

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

**Інститут (факультет) ННІХТ
Кафедра технології жирів, хімічних технологій харчових добавок та
косметичних засобів _____**

«До захисту в ЕК»

Директор інституту(декан
факультету)ННІХТ

_____ Кочубей-Литвиненко О.В. _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

« ____ » _____ 2021р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри ТЖХТ

_____ Носенко Т.Т. _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

« ____ » _____ 2021р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

зі спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія»
(код та назва спеціальності)
освітньо-професійної програми «Хімічні технології»

на тему: Технологія виробництва пектину з бурякового жому в екстракційному цеху

Виконав: здобувач _____ курсу, групи ЗХТ 1-2М _____

_____ **Баранов Станіслав Вадимович** _____
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник **Бабенко Валерій Іванович** _____
(прізвище, ім'я та по батькові повністю) (підпис)

Консультанти _____
(прізвище та ініціали) (підпис)
_____ (прізвище та ініціали) (підпис)

Рецензент **Галенко О.О.** _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що в цій кваліфікаційній
роботі немає запозичень із праць
інших авторів без відповідних
посилань.

Здобувач _____
(підпис)

Київ - 2021 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) **ННІХТ** _____
Кафедра технології жирів, хімічних технологій харчових добавок та косметичних засобів _____
Освітній ступінь **бакалавр** _____
Спеціальність **161 «Хімічні технології та інженерія»** _____
(код і назва)
Освітньо-професійна програма **«Хімічна технологія»** _____
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТЖХТ

_____ **Носенко Т.Т.** _____

“ _____ ” _____ 2020 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Баранов Станіслав Вадимович _____

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи **Технологія виробництва пектину з бурякового жому в екстракційному цеху**

керівник роботи **Бабенко Валерій Іванович, к.т.н., доцент** _____,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від 28 жовтня 2020 року №882-кв _____

2. Строк подання здобувачем роботи 01.02.2021р. _____

3. Вихідні дані до роботи: **потужність цеху з виробництва пектину 175кг за добу** _____

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ, аналітичний огляд науково-технічної літератури, технологічна частина, техніко-економічне обґрунтування, організація контролю якості продукції, екологічна частина, охорона праці, висновки, список використаної літератури.

5. Перелік графічного матеріалу

Лист 1. Принципово-технологічна схема, формат аркушу А1 _____

Лист 2. Апаратурно-технологічна схема, формат аркушу А1 _____

Лист 3. Креслення апарату (загальний вигляд), формат аркушу А1 _____

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 15 жовтня 2020р. _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	ВСТУП	01.11.2020	
2	РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	03.11.2020-09.11.2020	
3	РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	10.11.2020-17.11.2020	
4	РОЗДІЛ 3. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ	18.11.2020-29.11.2020	
5	РОЗДІЛ 4. ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ	29.11.2020-07.12.2020	
6	РОЗДІЛ 5. ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	07.12.2020-15.12.2020	
7	РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ	16.12.2020-29.12.2020	
8	ВИСНОВКИ	30.12.2020-05.01.2021	
9	СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	05.01.2021-07.01.2021	
10	ГРАФІЧНА ЧАСТИНА ПРОЕКТУ. АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА	08.01.2021-09.01.2021	
11	ГРАФІЧНА ЧАСТИНА ПРОЕКТУ. КРЕСЛЕННЯ АПАРАТУ (ЗАГАЛЬНИЙ ВИГЛЯД)	09.01.2021-10.01.2021	
12	ПЕРЕДЗАХИСТ, ПЕРЕВІРКА НА АКАДЕМПЛАГІАТ, РЕЦЕНЗУВАННЯ ДП		

Здобувач _____
(підпис)

Баранов С.В.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____
(підпис)

Бабенко В.І.
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА: 80 С., 9 РИС., 24 ТАБЛ., 18 ДЖЕРЕЛ

Темою кваліфікаційної роботи бакалавра є технологія виробництва пектину з бурякового жому в екстракційному цеху. Обґрунтовано вибір оптимальної технології екстрагування пектину харчової якості, згідно завдання сировиною виробництва обрано буряковий жом.

Проведено підбір основного технологічного обладнання за всіма стадіями технологічного процесу: бродильні апарати, центрифуга, кізельгуровий фільтр, ультрафільтраційна установка, випарна установка, коагулятор, фільтр-прес. Розраховано та підібрано пневматичну трубу-сушарку. Відповідно до розрахованих даних матеріального балансу та проведеного підбору обладнання запропоновано апаратурно-технологічну схему екстрагування бурякового пектину. Згідно обраної апаратурно-технологічної схеми розроблено принципово-технологічну схему виробництва пектину Е 440.

Розраховано собівартість виробництва бурякового пектину, яка становить 1989,29 грн. за одну упаковку масою 50 кг. Складено схему технохімічного контролю виробництва відповідно до чинних нормативних документів.

Запропоновані заходи з охорони праці на екстракційному виробництві та заходи з охорони довкілля, обґрунтовано екологічну безпеку запропонованої технології.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ПЕКТИН, ТЕХНОЛОГІЯ, БУРЯКОВИЙ ЖОМ, СУШАРКА, ГІДРОЛІЗ

					ННІХТ. ЗХТ-5-3.021 161.003.КР.ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Баранов С.В.			РЕФЕРАТ	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушіє</i>
<i>Перевір.</i>		Бабенко В.І.					4	80
<i>Керівник</i>						НУХТ, каф. ТЖХТ		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		Носенко Т.Т.						

ABSTRACT

EXPLANATORY NOTE: 80 P., 9 FIG., 24 TABLES, 18 SOURCES

The topic of the bachelor's qualification work is the technology of beet pulp pectin production in the extraction shop. The choice of the optimal technology of food quality pectin extraction is substantiated, beet pulp is selected as the raw material of production according to the task. The selection of the main technological equipment at all stages of the technological process: fermenting machines, centrifuge, kieselguhr filter, ultrafiltration unit, evaporator unit, coagulator, filter press.

The pneumatic pipe-dryer is calculated and selected. In accordance with the calculated data of the material balance and the selection of equipment, a hardware-technological scheme of beet pectin extraction is proposed. According to the chosen hardware-technological scheme the basic-technological scheme of production of pectin E 440 is developed.

The cost of production of beet pectin, which is 1989.29 UAH, is calculated. for one package weighing 50 kg. The scheme of technochemical control of production according to the current regulatory documents is made. Measures on labor protection at extraction production and measures on environmental protection are offered, ecological safety of the offered technology is substantiated.

KEY WORDS: PECTIN, TECHNOLOGY, BEET PULL, DRYER, QUALITY, HYDROLYSIS

					ННІХТ. ЗХТ-5-3.021 161.003.КР.ПЗ							
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>								
<i>Розроб.</i>	Баранов С.В.				ABSTRACT			<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>		
<i>Перевір.</i>	Бабенко В.І.							5	80			
<i>Керівник</i>								НУХТ, каф. ТЖХТ				
<i>Н. Контр.</i>												
<i>Затверд.</i>	Носенко Т.Т.											

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	
1.1. Номенклатура і хімічна структура пектинових речовин	10
1.2. Класифікація пектинів	11
1.3. Основні види пектинів	13
1.4. Сировина для одержання пектину.....	16
1.5. Властивості пектину	17
1.6. Отримання пектинових речовин	23
1.7. Значення і застосування пектинових речовин	30
РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	
2.1. Сучасні напрямки використання бурякового жому	35
2.2. Опис принципово-технологічної схеми	39
2.3. Підбір основного технологічного обладнання	41
2.4. Опис апаратурно-технологічної схеми	47
2.5. Розрахунок матеріального балансу	49
2.6. Розрахунок основного обладнання.....	52
РОЗДІЛ 3. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ.....	58
РОЗДІЛ 4. ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ	63
РОЗДІЛ 5. ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ	71
ВИСНОВОК	77
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	78
ДОДАТОК 1	80

					ННІХТ. ЗХТ-5-3.021 161.003.КР.ПЗ							
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>								
<i>Розроб.</i>	Баранов С.В.				ЗМІСТ			<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушіє</i>		
<i>Перевір.</i>	Бабенко В.І.							6	80			
<i>Керівник</i>								НУХТ, каф. ТЖХТ				
<i>Н. Контр.</i>												
<i>Затверд.</i>	Носенко Т.Т.											

ВСТУП

Актуальність теми. Одним з найважливіших напрямків підвищення ефективності сучасного виробництва є створення маловідходних і безвідходних технологій, більш широке залучення в господарський оборот вторинних сировинних ресурсів.

Найбільшою мірою цим вимогам відповідає виробництво пектину і пектинопродуктов з вторинних сировинних ресурсів (бурякового жому, яблучних, виноградних і цитрусових вичавок, бавовняної стулки і т.д.). Рівень використання вторинних сировинних ресурсів в середньому в харчовій промисловості становить 10 ... 15% від їх загальної кількості.

Потреба в пектині значно перевищує обсяги його закупівель за кордоном. Так, з огляду на мінімальну профілактичну норму споживання пектину – 2 г на добу, в екологічно сприятливих районах, його кількість при цілорічному споживанні пектиновмісних продуктів з розрахунку на 100 млн. чоловік становить понад 70 тис.т. Варто зазначити, що вироблення пектину на підприємствах Росії, Молдови, Україна становила до розпаду СРСР 350...400 т на рік (0,20...0,22% від потреби); 1,5... 2,0 тис.т щорічно закуповувалося за кордоном. На даний час щорічна закупівля в середньому становить 3,0...3,5 тис.т.

Погіршення екологічних умов у багатьох регіонах України, особливо після Чорнобильської катастрофи, що супроводжується забрудненням навколишнього середовища і харчових продуктів токсичними речовинами і радіонуклідами, вимагає, крім забезпечення безпеки продуктів харчування, також проведення профілактичних заходів, що, в свою чергу, обумовлює необхідність розширення виробництва пектину як природного детоксиканта.

Пектин називають іноді даром рослинного царства, основним благодійником і санітаром людського організму.

					ННІХТ. ЗХТ-5-3.021 161.003.КР.ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Баранов С.В.			ВСТУП	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Перевір.</i>		Бабенко В.І.					7	80
<i>Керівник</i>						НУХТ, каф. ТЖХТ		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		Носенко Т.Т.						

Можна припустити, що недостатня кількість пектинових речовин в продуктах харчування призводить до зниження опірності людського організму до впливу навколишнього середовища. Особливо це стало помітно проявлятися в останні роки, коли безпеку харчових продуктів переплелася воєдино з екологією. Пектин – один з найпоширеніших полісахаридів, що міститься в достатній кількості в рослинній сировині – плодах, овочах, корене -і бульбоплодах, яблучних і цитрусових вичавках і інших вторинних ресурсах.

Останніми роками попит на пектини збільшується, область використання його неухильно розширюється з появою нового покоління функціональних продуктів харчування. На сьогоднішній день спостерігається стійке зростання споживання пектину в середньому 3,0 ... 3,5% в рік. Крім того, пектин належить до числа розчинних гідроколоїдів і використовуваних в раціоні здорового харчування.

Тому **метою роботи** було розроблення технології одержання пектину з вторинної сировини цукрового виробництва – бурякового жому. Промислове впровадження такої технології буде економічно вигідним через високих попит, що існує на ринку гідроголоїдів.

Вартість харчового пектину досягла 25 - 35 доларів США за 1 кг, медичного 60 ... 120 дол. США (в залежності від чистоти). Світовий ринок гідроколоїдів на даний час оцінюється фахівцями об'ємом близько 3 млрд. доларів США. Виробництво пектину при цьому становить 10,91% від загального обсягу гідроколоїдов на суму 319 млн. доларів.

Об'єкт дослідження харчова добавка E440 – пектини.

Предметом дослідження є хімічна технологія одержання пектину методом екстрагування з бурякового жому.

Завдання, що поставлені до виконання:

1. Аналіз літератури для пошуку доступних сировинних джерел пектину.
2. Вивчення існуючих технологій отримання пектину.
3. Аналіз і підбір технологічної схеми одержання пектину методом екстрагування.

					ВСТУП	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. Проведення повного комплексу необхідних матеріальних розрахунків за обраною технологією.

5. Розрахунок собівартості виробництва продукції і доведення економічної доцільності виробництва.

					ВСТУП	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Номенклатура і хімічна структура пектинових речовин

Пектин – сухий, порошкоподібний продукт від світло-бежевого до світло-сірого кольору, що складається переважно з частково етерифікованих метанолом полігалактуранової кислоти і її натрієвих, калієвих, кальцієвих і амонієвих солей (рис. 1). Пектин – це полісахарид рослинного походження.[1]

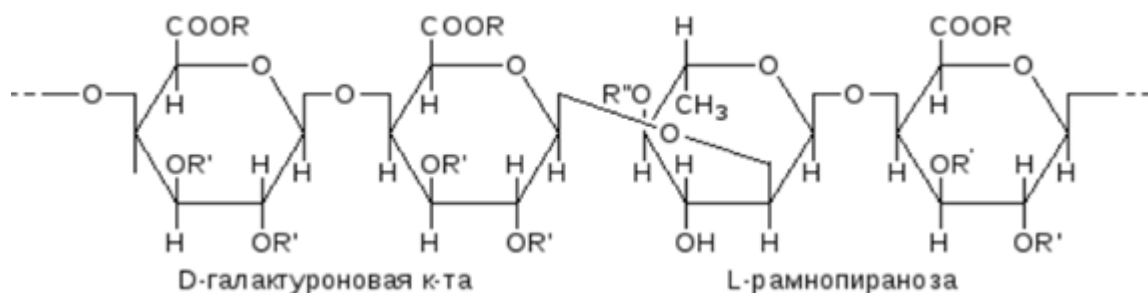


Рис. 1.1 – Хімічна структура пектину

Полігалактуранова кислота – кислота, що представляє собою лінійний полімер, молекула якого складається з пов'язаних 1, 4 глікозидними зв'язками залишків α -D-галактуранової кислоти і деякої кількості залишків L-рамнози (рис. 2).

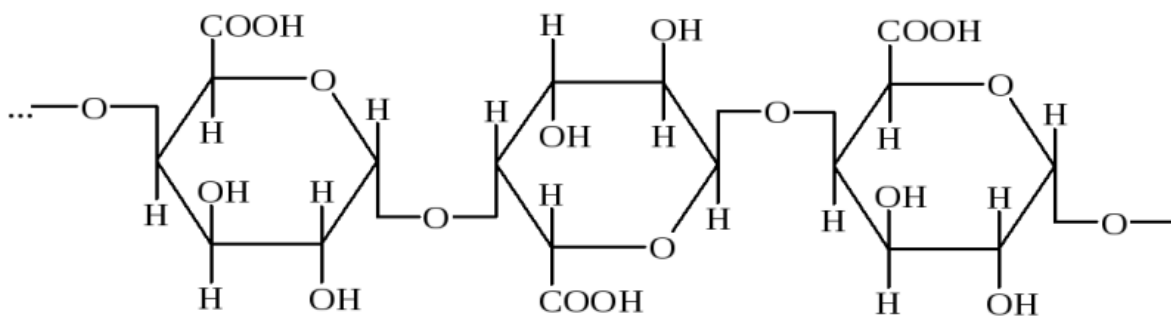


Рис. 1.2 – Хімічна структура полігалактуранової кислоти

Пектинові кислоти – високомолекулярні полігалактуранові кислоти, невелика частина карбоксильних груп яких етерифікована метиловим спиртом. Солі пектинових кислот називаються нормальними або кислими пектинами.

					ННІХТ. ЗХТ-5-3.021 161.003.КР.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Баранов С.В.				АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.	Бабенко В.І.						10	80
Керівник						НУХТ, каф. ТЖХТ		
Н. Контр.								
Затверд.	Носенко Т.Т.							

Пектові кислоти – повністю деметоксильовані пектини з незайманим ланцюгом. Солі пектових кислот називаються нормальними або кислими пектинатами.

У 1848 році Фремо розділив нативний пектин на дві фракції - розчинна (гідропектін) і нерозчинний (протопектин).[2]

Залежно від кількості метоксильних груп і ступеня полімеризації пектини поділяють на високоетерифікований і низькоетерифікований.

H-пектин – високоетерифікований, має ступінь етерифікації, тобто відношення числа етерифікованих карбоксильних груп на кожні 100 карбоксильних груп пектинової кислоти, понад 50% (рис. 3); L-пектин – низькоетерифікований, має ступінь етерифікації менше 50% .

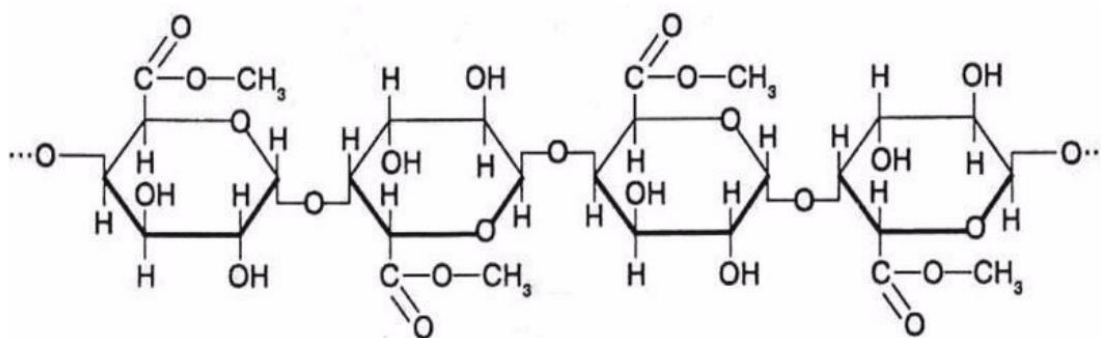


Рис. 1.3 - Хімічна структура H-пектину

1.2. Класифікація пектинів

За зовнішнім виглядом:

- в порошку. При застосуванні вводиться в суміші разом з цукром при температурі 50 °С.
- в рідкому вигляді (екстракт, рідкий пектин). Перед застосуванням він попередньо розчиняється в гарячій воді.

За хімічними властивостями:

В процесі виробництва пектин проходить процес етерифікації (взаємодії зі спиртом і кислотою), що і надає йому різні властивості. В особливих випадках пектин обробляють аміаком для отримання амідованого пектину.

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

При виробництві була виявлена закономірність – чим вище ступінь етерифікації пектину, тим швидше він желює і при більш високій температурі. Тому виробники пропонують безліч видів пектину з різним ступенем етерифікації.

Таким чином виділяють такі групи пектинів:

- низькоетерифіковані (LM – low methoxy) (ступінь етерифікації нижче 50%) здатний желювати незалежно від кислотності ягід або цукру, але в присутності іонів кальцію. Наприклад, пектин FX58 - працює з молочними продуктами. Також такі пектини працюють із сумішами з низьким вмістом сухих речовин (зі зниженим вмістом цукру, наприклад).

- високоетерифіковані (HM – high methoxy) (ступінь етерифікації вище 50%) - це найпопулярніший пектин. Він здатний желювати при високій кислотності, при низькому рівні рН суміші, при високому вмісті цукру або інших сухих речовин. При цьому, чим вище ступінь етерифікації, тим більше розчинних сухих речовин і вище рівень рН необхідні для утворення стійкого каркаса холодцю. Він швидше розчиняється в воді, швидше желює суміші.

Високоетерифікований пектини використовують в основному в кондитерській промисловості для виробництва зефіру, пастили і мармеладу.

- амідований пектин (LMA) – це низькоетерифікований пектин, оброблений аміаком в процесі виробництва. Це особливий тип пектину, в молекулі якого частина ефірних груп була перетворена в амідні.

Амідовані пектини желюють при меншій кількості кальцію, в сумішах з нейтральним рівнем рН, і вони менш схильні до осадження при високих концентраціях кальцію. Його часто використовують для виробництва фруктових начинок для йогуртів, термостабільних начинок.

Іноді в пектини додають буферні солі, після чого вони можуть желювати без присутності кислот. Тоді, в залежності від результату, виділяють два види желе:

- термостабільне (суміш желюється після повторного нагрівання)
- нетермостабільне (руйнується при температурі вище 90-100 °С при повторному нагріванні)

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Також пектин розрізняють за часом осадження (час, протягом якого з добавки утворюється гель):

- пектин швидкого осадження (температура желювання 75-85 ° С; ступінь етерифікації вище 70-76%; час желювання 10-15 хв)
- середнього осадження (ступінь етерифікації 70-72% і середні температури желювання; час желювання - 15-20 хвилин)
- пектин повільного осадження (температура желювання 45-60 ° С; ступінь етерифікації 56-68%; час 20-25 хв)

Отже, чим вище ступінь етерифікації, тим швидше відбувається желювання, і тим більш висока температура потрібна.

Кожен виробник "грає" складами пектинів, програмуючи передбачуваний і точний результат. Звідси і виходить, що у кожного виробника - свій склад, свій асортимент пектинів.

1.3. Основні види пектинів



Рис. 1.4 - Види пектинів

Пектин яблучний або цитрусовий – це базовий, звичайний пектин. У складі – тільки пектин (максимум може бути вказана декстроза, глюкоза або сахароза, які допомагають стандартизувати пектин).

Виготовляється зі шкірки яблук або цитрусових. Використовується для будь-яких цілей, частіше для мармеладу, конфітурів.[3]

Звичайний пектин – має ступінь етерифікації – 60-66% (високоетерифікований), що означає більш швидке желювання і потреба в високих температурах для желювання. Працює в кислому середовищі (рН в діапазоні 2,8-3,4). Тобто щоб отримати стійкий холодець, для цього виду пектину потрібна велика кількість цукру в складі, наявність кислоти і висока температура.

Також виробники можуть під такою назвою продавати і амідовані пектини, тобто оброблені аміаком. І у нього вже трохи інші властивості – нижчий рівень етерифікації (а значить і уповільнена швидкість желювання), більш високий рівень рН (а значить можуть працювати практично з будь-якими фруктами і ягодами), і можливість працювати з сумішами з більш низьким вмістом цукру.[3]

Гелі з яблучного пектину мають більш високу міцність в порівнянні з цитрусовим.



Рис. 1.5 - Зліва – гель з яблучним, справа – з цитрусовим

Пектин (жовтий) – частіше виготовляється зі шкірки яблук або цитрусових. Найчастіше в Європі під "жовтим" розуміють звичайний яблучний або цитрусовий пектин. Наприклад, жовтий пектин PatisFrance - це склад, більше схожий на пектин напжаж (пектин + E337 + E452 + декстроза). Жовтий пектин Sosa - це чистий яблучний пектин. А жовтий пектин Louis Francois схожий на PatisFrance (59-65%

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

рівень етерифікації) – теж суміш з пектину і буферних солей E337 і E452, і працює при вмісті цукру 76% і рівні рН суміші – 3,2-3,5.

До складу можуть входити різні буферні солі, які і будуть надавати продукту ті чи інші властивості.

Пектин NH - це термообратимий пектин з низьким рівнем етерифікації (28-40%). Найчастіше його використовують в сумішах з меншою кількістю цукру, і також для начинок мусових тортів, тому що він відмінно переносить заморозку і не відпускає воду при відтаванні (тобто начинка не потече).

Цей пектин не вимагає присутності великого вмісту цукру і великого вмісту кислоти в суміші. [3]

Пектин напжаж (pectine nappage) – низькоетерифікований пектин, термообратимий. Працює в сумішах з вмістом цукру 60-70% і з кислими фруктами і ягодами. Зазвичай використовується для приготування нейтрального гелю, глазури. Для активації потрібна лимонна кислота.

У багатьох виробників пектин NH і пектин напжаж – це одне і теж. Важлива відмінність напжаж від NH – більш прозорий гель (це важливо при приготуванні нейтральної глазури, наприклад, або глазури для покриття свіжих ягід на десертах).

Пектин NH plus – середньоетерифікований пектин (ступінь етерифікації – 30%). Новий продукт на ринку і досить рідкісний – на західному. Досліди показують, що суміші з цим пектином застигають швидше, ніж з пектином NH. Він не дає щільної мармеладної консистенції, але добре загущує, залишаючи тягучу текстуру.

Пектин FX – пектин з низьким ступенем етерифікації, працює тільки з кальційвмісними продуктами. З ним готують молочні і вершкові начинки, мармелад, конфітур. У цьому випадку рівень кислотності не грає значення. Прикладом такого пектину є пектин X58 від іспанського виробника Sosa.

Пектин acid free (безкислотний) – аналог звичайного пектину, якому для роботи не важливий рівень кислотності суміші. У складі містить сульфат кальцію (calcium sulfate) – дуже гігроскопічний стабілізатор, емульгатор, фактично це гіпс, який в силу своїх властивостей (застигання після охолодження) і допомагає суміші

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

схоплюватися після охолодження і залишатися стабільною.

Зручний тим, що працює з будь-якими фруктами і ягодами, які не містять кислоти – банани, яблука, кокоси, фініки, кавун, апельсини, а також з горіховими пастами.

Пектин slow set (повільного осадження) – аналог звичайного пектину, якому потрібно більше часу для студнеутворення. Підходить для випадків, розливають начинки або мармеладки в маленькі формочки і потрібен час на цю операцію (не більше 3-4 хвилин). Адже будь-який інший пектин схоплюється майже моментально і не дає можливості розлити мармелад по формочках.

Цитрусові волокна - виробляються з внутрішніх білих оболонок цитрусових, з перегородок. Властивості схожі з пектином, годиться для конфітурів. [3]

1.4. Сировина для одержання пектину

Пектинові речовини – група високомолекулярних полісахаридів, що входять до складу клітинних стінок і міжклітинних утворень рослин спільно з целюлозою, геміцелюлозою, лігніном. Найбільша кількість пектинових речовин знаходиться в рослинних тканинах: соковитих плодах і коренеплодах.

Сировиною для промислового отримання пектину з точки зору економічної доцільності його використання служать в основному яблучні та цитрусові вичавки, жом цукрового буряка, кормового кавуна, кошиків соняшнику, гарбуза (тобто відходи харчових виробництв).

Вміст пектинових речовин в рослинних матеріалах коливається в широких межах: від 0,1-0,5 до 50%. Найбільший вміст пектину в лимонних вичавках (30-35%), в апельсинових і мандаринових (25-30%), навколоплідників соняшнику (близько 25%), буряковому жомі (20-25%), яблучних вижимках (5-15%).

Пектини локалізовані в різних частинах рослин нерівномірно. Наприклад, в цитрусових плодах основна кількість пектинів зосереджено в альbedo, в яблуках – в епідермісі і прилеглих тканинах, в цукровому буряці - в м'якоті. [4]

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У таблиці 1.1. представлені дані вмісту пектину в деяких фруктах та ягодах.

Таблиця 1.1. Вміст пектину в деяких фруктах та ягодах [4]

Високий вміст	Середній вміст	Низький вміст
Айва	Абрикос	Ананас
Грейпфрут	Апельсин	Бузина
Червона смородина	Ожина	Виноград
Агрус	Малина	Вишня
Лимон	Мандарин	Інжир
Слива	Чорниця	Манго
Яблуко	Слива	Персик
Чорна смородина		Ревінь

Таблиця 1.2. Вміст пектину в деяких продуктах (в 100 г) [4]

Найменування продукту	Кількість, г
Яблука	1,6
Апельсини	1,5
Чорна смородина	1,1
Абрикос	1,0
Капуста	1,0
Малина	0,7
Морква	0,6
Баклажани	0,6
Цибуля	0,5
Гарбуз	0,3

1.5. Властивості пектину

Пектин – полісахарид з довгим спіралевидноскрученим ланцюгом повторюємих одиниць і високою молекулярною вагою, має властивості ліофільного колоїду. На відміну від інших природних колоїдів (желатин, агар-агар) золі пектину переходять в гель тільки в присутності цукру та кислоти або полівалентних металів.

Пектин, виділений з рослин, у висушеному вигляді являє собою порошок від білого до сіро-коричневого кольору в залежності від джерела отримання та ступеня очищення. Він не має запаху, слизький при пробі на язиці.

Пектин розчиняється у воді, особливо при нагріванні, осаджується спиртом і іншими органічними розчинниками. При підвищенні температури вище 150 ° С пектин розкладається, швидке розкладання настає в присутності іонів хлору.

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

Пектинові розчини оптично активні, правообертальні, питоме обертання постійне при значенні рН 3,0-6,5.

Характерними показниками пектину є: молекулярна вага, метоксильне число, ацетильне число, розчинність в воді, в'язкість золю, желеутворююча здатність. [5]

В надлишку води вони добре набухають. Пектини не розчиняються в розчинах з вмістом сухих речовин більше 30%. Розчинність пектину у воді зростає зі збільшенням ступеня етерифікації і зі зменшенням ступеня полімеризації. З двох пектинів з однаковою довжиною ланцюга легше розчиняється той, у якого вище метоксильне число, а з двох пектинів з однаковою мірою етерифікації легше розчинний той, який володіє меншою молекулярною вагою.

У таблиці 1.3. представлені дані вмісту метоксильних і ацетильних груп деяких пектинів [5].

Таблиця 1.3. Вміст метоксильних і ацетильних груп в пектинових речовинах

Пектин	Вміст метоксильних груп, %	Вміст ацетильних груп, %
Яблучний	7,15-11,40	0,30-0,69
Цитрусовий	6,90-9,60	0,24-0,50
Буряковий	3,70-5,50	0,40-2,50
Кошиків соняшнику	5,30-6,50	

Відповідно до номенклатури слід чітко розмежовувати пектини, пектинові речовини і протопектини. Це природні речовини рослин, які представляють собою фрагменти протопектину і утворюються при його розпаді. Властивості пектину як ліофільного колоїду визначають його роль в рослині і в технологічних процесах при переробці плодів.

Розчинність. Для досягнення повного використання та уникнення неоднорідного гелеутворення пектин повинен бути повністю розчинний. Повне розчинення передбачає відсутність згустків. Якщо пектин утворив згустки, їх дуже важко розчинити.

Пектин, як і інші гелеутворюючі агенти, не розчиняються в середовищі, де існують умови для гелеутворення.

Найкращим розчинником пектинових речовин являється вода. Вони також розчиняються в 84%-вій фосфорній кислоті і рідкому аміаку; в гліцерині

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

набухають. В інших органічних і неорганічних розчинниках вони нерозчинні.

Розчинність пектину залежить від ступеня полімеризації і етерифікації. Розчинність у воді збільшується при підвищенні ступеня етерифікації та зменшенні розміру молекули.

Пектинові кислоти, повністю позбавлені метоксильованих груп, навіть при невеликій молекулярній масі нерозчинні у воді.

Для отримання однорідного розчину порошок пектину необхідно розтерти з цукром або попередньо змочити спиртом. При кімнатній температурі можна отримати водні розчини, що містять не більше 2-3% пектинових речовин .

Найпростіший спосіб розчинення порошку пектину - використання міксера з великою кількістю обертів. Змішаний в сухому вигляді з 5-6 частинами цукру тонко подрібнений пектин легко розчиняється у воді. Щоб пектин розчинився повністю, рекомендується прокип'ятити суспензію протягом 1 хв. Так як розчинення пектину ускладнюється по мірі збільшення вмісту розчинних твердих речовин, більшу частину цукру в рецептурі слід додавати лише після розчинення пектину.

Причиною нерозчинності пектинової кислоти являється наявність в ній невеликої кількості зольних складників, які дають з пектиною кислотою нерозчинні сполуки.

Розчини пектинів мають здатність до подвійного променезаломлення. Зі зменшенням довжини пектинового ланцюга (при впливі лугу) спостерігається падіння подвійного променезаломлення. При очищенні пектину і нейтралізації карбоксильних груп подвійне заломлення збільшується.

В'язкість є однією з найхарактерніших особливостей пектинових розчинів, як і інших ліофільних колоїдів. Вона зростає при збільшенні концентрації пектину. Молекули пектину легко асоціюються одна з одною і з великими молекулами супутніх речовин.

Будучи високомолекулярними речовинами пектини не дифундують з розчинів через клітинні мембрани рослин. Цю властивість використовують для відділення від пектинів низькомолекулярних речовин, наприклад, в процесі дифузії бурякового цукру.

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

Ця властивість може і повинна бути використана в пектиновому виробництві, зокрема, при отриманні пектиновмісних студнеутворювачів з високим вмістом чистого пектину.

Молекули пектину у воді піддаються сольватації, тобто утворюється рідинний шар, більш щільний в перших шарах і пухкий в ділянках, віддалених від частинок.

Взаємне розташування пектинових молекул може змінюватися в широких межах залежно від хімічної природи ліофілу, розчинника, температури і т. п.

Золям ліофільних колоїдів властиві висока відносна в'язкість (різко зростає при збільшенні концентрації) і явище структурної або аномальної в'язкості.

В'язкість водних розчинів пектинів залежить від особистих факторів: концентрації, довжини молекулярного ланцюга, ступеня етерифікації, присутності електролітів і температури. Зі збільшенням молекулярної маси при інших рівних умовах в'язкість збільшується. Висока відносна в'язкість пояснюється явищем сольватації.

При збільшенні взаємної асоціації молекул пектину при додаванні цукру, спирту утворюються стійкі агрегати молекул – золь переходить в гель. Структурування під час пектинових гелів йде безперервно, супроводжуючись поступовим збільшенням відносної в'язкості системи.

Водоутримуючу здатність пектину використовують у харчовій промисловості, застосовуючи його як емульгатор при отриманні емульсій у виробництві майонезів. У процесі емульгування пектин утворює навколо жирових кульок мембрани. При цьому молекули пектину в прикордонній зоні відповідним чином орієнтуються і сольватують воду, що й призводить до підвищення в'язкості емульсій.

Студнеутворююча здатність – це найважливіша і характерна властивість пектину. Студнеутворення залежить в основному від молекулярної маси, ступеня етерифікації, концентрації цукру, кількості баластних речовин, супутніх даному пектину, температури і рН середовища. Для того щоб студнеутворення було можливим, пектинова молекула повинна мати певні розміри. Встановлено, що пектин з молекулярною масою від 150 000 до 200 000 володіють хорошими студнеутворюючими властивостями.

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Комплексоутворююча здатність заснована на взаємодії молекули пектину з іонами важких металів, що дає підставу рекомендувати пектин для включення в раціон харчування осіб, які перебувають у середовищі, забрудненій радіонуклідами металів. Завдяки цій хімічній властивості пектин віднесений до незамінної речовини для використання у виробництві харчової продукції профілактичного призначення.

Найбільш високою комплексоутворюючою здатністю володіють низькоетерифіковані пектини.

Дослідження ефективності комплексоутворюючих властивостей промислових пектинів проводиться як *in vitro* (у пробірці), так і *in vivo* (на живих організмах). Дослідженнями *in vitro* встановлено, що комплексоутворююча здатність пектину збільшується з підвищенням рН середовища. Пектин, отриманий з кошиків соняшнику, при рН 1,8-2,0 зв'язував 28,5% введеного стронцію, при рН 3,6-3,7 – 52, а при рН 7,6-7,7 – 72%. Буряковий пектин за тих же значеннях рН зв'язував відповідно 26,4; 36 і 64% від загальної кількості введеного стронцію.

Дані по комплексоутворюючій здібності пектину *in vitro* слід розглядати як орієнтовні при оцінці захисних властивостей пектину. Результати цих досліджень на живий організм не поширюються, тому що важко уявити повний безпосередній контакт металу і пектину в умовах живого організму.

У таблиці 1.4. представлені фізико-хімічні властивості пектинів з різних видів рослинної сировини.

Таблиця 1.4. Фізико-хімічні властивості пектинів з різних видів рослинної сировини.[6]

Джерело для виділення пектину	Вихід пектину,%	Галактуронова кислота (GalA),%	СЕ,%	Молекулярна маса	Вміст нейтральних моносахаридів,%
1	2	3	4	5	6
Яблучні вичавки					
Королівський сорт	4,2	58,6	76,4	331-899	14,3-31,1
Золотий сорт	16,65	67,14	52,51		
Вичавки для виробництва пектину	19,8	-	-		

Шкірка цитрусових					
Шкірка лайма	13,4-26,3	91,6	82,2	342,7- 918	Ara (1,33 помело – 9,3 лайм); Fuc (0,1 лайм – 0,16 помело); Gal (1,64 помело – 4,1 лайм); Glc (0,8 мандарин – 3,25 помело); Rha(0,62 мандарин – 1,5 лайм), Xyl (0,18 мандарин – 0,7 лайм)
Шкірка мандарина	21,95	68,88	-		
Шкірка апельсина	24,2	-	-		
Шкірка грейпфрута	27,34	-	-		
Помело	27,63-37,52	-	-		
Відходи цукрового буряка					
Відходи цукрового буряка	23-24,87	72,4	52 DM, 28,1 DAc	311	Ara (24,3-6,4); Gal (13,2); Glc (0,6); Rha (4,4); Xyl (0,2)
Вичавки томатів					
Вичавки томатів	7,55	78,4 (CBP)	76,92 - 88,98 -	-	Ara (2,9); Gal (3,85); Glc (0,7); Man (3,8); Rha (1,4); Xyl (2,3)
Відходи моркви					
Некондиційна морква	8,9	62-69	53-77 (WSP)	114 - 1460	Ara (8-11,9); Fuc (0,12-0,18); Gal (13-24,4); Glc (40,9-50,6); Man (1,6-1,9); Rha (1,7-3,2); Xyl (0,3) (WSP)
Вичавки моркви	5-15,2				
Кавунові кірки					
Кавунові кірки	19-21	68,7 (LW) - 74,2 (FW)	DM: 61,5 (LW) - 63 (FW)	(FW) 3,45×104 г/моль, (LW) 4,04×104 г/моль	Ara (0,6-0,7); Fuc (0,1-0,2); Gal (20,2-22,6); Glc (1,4-4); Man (0,4-0,6); Rha (2,4-2,9); Xyl (0,5)
Бананова шкірка					
Бананова шкірка	9,0	40,2-71,8	49-80 (DM), 1,2-5,7 (DAc)	87-248	Ara (1-5,3); Gal (1,6-5,7); Rha (0,1-0,24)
Відходи гарбуза					
Відходи гарбуза	7,4	63,3-73,8	18 (DM), 3 (DAc)	139-289	Ara (4,1-4,6); Fuc (0,4-0,6); Gal (7,2-9); Glc (6,6-11,2); Man (0,8); Rha (4,2-4,6); Xyl (0,9-4,3)
Примітка: Ara - арабіноза, GalA - галактуронова кислота, Gal - галактоза, Rha - рамноза, Fuc - фукоза, Xyl - ксилоза, DM - ступінь метоксилування, DAc - ступінь ацетилювання, DE - ступінь етерифікації, WSP - водорозчинний пектин, FW - свіжі кавунові кірки, LW - ліофілізовані кірки кавуна, CBP - пов'язаний з кальцієм пектин.					

						Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	

1.6. Отримання пектинових речовин

Пектин одержують екстракцією з пектиновмісної біомаси. Екстракцію проводять розведеними гарячими кислотами (соляної, щавлевої) або гарячою водою в присутності комплексоутворювачів, що зв'язують двовалентні катіони (оксалат амонію, гекса-метафосфат натрію, етилендіамінтетраоцтової кислоти).

При екстрагуванні розкладається протопектин. Утворений пектин осаджують спиртом. Екстраговані пектини очищають переосадженням (розчинник – вода, осаджувач - етиловий спирт). Чим більш жорсткі умови екстракції, тим вище вихід продукту, але в більшій мірі руйнуються макромолекули пектинів.

При віджиманні соку різних ягід і фруктів в нього переходять вільні низькоетерифіковані, низкомолекулярні пектини. У вичавках залишаються пов'язані з целюлозою пектини (протопектини), які екстрагують підкисленою (рН = 1,5-3,1) водою з $t = 55-90^{\circ} \text{C}$. Умови екстракції змінюються від необхідної фракції пектину. З екстракту пектин осаджують спиртом, потім регулюють ступінь етерифікації метоксилуванням, потім слідує сушка, подрібнення, стандартизація.

Всі схеми отримання пектину складаються з наступних основних стадій:[19]

- підготовка пектиновмісної сировини;
- гідроліз-екстрагування пектину мінеральними або органічними кислотами;
- фільтрування екстракту;
- освітлення фільтрату;
- концентрування екстракту;
- осадження пектинових речовин алифатичними спиртами або солями полівалентних металів;
- очищення пектину;
- сушка, подрібнення і пакування.

Сировина для пектинового виробництва повинна містити мінімальну кількість відновлюємих цукрів, оскільки при реакції з амінокислотами утворюються забарвлені продукти (меланоїдіни).

Вміст баластних речовин в сухому пектині не повинен перевищувати 30% (для пектину, що використовується в харчовій промисловості), для виготовлення

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

лікарських препаратів чистота пектину повинна бути набагато вище. Наявність баластних речовин в пектин знижує його властивості і погіршує комплексоутворення. Тому перш ніж вилучати пектинові речовини проводиться екстрагування водорозчинних компонентів.

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

При обробці сировини кислотою протікає три гідролитических процеси: гідроліз солей (пектинати), гідроліз складноефірних зв'язків (деестерифікація), гідроліз глікозидних зв'язків (деполімеризация). [19]

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

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

Відмінною особливістю цукрових буряків і, відповідно, бурякового жому є низький вміст органічних кислот (0,27 мас.% від маси буряка). Тому висока ступінь гідролізу протопектину бурякового жому досягається лише при досить жорстких умовах (температура 72-75 °С, концентрація HCl 1,5-1,7%), що призводить до деполімеризації пектинових речовин і до погіршення їх показників.

Оптимальна концентрація іонів водню в розчині становить для гідролізу, моль/л: буряковий жом 0,331-0,365; яблучні вичавки 0,038-0,072; цитрусові скоринки 0,027-0,041.

Гідромодуль (ГМ) процесу (відношення маси розчину до маси сухої сировини) підтримують зазвичай досить високим (від 8 до 30) для створення заданого значення рН середовища і забезпечення високого ступеня вилучення цільового продукту внаслідок поєднання процесу гідролізу і екстрагування пектинових речовин. Мінімальне значення гідромодуля, при якому створюються умови для

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

ефективного гідролізу для бурякового жому (вологість 90%), дорівнює 7,6; для мандаринових витяжок (вологість 83%) – 5,0.

Гідроліз кислотами при підвищених температурах призводить до деструкції пектинових речовин. Перспективним напрямком є ферментативний каталіз. Дія на вичавки ферментного препарату целлокандіна (комплекс геміцеллюлази і целлюлаз), попередньо частково звільненого від пектолітичних ферментів, супроводжується розщепленням зв'язків пектинових речовин з компонентами клітинних стінок і вивільненням пектину. Молекулярна маса отриманого продукту в 2-3 рази вище, ніж пектину, виділеного кислотним екстрагуванням, і досягає 40 тис. ; міцність желе становить 500-530 мм рт. ст.

Концентрування екстракту зазвичай здійснюють упарюванням в вакуумі. Процес є досить енергоємним. Встановлено, що перспективним способом концентрування може бути ультрафільтрація.

Виділення пектинових речовин з розчину здійснюють осадженням або солями металів (хлорид алюмінію), або етанолом. Осадження пектину спиртом залежить від його концентрації. При збільшенні концентрації спирту від 40 до 96 об. % Чистота пектину (більше 85%) і вміст метоксильних груп знижуються, вихід збільшується майже в два рази.

Виробництво пектину з вичавок яблук [19]

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

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

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

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

Середній вміст СР в екстракті 1,0-1,2%, включаючи 0,3-0,4% ПВ. Екстракт сепарують і фільтрують.

Концентрування екстракту проводять в двохкорпусних вакуум-випарних установках при температурі не більше 75 ° С до вмісту в розчині СР 6-7% (рН = 1,7 ÷ 2,2), в тому числі 2,5-3,5% ПВ.

Після охолодження розчину до 25 °С пектинові речовини осаджують 3-кратною кількістю етанолу (90-95% об.) При рН = 1,7 ÷ 1,9; отриману суспензію поділяють на центрифугу. Коагулят з вологістю 70-75% направляють в промивач, де його змішують з 70% етанолом при ГМ 8, і суспензію поділяють в центрифугу. Далі пектин промивається етанолом (90-95 об.%) при ГМ 8, і суспензію також піддають центрифугуванню. Очищений пектин подається на сушку, яку здійснюють на барабанній вакуум-сушарці при температурі не вище 60 °С протягом 2-3 год до вологості 8%. Після закінчення сушіння пектин подрібнюють на молотковій дробарці до порошку з розміром часток не більше 0,4 мм.

Пектин, отриманий з вичавок яблук, застосовують в основному в кондитерській промисловості для виробництва зефіру, мармеладу, желейних цукерок.

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

Виробництво пектинових речовин з вичавок citrusових плодів [19]

Цитрусові пектини отримують з цедри лимона і лайма, іноді апельсинів і грейпфрутів. Для отримання пектину в основному застосовують висушену пектиновмісну сировину. Підготовка до процесу екстрагування сушеної сировини полягає в подрібненні і одноразовому або дворазовому промиванні водою температурою 10-20 °С.

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Властивості одержуваних продуктів наведені в табл. 1.5.

Таблиця 1.5. Властивості одержуваних пектинів

Показники	Лайм	Апельсин	Солодкий апельсин	Грейпфрут
Вихід, масс. %	17,2	15,3	17,8	14,5
Вологість, %	10,1	9,9	8,6	10,6
Зола, масс. %	2,82	2,97	2,85	3,0
Студнеутворююча здатність, °ТБ	225	205	180	200
Тривалість студнеутворення, хв	1,0	5,0	5,0	4,0
Ступінь етерифікації, %	63,2	56,1	57,0	57,1
Еквівалентна маса	1462	969	659	940
Метоксильні групи, %	8,62	7,60	7,73	7,40
Ацетильні групи, %	0,32	0,46	0,55	—
Молекулярна маса	92 600	78 000	67 000	72 700

Для гідролізу протопектину використовують різні кислоти: соляну, сірчану, азотну, лимонну, оцтову і фосфорну. Найбільш часто застосовують сірчану, що володіє відбілюючим ефектом. Однак використання цих кислот ускладнює апаратне оформлення процесу. Тому при розробці нових технологій перевагу віддають азотній або лимонній кислоті. Залежно від виду сировини і застосовуваної кислоти екстрагування ПВ ведуть при температурі 70-95 °С, рН = 2,2 ÷ 2,8 протягом 1-2 год. Після закінчення процесу проводять поділ твердої і рідкої фаз фільтруванням. Отриманий екстракт очищають механічним сепаруванням з подальшою фільтрацією через активоване вугілля.

З освітленого екстракту ПВ виділяють осадженням аліфатичними спиртами (етанол, ізопропанол) або солями полівалентних металів (хлориди алюмінію або кальцію). При осадженні спиртом пектиновий екстракт попередньо концентрують в вакуум-випарних апаратах до вмісту СВ 6-7%. При осадженні солями металів екстракт нейтралізують до рН = 6 ÷ 7, використовуючи, як правило, гідроксид амонію.

Осад пектину відокремлюють від маточного розчину або фільтрацією з наступним пресуванням, або центрифугуванням. Пектиновий коагулят подрібнюють і відправляють на очистку для зниження зольності готового продукту і отримання пектину з необхідними показниками.

Очищення пектину полягає в його промиванні спиртом різної концентрації (2-3 рази) або очищення за наступною схемою: м'яка деетерифікація сумішшю спирту

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

з мінеральною кислотою; промивка концентрованим спиртом (94-96 об.%).

Очищений пектин сушать до кондиційної вологості при температурі не вище 60 °С, подрібнюють до порошку з розміром часток 250 мкм і просівають.

Виробництво пектину з бурякового жому

Буряковий жом, одержуваний у виробничому потоці, має приблизно наступний склад, %:

- цукроза 0,2
- пектинові речовини 2,6
- клітковина і геміцелюлози 2,5
- білки 0,5
- зола 0,2
- інші 0,1
- всього СР 6,2

Підготовка сировини (бурякового жому) полягає у видаленні цукру. Сушка повинна проводитися при м'яких температурних режимах. Кінцева температура теплоносія повинна бути не вище 140-150 °С. Хімічний склад звичайного сушеного жому характеризується наступними показниками, мас. % до маси жому:

- СР 87-88
- мінеральні речовини 5-6
- азотисті речовини 3-4
- клітковина 17-18
- протеїн 6-7
- цукор 4
- жир 0,4
- безазотистих екстрактивні речовини 51

Гідроліз-екстрагування жому ведуть розчином 1,1-1,5% соляної кислоти (рН = 0,6 ÷ 0,8) при гідромодулі 15-16, температурі 70-76 °С протягом 1...2 год при періодичному перемішуванні в вертикальному екстракторі. Ступінь екстрагування становить 52%. Екстракт фільтрують, жом заливають водою температурою 65-70°С

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

і витримують 40 хв, після чого розчин фільтрують і об'єднують з першим екстрактом. Екстракт являє собою прозору рідину світло-сірого кольору, містить 0,5-0,8% ПВ і має щільність 1,01-1,02, рН = 0,6 ÷ 0,7. Відпрацьований жом нейтралізують аміачною водою і направляють на корм худобі.

Пектиновий екстракт після відстоювання і охолодження подають в осаджувач. Осадження пектину здійснюють (після нейтралізації 25% Na₂CO₃) при рН = 3,0 ÷ 3,2 і температурі 55-60 ° С. Пектиновий коагулят відпресовують до вологості 73-75%, подрібнюють на молотковій дробарці і направляють на очищення.

Сушку пектину здійснюють при температурі 140 °С до вологості не більше 14%. Далі пектин подрібнюють і просівають; вихід продукту становить 17-18%. Ступінь метоксилювання не менше 35%, вміст ацетильних груп не повинен перевищувати 0,5%.

Товарний буряковий пектин має вигляд однорідного сірого порошку із слабкокислим смаком з вмістом пектину не менше 70%; ступінь метоксилювання продукту повинна бути не менше 35%; вміст золи – не більше 3,5%. Водний розчин пектину (1%) має рН від 3,0 до 3,8. Гарячий розчин, що містить 1% пектину і 70% цукру, повинен давати після закінчення 15-30 хвилин після відливання в форми міцний холодець.

Характеристика отриманих різними способами пектинових речовин приведено в табл. 1.6.

Таблиця 1.6. Характеристика пектинових речовин, отриманих з бурякового жому

Параметри дослідів	1	2	3	4
Гідролізуючий реагент	HCl	HCl	SO ₂	SO ₂
рН	0,7	1,0	2,0	2,0
Температура, °С	40	70	70	60
Тривалість, год	22	2	12	12
Гідромодуль	6	6	6	6
Метоксильні групи, %	5,35	6,6	6,0	5,8
Ацетильні групи, %	0,85	0,86	0,85	1,1
Молекулярна маса	30 · 10 ³	35 · 10 ³	40 · 10 ³	35 · 10 ³
Стійкість желе	70,66	55,99	70,66	53,33

Збільшити ресурси сировини для отримання пектинів можна за рахунок

використання нетрадиційних джерел (табл. 1.7.). [19]

Таблиця 1.7. Основні технологічні параметри отримання пектинів з нетрадиційної сировини

Параметри	Виноградні вичавки	Кора хвойних дерев	Корзинки соняшника	Бавовняні коробочки	Кормові гарбузи
Екстрагент	Розчин HCl	0,5% оксалат амонія	0,4% розчин HCl	Розчин щавелевої кислоти	Розчин HCl
pH	1,1	—		1,5	0,88–0,90
ГМ	5	30	15–16	7	30
Температура, °C	70	100	80	75–80	70
Тривалість, хв	320	—	60–90	60–70	360
Осаджувач	Етанол		AlCl ₃	AlCl ₃	CaCl ₂
pH			3,4–3,8	5,0–5,5	4,5–4,7
Вихід, мас. %	4,1–6,6				
Желеутворююча здатність, кПа	59,8–66,5		26,6–39,9		
Ступінь етерифікації			36–60		
Ацетильне число			1,3–3,2		

1.7. Значення і застосування пектинових речовин

1) Роль в природі: [7]

- цей клас біополімерів є складовою частиною клітинних стінок – оболонки, що покривають рослинні клітини і створюють міцний скелет рослини.

Розчинний пектин знаходиться в соках вакуолі і міжклітинних шарах тканини зрілих плодів. Пектини в рослинних тканинах не перебувають у вільному стані. Пектин клітинних стінок стабілізується кальцієм, формуванням гелевого матриксу навколо целюлози і геміцелюлози. Вони утворюють ковалентні зв'язки з лігніном, що пояснює високу міцність механічних тканин рослинного організму;

- будучи структурним елементом рослинних тканин, підвищують посухостійкість рослин;

- олігосахариди – продукти ферментативного часткового розкладання пектинів, мають фітогормональну дію. Утворившись при руйнуванні клітинних

						Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	

стінок ферментами фітопатогенних грибів олігосахариди стимулюють запуск імунної відповіді рослини, а саме вироблення антибіотиків - фітоалексинів, також вони впливають на ростові процеси (формування квіток), коренеутворення і дозрівання плодів.

2) Для здоров'я людини: [7]

- пектин ефективний в боротьбі з ожирінням: потрапивши в шлунок, він розбухає і створює тиск на стінки, тим самим виникає відчуття ситості;

- пектиновий гель, огортаючи стінки шлунка, перешкоджають формуванню виразки і шкідливому впливу ряду речовин, лікарського препарату на організм (наприклад, добавка пектину до ацетилсаліцилової кислоти пом'якшує її побічну дію на шлунково-кишковий тракт людини);

- служить важливим профілактичним засобом в боротьбі з цукровим діабетом, гіперхолестеринемією і гіперліпідемією, пектин легко утворює комплекси з гідроксилсвмісними сполуками - холестерином, глюкозою, жовчними кислотами, жирними кислотами, речовинами фенольної групи, пестицидами і виводить їх з організму;

- комплексоутворення з поліцукрами підвищує терапевтичну та імунологічну активність, знижує токсичність препаратів;

- пектини, комплексоутворення яких несе зворотній характер, можуть виступати в ролі лікарської форми при лікуванні анемії і ряду інших симптомів мікроелементозів;

- забезпечують нормальну перистальтику кишківника, покращуючи моторно-евакуаторну функцію травного каналу і мікрофлору кишківника;

- знижують артеріальний тиск;

- для забезпечення пролонгованої дії ліків (наприклад, спільне застосування пектину з деякими антибіотиками пролонгують їх дію і чинять детоксикаційний вплив), підсилюють терапевтичну дію фармацевтичних препаратів;

- в процесі деметоксилювання (процес відщеплення від хімічних сполук метоксильних груп) пектину утворюється пектова кислота, яка вступає в інтенсивне солеутворення з іонами важких металів, в результаті чого отруйні солі

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

не всмоктуються в організм, а виводяться у вигляді нерозчинних пектатів. Також ця кислота (в деякому роді антибіотик) має бактерицидні властивості;

- будучи коагулянтами, вони демонструють кровоспинний ефект.

Оптимальне профілактичне дозування пектину становить 5-8 г на добу, а в умовах радіоактивного забруднення – не менше 15-16 г.

У харчовій промисловості: [8]

- в кондитерській промисловості як гелеутворювач при виготовленні желейних виробів (зефір, пастила, мармелад, начинки для цукерок, тортів).

Використовується, в основному, яблучний пектин;

- в молочній промисловості для виготовлення йогуртів, молочних десертів, морозива. Використовується цитрусовий пектин;

- в консервній промисловості для виробництва конфітурів, джемів, повидла, желе. Використовується цитрусовий пектин;

- в олієжировій промисловості, як емульгатор при виготовленні майонезів і рідких маргаринів;

- при отриманні соусів і кетчупу;

- як стабілізатор безалкогольних напоїв і соків з м'якістю;

- у виробництві дієтичного та лікувально-профілактичного харчування;

- в хлібопекарській промисловості як добавки до лікувальних сортів хліба, а також з метою отримання повільно черствіючих сортів хліба;

- пектин покращує якість виробів і термін зберігання (вологоутримуюча властивість).

Механізми желювання у високо- і низькоетерифікованих пектинів відрізняються один від одного. Високоетерифікований пектини желює при високій кислотності і високому вмісті сухих речовин в середовищі (наприклад, при високому вмісті цукру), низькоетерифіковані здатні утворювати гелі при низьких вмістах сухих речовин і невисокою кислотністю.

Желювання високоетерифікованих пектинів – процес, при якому полімерні молекули в умовах високої кислотності і високому вмісті сухих речовин, взаємодіють один з одним через утворення хімічних зв'язків, водневих містків,

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

утворюють щільну просторову структуру, яка називається гелем або желе. Молекули пектину утворюють рівномірно розподілену тривимірну мережу, зв'язуючи при цьому велику кількість води.

Желювання низькоетерифікованих пектинів відбувається в результаті взаємодії з іонами полівалентних металів (наприклад, з іонами кальцію). При цьому іони кальцію є сполучними ланками між полімерними молекулами пектину, що утворюють просторову структуру гелю (желе). Саме гелеутворююча здатність пектину є визначальним фактором його широкого застосування в харчовій промисловості.

4) У косметичній промисловості пектин використовують для загущення та стабілізації масок, кремів, гелів найрізноманітнішого призначення. [4]

Біологічна активність полісахариду пектину

1) Імунорегуляторна активність. Імуномодулятори – природні або синтетичні речовини, які надають регулюючу дію на імунну систему. Вони поділяються на імуностимулюючі і імуносупресивні групи (за характером свого впливу на імунну систему). Активність імуностимуляторів обумовлена їх здатністю впливати на метаболізм клітин і тканин організму, активуючи імунокомпетентні клітини.

Імунодепресанти використовуються для придушення активності лімфоїдних клітин при запаленні, алергії, трансплантації та лікуванні аутоімунних захворювань.

Як імуностимулятори використовуються імунодепресанти, одержані з тканин тварин і рослин шляхом біосинтезу з використанням методів генетичної інженерії та хімічного синтезу. Рослинні полісахариди, в тому числі пектини, можуть безпосередньо активувати імунну функцію макрофагів, стимулювати вироблення цитокінів і, отже, регулювати імунну систему на декількох рівнях.

Встановлено, що фізико-хімічні властивості лимонного пектину, такі як ступінь етерифікації і полімеризації, можуть впливати на їх імуностимулюючі характеристики, значить можуть бути важливі при використанні пектинів для підвищення імунного статусу.

2) Гіпоглікемічний ефект. Діабет зазвичай лікують синтетичними

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

антидіабетичними засобами, які можуть спровокувати несприятливі побічні ефекти. В останні роки велика увага приділяється антидіабетичній активності харчових волокон.

Багато тестів показали, що антидіабетичні полісахариди ефективно покращують толерантність до глюкози.

Цитрусовий пектин знижував рівень глюкози в крові, поліпшував гіперліпідемію і поліпшував толерантність до глюкози в печінці у діабетичних хворих.

3) Протизапальний ефект. Нізькометилетерифікований цитрусовий пектин пригнічує місцеве і системне запалення, в той час як пектин з більш високим ступенем етерифікації може пригнічувати запалення кишківника.

4) Антиоксидантна активність. Окислення життєво важливо для багатьох організмів, які можуть генерувати енергію для забезпечення біологічних процесів. У нормальних умовах вільні радикали управляють ростом клітин і пригнічують віруси і бактерії. Проте, у великих кількостях і без регулювання виробництво вільних радикалів, індукованих киснем, викликає ушкодження клітин, що призводить до патологічного прогресу. Природні полісахариди вважаються надійними антиоксидантами, що володіють здатністю поглинати вільні радикали і перевершувати синтетичні речовини в питаннях охорони здоров'я.

5) Антибактеріальний ефект. В останні роки велика увага приділяється застосуванню природних антимікробних систем для виробництва нешкідливих і корисних продуктів харчування. Антибактеріальна активність пектинів пов'язана з тим, що вони можуть надавати бактерицидну дію на грампозитивні і грамнегативні мікроорганізми.

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

2. РОЗДІЛ ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Сучасні напрямки використання бурякового жому

НУХТ, каф. ТЖХТ

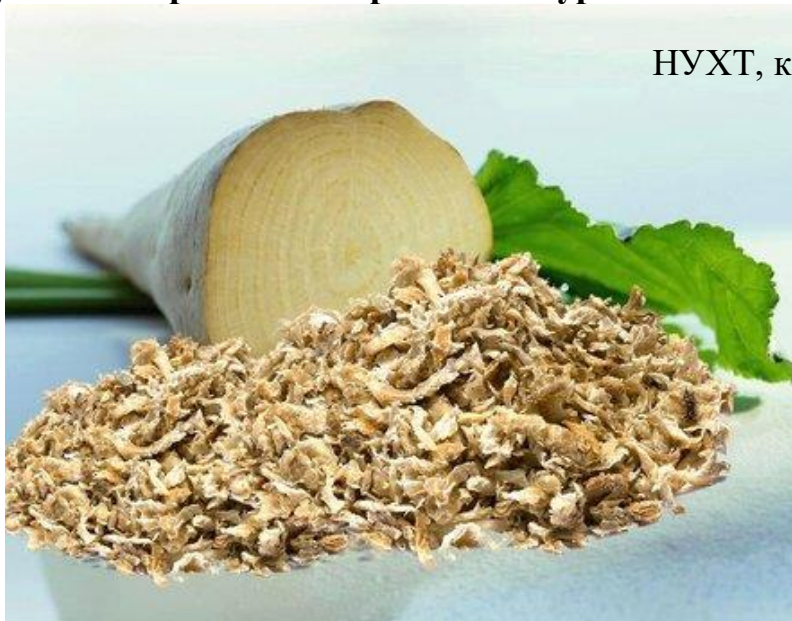


Рис. 2.1 – Зовнішній вигляд бурякового жому

Буряковий жом відноситься до побічної продукції цукрового виробництва. Враховуючи великі обсяги переробки цукрових буряків, а також, що вихід сирого бурякового жому становить 80-83% до маси перероблених буряків, можна відзначити, що переробка, зберігання та утилізація бурякового жому представляє собою серйозну проблему. В даний час можна виділити такі основні напрямки використання та утилізації бурякового жому: біогаз, корм для худоби, пектиновий концентрат, пектиновий клей, харчові волокна, паливо для ТЕЦ цукрового заводу.

Таблиця 2.1. Хімічний склад жому різних видів

Показники	Жом буряковий			
	свіжий	віджатий	кислий	висушений
Суша речовина	6,0-9,0	14-20	11-15	86-93
Вода	91-94	80-86	85-89	7-14
Сирий протеїн	1,2-1,5	1,7-1,9	1,3-2,6	7-9
Сира клітковина	3,5-4,5	5,0-7,0	2,8-4,2	19-23
Безазотисті екстрактивні речовини	4,3-6,5	8,5-10,0	2,7-5,8	55-65
Зола	0,6-1,0	1,1-1,4	0,7-1,8	2,4-4,3
Жир	0,4-0,7	0,6-0,9	0,7-1,0	0,3-0,5
Кількість корм. од. в 100 кг жому	6-9	15-20	9-11	90-95

					ННІХТ. ЗХТ-5-3.021 161.003.КР.ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Баранов С.В.			Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Бабенко В.І.				35	80
Керівник					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА		
Н. Контр.		Подобій О.В.					
Затверд.		Носенко Т.Т.					

Одним з основних і традиційних напрямків застосування свіжого бурякового жому є використання його як корм у тваринництві. Жом містить целюлозу, пектинові речовини, цукор, азотисті речовини, а також вітаміни та мікроелементи.

В якості корму для худоби жом використовується як у свіжому, так і консервованому вигляді, при цьому найбільш ефективно його використання у відгодівельних пунктах при цукрових заводах, а також у спеціалізованих господарствах по відгодівлі великої рогатої худоби, розташованих поблизу цукрових заводів. У відносно сприятливі для сільського господарства 70-і роки минулого століття у свіжому вигляді згодовувалось до 40% виробленого на цукрових заводах жому. В даний час масштаби його використання у свіжому вигляді істотно знизилися. Викликано це різким зниженням поголів'я великої рогатої худоби (до 2,5 разів), а також значним підвищенням вартості транспортування жому. [9]

Враховуючи те, що у даний час сушиться незначна частина (близько 9%) загального обсягу жому, більше половини його кількості направляють у жомосховища. При цьому тривале зберігання жому не тільки призводить до втрати поживних речовин, а й погіршує екологічну ситуацію на території заводу. За вивезення невикористаного жому і викидання його у навколишнє середовище заводам доводиться виплачувати великі штрафи. Слід зазначити, що у даний час Міністерство природних ресурсів і екології розробляє нові нормативи з охорони навколишнього середовища із посиленням штрафних санкцій за викиди відходів виробництва вище допустимих норм. У зв'язку з цим проблема тривалого зберігання або утилізації бурякового жому є вкрай актуальною. Одне з основних рішень цієї проблеми – сушіння бурякового жому.

Сушений гранульований жом використовується для молочної худоби у якості одного з компонентів у комбікормових сумішах або для прямого згодовування на молочних фермах. У зв'язку зі світовим зростанням цін на зернові культури актуальність використання бурякового жому в годівлі сільськогосподарських тварин і птиці у подальшому буде тільки зростати.

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У європейських країнах гранульований жом займає 20-30% в щодобовому раціоні великої рогатої худоби. [9]

Буряковий жом може бути успішно використаний для виробництва пектину, що є цінним природним біокоректором та желеутворюючим компонентом. В країнах Європи виробляється не тільки сухий пектин, а й такі продукти, як пектиновий екстракт і концентрат, пектиновмісний порошок і паста, пектин медичного призначення. Пектини мають безліч корисних властивостей: вони нормалізують вміст холестерину у крові, підвищують стійкість організму до алергії, допомагають відновлюватися слизовій оболонці дихальних і травних шляхів після подразнень і запальних процесів, сприятливо впливають на внутрішньоклітинне дихання тканин і загальний обмін речовин. Продукти харчування, збагачені пектином, що одержують з жому цукрових буряків, мають оздоровчі, захисні та лікувально-профілактичні властивості, а також здатність зв'язувати важкі метали, радіонукліди та інші токсичні для людини речовини і виводити їх з організму.

В даний час знайдені нові технологічні рішення по вдосконаленню виробництва пектину і продуктів, які його містять, що забезпечують можливість його освоєння на кожному цукровому заводі, а також на інших підприємствах харчової промисловості: молочних, виноробних, консервних, і навіть у домашніх умовах. Існує розроблена оригінальна технологія отримання пектинового концентрату з сухого і свіжого бурякового жому, здатна підвищити ступінь імпортозаміщення пектину на вітчизняному ринку. Буряковий жом є перспективною сировиною для отримання низкоетерифікованого пектину, тобто пектину зі ступенем етерифікації менше 50%. Такий пектин знаходить широке застосування у медицині, фармакології, кондитерській промисловості.

Низкоетерифікований пектин з бурякового жому має низьку здатність до згущення, однак, завдяки застосуванню спеціальних технологічних прийомів, зокрема амідкування, що дозволяють значно збільшити здатність до згущення бурякового пектину, область його застосування значно розширюється. Так, у кондитерській промисловості амідований пектин забезпечує найнижчу швидкість і температуру желювання, а також еластичну структуру виробів з високою в'язкістю.

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

Вони можуть бути використані в якості стабілізуючої і згущуючої домішки у виробництві йогуртів і сметани, термостійких хлібопекарських джемів з тиксотропними властивостями і широким діапазоном вмісту сухих речовин. Джеми з даним типом пектину мають високу стійкість до механічного впливу, наприклад до перекачування насосом і екструзії. [9]

Одним з найбільш перспективних і затребуваних напрямів використання бурякового жому є виробництво харчових волокон. Харчове волокно являє собою залишки рослинних клітин, які здатні протистояти гідролізу, що здійснюється травними ферментами людини. Встановлена фізіологічна добова потреба організму дорослої людини в харчових волокнах, яка складає від 25 до 38 г.

З бурякового жому виробляється також пектиновий клей. Спосіб отримання клею заснований на переведенні в розчин нерозчинних у холодній воді пектинових речовин, що містяться в жомі. Вихід клею при цьому становить 2,5-3% до маси свіжого жому.

Буряковий жом (свіжий і висушений) являє собою серйозний потенціал для виробництва енергії. Він може бути використаний як сировина для біогазових установок. Крім основної вигоди - отримання біогазу - установки забезпечують поліпшення екологічної ситуації навколо цукрового заводу, тому що дозволяють зменшити санітарну зону навколо підприємства з 500 до 150 м.

Переброджену масу бурякового жому після біогазової установки можна відразу використовувати як добриво. Переброджена маса - це готові екологічно чисті рідкі і тверді біодобрива, позбавлені нітритів, насіння бур'янів, патогенної мікрофлори, специфічних запахів. При використанні таких збалансованих біодобрив врожайність підвищується на 30-50%. Таким чином, біогазова установка дозволяє отримувати добрива найвищої якості, ефективність яких вища мінеральних, а собівартість практично дорівнює нулю.

Таким чином, можливості використання, переробки, утилізації бурякового жому досить різноманітні і всі ці напрямки мають детально опрацьовані технологічні схеми, випробувані у виробництві. Буряковий жом в таких умовах стає не просто побічним, а дуже цінним продуктом цукрового виробництва,

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

комплексне використання якого може істотно підвищити ефективність функціонування цукрової галузі. [9]

2.2. Опис принципово-технологічної схеми

Підготовка сировини

З метою максимального видалення сахарози сухий жом подається на бродіння для вилучення мезги. Потім проводять розділення зброженої маси на дві фази: тверду та рідку.

Гідроліз протопектину

Процес гідролізу проходить в емальованих реакторах під розрідженням (в процесі можуть використовувати мінеральні або органічні кислоти).

Для нейтралізації суміші в реактор подають необхідну кількість безводного вуглекислого натрію (карбонат натрію - Na_2CO_3). При цьому досягається співвідношення мас (бурякова мезга – рідина) $q = 1:2,5...3$, температура процесу $55...60^\circ\text{C}$.

Розділення прогідролізованої маси на дві фази

Відбувається в декантері. Після розділення тверда фаза подається на приготування кормів для тварин, а рідка – на подальшу переробку.

Очистка пектинового екстракту

Отриманий пектиновий екстракт піддають сепаруванню та фільтрації з метою видалення завислих частинок. Отже, пектиновий екстракт проходить дві стадії концентрування: ультрафільтрацію та вакуум-випаровування.

Осадження та висушування пектину

Процес проходить в 2 етапи з застосуванням етанолу: 1-му етап – міцність етанолу складає $80...82\text{об.}\%$, на 2-му етапі – не менше $92\text{ об.}\%$.

Пектиновий коагулят, очищений спиртовим розчином, відпресовується і далі направляється на висушування.

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

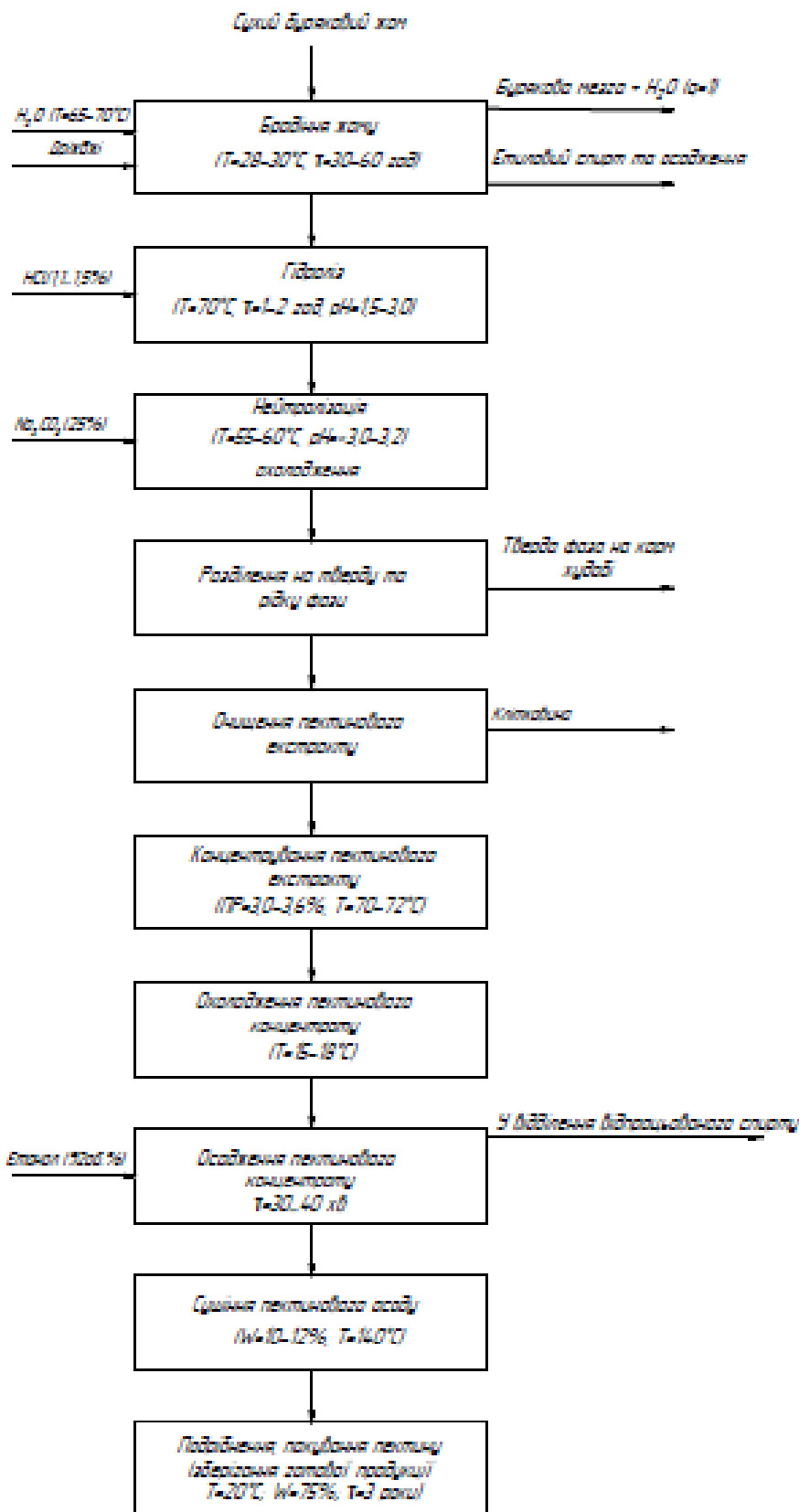


Рис. 2.2. Принципова технологічна схема виробництва бурякового пектину.

Отриманий висушений пектин подрібнюють, розфасовують та упаковують.

При виробництві пектину з бурякового жому отримують побічні продукти етиловий спирт та бурякову мезгу.

Одержання етилового спирту, який потім використовується в технологічному процесі отримання пектину, складається з наступних технологічних процесів:

- перегонка бражки;
- закріплення бражного конденсату та видалення супутніх домішок в ректифікаційному апараті.

Підготовка бурякової мезги, яка містить 4,8...6,2% сухих речовин перед її застосуванням в якості кормів для худоби заключається в нейтралізації залишкових мінеральних кислот (до нейтралізації 1,8...2,5 одиниць, після - 6,8...7,2 одиниць). В якості нейтралізуючих реагентів застосовують кальциновану, каустичну соду, вапняне молоко.

2.3. Підбір основного технологічного обладнання

Позначення	Найменування обладнання	Характеристика обладнання
2,6,9,14,37	Гвинтовий насос	<p>Об'ємний насос з робочими ланками у вигляді гвинтів, що обертаються в нерухомій обоймі (роторний насос, в якому витискним елементом служить гвинт). Гвинтовий насос — роторно-обертальний насос з переміщенням рідкого середовища уздовж осі обертання робочих органів (різновид шнекової машини).</p> <p>Промисловість випускає гвинтові насоси різних конструкцій. Насоси цього типу конструктивно прості, відрізняються великим ККД, безшумністю і довговічністю роботи.</p>

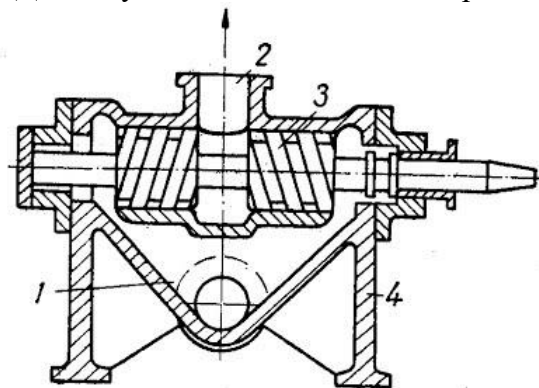
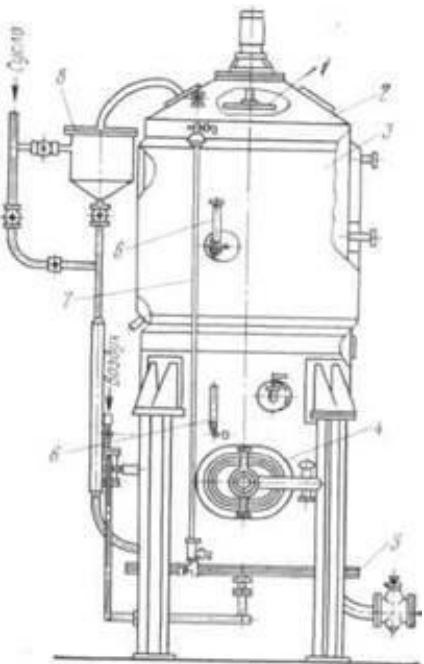


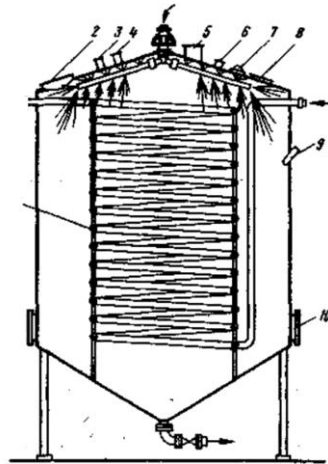
Рис. 2.3.. Схема гвинтового насосу:

		<p>1 - порожнина всмоктування, 2 - нагнітальний патрубок, 3 - вал з черв'яком, 4 - корпус</p> <p>У корпусі 4 насоса змонтовано вал з черв'яком 3, що має праву та ліву різь і з'єднаний з валом приводного двигуна. При обертанні черв'ячного вала рідина з порожнини всмоктування 1 надходить до черв'яка зліва і справа і подається всередину, де міститься нагнітальний патрубок 2.</p> <p>Гвинтові насоси відрізняються також прямолінійністю руху рідини в робочих органах і відсутністю перемішування і збовтування рідини, а також повною рівномірністю подачі.</p> <p>Гвинтові насоси забезпечують отримання великих тисків; вони компактні і використовуються для подачі чистих рідин різної в'язкості. Продуктивність гвинтових насосів складає від 1,5 до 5000 м³/год. (0,0004 – 1,4 м³/с) при тиску нагнітання до 17,5 МН/м² і числах обертання до 85 об/с.</p>				
3	Дріжджогенератор	<p>Апарат забезпечений пристроєм для аерації середовища у вигляді трубчастого барботера з зверненими вниз отворами 0,6 мм, що розташовується в нижній частині корпусу. Повітря для аерації очищається в спеціальних фільтрах, що входять в комплект дріжджогенератора. У верхній частині апарату розташовується пристрій для піногасіння, що складається з швидко обертаючогося горизонтального диска з лопатями. Для підтримання постійного рівня рідини в дріжджогенераторі передбачений поплавковий регулятор, встановлений в виносному бачку, закріплений на корпусі апарату. Сусло вводиться в нижню частину апарату через поплавковий регулятор, готова дріжджова розводка виходить через верхній штуцер, розташований на 100-200 мм нижче рівня рідини. Чиста культура дріжджів вводиться в апарат один раз в 2 міс.</p>  <p>Рис. 2.4. Дріжджогенератор</p> <p>1-піногасник; 2-конічна кришка; 3-циліндричний корпус апарату; 4 - люк; 5-знімне днище; 6-термометр; 7 - показчик рівня; 8 - поплавковий регулятор рівня.</p>				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						42

5

Бродильний апарат

Бродильний чан являє собою циліндр із конічними днищами; виготовляється чан зі сталі Ст. 3 товщиною 6-8 мм шляхом зварювання. Усередині чана змонтований змієвик 1 зі сталевих труб діаметром 51-76 мм для відводу тепла, що виділяється при бродінні маси.



Маса подається через штуцер 4, дріжджі - через штуцер 3. Вуглекислий газ, що виділяється при бродінні, відводиться через патрубок 5. Для огляду й ремонту чан має люки 2 і 10. За процесом бродіння спостерігають через оглядове віконце 8 за допомогою світильника 7. Термометри встановлюють у гільзи 9. До штуцера 6 підключають гідрозатвор, що запобігає утворення вакууму

при пропарюванні чана парою.

При безперервно-поточковому способі бродіння на переточних трубах установлюють дисковий затвор, за допомогою якого чан відключається від батареї для мийки і дезінфекції.

Конструкція затвора запобігає застою бражки, що забезпечує стерильність процесу бродіння

19,22,25,
28,31,35

Відцентровий насос

Використовуються для перекачування рідин.

Ознаки, по яким класифікують відцентрові насоси:

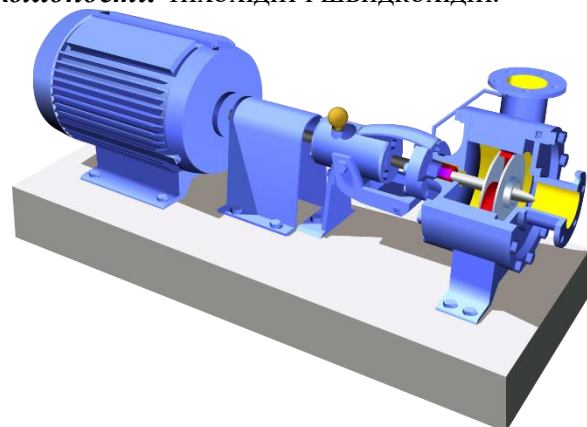
по числу коліс: одноступінчасті і багатоступінчасті;

по розташуванню вала робочого колеса: горизонтальні і вертикальні;

по типу всмоктування: з одностороннім і двохстороннім всмоктуванням;

по створюваному напору: низько напірні (20 – 25 м), середньо напірні (20 – 60 м) і високо напірні (більше 60 м);

по швидкості: тихохідні і швидкохідні.



Перед пуском насос і всмоктувальна труба 4 повинні бути заповненні рідиною. Після цього вмикають двигун, який приводить в обертанні робоче колесо 2. Рідина обертається

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

Арк.

43

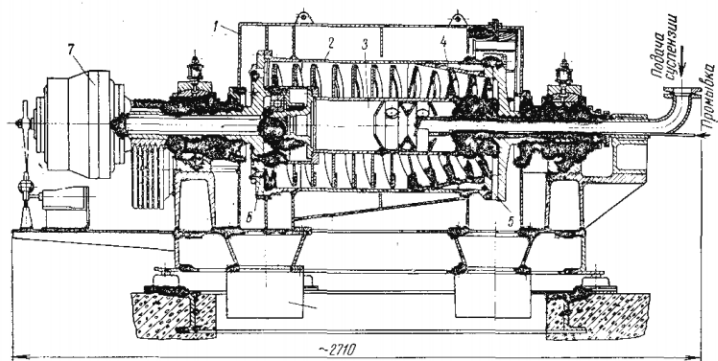
разом з колесом і під дією відцентрової сили відкидається від центру робочого колеса до її периферії, заповнює нерухому спіральну камеру 3 і по нагнітальному трубопроводі 1 піднімається на висоту z2 .

При цьому утворюється розрідження у вході в робоче колесо. Під дією атмосферного тиску рідина із прийомного резервуара через фільтр 6 і прийомний клапан 5 по всмоктувальному трубопроводу 4 поступає в насос, заповнює центральну частину робочого колеса, і відкидається до периферії колеса і т. д. таким чином під дією неперервної відцентрової сили утворюється неперервний потік рідини через відцентровий насос. При течії рідини через робоче колесо механічна енергія двигуна перетворюється в енергію потоку рідини. При цьому на виході із робочого колеса збільшується її тиск.

20

Центрифуга

Центрифуга марки ОГШ-352 складається з ротора, шнека, редуктора корінних опор ротора, кожуха живильної труби. Ротор в зібраному вигляді складається з циліндричного корпусу двох цапф і конічної вставки. Цапфи одночасно є торцевими днищами ротора. В одній цапфі є для зливу рідкої фази. До цапфи кріпиться поворотне кільце, яким можна регулювати радіус отвору для зливу. В другій цапфі є вікна для вивантаження осаду. Ротор має дві опори із підшипників кочення. Витки шнека наварені на пустотілий циліндричний барабан. Шнек за допомогою підшипників кочення опирається на цапфи ротора. Редуктор служить для передачі обертання від ротора до шнека і є планетарним двохступінчастим механізмом. Кожух служить для роздільного відводу кліткового соку і осаду та закриває рухомі частини центрифуги. До центрифуги додаються два шківів, які забезпечують частоту обертання ротора 2000 і 2300 об/хв. Центрифуга працює наступним чином. Кашка по живильній трубі поступає в камеру всередині шнека і через отвори в його обичайці вводиться в ротор. Тут під дією відцентрових сил тверді важкі частинки осідають на внутрішній поверхні ротора і транспортуються шнеком в напрямку малого діаметра конусної частини центрифуги (за рахунок різних частот обертання ротора і шнека). Осад виводиться через завантажувальні вікна ротора в камеру вивантаження осаду, звідки двома скребками виводиться з центрифуги.



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

Арк.

44

		<p>Рисунок 2.5. Центрифуга марки ОГШ-352. 1- кожух, 2- зовнішній барабан 3- внутрішній барабан, 4- шнек, 5 сопла для важкої фракції, 6 – отвір для легкої фракції,</p>
23	Кізелгуровий фільтр	<p>Застосовується для фільтрації таких рідин як вода, емульсія і т.п. Фільтрація здійснюється за допомогою фільтрувального кізелгuru або перліту, намитого на вертикально встановлені фільтруючі свічки.</p>  <p>Свічковий кізелгуровий фільтр характеризується високою ефективністю фільтрації і економічною експлуатацією. Залежно від складу фільтруючого шару можна досягти різного рівня чистоти і потоку фільтрованої рідини. Завдяки дозувальному насосу, який додає в ході процесу кізелгур, фільтр зберігає стабільну пропускну здатність, що визначає його високу продуктивність. Очищення (регенерація) фільтру проста і швидка, без необхідності зняття напірного бака. За бажанням замовника можна виготовити розмір фільтра площею фільтрації від 0,1 м² до 100 м². Свічковий кізелгуровий фільтр FKS повністю автоматизований з буферним танком. Фільтр можна оснащувати різними рівнями автоматизації – від ручного обслуговування до повної автоматизації. Устаткування може бути пересувне на колесах, вироби великих розмірів встановлюються на нерухомі штативи.</p>
29	Випарна установка	 <p>Вторичний пар W, i</p> <p>Роствор, S_n, C_n, t_n, B_n</p> <p>Неконденсуючі газы</p> <p>Конденсат D, i'</p> <p>Сгущений розтвор</p> <p>Пар D, i'</p> <p>1</p> <p>2</p>

Випарний апарат (рис. 2.7) має циліндричний корпус 14 у нижній частині корпусу розташована грююча камера 13, а верхній частині встановлений сепаратор 15. Внизу корпус апарату закривається сферичним днищем 10, над яким розташована підтрубна камера 11. В центрі грюючої камери встановлена циркуляційна труба 12. Випарюємий розчин надходить в трубки грюючої камери через патрубок 13, внаслідок теплової конвекції піднімається по трубках вгору і опускається вниз по циркуляційній трубі 12. частина цього розчину разом зі свіжим розчином знову надходить в кип'ятильні трубки, а частина відводиться з апарату по нижньому патрубку, розташованому в центрі сферичного днища . Пара поступає в грюючу камеру по патрубкам 3. Конденсат відводиться трубопроводом 17. Краплі розчину в сепараторі 15, відокремлені від пари, що минає з апарату, відводяться по трубі в нижню частину циркуляційної труби

Апарат забезпечений оглядовими вікнами 18, вакуумметрами 16 і регулятором рівня соку 5. На каркасі апарат встановлений за допомогою опор 12.

Пар в греющую камеру підводиться через кілька патрубків, розподілених по висоті камери з двох сторін.

38

Фільтр-прес
«Bucher»



Конструкція і принцип роботи Прес НРХ 6007 сконструйований як поршнева циліндрична система. Поршень преса приводиться в дію гідравлічно. З'єднання із 120 дренажних елементів встановлено між поршнем і основою циліндра.

Після заповнення преса продуктом через центральний вхідний пристрій, необхідно кілька циклів пресування, поки не буде досягнуто бажаного результату пресування. цикл пресування комбінує пресування продукту при просуванні поршня вперед з інтенсивним розщепленням вичавки при русі поршня назад, і одночасного обертання блоку преса.

Чергування етапів пресування і розщеплення є унікальним і призводить до максимального виходу високоякісного фільтрату з низьким вмістом кількості зважених часток.

2.4. Опис апаратурно-технологічної схеми

Сухий жом (вологість 9-14%, загальний вміст сахарози ≈ 15) перекачуючим насосом 2 через бункер-ваги 1 подається в змішувач 4, де змішується з водою у співвідношенні 1:1. Таке співвідношення є оптимальним для зброджування маси.

Процес зброджування проходить періодичним способом в бродильних апаратах 5, які працюють періодичним способом. В бродильні апарати 5 до суміші додають дріжджі з дріжджегенератора 3 (10% від об'єму зброджуваної суміші). Процес бродіння в апаратах 5 30...60 год за температури 28...30 °С.

З вихідних газів, які утворюються в процесі бродіння, вловлюють пари спирту за допомогою спиртовловлювачів 4б.

По закінченню процесу бродіння, проводять розділення збродженої маси на знецукрену бурякову мезгу та спиртову бражку в декантері 7 в полі відцентрових сил. Мезгу направляють в накопичувальну у ємність з мішалкою 8. Де проводять промивку мезги для більш повного видалення з неї спирту. Промиту мезгу гвинтовим насосом 9 перекачують на подальшу обробку.

Бражку зі збірної ємності 10 направляють на перегонку і виділення етилового спирту.

Процес гідролізу протопектину проходить у гідролізаторі 11, що являє собою герметичний емальований апарат з мішалкою, оснащений паровою рубашкою. Апарат працює під розрідженням. Також в апарат подають необхідну кількість води, щоб співпадало співвідношення мас мезга : рідка фаза 1:1.

При безперервному перемішуванні в апарат 11 зі збірника 13 подають розрахункову кількість гідролітичного агента - розчину соляної кислоти.

Після подачі гідролітичного агента і встановлення реакції середовища рН = 1,5...1,2 скидають вакуум і масу нагрівають до 70...76 °С. По досягненні вказаної температури в апараті створюють вакуум і випарюють частину води (20...40%) при температурі кипіння 70...76 °С. Тривалість процесу гідролізу становить 1...2 год.

Після завершення процесу гідролізу з гідролізатом, в апарат 11 заливають холодну воду в кількості, що створює співвідношення мас 1:3 по відношенню до бурякової мезги. Після перемішування суміш настоюють протягом 30...40 хв при

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

атмосферному тиску.

В гідролізній масі контролюють вміст пектинових речовин, реакцію середовища (рН). Якщо $pH < 3,0 \dots 3,2$, то суміш нейтралізують розчином кальцинованої соди Na_2CO_3 , який подають зі збірника 12.

Після нейтралізації прогідролізована маса насосом 14 подається на декантер 15. Відділений пектиновий екстракт подають в збірник 16. А відпрацьований жом транспортером 17 направляється у збірник 18 з якого жом направляється на подальшу переробку.

Для відділення з одержаного пектинового екстракта завислих частинок рослинної клітковини екстракт насосом 19 подають на центрифугу 20. Очищений пектиновий екстракт зі збірника 21 насосом 22 перекачується на кізельгуровий фільтр 23. Відфільтрований екстракт направляють в збірник 24.

Концентрування пектинового екстракту проводять на ультрафільтраційній установці 26 та в вакуумній випарній установці 29.

Упарений пектиновий концентрат (вміст пектинових речовин $3,0 \dots 3,6\%$) із накопичувального збірника 30 насосом 31 направляється на подальше охолодження в теплообмінник 32.

Охолоджений до $15 \dots 18^\circ C$ пектиновий концентрат в ємності 33 змішують етиловим спиртом міцністю не нижче 90% об., після чого направляють на осадження пектинових речовин в коагулятор 36.

Отриману в коагуляторі пектиново-водяну суміш направляють на фільтр 38, де проходить відділення відпрацьованого спирту та багаторазове промивання коагуляту.

Отриманий пектиновий осад направляють на пневматичну трубу-сушарку 39, де відбувається його висушування до вологості $10 \dots 12\%$. Температура процесу не більше $140 \dots 130^\circ C$, час процесу – 5 сек.

Готовий висушений пектин подрібнений на кульовому млині 47 подають в бункер 48. Готовий продукт розфасовують і пакують в паперові мішки та в картонні коробки 49.

Пектин зберігають при відносній вологості повітря не більше 75% і

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

температурі не вище 30 °С. Термін зберігання пектину 3 роки від дати виготовлення.

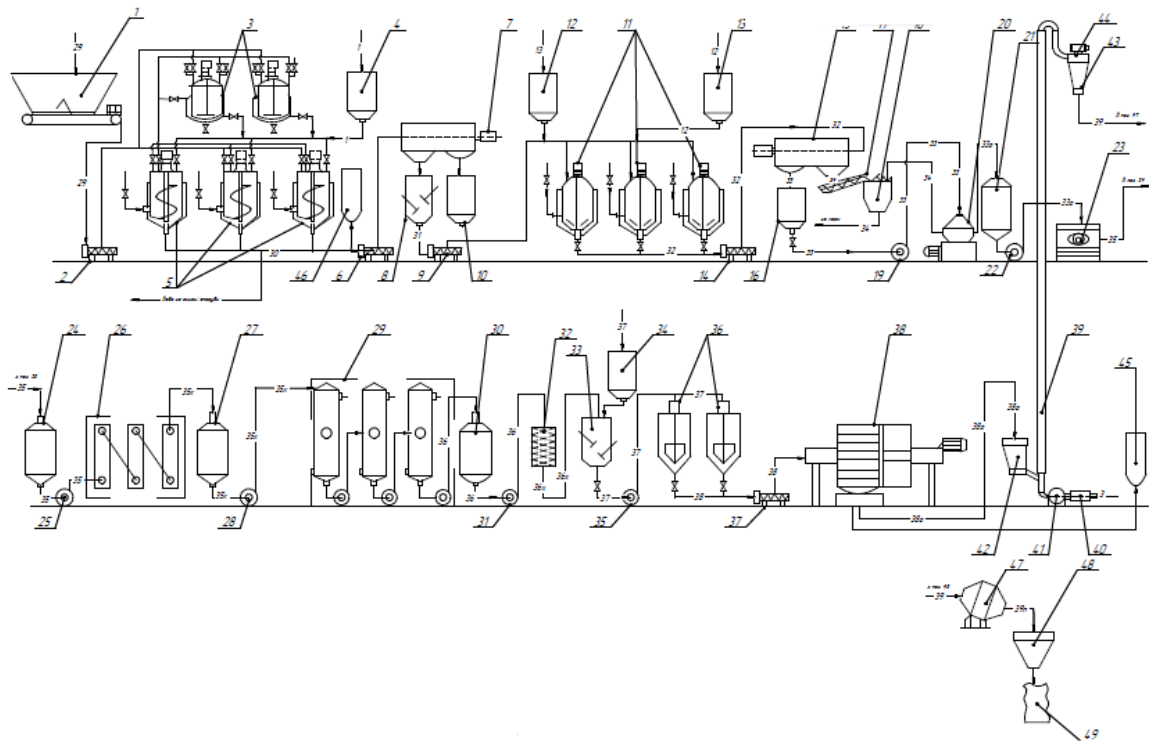


Рис. 2.9. Апаратурно-технологічна схема виробництва бурякового пектину

1 – бункер-ваги; 2,6,9,14,37 – гвинтовий насос; 3 – дріжджогенератор; 4 – ємність для води; 5 – бродильні апарати; 7,15 – декантер зі зброженою масою; 8 – ємність знецукреної мезги; 10 – ємність для спиртової бражки; 11 – гідролізатори; 12 – ємність для кальцинованої соди; 13 – ємність для соляної кислоти; 16,18,21,24,27,30 – збірник; 17 – транспортер; 19,22,25,28,31,35 – відцентровий насос; 20 – центрифуга; 23 – кізельгуровий фільтр; 26 – ультрафільтраційна установка; 29 – випарна установка; 32 – теплообмінник; 33 – змішувач; 34 – ємність для етилового спирту; 36 – коагулятор, 38 – фільтр-прес «Вucher»; 39 – пневматична труба-сушарка; 40 – нагнітальний вентилятор; 41 – калорифер; 42 – завантажувальний бункер; 43 – циклон; 44 – вентилятор; 45,46 – спиртоуловлювач; 47 – кульовий млин; 48 – бункер; 49 – паперові мішки.

2.5. Розрахунок матеріального балансу

Вихідні дані: співвідношення мас (рідка фаза – мезга), $q = 1$

Розрахункові величини:

Кількість подрібненої мезги – 10000 кг/добу

Кількість води – 10000 кг/добу

Кількість сірчистого ангідриду, SO_2 – 0,05% до загальної маси, тобто

$$G_{SO_2} = \frac{(11000 + 10000) \times 0,05}{100} = 10,5 \text{ кг}$$

									Арк.
									49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА				

Маса водно-бурякової подрібненої мезги складе:

$$G_{\text{бм}} = 11000 + 10000 + 10,5 = 21010,5 \text{ кг/добу}$$

Матеріальний баланс процесу гідролізу і обробки пектинового екстракту.

Вихідні дані: кількість збродженої маси:

$$G_{\text{зб м}} = G_{\text{бм}} - G_{\text{CO}_2}$$

де G_{CO_2} – маса діоксиду вуглецю, що виділився в процесі бродіння цукрів;
 $G_{\text{CO}_2} = 560$ кг/добу.

$$G_{\text{зб м}} = 21010,5 - 560 = 20450,5 \text{ кг/добу}$$

Концентрація пектинових речовин складає 1,8 % від маси бурякової мезги.

Після розділення збродженої маси та її промивання з урахуванням втрат мезги, що складає 1% і відбору рідкої фази в кількості 50%, тверда фаза (зброджена і промита мезга) $G_{\text{м}}$ складає:

$$G_{\text{м}} = 20450,5 \times \frac{50}{100} - 20450,5 \times \frac{1}{100} = 10020,75 \text{ кг/добу}$$

Кількість соляної кислоти $G_{\text{к}}$, для проведення процесу гідролізу при середній витраті 1 % до маси мезги складає:

$$G_{\text{к}} = 10020,75 \times 1/100 = 100,21 \text{ кг/добу}$$

Кількість води для процесу гідролізу $G_{\text{в1}}$ при $q = 0,5$ складає:

$$G_{\text{в1}} = 10020,75 \times 0,5 = 5010,38 \text{ кг/добу}$$

Кількість води для процесу екстрагування $G_{\text{в2}}$ при $q = 2$ складає:

$$G_{\text{в2}} = 10020,75 \times 2 = 20041,44 \text{ кг/добу}$$

Кількість гідролізної маси $G_{\text{г}}$:

$$G_{\text{г}} = 10020,75 \times 3 = 30062,16 \text{ кг/добу}$$

Кількість пектинового екстракту $G_{\text{пе}}$ при відборі рідкої фази 55...60 % складає:

$$G_{\text{пе}} = 30062,16 \times \frac{60}{100} = 18037,29 \text{ кг/добу}$$

Кількість пектинового екстракту після очищення (сепарування та фільтрації) (при 6...8 % відходів $G_{\text{пе}}^{\text{в}}$) $G_{\text{пе}}^{\text{е}}$:

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

$$G_{пе}^B = 18037,29 \times \frac{8}{100} = 1442,98 \text{ кг/добу}$$

$$G_{пе}^e = 18037,29 - 1442,98 = 16594,31 \text{ кг/добу}$$

Сухі речовини пектинового екстракту складають (при $q=3$):

$$CP_{пе}=3,0...3,6 \text{ \%};$$

$$PP_{пе}=0,5...0,6 \text{ \%}.$$

Кількість пектину в гідролізній масі $G_{п}^Г$:

$$G_{п}^Г = 30062,16 \times 0,6/100 = 180,37 \text{ кг/добу}$$

Кількість пектину в отриманому пектиновому екстракті $G_{п}^e$:

$$G_{п}^e = 16594,31 \times 0,6/100 = 99,56 \text{ кг/добу}$$

Кількість сухих речовин в пектиновому екстракті G^{cp} :

$$G^{cp} = 16594,31 \times 3,6/100 = 597,39 \text{ кг/добу}$$

Кількість пектинового концентрату після ультрафільтрації $G_{пк}^y$ (при 1,5% втрат):

$$G_{пк}^y = 16594,31 - 16594,31 \times \frac{50}{100} - 16594,31 \times \frac{1,5}{100} = 8048,25 \text{ кг/добу}$$

$$CP_{пк}^y=2,2...2,3 \text{ \%};$$

$$PP_{пк}^y=1,0...1,2 \text{ \%}.$$

Кількість пектинового концентрату після вакуум випарювання $G_{пк}^{bb}$ (при 3 % втрат):

$$G_{пк}^{bb} = 8048,25 - 8048,25 \times \frac{2}{3} - 8048,25 \times \frac{3}{100} = 2441,31 \text{ кг/добу}$$

$$CP_{пк}^{bb}=6,6...6,9 \text{ \%};$$

$$PP_{пк}^{bb}=3,0...3,6 \text{ \%}.$$

Кількість пектину в отриманому пектиновому концентраті $G_{п}^k$:

$$G_{п}^k = 2441,31 \times 3,6/100 = 87,88 \text{ кг/добу}$$

Кількість сухих речовин в отриманому пектиновому концентраті $G_{п.к.}^{cp}$:

$$G_{п.к.}^{cp} = 2441,31 \times \frac{6,9}{100} = 168,45 \text{ кг/добу}$$

Кількість пектинового коагуляту G_k з вологістю 85% (при 1,5% втрат):

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

$$G_k = 597,39 \times 0,15 \times 10 = 896,08 \text{ кг/добу}$$

Кількість чистого пектину:

$$G_n^c = 896,08 \times 0,15 = 134,41 \text{ кг /добу}$$

Кількість готового продукту (вміст пектину не менше 75 %):

$$G_n^c = 2441,31 \times \frac{100}{75} = 3255,08 \text{ кг/добу}$$

Вихід висушеного пектину з врахуванням 0,5...1,0 % втрат ($Q_n^{сп}$) складає:

$$Q_n^{сп} = 175 \text{ кг/добу}$$

$$G_n = G_n^c - G_n^{сп} = 3255,08 - 175 = 3080,08 \text{ кг/добу}$$

Кількість вологи (G_n^b) вилученої при ультрафільтрації:

$$G_n^y = 16594,31 \times \frac{50}{100} = 8297,15 \text{ кг/добу}$$

Кількість випареної вологи (G_n^b) при упарюванні пектинового екстракту:

$$G_n^b = \frac{8297,15}{3} = 2765,71 \text{ кг/добу}$$

Всього випареної вологи:

$$8297,15 + 2765,71 = 11062,87 \text{ кг/добу}$$

2.6. Розрахунок основного обладнання

Сушильна камера складається із вертикальної труби, в яку вентилятором нагнітається підігріте в калорифері повітря. Матеріал, який подається на висушування з бункера за допомогою живильника надходить у нижню частину труби, де підхоплюється сушильним агентом і транспортується до пиловловлювача. Частинки сухого матеріалу виділяються у циклоні, а використане підігріте повітря надходить на додаткове очищення в рукавний фільтр, після чого скидається в атмосферу. [13]

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

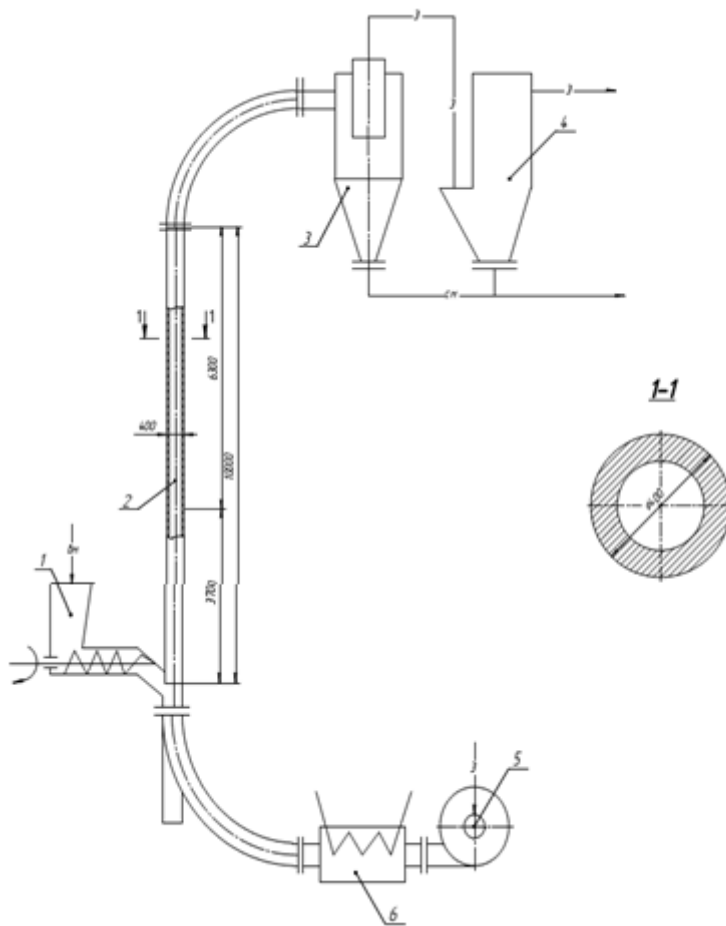


Рис. 2.10. Схема пневматичної труби-сушарки:

1 – бункер для подачі вологого матеріалу; 2 – труба-сушарка; 3 – циклон; 4 – пиловловлювач; 5 – вентилятор, 6 – калорифер.

Технологічний розрахунок сушарки

Розрахунок прямострумної пневматичної труби-сушарки за даними:

продуктивність сухого матеріалу $G_{\text{п}} = 176,3$ кг/добу (0,14 кг/с);

вологості матеріалу $W_1 = 0,2$ кг/кг, $W_2 = 0,01$ кг/кг;

температура повітря на вході у сушарку $t_{\text{пов1}} = 300$ °С;

температура на виході з сушарки – $t_{\text{пов2}} = 100$ °С;

температура матеріалу на вході в сушарку $\theta_{\text{м}} = 15$ °С;

щільність матеріалу $\rho_{\text{м}} = 1470$ кг/м³;

еквівалентний розмір частинок $\delta_{\text{е}} = 1$ мм;

питома теплоємність матеріалу $C_{\text{м}} = 1250$ Дж/(кг*К);

барометричний тиск $P = 10^5$ Па.

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

При заданому початковому вологовмісті матеріал є досить сипким і при зазначеному розмірі часток 1 мм добре висушується в струмені повітря. Так як немає додаткових даних, в якості робочої камери сушарки вибираємо звичайну вертикальну трубу без рециркуляції матеріалу.

Прийmemo температуру повітря перед калорифером $t_{\text{пов.0}} = 10^\circ\text{C}$ та відносну його вологість $\varphi_{\text{пов}} = 60\%$. При цих умовах маємо $x_0 = 0,005$ та $I_0 = 15$ кДж/кг. На вході в сушарку при $t_{\text{пов1}} = 300^\circ\text{C}$ та $x_0 = 0,005$ маємо $I = 320$ кДж/кг. В теоретичній сушарці процес йшов би по лінії постійної ентальпії до $t_{\text{пов2}} = 300^\circ\text{C}$ та повітря на вході з сушарки вологість $x_{\text{вих}} = 0,082$. В такому випадку питома втрата теплоти складала б:

$$q_{\text{т}} = \frac{(3,2 \times 10^5 - 0,15 \times 10^5)}{(0,082 - 0,005)} = 39,6 * 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

Для визначення вологовмісту повітря $x_{\text{к}}$ в дійсній сушарці знайдемо для неї різницю питомих теплот Δq .

Вихід вологи, що видаляється при висушуванні:

$$W = 0,14 \times \left[\frac{(0,2 - 0,01)}{(1 + 0,2)} \right] = 0,022 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

Вихід сухого матеріалу після висушування:

$$G = G_{\text{п}} - W = 0,14 - 0,022 = 0,118 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

Питомі втрати теплоти $q_{\text{пит}}$ приймаємо в розмірі 5% від $q_{\text{т}}$:

$$q_{\text{пит}} = 0,05 \times 39,6 \times 10^5 = 1,98 * 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

Згідно до рівнянням при заданій температурі матеріалу на виході із сушарки $\theta_{\text{к}} = 80^\circ\text{C}$ отримаємо:

$$q_{\text{мат}} = \frac{GC_{\text{м}}(\theta_{\text{к}} - \theta)}{W} = 0,118 \left[\frac{1250(80 - 15)}{0,022} \right] = 4 \times 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

Поправка для реального процесу при $q_{\text{тр}} = 0$:

$$\begin{aligned} \Delta q &= q_{\text{мат}} + q_{\text{тр}} + q_{\text{вт}} - C_{\omega} \theta = 4 \times 10^5 + 1,98 \times 10^5 - 4190 \times 15 \\ &= 5,35 \times 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \end{aligned}$$

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

Витрати сухого повітря, що витрачається на процес висушування:

$$G_c = \frac{W}{x_k - x_n} = \frac{0,022}{0,07 - 0,005} = 0,34 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

Питомий об'єм вологого повітря:

$$v_{\text{пит}} = \frac{R_B T}{P - \varphi_B \rho_{\text{нас}}} = \frac{287 \times 373}{10^5 - 0,6 \times 1,03 \times 10^4} = 1,14 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

Витрати вологого повітря на виході з сушарки:

$$V_T = G_c * v_{\text{пит}} = 0,34 \times 1,14 = 0,4 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

Тепловий потік на нагрівання вологого матеріалу:

$$Q_1 = (G C_M + W C_\omega)(t_M - \theta) = (0,118 \times 1250 + 0,022 \times 4190)(50 - 15) \\ = 8,4 \times 10^3 \text{ Вт}$$

Тепловий потік на випаровування вологи:

$$Q_2 = W r_B = 0,027 \times 2,38 \times 10^6 = 5,24 \times 10^4 \text{ Вт}$$

Тепловий потік на нагрівання висушеного матеріалу:

$$Q_3 = Q C_M (\theta_k - t_M) = 0,118 \times 1250 (80 - 50) = 4,4 \times 10^3 \text{ Вт}$$

Сумарний тепловий потік:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 8,4 \times 10^3 + 5,24 \times 10^4 + 4,4 \times 10^3 \\ = 6,6 * 10^4 \text{ Вт}$$

Площа поверхні сушарки складає:

$$F_c = \frac{6G}{\delta_e \rho_M} = \frac{6 \times 0,118}{0,001 \times 1470} = 0,48 \frac{\text{м}^2}{\text{с}}$$

Критерій Архімеда:

$$Ar = \frac{\delta_e^3 \rho_{\text{пг}} g}{\mu^2} = \frac{0,001^3 \times 1470 \times 0,746 \times 9,8}{(2,6 * 10^{-5})^2} = 1,6 \times 10^4$$

де $\mu = 2,6 \times 10^{-5} \text{ Па} \cdot \text{с}$ при $t_b = (300+100) / 2 = 200 \text{ }^\circ\text{C}$.

$$\rho_\Gamma = 1,293 \left[\frac{273}{200 + 273} \right] = 0,746 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

При $Ar^{\frac{1}{3}} = 25,2$ знаходимо $Nu = 7,5$.

Тоді коефіцієнт тепловіддачі становить:

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА				55

$$\alpha = \frac{Nu \times \lambda}{\delta_e} = \frac{7,5 \times 0,0395}{0,01} = 296 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

де $\lambda = 0,0395 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ при $t_b = 200 \text{ }^\circ\text{C}$.

Середню різницю температур Δt_{cp} знаходимо не враховуючи короткотривалого початкового періоду підігріву матеріалу:

$$\Delta t_{\text{cp}} = \frac{\Delta t_{\text{б}} - \Delta t_{\text{м}}}{\ln \frac{\Delta t_{\text{б}}}{\Delta t_{\text{м}}}}$$

Тому початкову температуру матеріалу приймаємо рівній температурі вологого термометра $t_b = 50 \text{ }^\circ\text{C}$.

Тоді наступна схема розподілу температур $^\circ\text{C}$ в сушарці:

$$\begin{array}{ccc} \text{повітря} & & \\ t_{\text{в.н}} = 300 & \longrightarrow & t_{\text{в.н}} = 100 \\ & & \text{матеріал} \\ t_{\text{м}} = 50/\Delta t_{\text{б}} = 250 & \longrightarrow & \theta_{\text{к}} = 80/\Delta t_{\text{м}} = 20 \end{array}$$

Отримаємо середню різницю температур:

$$\Delta t_{\text{cp}} = \frac{(250 - 20)}{\ln \frac{250}{20}} = 91 \text{ }^\circ\text{C}$$

Тривалість процесу сушіння становить:

$$\tau = \frac{Q}{\alpha F_C \Delta t_{\text{cp}}} = \frac{6,6 \times 10^4}{296 \times 0,48 \times 91} = 5,1 \text{ с}$$

Швидкість витання часток підраховуємо як для частинок кутової форми критерій $Lu = 200$.

Швидкість осадження частинок:

$$\omega_{\text{ос}} = \sqrt[3]{\frac{Lu \mu_2 \rho_M g}{\rho_e^2}} = \sqrt[3]{\frac{200 \times 2,6 \times 10^{-5} \times 1470 \times 9,8}{0,746^2}} = 2,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Приймаємо $\omega_r = 1,5$; $\omega_{\text{ос}} = 1,5 \times 2,5 = 3,7 \text{ м}/\text{с}$

Довжина труби-сушарки без розгінної ділянки складає:

$$l = (\omega_r - \omega_{\text{ос}}) \tau = 5,1(3,7 - 2,5) = 6,3 \text{ м}$$

Довжина розгінної ділянки при $\delta_e = 1 \text{ мм}$ складає:

$$l_p = \omega_r \delta_e = 3,7 \times 1 = 3,7 \text{ м}$$

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

Отже, загальна довжина сушарки:

$$L = l + l_p = 6,3 + 3,7 = 10 \text{ м}$$

Діаметр труби-сушарки складає:

$$D = \sqrt{\frac{4V_{\Gamma}}{\pi\omega_{\Gamma}}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,4}{3,14 \times 3,7}} = 0,369 \text{ м}$$

Приймаємо діаметр труби-сушарки 400 мм.

Критерій Рейнольдса для труби-сушарки буде становити:

$$Re = \frac{\omega_{\Gamma}\rho_{\Gamma}D}{\mu_{\Gamma}} = \frac{3,7 \times 0,746 \times 0,28}{2,6 \times 10^{-5}} = 3,013 \times 10^4$$

Коефіцієнт гідравлічного тертя при шорсткості труби $\Delta = 0,3$ мм буде $\lambda_{\Gamma\Gamma} = 0,02$.

Коефіцієнт місцевого опору коліна $\xi = 0,1$. При відносній швидкості частинок $\omega_{\text{віднош.}} = 0,95 (3,7 - 2,5) = 1,188$ м/с та $\Delta p_4 = 0$ у відповідності з рівнянням:

$$\Delta p = \Delta p_1 + \Delta p_2 + \Delta p_3 + \Delta p_4 = 105 \text{ Па}$$

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

РОЗДІЛ 3. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

Сировина та основні матеріали, які необхідні для виробництва пектину наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1. Сировина та основні матеріали на 1000 кг виробництва пектину

Сировина та матеріали	Норми витрат на 1000 кг	Ціна одиниці сировини, грн./т	Сума, грн
Жом буряковий	2984,5	900,00	2686,04
<i>Всього</i>			2820,34

Транспортно-заготівельні витрати на сировину та основні матеріали – становлять 5%: $2686,04 \times 0,05 = 134,30$ грн./т

Всього по статті витрати становлять $2686,04 + 134,30 = 2820,34$ грн./т

Витрати на допоміжні та таропакувальні матеріали таблиці 3.2.

Таблиця 3.2. Допоміжні та таропакувальні матеріали

Сировина та матеріали	Одиниця виміру	Норми витрат на 1000 кг	Ціна одиниці, грн.	Сума, грн
Мішок паперовий	шт	50	15,00	750,00
Етикетка	шт	50	3,50	175,00
<i>Всього</i>				925,00

Транспортні витрати на допоміжні та таропакувальні матеріали приймаємо в розмірі 5%, що складає: $925,00 \times 0,05 = 46,25$ грн./т.

Отже, витрати становлять: $925,00 + 46,25 = 971,25$ грн./т

Розрахуємо на енергоресурси, які витрачаються на виробництво 1т пектину.

					ННІХТ. ЗХТ-5-3.021 161.003.КР.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Баранов С.В.			ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ	Літ.	Арк.	Акрушіє
Перевір.		Бабенко В.І.					58	80
Керівник						НУХТ, каф. ТЖХТ		
Н. Контр.								
Затверд.		Носенко Т.Т.						

Таблиця 3.3. Зведені розрахунки потреби в енергоресурсах

Енергоресурс	Одиниця виміру	Норма витрат на 1 т	Ціна, грн	Вартість, грн
Електроенергія	кВт	250	1,80	450,00
Вода холодна	м ³	15	22,00	330,00
Вода гаряча	м ³	25	72,00	1800
Пара	кг/т	45	110,00	4950,00
<i>Всього</i>				<i>7530,00</i>

Добова потужність виробництва складає:

$$П_{доб} = П_r \times T_{змін} \times K_{змін} = 45,83 \times 12 \times 2 = 1100 \text{ кг}$$

Фактичний добовий обсяг виробництва:

$$П_{факт} = П_{доб} \times K_{внк} = 1100 \times 0,8 = 880 \text{ кг}$$

Річний обсяг виробництва:

$$O = П_{факт} \times K_{др.} = 880 \times 365 = 321200 \text{ кг}$$

Розрахунок основної заробітної плати

Кількість робочих днів 365,

Середня кількість годин за рік складає 2160 годин.

Мінімальна ставка працівника 1-го тарифного розряду складає 28,31 грн./год.

Таблиця 3.4. Основна заробітна плата робітників

Професія	К-ть на зміну	Тарифний розряд	Годинна тарифна ставка, грн	Тривалість зміни, год	Тарифний фонд заробітної плати, тис.грн
Начальник зміни	1	5	38,5	12	462,00
Оператор лінії	2	5	38,5	12	924,00
Монтер	2	4	35,95	12	862,80
Хімік-лаборант	2	4	35,95	12	862,80
Всього					311,60
<i>На 1100 кг виробу</i>					<i>283,27</i>

Витрати на утримання та обслуговування обладнання приймаємо у розмірі 200% від основної заробітної плати:

$$283,27 \times 2,00 = 566,54 \text{ грн/1100 кг}$$

Витрати пов'язані з підготовкою і освоєнням виробництва продукції приймаємо у розмірі 10 % від основної заробітної плати:

$$283,27 \times 0,10 = 28,33 \text{ грн/1100 кг}$$

Загальновиробничі витрати приймаємо в розмірі 300 % від основної заробітної плати робітників:

$$283,27 \times 3,00 = 849,81 \text{ грн/1100 кг}$$

Виробнича собівартість виробництва пектину складає:

$$2820,34 + 971,25 + 7530,00 + 28327 + 566,54 + 28,33 + 849,81 = 41093,27 \text{ грн./1100 кг}$$

Адміністративні витрати приймаємо в розмірі 2,5% від виробничої собівартості:

$$41093,27 \times 0,025 = 1027,33 \text{ грн/1100 кг}$$

Витрати на збут приймаємо в розмірі 3% від виробничої собівартості:

$$41093,27 \times 0,03 = 1232,79 \text{ грн/1100 кг}$$

Операційні витрати приймаємо в розмірі 1% від виробничої собівартості:

$$41093,27 \times 0,01 = 410,93 \text{ грн/1100 кг}$$

Повна собівартість виробництва пектину становить:

$$41093,27 + 1027,33 + 1232,79 + 410,93 = 43764,32 \text{ грн/1100 кг}$$

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.5. Результати розрахунків по статтям калькуляції

№поз.	Статті калькуляції	Витрати на 1 т, грн
1.	Сировина та основні матеріали	2820,34
2.	Допоміжні та таропакувальні матеріали	971,25
3.	Енергоресурси	7530,00
4.	Основна заробітна плата робітників	28327
5.	Витрати на утримування та експлуатацію устаткування	566,54
6.	Витрати пов'язані з підготовкою і освоєнням виробництва продукції	28,33
7.	Загальновиробничі витрати	849,81
8.	Виробнича собівартість	41093,27
9.	Адміністративні витрати	1027,33
10.	Витрати на збут	1232,79
11.	Інші операційні витрати	410,93
12.	Повна собівартість виробництва	43764,32

Витрати на виробництво на весь обсяг виробництва:

$$321,2 \times 43764,32 = 14057099,58 \text{ грн}$$

Оскільки 1100 кг пектину - це 22 одиниці готової продукції, то повна собівартість 1 мішка пектину по 50 кг складе:

$$43764,32 / 22 = 1989,29 \text{ грн}$$

Оптова ціна підприємства складається з виробничої собівартості, адміністративних витрат, витрати на збут, суми прибутку.

Визначимо суму прибутку, прийнявши рівень рентабельності, який або планується підприємством, або встановлюється у законодавчому порядку, 10%:

$$СП = \frac{10 \times (41093,27 + 1027,33 + 1232,79)}{100} = 4335,34 \text{ грн}$$

						Арк.
					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ	61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Отже, оптова ціна підприємства на 1100 кг пектину (22 одиниці готової продукції) складає:

$$\text{ОЦ} = 41093,27 + 1027,33 + 1232,79 + 4335,34 = 47688,74 \text{ грн}$$

Отже, плануємий прибуток від виробництва пектину складатиме 4335,34 грн. за 22 товарні одиниці продукції.

Розрахунок відпускної ціни за одиницю готової продукції зведено до таблиці 3.6:

Таблиця 3.6. Розрахунок відпускної ціни за одиницю готової продукції

Показники	Ціна, грн
Оптова ціна підприємства (ціна без ПДВ)	47688,74
ПДВ(ставка податку - 20%)	9537,75
Відпускна ціна за 22 одиниці	57226,48
Відпускна ціна за одиницю продукту (50 кг)	2601,20

В результаті проведених розрахунків: відпускна вартість однієї одиниці продукції буде складати 2601,20 грн., прибуток складе 4335,34 грн.

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

РОЗДІЛ 4. ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ

Буряковий жом є основним побічним продуктом цукрової промисловості, що містить 6–7,5% сухих речовин, зокрема 0,2–0,4% цукру. Вихід сирого бурякового жому становить 80-83% до маси перероблених буряків.

Жом має відносно високий вміст клітковини й водночас характеризується високою поживною цінністю. Тому може виникнути питання, до яких кормів він належить – основних чи концентрованих. Проте у складі загального змішаного раціону класифікація насправді не важлива. Головне – яку роль жом відіграє в споживанні корму, для рубця і, зрештою, для забезпечення тварини енергією та поживними речовинами.[14]

Жом – енергетично багатий корм. Високий вміст пектину – головної складової м'якоті буряка – істотно підвищує засвоюваність органічної субстанції. Незважаючи на екстракцію цукру, в жомі залишаються легко засвоювані жуйними тваринами поживні речовини.

Розрізняють такі види бурякового жому:

- Свіжий невіджатий
- Свіжий віджатий
- Кислий
- Консервований
- Сушений (гранульований)

Свіжий невіджатий жом

Містить 90–93% води і 7–10% сухої речовини, зокрема протеїну 0,7%, клітковини 1,6%, безазотистих екстрактивних речовин (геміцелюлоза і пектин) 4,4% та золи 0,3%. Концентрація вітаміну С в ньому становить близько 19 мг/кг.

					ННІХТ. ЗХТ-5-3.021 161.003.КР.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Баранов С.В.			ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ	Літ.	Арк.	Акрушіє
Перевір.		Бабенко В.І.					63	80
Керівник						НУХТ, каф. ТЖХТ		
Н. Контр.								
Затверд.		Носенко Т.Т.						

Таблиця 4.1. Хімічний склад свіжого невіджатого жому[15]

Показники	Значення
Білки, % СР	8,0
Зола, % СР	4,0
Жири, % СР	—
Клітковина, % СР	22,0
Безазотисті екстрактивні речовини, % СР	66,0
К-сть кормових одиниць на 1 кг	0,1*
Вміст перетравлюваного білка, г/кг	3

Свіжий віджятий жом. Це вид жому який був віджятий на цукровому заводі за допомогою пресів та містить 10–17% сухої речовини. В європейській практиці віджатим жомом вважається той, що містить мінімум 22–24% сухих речовин. Такий жом в подальшому легко і правильно консервується за рахунок меншої кількості води, має менше втрат при зберіганні та краще поїдається тваринами.

Віджятий жом має дуже обмежений термін зберігання й повинен бути використаний через 2–3 дні.

Після вилучення цукру віджятий жом складається переважно з вуглеводів. Вміст залишкового цукру становить не більше 4–6% у сухій речовині. Віджятий жом – єдиний корм, який при вмісті клітковини понад 20% має енергетичну цінність 7,4 МДж ЧЕЛ, або 12 МДж ОЕ на 1 кг сухої речовини. Пектини також відповідають за структуру жому і його здатність набухати. При неналежному зберіганні або занадто повільному охолодженні під час силосування пектини можуть зазнавати хімічного або ферментативного розкладу, що спричиняє зміни в структурі жому, які часто супроводжуються пожовтінням маси. Це означає не тільки втрату структури, а й скорочення харчової цінності корму.

Кислий жом. У кислому жомі знижується засвоюваність сухих речовин. Якщо в свіжому вона становить 70%, то в кислому – лише 55%.

Поживні речовини жому (цукри, пектини тощо) розкладаються з утворенням органічних кислот, головним чином молочної, масляної й оцтової. Спочатку утворюється молочна кислота, яка покращує смак жому, але згодом, із розвитком несприятливих мікробіологічних процесів, утворюються масляна й оцтова кислоти. В результаті маслянокислого бродіння буряковий жом набуває особливо неприємного запаху, погіршується його смак. Тривале зберігання жому в ямах призводить до значної втрати поживних речовин. За п'ять місяців зберігання кислий жом може втратити до 40% сухих речовин, зокрема весь цукор і майже всі пектинові речовини. За дослідженнями американських фахівців, втрати сухих речовин бурякового жому при зберіганні його в ямах протягом шести місяців становили 65%, а поживна цінність його погіршилася на 50%.

Для збільшення терміну зберігання кислого жому за кордоном практикують додавання до нього органічного консерванту на основі пропіонової кислоти. У Данії свіжий буряковий жом з умістом сухих речовин 9% обробляють таким консервантом до рівня рН 3,8.

Силосований жом. Втрат поживності цього виду жому порівняно з сирим матеріалом майже немає. Нині жом переважно силосують у плівкових рукавах або тюках, рідше – у силосних траншеях. Віджятий жом з вмістом СР 20–24% при запакуванні в рукав може зберігатися 12 місяців без втрат у поживності. Жом запакований в тюки, як і жом в рукавах, зберігається без втрат, а також може легко транспортуватися на віддалені відстані.

Сушений жом. Для збільшення кормової цінності й термінів зберігання бурякового жому, а також можливості його транспортування на значні відстані й використання у подальшій переробці буряковий жом сушать. Особливо це ефективно при гранулюванні сушеного жому – витрати на перевезення скорочуються більш як у 5 разів.

Перетравність органічної речовини сухого жому висока (до 85%) завдяки тому, що в складі клітковини практично відсутній лігнін. У великій кількості містить біологічно цінний амідглютамін, а також корисну біологічно активну речовину – бетаїн.

					ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

У сушеному жомі присутні такі вітаміни:

- вітамін В1 (аневрин) — 0,55 мг/ кг;
- вітамін В2 (лактофлавін) — 0,20 мг/кг;
- пантотенова кислота — 0,21 мг/ кг;
- вітамін В6 (піридоксин) — 0,18 мг/кг;
- біотин — 0,001 мг/кг.

Крім того, в ньому виявлено два ферменти — протопектиназу й пектиназу.

У ньому також містяться мінеральні речовини (таблиця 3), незначна кількість жиру, а також дві форми стерину, що належать до рослинних стеринів, або фітостеринів. В одному кілограмі сухого жому міститься 80 г протеїну, 3,2 г амінокислот, 6,1 г лізину, 5 г кальцію, 2 г фосфору, 154 г цукру та 32 г крохмалю.

Таблиця 4.2. Вміст основних мінеральних речовин у сухому жомі (84–91%СР)

Мінеральна речовина	Кількість, % СР
Кальцій	0,6–1,1
Фосфор	0,1–0,2
Магній	0,1–0,3
Натрій	0,1–0,5
Калій	0,2–1,6

Жом буряковий сухий, повинен відповідати вимогам ДСТУ 4647:2006 "Технічні умови. Жом сушений".

Таблиця 4.3. Органолептичні показники

Показник	Характеристика сушеного жому				
	без добавок	мелясованого	амідного	бардяного	амідомінерального гранульованого
Колір	Сірий	Сірий з коричневим відтінком	Сірий з коричневим відтінком	Темно-коричневий	Сірий з коричневим відтінком
Запах	Специфічний без затхлого, плісенного та інших сторонніх запахів				

Таблиця 4.4. Фізико-хімічні показники

Показник	Характеристика сушеного жому				
	без добавок	мелясованого	амідного	бардяного	амідомінерального гранульованого
Масова частка вологи, % не більше	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0
Масова частка сирого протеїну, % не менше	7	7	7	7	7
Масова частка кабаміду, що добавляється в розчині з мелясою, % не більше	-	-	6,0	-	8,0
Масова частка механічних домішок, % не більше	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Масова частка цукрози, % не менше	-	10,0	-	-	-
Масова частка незгранульованого жому, % не більше	10,0	10,0	10,0	-	10,0
Маса металомангнітних домішок розмірами більше 2 мм і з гострими гранями мг/кг, не більше	Не допускається				

Слід мати на увазі й певні негативні особливості сушеного жому. Зокрема він містить велику кількість сирогої клітковини, а протеїн має низьку поживну цінність, оскільки в основному представлений амідами. Сушений жом і комбікорми з ним не можна довго зберігати через високу гігроскопічність і можливе утворення з бетаїну шкідливої речовини — триметиламіну ((CH₃)₃N).

Таблиця 4.5. Хімічний склад жому різних видів

Показник	Жом			
	Свіжий невіджатий	Свіжий віджатий	Кислий (із жомових ям)	Сушений
Суша речовина, %	6,0–9,0	14–20	11–15	86–93
Вода, %	91–94	80–86	85–89	7–14
Сирий протеїн, % СР	1,2–1,5	1,7–1,9	1,3–2,6	7–9
Сира клітковина, % СР	3,5–4,5	5,0–7,0	2,8–4,2	19–23

Безазотисті екстрактивні речовини, % СР	4,3–6,5	8,5–10,0	2,7–5,8	55–65
Зола, % СР	0,6–1,0	1,1–1,4	0,7–1,8	2,4–4,3
Жир, % СР	0,4–0,7	0,6–0,9	0,7–1,0	0,3–0,55
Кількість КО в 100 кг жому	6–9	15–20	9–11	90–95

Згідно до ГОСТ 29186-91 Пектин. Технічні умови. Пектин виготовляють двох видів: яблучний і цитрусовий.

Залежно від студнеутворюючої здатності пектин виготовляють 1-го і 2-го сортів.

Залежно від ступеня етерифікації і, відповідно, швидкості студнеутворення пектин випускають трьох типів:

- А – швидкого осадження;
- Б – середнього осадження;
- В – повільного осадження.

Приклади умовного позначення:

За органолептичними показниками пектин повинен відповідати вимогам, зазначеним в таблиці 4.6.

Таблиця 4.6. Органолептичні показники пектинів

Найменування показника	Характеристика
Зовнішній вигляд	Порошок тонкого помелу без сторонніх домішок. Допускається наявність волокнистої фракції пектину у вигляді пластівців
Смак	Слабокислий
Запах	Відсутній
Колір	Від світло-сірого до кремового

За фізико-хімічними показниками пектин повинен відповідати нормам, зазначеним в таблиці 4.7.

Таблиця 4.7. Фізико-хімічні показники пектинів

Найменування показника	Норма для гатунку	
	I гатунок	II гатунок
Масова частка вологи,%, не більше	10	
Ступінь етерифікації,%, не менше		
типу А	70	
типу Б	67-69	
типу В	60-66	
Гелеутворююча здатність, градуси Гарр-Бейкера, не менше	200	170
Масова частка нітратів в розрахунку на іон NO ₃ ,%, не більше	0,18	
Сторонні домішки, видимі неозброєним оком	Не допускаються	
Масова частка частинок волокнистої фракції розміром більше 0,5 мм,%, не більше	20	

Вміст токсичних елементів не повинен перевищувати допустимі рівні, встановлені в медико-біологічних вимогах і санітарних нормах якості продовольчої сировини і харчових продуктів, затверджених Міністерством охорони здоров'я.

За мікробіологічними показниками пектин повинен відповідати нормам, зазначеним у таблиці 4.8.

Таблиця 4.8. Мікробіологічні показники пектинів

Найменування показника	Норма КОЕ *
Мезофільні аеробні і факультативно-анаеробні мікроорганізми в 1 г, не більше	$5,0 \times 10^2$
Пліснява в 1 г, не більше	$5,0 \times 10^1$
Коліформні бактерії в 0,1 г	Не допускаються
Патогенна та умовно-патогенна мікрофлора, в тому числі сальмонела, в 25 г	Не допускається

В залежності від свого походження пектини можуть відрізнятися один від одного за хімічним складом, що проявляється в їх кількісно-хімічних характеристиках. За загальноприйнятими уявленнями молекула пектину складається із залишків галактуронової кислоти, яка зв'язана одна з одною α 1,4 – глікозидними зв'язками і містять карбоксильні групи, частина яких етерифікована метанолом. Вільні, неетерифіковані карбоксильні групи обумовлюють кислий характер пектинових речовин.

Саме через це пектинові речовини відносяться до групи кислих полісахаридів.

Відмінності між пектинами, які містяться в різних видах плодів і овочів, визначаються такими фізико-хімічними характеристиками:

- відносною молекулярною (еквівалентною) масою (ЕМ)(від 30000 до 500000, що відповідає інтервалу від 150 до 2500 одиниць галактуронової кислоти), яка показує в якій масі (г) пектину міститься 1 моль вільних -COOH. Цей показник вказує на розмір молекул;

- ступенем етерифікації (СЕ) карбоксильних груп метанолом (виражається в процентах етерифікованих карбоксильних груп); показує відношення числа метоксильованих ланок полігалактуронової кислоти до їх загальної кількості в препараті. Процент етерифікованих груп складає: в яблуках – 95,3; грушах – 72,2; вишнях – 55,44; сливах – 93,4; полуниці – 70,3 і т.д.

- вміст у пектині інших сахаридів у вигляді супутніх компонентів: арабіноза, галактоза, рамноза, ксилоза і ін., які відносяться до нейтральних полісахаридів). Всі вони повинні бути ковалентно зв'язані з полігалактуроновою кислотою.

- вмістом ацетильних груп, в процентах (%);

- драглеутворюючою або желуючою здатністю, яку виражають в градусах желювання або одиницях желювання. Одна желуюча одиниця (ЖО) відповідає такій масі пектину (г), яка із сахарозою масою 1 г утворює стандартний гель, який має міцність 312 мм СС14 тобто, масова частка сухих речовин стандартного гелю – 60 % при активній кислотності – 3,0.

Сухий торговий пектин має драглеутворюючу здатність рівну 100...300 желуючих одиниць. Швидкість драглеутворення, яка характеризується тривалістю переходу пектинового розчину в драглеподібний стан, виражається у хвилинах і залежить від природи пектинових речовин різних плодів і овочів.

У присутності цукрів і кислот при активній кислотності середовища в межах рН від 3,1 до 3,5 пектин утворює драглі. Желуюча здатність пектину є однією із фізико-хімічних властивостей.

					ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

РОЗДІЛ 5. ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ

Сучасна екологічна ситуація в Україні знаходиться в кризовому стані. Це в значній мірі пов'язано з недосконалою структурою економіки країни, яка протягом значного періоду формувалася без урахування об'єктивних потреб населення та економічних можливостей її окремих територій – перевага віддавалася розвитку сировинно-видобувних, ресурсномістких, енергоємних та екологічно небезпечних галузей промисловості. Будівництво нових об'єктів здійснювалось з найменшими капітальними витратами, без урахування екологічних вимог, будівництва очисних споруд тощо.

Все сказане вище стосується й харчової промисловості, яка є однією з провідних галузей економіки України. В державі промислове виробництво харчових продуктів здійснюють понад 22 тис. підприємств, на яких зайнято більше мільйона працюючих. За різними оцінками, продукція харчової промисловості нині складає 15-21% від усієї промислової продукції, що виробляється в Україні, а сама галузь за питомою вагою посідає друге місце в господарстві країни. На більшості підприємств галузі експлуатується морально і фізично застаріле природоохоронне устаткування, використовуються старі технології, що призводить до забруднення навколишнього природного середовища. Як наслідок, виробництво харчових продуктів супроводжується утворенням рідких, газоподібних та твердих відходів, що забруднюють гідросферу, атмосферу та ґрунти, споживанням значної кількості води, що призводить до скидів відпрацьованих забруднених вод на поля фільтрації, у відстійники та водойми без необхідного очищення.

Цукрова галузь харчової промисловості є одним з найбільш потужних джерел забруднення навколишнього середовища. На підприємствах існує 17 стаціонарних джерел викидів, з яких викидається 15 забруднюючих речовин. Потенційний обсяг викидів становить від кількох до декількох сотень тон на рік.

					ННІХТ. ЗХТ-5-3.021 161.003.КР.ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Баранов С.В.			ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ	<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Перевір.</i>		Бабенко В.І.					71	80
<i>Керівник</i>						НУХТ, каф. ТЖХТ		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		Носенко Т.Т.						

Найбільш потужними викидами є диоксид карбону (–200 т /р ік), диоксид нітрогену (–60 т /р ік), сірчистий ангідрид (–5,5 т /р ік), аміак (–1,5 т /р ік), речовини у вигляді суспендованих твердих частинок (–14 т /рік) в тому числі гашене та негашене вапно, пил вапняку, вугілля, абразивно-металевий, пил цукру тощо. Загалом, для заводу виробничою потужністю 30тис. т буряку на добу загальна кількість викидів складає – 300 т /рік . До складу викидів входять парникові, кислотоутворюючі та озонруйнуючі гази. [16]

Отже, серед галузей агропромислового комплексу України бурякоцукрове виробництво посідає особливо важливе місце, оскільки має стратегічне значення у забезпеченні споживчого ринку та стабільності роботи підприємств харчової промисловості. Разом з тим, цукрова промисловість належить до найбільш матеріаломістких галузей економіки, в яких об'єм сировини і допоміжних матеріалів у декілька разів перевищує вихід готової продукції. Так, в середньому на випуск 1 т цукру витрачається 8–10 т цукрових буряків, близько 60 м³ води, 0,6 т вапнякового каменю, 0,24 м² фільтрувальної тканини, 0,53 т умовного палива. Крім того, для виробничої діяльності підприємств цієї галузі характерним є значне забруднення повітря, водних ресурсів, виснаження земель. Цукрова промисловість обґрунтовано включена до переліку видів діяльності, які є екологічно небезпечними. [17]

Для зниження споживання свіжої промислової води з водоєм передбачається організація системи оборотних контурів очищення і максимального повторного використання виробничих вод I, II, III категорії. Ступінь очищення стічних вод представлена в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1. Ступінь очищення стічних вод

Показники	Концентрація до очищення, мг / дм ³	Концентрація після очищення, мг/дм ³
Зважені частинки	1215	650
Прожарений залишок	1610	790

Для очищення стічних вод від мілкодисперсних твердих домішок застосовують зернисті фільтри.

На більшості заводів застосовуються поля фільтрації, аеротенки, біологічні ставки.

Охорона земель безпосередньо пов'язана з вирішенням проблеми утилізації та раціонального використання твердих відходів виробництва.

Відповідно до законодавства України про охорону навколишнього середовища при проектуванні нових заводів опрацьовується питання про вплив підприємства на забруднення атмосферного повітря. Цукровий завод може бути джерелом утворення таких забруднюючих атмосфери речовин як оксид вуглецю, оксидів азоту, диоксид сірки, аміак, пари сірчаної і соляної кислоти, їдкий натр, вуглеводні, свинець, пил.

Для уловлювання пилу в всіх виробничих приміщеннях, де є матеріали, що утворюють пил, встановлюються аспіраційні системи. На заводі найбільш вибухонебезпечною речовиною є пил (клас I): Нижня концентраційна межа займання (НКМЗ) – 8,9 г / м³; температура самозаймання – 525 °С.

Санітарно-захисна зона для заводу становить 300 метрів при наявності складу віджатого жому. Зона впливу шкідливих речовин від виробництва становить коло радіусом 1,5–2,0 км. [18]

Найбільш ефективні заходи щодо попередження великих аварій і катастроф – закладка в проекти новостворюваних об'єктів планувальних, технологічних рішень, котрі повинні максимально зменшити матеріальний збиток, у разі якщо аварія відбудеться.

Таким чином, наразі особливої актуальності набувають дослідження щодо пошуку ефективних шляхів підвищення екологічної безпеки виробництва. Цілком очевидно, що на сьогоднішній день екологізація виробництва повинна пов'язуватись не стільки з вирішенням проблем видалення і нейтралізації відходів, скільки з попередженням їх виникнення, що докорінно змінює роль очисних споруд – з кінцевої ланки технологічного процесу вони перетворюються в проміжну, мета якої – підготовка раніше невикористовуваних відходів (твердих, рідких і газоподібних) до виробничого споживання.

					ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Водночас екологічне вдосконалення технології повинно бути націлене на економію первинної сировини, що надходить на виробництво. Таким чином, увага науковців повинна бути в першу чергу спрямована на розроблення раціональних та екологічно безпечних схем підготовки та очищення води, зменшення негативного впливу скидів на навколишнє природне середовище. [17]

При роботі цукрового заводу небезпечні і шкідливі фактори можуть виникати при роботі такого обладнання, як вакуум-апарати, центрифуги, сушарки та ін. У робочій зоні обслуговування машин і механізмів можуть з'являтися небезпечні або шкідливі фактори, які поділяють на такі групи: фізичні, хімічні, біологічні та психофізіологічні.

Фізичні небезпечні і шкідливі фактори. Цукробурякова промисловість відноситься до сезонного виробництва, що працює в перехідний період (холодний). Роботу підприємства можна віднести до категорії Пб - середньої тяжкості (витрати енергії 175...232 Вт), тобто роботи, пов'язані з постійною ходьбою, що виконуються стоячи або сидячи, але яка не потребує переміщення важких предметів масою більш 10 кг.

Параметри мікроклімату справляють безпосередній вплив на терморегуляцію людини. Оптимальні значення параметрів мікроклімату на робочому місці представлені в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2. Оптимальні значення параметрів мікроклімату

Період року	Категорія робіт	Відносна вологість, %	Оптимальна температура повітря, °С	Рухливість повітря, м/с
Холодний, перехідний	Пб	60-40	19-21	0,2
Теплий			20-22	

Для підтримки параметрів мікроклімату може застосовуватися загально обмінна вентиляція, при якій заміна теплого повітря на холодне відбувається у всьому об'ємі приміщення. Опалення в цехах в виробничий сезон не проводиться, так як для цього достатньо тепла, яке виділяє обладнання. Для зниження теплового впливу на працівників розглядається повітряний душ.

У відділеннях цехів використовується природне і штучне освітлення. Стіни і стелі пофарбовані у світлі тони з відносно невеликою насиченістю і високим коефіцієнтом відбиття (стеля – біла, стіни – світло-жовті, обладнання – сіре).

Розряд зорових робіт вибирається згідно СНіП 23-05-95. Для освітлення використовуються люмінесцентні лампи потужністю 80 Вт. Також передбачено аварійне освітлення.

Гранично допустимий рівень шуму на підприємстві 90 дБА. Обладнанням з високим рівнем шуму є центрифуги і сушарки.

Систематичний вплив на людину вібрації призводить до розладу вестибулярного апарату, нервової системи, органів травлення. Допустимі величини, нормуємі параметри вібрації встановлені СН-2.2.4 / 2.1.8.556-96. Допустимий рівень вібрації 80 дБ. Робочі характеристики вібрації представлені в таблиці 5.3.[18]

Таблиця 5.3. Робочі характеристики вібрації

Назва обладнання	Рівень вібрації, дБ
Центрифуга періодичної дії	91-109
Центрифуга безперервної дії	82-87
Сушарка	87-97

На підприємствах харчової промисловості застосовують наступні заходи щодо захисту від вібрації: виконують точний монтаж, усувають дефекти окремих частин машин і апаратів; для ізолювання шляху передачі вібрацій від машини до фундаменту застосовують віброізолятори.

Заходами щодо зниження рівня звукової потужності в джерелі шуму являються: вибір обладнання з кращими шумовими характеристиками, використання звуко-поглинаючих матеріалів (застосовуються матеріали з коефіцієнтом звукопоглинання більше 0,2). Також до заходів по зниженню рівня звуку відносяться: використання екранів, проведення регулярного огляду обладнання (змащування, ремонт), дистанційне управління обладнанням.

Широке застосування електроустановок на заводі створює небезпеку враження людини електричним струмом. Причинами електротравм нерідко

бувають недоліки конструкції і монтажу обладнання, неправильна його експлуатація.

Забезпечення електробезпеки від випадкового дотику до струмопровідних частин досягається шляхом захисних оболонок і огорожені, захисного заземлення відкритих провідних частин. Щоб уникнути нещасних випадків вмикання обладнання в роботу проводиться після попереджувального сигналу.

Для запобігання статичної електрики обладнання заземляється; також використовується збільшення вологості повітря; іонізація повітря.

Шкідливі речовини, що використовуються в технологічному процесі, наведені в таблиці 5.4.

Речовина	Клас небезпеки	ПДКр.з/ПДК мр,	Вплив на людину
Кальцинована сода	3	2/0,04	Подразнює дихальні
Соляна кислота	3	5/0,2	Хімічні опіки

Видалення шкідливих речовин з відділень цехів здійснюється за рахунок штучної припливно-витяжної вентиляції з наступним очищенням повітря в «сухому», а потім в «мокрому» циклоні. В сушильно-упаковочному відділенні передбачається використання засобів індивідуального захисту - респіраторів для захисту від пилу.

Психофізіологічні чинники поділяють на фізичні і нервово-психічні перевантаження. Фізичні включають статичні навантаження. Статичні навантаження надзвичайно негативно впливають на працездатність і здоров'я людини. Вони визначаються величиною необхідного зусилля при статичному навантаженні і часу знаходження в вимушеній позі при виконанні трудової операції. Ці навантаження поділяються на легкі (якщо людина при виконанні роботи знаходиться у вільній позі), середньої тяжкості (якщо вимушена поза становить 10-25% часу зміни), важкі (якщо вона становить менше 50%) і дуже важкі (більше 50%).

Захист від фізичних перевантажень: наявність регламентованих перерв, механізація і автоматизація робіт.[18]

					ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76

ВИСНОВКИ

В кваліфікаційній бакалаврській роботі розроблено технологію одержання пектину з вторинної сировини цукрового виробництва – бурякового жому.

1. Виконано аналіз літератури щодо сировинних джерел виробництва харчового пектину та патентний пошук актуальних технологій його виробництва. Обрано технологічну схему, розраховано необхідну кількість та складено специфікацію обладнання лінії.

2. Виконано повний комплекс технологічних розрахунків під час одержання пектину методом екстрагування. Згідно розрахунку, вихід чистого пектину 1 т бурякового жому становить 134,41 кг.

3. Розраховано параметри та габаритні розміри пневматичної труби-сушарки, призначеної для висушування пектину на кінцевому етапі його виробництва.

4. Наведено комплекс органолептичних та фізико-хімічних показників якості готового продукту: зовнішній вигляд, смак та запах, колір, вміст вологи, ступінь етерифікації, наявність сторонніх домішок, гелеутворююча здатність.

5. Доведено економічну доцільність промислового впровадження такої технології через існуючий попит на ринку гідроколоїдів при невисокій відпускній ціні. Собівартість виробництва мішка вагою 50 кг становить 1989,29 грн.

					ННІХТ. ЗХТ-5-3.021 161.003.КР.ПЗ						
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	ВИСНОВКИ			<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушіє</i>	
<i>Розроб.</i>	Баранов С.В.									77	80
<i>Перевір.</i>	Бабенко В.І.										
<i>Керівник</i>											
<i>Н. Контр.</i>											
<i>Затверд.</i>	Носенко Т.Т.						НУХТ, каф. ТЖХТ				

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Выделение свекловичного пектина. Получение пектиновых металлокомплексов с ионами железа [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://nauchkor.ru/uploads/documents/5f0c837acd3d3e00014116a2.pdf>
2. Королёв Фарм: контрактное производство и упаковка [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.korolevpharm.ru/dokumentatsiya/syevue-komponenty/pektiny.html> (дата обращения: 13.04.2019).
3. Пектины [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://chocodel.com/news/pektiny/>
4. Пектин. Производство и применение / Н.С. Карпович [и др.]; общ. ред. Н.С. Карповича. – Киев: Изд-во «Урожай», 1989. – 89 с.
5. Аверьянова Е.В. Пектин: методы выделения и свойства: методические рекомендации к выполнению лабораторных работ для студентов направлений подготовки «Биотехнология», «Продукты питания из растительного сырья», магистрантов направления подготовки «Продукты питания из растительного сырья» / Е.В. Аверьянова, М.Н. Школьников. – Бийск: Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, БТИ, 2015. – 42 с.
6. Florina Dranca, Mircea Oroian. Extraction, purification and characterization of pectin from alternative sources with potential technological applications // Suceava, Romania, 2018. N. 113. – P. 100. doi: 10.1016/j.foodres.2018.06.065.
7. Пектины из нетрадиционных источников: технология, структура, свойства и биологическая активность / С.Т. Минзанова [и др.]; общ. ред. С.Т. Минзановой. – Казань: Изд-во «Печать – Сервис – XXI век», 2011. – 224 с.
8. Файловый архив студентов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://studfiles.net/preview/4590357/page:5/> (дата обращения: 13.04.2019).

					ННІХТ. ЗХТ-5-3.021 161.003.КР.ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Баранов С.В.			СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушіє</i>
<i>Перевір.</i>		Бабенко В.І.				78	80	
<i>Керівник</i>						НУХТ, каф. ТЖХТ		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		Носенко Т.Т.						

9. СУЧАСНІ НАПРЯМКИ ВИКОРИСТАННЯ ТА УТИЛІЗАЦІЇ БУРЯКОВОГО ЖОМУ <https://diamantsugar.com.ua/de/articles/sychasn-napryamki-vikoristannya-ta-ytilzats-byryakovogo-zhomy>

10. Ильина, И. А. Научные основы технологии модифицированных пектинов: монография / И. А. Ильина. – Краснодар: 2001. – 312 с.

11. Шелухина, Н.П. Научные основы технологии пектина / Н.П. Шелухина, З.Б. Бакасова. – Ф.: Илим. – 1988. – 150 с.

12. Донченко Л.В. Производство пектина // Л.В. Донченко, Н.С. Карпович, Е.Г. Симхович. – Кишенив, 1993. – 335 с.

13. Доманский И.В. Машины и аппараты химических производств: Примеры и задачи / И.В. Доманский, В.П. Исаков, Г.М. Островский и др. // Под ред. В.Н. Соколова – Л.: Машиностроение, 1982. – 384 с.

14. ЖОМ [Електроний ресурс]. – Режим доступа: <https://diamantsugar.com.ua/ua/page-zhom>

15. ДСТУ 4647:2006 "Технічні умови. Жом сушений".

16. ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ЦУКРОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ ТА ШЛЯХИ ЇХ ВИРІШЕННЯ [Електроний ресурс]. – Режим доступа: <http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/21217/1/2.pdf>

17. ПРОМИСЛОВА ЕКОЛОГІЯ [Електроний ресурс]. – Режим доступа: <http://eco.com.ua/content/do-pitannya-ekologizatsii-virobnitstva-tsukru>

18. Безопасность жизнедеятельности и экологичность в продуктовом отделении свеклосахарного производства [Електроний ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/bezopasnost-zhiznedeyatelnosti-i-ekologichnost-v-produktovom-otdelenii-sveklosaharnogo-zavoda/viewer>

19. Технология производства пектиновых веществ [Електроний ресурс]. – Режим доступа: http://chemanalytica.com/book/novyuy_spravochnik_khimika_i_tekhnologa/06_syre_i_produkty_promyshlennosti_organicheskikh_i_neorganicheskikh_veshchestv_chast_II/5374

					СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
						79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Специфікація технологічного обладнання

Позначення	Найменування	Кількість	Примітка
1	Бункер ваговий	1	
2,6,9,14,37	Гвинтовий насос	5	
3	Дріжжегенератор	2	
4	Ємність для води	1	
5	Бродильний апарат	3	
7,15	Декантер зі збродженою масою	2	
8	Ємність для знецукреної мезги	1	
10	Ємність для спиртової бражки	1	
11	Гідролізатор	3	
12	Ємність для кальцинованої соди	1	
13	Ємність для соляної кислоти	1	
6,18,21,24,27,30	Збірник	6	
17	Транспортер	1	
9,22,25,28,31,35	Відцентровий насос	6	
20	Центрифуга	1	
23	Кізельгуровий фільтр	1	
26	Ультрафільтраційна установка	1	
29	Випарна установка	1	
32	Теплообмінник	1	
33	Змішувач	1	
34	Ємність для етилового спирту	1	
36	Коагулятор	2	
38	Фільтр-прес "Bucher"	1	
39	Пневматична труба-сушарка	1	
40	Нагнітальний вентилятор	1	
41	Калорифер	1	
42	Завантажувальний бункер	1	
43	Циклон	1	
44	Вентилятор	1	
45,46	Спиртоуловлювач	1	
47	Кульовий млин	1	
48	Бункер	1	
49	Паєрові мірки	1	

					ННІХТ. ЗХТ-5-3.021 161.003.КР.ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Баранов С.В.			Літ.	Арк.	Акрушіє
Перевір.		Бабенко В.І.				80	80
Керівник					НУХТ, каф. ТЖХТ		
Н. Контр.							
Затверд.		Носенко Т.Т.					
					ДОДАТОК		