що рухаються й обертаються.

Не приступайте до роботи у стані алкогольного, наркотичного або медикаментозного сп'яніння, у хворобливому або стомленому стані.

Куріть тільки у спеціально відведених і обладнаних для цих цілей місцях.

Не працюйте з несправним агрегатом і пристосуваннями, не використовуйте їх не за призначенням, а також не користуйтеся сторонніми предметами.

Перед вживанням їжі вимийте руки з милом, витріть їх чистим рушником або висушіть повітрям.

Не відпочивайте на оброблюваному матеріалі.

#### Вимоги безпеки перед початком робіт

Отримайте від керівника робіт завдання.

Одягніть спецодяг та засоби індивідуального захисту (не переодягайтесь поблизу обертових або рухомих деталей і механізмів машин і обладнання).

Проведіть технічне обслуговування згідно з інструкцією заводу-виготовлювача.

Забезпечте захист струмопідвідних проводів і кабелів до установки від механічних пошкоджень або підвісьте їх на висоту, недоступну для пошкодження машинами та торкання людьми.

Перевірте надійність кріплення й наявність заземлення електрообладнання установки і пульта керування нею. Не приступайте до роботи з відчиненими дверцятами пультів керування, знятих кришках магнітних пускачів та іншої електроапаратури.

Перед включенням машини переконайтесь, що нікому із присутніх біля машини не загрожує небезпека від рухомих частин і механізмів.

#### Вимоги безпеки під час виконання роботи

Перед включенням машин переконайтесь, що поблизу машин відсутні люди, і подайте звуковий сигнал.

Усувайте пошкодження, проводьте очищення машини, мащення й регулювання тільки при виключеному рубильнику, відключеному штепсельному з'єднанні і зупиненій машині.

Під час обслуговування й очищення вузлів машин і електрообладнання, що знаходяться високо, користуйтеся розсувною або переносною драбиною з

опорними наконечниками, що виключають можливість сковзання її по підлозі (землі, площадці тощо).

#### Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях

Зупиніть машину при електроударі, з'явленні стороннього шуму, вібрації, запаху горілого і загорянні зерна в сушильній камері. Зупинку машини починайте з припинення подавання електричного струму.

При появі напруги на корпусі машини терміново відключіть загальний рубильник. Викличте чергового електрика. Усі пошкодження електроприводів, пульту управління, силової й освітлювальної мереж повинен усувати тільки електрик.

При враженні працівника електричним струмом як можна швидше звільніть потерпілого від його дії (тривалість дії струму визначає тяжкість травмування), для цього негайно відключіть рубильник чи інший пристрій.

При неможливості швидкого відключення електроустановки вживайте заходів щодо звільнення потерпілого від струмоведучих частин, користуючись мотузкою, палицею, дошкою чи іншими сухими діелектричними предметами, або відтягніть потерпілого за одягу (якщо вона суха і відстає від тіла), наприклад за поли піджака, за комір, при цьому уникайте дотику з оточуючими металевими предметами й частинами тіла потерпілого, не покритими одягом.

Якщо потерпілий торкається проводу, який лежить на землі, то перш ніж підійти до нього положіть собі під ноги суху дошку, згорток сухої одягу або суху, що не проводить електричний струм, підставку і відокремте провід від потерпілого за допомогою сухої палиці, дошки. При цьому рекомендується діяти по можливості однією рукою.

У разі, якщо потерпілий судорожно стискає в руці один струмоведучий елемент (наприклад провід), відокремте потерпілого від землі (просуньте під нього суху дошку, відтягніть ноги від землі мотузкою або за одягу).

Якщо нема можливості відокремити потерпілого від струмоведучих частин чи вимкнути електроустановку від джерела живлення, перерубайте провід сокирою із сухим дерев'яним держакком або перекусіть їх інструментом з

ізолюваними ручками. Перерубуйте й перекушуйте кожний провід окремо. Можна скористатися і неізолюваним інструментом, тільки необхідно обгорнути його ручки сухою вовняною або прогумованою тканиною.

В разі виникнення пожежі на стаціонарних об'єктах викличте пожежну команду, повідомте керівництво і приступіть до ліквідації осередку загоряння згідно з вимогами інструкції про заходи з пожежної безпеки.

При виникненні пожежі на електроустановках у першу чергу необхідно повідомити про це пожежну охорону, відповідального за електрогосподарство, керівника робіт.

При загорянні одяжі постарайтесь зняти її або накрийте палаючу ділянку щільною матерією, при можливості занурте у воду.

#### Вимоги безпеки після закінчення роботи

Відключіть двигуни агрегату в зворотній послідовності їхнього включення.

Очистіть машини, обладнання, майданчики, робочі приміщення від сміття і віднесіть у спеціально відведене місце.

Приберіть робоче місце. Очистіть інструмент, інвентар, пристрої і покладіть у відведене місце. Приведіть у порядок спецодяг і засоби індивідуального захисту і здайте їх на зберігання.

Помийте руки й обличчя теплою водою з милом.

При здачі зміни повідомте змінника про технічний стан обладнання і розкажіть про особливості роботи.

Повідомте керівника про всі помічені недоліки у процесі роботи і вжиті заходи до їх усунення» [25].

## 5.5 Дії працівників цеху з переробки плодово-овочевої сировини ПП «Біолайт» у разі вибуху

Як свідчать дані [24] «На небезпеку вибуху може вказувати запах газу і задимлення. Близько приміщення – сліди ремонтних робіт, ділянки стіни з порушеним забарвленням, що відрізняється від загального фону.

Основні вражаючі фактори вибуху. Пожежо-вибухові явища характеризуються такими факторами:

- повітряної ударної хвилею, що виникає при різного роду вибухах газо-повітряних сумішей, резервуарів з перегрітою рідиною і резервуарів під тиском;
- тепловим випромінюванням і осколками, що розлітаються;
- дією токсичних речовин, які застосовувалися в технологічному процесі чи утворилися в ході пожежі або інших аварійних ситуаціях.

Дія повітряної ударної хвилі може викликати вторинні наслідки, так як при вибуху вибухової речовини в атмосфері виникають ударні хвилі, що поширюються з великою швидкістю у вигляді областей стиску. Ударна хвиля досягає земної поверхні і відбивається від неї на деякій відстані від епіцентру вибуху, фронт відбитої хвилі зливається з фронтом падаючої хвилі, внаслідок чого утворюється так звана головна хвиля з вертикальним фронтом.

При наземному вибуху повітряна ударна хвиля, як і при повітряному вибуху, поширюється від епіцентру з вертикальним фронтом.

Термічні і механічні пошкодження людей. В останні роки у зв'язку з широким і постійним використанням хімічних речовин у промисловості, сільському господарстві та побуті почастишали випадки опіків хімічними речовинами. Деякі хімічні сполуки на повітрі при зіткненні з вологою та іншими хімічними речовинами вибухають, викликаючи термохімічні опіки.

Найбільш характерними видами травм при аваріях і катастрофах, викликаних вибухами, бувають: поранення, забиті місця, переломи кісток, розриви і розчавлювання тканин, ураження електричним струмом, опіки, отруєння.

Дії при вибухах:

- при вибуху на підприємстві перш за все необхідно попередити робітників і службовців, а також оповістити яке проживає поблизу населення;
- при пошкодженні будівлі вибухом входити в нього слід з надзвичайною обережністю. Необхідно переконатися у відсутності значних ушкоджень перекриттів, стін, ліній електро-, газо-і водопостачання, а також витоків газу, осередків пожежі.
- якщо вибух викликав загоряння, необхідно використовувати первинні засоби (вогнегасники). Для недопущення поширення вогню треба задіяти пожежні крани і гідранти.
- необхідно надати допомогу тим, хто опинився придавлений уламками конструкцій. Допомогти витягти людей з завалів;
- при порятунку постраждалих слід дотримуватися запобіжних заходів від можливого обвалу, пожежі та інших небезпек, обережно вивести і надати їм першу медичну допомогу, загасити палаючий одяг, припинити дію електричного струму, зупинити кровотечу, перев'язати рани, накласти шини при переломі кінцівок».

#### Висновки по розділу

В даному розділі дипломної роботи було досліджено стан та організація охорони праці на ПП «Біолайт», приведено вимоги безпечного виконання робіт оператором для сушки плодово-ягідної сировини, а саме вимоги перед початком виконання робіт, під час виконання робіт, після завершення виконання робіт та при виникненні аварійно-небезпечних ситуацій. Виконано розрахунок системи освітлення виробничого приміщення лабораторії ПП «Біолайт» згідно розрахунків загальна кількість світильників складає 18 шт, типу ЖКХ, приймаймо Led лампи потужністю 25 Вт.

## 6 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

### 6.1 Організація проведення дослідження

Найважливішим напрямом розвитку сучасного харчового виробництва є створення безвідходних технологій, що дозволяють виробляти конкурентоспроможну продукцію, зокрема функціонального призначення. Найбільшою мірою цим вимогам відповідає виробництво пектину та пектинопродуктів із вторинних рослинних сировинних ресурсів.

Мета проведення розрахунків економічних показників по обґрунтуванню ефективності проведених експериментальних досліджень є оцінка отриманих результатів і доцільності проекту по обґрунтуванню параметрів процесу переробки яблук у харчові продукти функціонального призначення.

«Організація досліджень включає: складання переліку робіт, визначення їх взаємозв'язку і тривалості, побудову сітьового графіка, визначення критичного шляху, розрахунок кошторису витрат на проведення експерименту» [42].

Перелік робіт, передбачений ходом дослідження з встановлення впливу техніко-технологічних параметрів процесу переробки яблук у харчові продукти функціонального призначення наведений у табл. 6.1.

Згідно з твердженнями автора [42] «відповідно до плану проведення дослідження будується сітьовий графік – графічна модель, що відображає майбутню роботу або процес у вигляді окремих етапів і дозволяє шляхом розрахунків визначити оптимальний варіант її виконання. На стадії реалізації сітьовий графік забезпечує можливість оперативного управління ходом виконання роботи» (рис. 6.1).

Таблиця 6.1 – План проведення дослідження

Шифр робіт $i-j$	Найменування робіт	Тривалість робіт $t_{ij}$ , днів
1-2	Вибір та обґрунтування теми наукової роботи	1
2-3	Літературний пошук та патентний огляду	12
3-4	Складання плану науково-дослідної роботи	3
4-5	Розробка методів та методик проведення досліджень	3
5-6	Підготовка дослідних зразків плодів яблук	2
6-7	Підготовка обладнання для проведення досліджень	15
7-8	Визначення фракційного складу пектинових речовин яблучної сировини	4
7-9	Визначення впливу параметрів технологічного процесу отримання пектину на його вихід та якісні показники	3
7-10	Визначення оцінки функціональної направленості розроблених пектиновмісних продуктів	2
8-11	Аналіз та обробка результатів дослідження	1
9-11		1
10-11		1
11-12	Обробка результатів експериментальних даних	4
12-13	Підготовка матеріалу до публікації	5
13-14	Формування демонстраційного матеріалу	4

Згідно з твердженнями автора [42] «Відповідно до плану проведення дослідження будується сітьовий графік – графічна модель, що відображає майбутню роботу або процес у вигляді окремих етапів і дозволяє шляхом розрахунків визначити оптимальний варіант її виконання. На стадії реалізації сітьовий графік забезпечує можливість оперативного управління ходом виконання роботи (рис. 6.1).

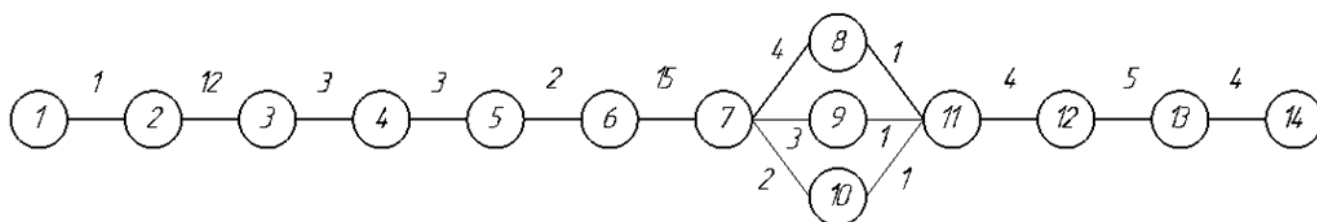


Рисунок 6.1 – Сітьовий графік проведення науково-дослідної роботи

Використовуючи сітьовий графік, знаходять повний шлях – тривалість послідовних робіт від початкової події до кінцевої».

$$L_{1-2-3-4-5-6-7-8-12-13-14-15}^1 = 1 + 18 + 2 + 3 + 3 + 20 + 4 + 1 + 4 + 5 + 4 = 65;$$

$$L_{1-2-3-4-5-6-7-9-12-13-14-15}^2 = 1 + 18 + 2 + 3 + 3 + 20 + 3 + 1 + 4 + 5 + 4 = 62;$$

$$L_{1-2-3-4-5-6-7-10-12-13-14-15}^3 = 1 + 18 + 2 + 3 + 3 + 20 + 5 + 1 + 4 + 5 + 4 = 66;$$

Шлях, який має максимальну тривалість називають критичним. У нашому випадку критичним є четвертий шлях з тривалістю в 66 днів.

Наступний етап – розрахунок параметрів часу:

- пізній термін здійснення події ( $T_i^n$ ) – різниця між критичним шляхом та максимальним шляхом від даної події до кінцевої;

- ранній термін здійснення події ( $T_i^p$ ) – найбільший шлях від початкової до і-тої події; ранній термін здійснення кінцевої події дорівнює тривалості критичного шляху  $L_{кр} = 66$  днів.

Резерв шляху розраховують за формулою:

$$R_1 = T_1^n - T_1^p, \quad (6.1)$$

де  $R_1$  – резерв шляху, днів;

$T_1^n$  – пізній термін здійснення події, днів;

$T_1^p$  – ранній термін здійснення події, днів.

Результати розрахунку представлені у табл. 6.2.

Повний резерв часу роботи – максимальна кількість часу, на який можна збільшити тривалість даної роботи, не змінюючи при цьому тривалість критичного шляху. Повний резерв часу роботи розраховують за формулою:

$$R_{ij}^n = T_j^n - T_i^n - t_{ij}, \quad (6.2)$$

де  $R_{ij}^n$  – повний резерв часу роботи, днів;

$t_{ij}$  – загальна тривалість роботи, днів.

Таблиця 6.2 – Терміни здійснення подій (ранній та пізній) і резерв шляху

Номер події	Ранній термін здійснення події $T_1^p$ , дні	Пізній термін здійснення події $T_1^n$ , дні	Резерв шляху $R_1$ , дні
1	0	0	0
2	1	1	0
3	19	19	0
4	21	21	0
5	24	24	0
6	27	27	0
7	47	47	0
8	51	53	2
9	50	53	3
10	52	53	1
11	53	53	0
12	54	54	0
13	58	58	0
14	63	63	0
15	67	67	0

Вільний резерв часу – максимальна кількість часу, на який можна збільшити тривалість робіт чи відстрочити її початок, не змінюючи при цьому ранніх термінів початку наступних робіт. Показник визначають по формулі:

$$R_{ij}^e = T_j^p - T_i^p - t_{ij}, \quad (6.3)$$

де  $R_{ij}^e$  – вільний резерв часу роботи, днів;

$T_1^n$  – пізній термін здійснення події, днів;

$T_1^p$  – ранній термін здійснення події, днів.

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

Коефіцієнт напруженості робіт розраховують за формулою:

$$K_{ij}^H = \frac{L_{maxij} - t_{ij}}{L_{кр} - t_{ij}}, \quad (6.4)$$

де  $L_{maxij}$  – довжина максимального шляху, що проходить через роботу;

$L_{кр}$  – довжина критичного шляху ( $L_{кр} = 66$  днів).

Результати розрахунків наведені у табл. 6.3.

Таблиця 6.3 – Результати розрахунку вільного і повного резервів часу

Шифр робіт $i-j$	Вільний резерв часу $R_{ij}^e$ , дні	Повний резерв часу $R_{ij}^n$ , дні	Коефіцієнт напруженості
1-2	0	0	0,00
2-3	0	0	0,02
3-4	0	0	0,29
4-5	0	0	0,33
5-6	0	0	0,38
6-7	0	0	0,57
7-8	0	2	0,75
7-9	0	3	0,73
7-10	0	1	0,76
7-11	0	0	0,77
8-12	0	0	0,77
9-12	0	0	0,76
10-12	0	0	0,79
11-12	0	0	0,80
12-13	0	0	0,86

Встановлено, що на виконання повного комплексу дослідних робіт, передбачених ходом дослідження, потрібно витратити 66 днів.

## 6.2 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження

До кошторису витрат на проведення експериментальних досліджень належать: витрати на основні матеріали, спожиту електроенергію, нарахування на оплату праці, амортизацію дослідного устаткування та накладні витрати.

Витрати на основні та побічні матеріали розраховують за формулою:

$$M = \sum m_1 \cdot C_1, \quad (6.5)$$

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

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

Результати розрахунку витрат на матеріали наведені в табл. 6.4.

Таблиця 6.4 – Необхідна кількість основних матеріалів та їх вартість

Найменування, одиниці	Кількість	Ціна, грн	Сума, грн
Яблука, кг	7	11,0	77,00
Всього			77,00

Результати розрахунку щодо підрахування витрат на оплату праці працівників задіяних при виконання експериментальних дослідження наведені в табл. 6.5.

Таблиця 6.5 – Розрахунок витрат на заробітну плату

Посада	Середньомісячний заробіток, грн	Середньочасовий заробіток, грн	Кількість людино-годин	Сума, грн
Дипломний керівник	8500	50,59	20	1011,80
Всього				1011,80

Від загальної суми заробітної платні нарахування на заробітну плату складають:

$$H = \frac{1011,80 \cdot 22}{100} = 222,60 \text{ грн.}$$

Затрати на витрачену електроенергію визначають за формулою:

$$E = M \cdot K \cdot T \cdot a, \quad (6.6)$$

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 на електроенергію на процес нарізання яблук:

$$E_{p.a.} = 1,8 \cdot 0,9 \cdot 8 \cdot 1,68 = 16,33 \text{ грн.}$$

Затрати на електроенергію на процес виварювання пектинової речовини:

$$E_{в.а.} = 1,5 \cdot 0,9 \cdot 24 \cdot 1,68 = 54,43 \text{ грн.}$$

Затрати на електроенергію на роботу персонального комп'ютера:

$$E_{n.к.} = 0,9 \cdot 0,9 \cdot 48 \cdot 1,68 = 65,32 \text{ грн.}$$

Загальні затрати на електроенергію складають:

$$E = E_{p.a.} + E_{в.а.} + E_{n.к.} = 16,33 + 54,43 + 65,32 = 136,08 \text{ грн.}$$

Амортизаційні відрахування для устаткування, що використовується в процесі проведення експериментальних досліджень, розраховуємо за формулою:

$$A = \frac{\Phi \cdot H \cdot t}{100 \cdot 12}, \quad (6.7)$$

де  $A$  – амортизаційні відрахування, грн;

$\Phi$  – вартість устаткування, грн;

$H$  – річна норма амортизації, %;

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

12 – кількість місяців у році.

Результати розрахунків витрат на амортизацію наведені в табл. 6.6.

Таблиця 6.6 – Результати розрахунків витрат на амортизацію

Устаткування	Вартість, грн	Річна норма амортизації, %	Тривалість роботи, днів	Витрати на амортизацію, грн
Апарат для нарізання яблук	8300,0	24	1	5,45
Апарат для виварювання пектину	2500,0	24	3	4,93
Персональний комп'ютер	11500,0	24	6	45,37
Всього				55,75

До накладних витрат відносять: витрати на заробітну плату обслуговуючого персоналу, вони рівні 80 % заробітної плати працівників задіяних при виконанні досліджень і становлять:

$$\frac{(1011,80 \cdot 80)}{100} = 809,44 \text{ грн.}$$

Кошторис витрат на проведення дослідження наведений в табл. 6.7.

Таблиця 6.7 – Кошторис витрат на проведення дослідження

Витрати	Сума, грн.
Основні матеріали	77,00
Заробітна плата	1011,90
Нарахування на заробітну плату	222,65
Електроенергія	136,08
Амортизація	55,75
Накладні витрати	809,45
Всього	2312,67

Найбільш витратними є витрати на оплату праці працівників і нарахування на оплату праці.

### 6.3 Розрахунок вартості дослідження

Основі витрати на проведення дослідження з врахуванням нормативної рентабельності складають:

$$Ц = C + \frac{P \cdot C}{100}, \quad (6.8)$$

де  $Ц$  – вартість дослідження, грн;

$C$  – витрати на дослідження, грн;

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

$$Ц = 2312,67 + \frac{30 \cdot 2312,67}{100} = 3006,47 \text{ грн.}$$

Отже, витрати на проведені експериментального дослідження становлять 3006,47 грн.

## Висновки до розділу

У відповідності до отриманих результатів тривалість критичного шляху складає 66 днів. Найбільш затратними під час проведення експериментальних досліджень є витрати на оплату праці та накладні витрати, які складають 1011,80 грн та 809,45 грн відповідно. Загальна вартість проведеного наукового дослідження складає 3006,47 грн.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Науково та експериментально обґрунтовано технологію комплексної переробки яблук літніх та осінніх сортів з отриманням пектину та пектинопродуктів функціонального призначення.

Досліджено фракційний склад пектинових речовин нових та районованих яблук 3 сортів літніх та 3 осінніх. Загальний вміст пектинових речовин становив у яблуках літніх сортів 1,0 – 1,8 % проти 2,0 – 3,5 % в осінніх. При цьому в літніх сортах співвідношення протопектину і гідратопектину менше в 1,8 – 2 рази.

Встановлено, що вихід соку у сортів, що вивчаються, в середньому коливається від 60 до 70 %, що узгоджується з дослідно-промисловими даними за даним показником.

Встановлено, що найбільшим вмістом гідратопектину виділяється сорт яблук Білий налив (0,69 %). В інших сортах вміст гідратопектину коливається в межах 0,2 – 0,6 %, за найменшим – сорт Боровинка (0,8 %). Загальний вміст пектинових речовин у цих сортах яблук коливається від 1 до 1,8 %.

Найбільшим вмістом гідратопектину виділяється сорт яблук Голден Граймз (0,78 %). В інших сортах вміст гідратопектину коливається в межах 0,05 – 0,6 %. За найменшим – сорт Грив руж (1,0 %). Загальний вміст пектинових речовин у цих сортах яблук коливається від 2 до 3,5 %.

Вибрано оптимальні наступні технологічних параметрів: для літніх сортів яблук – концентрація лимонної кислоти – 0,1 %; температура – 85 °С, тривалість – 2 год; для осінніх сортів – концентрація азотної кислоти – 0,5 %, температура – 80 °С, тривалість – 2,5 год.

Таким чином, оцінка якісних показників харчового екстракту гідратопектину дає підставу для висновку про промислову значущість вичавків яблук літніх сортів яблук як пектиновмісної сировини і перспективності пектинового екстракту для використання при виробництві функціональних продуктів харчування.

В даному розділі дипломної роботи досліджено схему комплексної переробки яблук у функціональні харчові продукти, а саме схему для отримання пектинових речовин та харчових продуктів функціонального призначення збагачених пектиновими екстрактами. Результати випробувань показали, що розроблено дослідний склад напоїв відповідає вимогам споживчого ринку. Це, своєю чергою, дає підстави для висновку про доцільність розширення об'єктів виробництва розроблених напоїв.

Виконано розрахунок системи освітлення виробничого приміщення лабораторії ПП «Біолайт» згідно розрахунків загальна кількість світильників складає 18 шт, типу ЖКХ, приймаємо Led лампи потужністю 25 Вт.

Встановлено, що найбільш затратними під час проведення експериментальних досліджень є витрати на оплату праці та накладні витрати, які складають 1011,80 грн та 809,45 грн відповідно. Загальна вартість проведеного наукового дослідження складає 3006,47 грн.

## СПИСОК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Адаменко В.Я. Интенсификация технологических процессов пищевой промышленности [Текст] / В.Я. Адаменко, И.Н. Борисова, А.И. Жаринов, И.А. Рогов // Обзорная информация. – М.: ЦНИИТЭИ, 1974. – 51 с.
2. Брайнина Х.З., Иванова А.В., Шарафутдинова Е.Н. Оценка антиоксидантной активности пищевых продуктов методом потенциометрии // Известия высших учебных заведений // Пищевая технология. 2004. №4. С. 73 – 75.
3. Аксельруд Г.А., Лысянский В.М. Экстрагирование. Система твердое тело-жидкость. – Л.: Химия, 1994. – 256 с.
4. Андреев В.В. Пектин: проблемы производства. Исследование пектина яблок возделываемых в Молдавии сортов / Андреев В.В., Паршакова Л.П. и др. // Садоводство и виноделие Молдавии. – 1990. – № 5. – С. 33 – 35.
5. Ачмиз А.Д. Характеристика пектина осажденного электрическим полем / Ачмиз А.Д., Богус А.М., Кондратенко В.В., Красноселова Е.А. // Хранение и переработка сельхоз. сырья – 2003. – № 12. – С. 12 – 26.
6. Бакирь В.Д. Влияние гидролиза-экстрагирования на выход и качество яблочного пектина / Бакирь В.Д., Сычева Г.М. // Хранение и переработка с/х сырья. – 1994. – № 3. – С. 20 – 21.
7. Бауклина О.Н. Формула пищи: источники натуральных микронутриентов // Пищевая промышленность. – 2004. – № 12. – С. 84 – 87.
8. Вода в пищевых продуктах [Текст] / Под редакцией Р.Б. Дакуорта. – М.: Пищ. пром-сть, 1980. – 376 с.
9. Василенко З.В. Линия производства яблочно-пектиновой пастилы из отходов сокового производства / Василенко З.В., Зубков А.Ф. // Консервная и овощесушильная промышленность. – 2004. – № 7. – С. 8 – 10.
10. Гавва А.П. Комплексная переработка яблок на предприятиях объединения «Крымплодоовощхоз» // Консервная и овощесушильная промышленность. – 2004. – № 7. – С. 12 – 14.
11. Гинзбург А.С. Массовлагодобменные характеристики пищевых продуктов

[Текст] / А.С. Гинзбург. – М.: Легк. и пищ. пром-сть, 1982. – 280 с.

12. Гинзбург А.С. Основы теории и техники сушки пищевых производств [Текст] / А.С. Гинзбург. – М.: Пищ. пром-сть, 1973. – 528 с.

13. Джуриканц Н.Г. Малоотходная технология переработки яблок // Консервная и овощесушильная промышленность. – 1994. – № 7. – С. 5 – 6

14. Донченко Л.В. Дисперсность и студнеобразующая способность пектина / Донченко Л.В., Карпович Н.С., Кузубов В.М. // Хлебопекарная и кондитерская промышленность. – 1982. – №12. – С. 36 – 37.

15. Донченко Л.В. Методические указания по определению пектиновых веществ в производстве / Донченко Л.В., Нелина В.В., Карпович Н.С. и др. – М.: Спектр, 1997. – 40 с.

16. Донченко Л.В. Разработка и интенсификация технологических процессов получения пектина из свекловичного и других видов сырья // Дис. ... докт. техн. наук. – Киев, 1990. – 360 с.

17. Донченко Л.В. Технология пектина и пектинопродуктов / Учебное пособие. – М.: ДеЛи, 2000. – 253 с.

18. Донченко Л.В., Надыкта В.Д. Безопасность пищевого сырья и продуктов питания. – М.: Пищевая промышленность, 1999. – 352 с.

19. Донченко Л.В., Надыкта В.Д. Безопасность пищевой продукции. – М.: Пищепромиздат, 2001. – 527 с.

20. Донченко Л.В., Фирсов Г.Г. Пектин: основные свойства, производство и применение. – М.: ДеЛи принт, 2007. – 276 с.

21. Дудкин М.С., Щелкунов Л.Ф. Пищевые волокна и новые продукты питания // Вопросы питания. – 1998. – № 2. – С. 35 – 41.

22. ДСТУ 2293-99. Охорона праці терміни та визначення основних понять (34095).

23. ДНАОП 0.00-4.03-01. Положення про порядок розслідування та ведення обліку нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на виробництві (43338).

24. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень.

25. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів (1641).

26. ДНАОП 0.00-4.15-98 Положення про розробку інструкцій з охорони праці.

27. Ермолаева Г.А. Качество напитков // Пиво и напитки. – 2006. – №6. – С. 42 – 44.

28. Жилич В.И. Опыт переработки яблок с использованием прессов непрерывного действия / Жилич В.И., Кравчун В.Д. // Консервная и овощесушильная промышленность. – 2004. – № 7. – С. 14 – 15.

29. Игнатьева Г.Н. Стабильность пектинового экстракта – основа высокого качества пищевых изделий / Игнатьева Г.Н., Донченко Л.В., и др. // Хранение и переработка с/х сырья. – 1994. – № 3. – С.23.

30. Кабанов Л.А. Малоотходная технология переработки яблок с получением сока, пюре и порошка / Кабанов Л.А., Андреев В.В. // Консервная и овощесушильная промышленность. – 1994. – № 7. – С. 10 – 12

31. Калашников Г.В. Анализ свойств яблок на основе применения термоаналитических методов [Текст] / Г.В. Калашников, Е. В. Литвинов // Пищевая промышленность. Хранение и переработка сельхозсырья. – 2012. – № 11.–С. 28–31.

32. Карпович Н.С., Лысянский В.М., Донченко Л.В. Определение коэффициента диффузии пектиновых веществ в растительной ткани // Пищевая промышленность. – 2002. – № 3. – С.35 – 37.

33. Кац З.А. Исследование процесса переработки яблок [Текст] / З.А. Кац, А.П. Рысин, Е.А. Шевцова // Консервная и овощесушильная пром-сть. – 1971. – №7. – С. 15 – 17.

34. Кац З.А. Производство сушеных овощей, картофеля и фруктов [Текст] / З.А. Кац. – М.: Лег. и пищ. пром-сть, 1984. – 216 с.

35. Кретович В.Л. Биохимия растений [Текст]: Учеб. – 2-е изд., пере-раб. и доп.; для биол. спец, ун-тов. – М.: Высш. шк., 1986. – С. 503.

36. Кучменко Т.А. Контроль качества и безопасности пищевых продуктов, сырья [Текст]: лабораторный практикум: учеб. пособие /Т.А. Кучменко, Р.П. Лисицкая, П.Т. Суханов, Ю.А. Асанова, Л.А. Харитоновна. – Воронеж. гос. технол. акад., ООО «СенТех». – Воронеж, 2010. – 116 с.

37. Крюкова Е.В. Как разработать новый продукт // Пищевая промышленность. – 2005. – № 1. – С. 16 – 17.

38. Кудряшева А.А. Влияние питания на здоровье человека // Пищевая промышленность. – 2004. – № 12. – С. 88 – 90.

39. Лебедев Е.И., Саватеев Е.В. Конкурентоспособность инновационных товаров / Пищевая промышленность. – 2002. – № 2. – С. 36 – 38.

40. Луканин А.С. Комплексная переработка плодово-ягодного сырья / Луканин А.С., Ежов В.Н. // Пищевая промышленность. – 1992. – № 1. – С. 31.

41. Макарова Н. В. Антиокислительные свойства яблок и продуктов их переработки [Текст] / Н. В. Макарова, А. В. Зюзина // Изв. вузов. Пищ. тех-нол.- 2010. – №4. – С. 18 – 20.

42. Макарова Н.В. Антиоксидантная активность яблок различных сортов [Текст] / Н.В. Макарова, А.В. Зюзина // Изв. вузов. Пищ. технол. – 2010. – № 4. – С. 31 – 33.

43. Нечаев А.П. Технологии пищевых производств [Текст] / А.П. Нечаев, И.С. Шуб, О.М. Аношина и др. – М.: Колос, 2005. – 768 с.

44. Нечаев А.П. Пищевая химия [Текст] / А.П. Нечаев, С.Е. Траубенберг, А.А. Кочетков . – СПб.: ГИОРД, 2007. – 640с.

45. Панфилов В. А. Технологические линии пищевых производств (теория технологического потока): Учеб, пособие [Текст] / В.А. Панфилов. – М.: Колос, 1993.– 288 с.

46. Парфененко В.В. Виды пектина и их применение / Парфененко В.В., Бузина Г.В., Фомина О.А. // Хлебопекарная и кондитерская промышленность. – 1980. – №8. – С. 32 – 34.

47. Полякова М.М. Влияние способа получения яблочного сока на содержание в нем полифенольных веществ / Полякова М.М., Смирнова Г.Г. //

Консервная и овощесушильная промышленность. – 1984. – № 7. – С. 20 – 21.

48. Полякова М.М. Качество сока и пюре, полученных на линиях комплексной переработки яблок / Полякова М.М., Поляков В.И. // Консервная и овощесушильная промышленность. – 2004. – № 7. – С. 16 – 20.

49. Процессы и аппараты пищевых производств [Текст] / А.Н. Остриков, Ю.В. Красовицкий, А.А. Шевцов [и др.]: под ред. А.Н. Острикова. – СПб.: ГИОРД, 2007. – 704 с.

50. Симхович Е.Г. Подготовка сухой яблочной выжимки для пектиновых заводов // Садоводство, виноградарство и виноделие Молдавии. – 2006. – № 6. – С. 40 – 42.

51. Смирнова М.К. Натуральные структурообразователи: получайте и применяйте! // Пищевая промышленность. – 2002. – №7. – С. 92.

52. Трибунская А.Я. Содержание пектина в яблоках северных сортов // Пищевая технология. – 2004. – № 5. – С. 24 – 27.

53. Фокс Г.Ф. Затраты и рентабельность переработки яблочных выжимок / Фокс Г.Ф., Асмуссен Р. и др. // Пищевая промышленность. – 1992. – № 7. – С. 26 – 28.

