

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

**Навчально-науковий інститут харчових технологій  
Кафедра технології жирів, хімічних технологій харчових добавок  
та косметичних засобів**

«До захисту в ЕК»  
Директор інституту ННІХТ  
\_\_\_\_\_ Оксана КОЧУБЕЙ-ЛИТВИНЕНКО  
(підпис) (Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

«\_\_\_» червня 2023 р.

«До захисту допущено»  
Завідувач кафедри ТЖХТ  
\_\_\_\_\_ Тамара НОСЕНКО  
(підпис) (ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

«\_\_\_» червня 2023 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА  
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

зі спеціальності 161 Хімічні технології та інженерія  
(код та назва спеціальності)  
освітньо-професійної програми Хімічна технологія  
на тему: Удосконалення технології отримання молочного цукру - лактози

Виконав: здобувачка 4 курсу, групи ХТ-4-13

\_\_\_\_\_ ПРОКОПЕНКО Ярослава Ігорівна  
(ПРІЗВИЩЕ, Ім'я, По батькові повністю) (підпис)

Керівник ПОДОБІЙ Олена Валеріївна  
(ПРІЗВИЩЕ, Ім'я та По батькові повністю) (підпис)

Консультанти ЖИТНЕЦЬКИЙ Ігор  
(ПРІЗВИЩЕ Ім'я) (підпис)

\_\_\_\_\_ (підпис)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Рецензент ОСЬМАК Тетяна  
(ПРІЗВИЩЕ Ім'я) (підпис)

Я як здобувач(ка) Національного університету харчових технологій розумію і підтримую політику університету з академічної доброчесності. Я не надавав(-ла) і не одержував(-ла) недозволеної допомоги під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

Здобувач(ка) \_\_\_\_\_  
(підпис)

Київ – 2023 р.

# НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут Навчально-науковий інститут харчових технологій

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 ГЖХТ

Тамара НОСЕНКО

“ ”

2023 року

## З А В Д А Н Н Я

### НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Прокопенко Ярослави Ігорівни

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Удосконалення технології отримання молочного цукру - лактози

керівник роботи к.т.н., доц. Подобій Олена Валеріївна,

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затвержені наказом закладу вищої освіти від “ 28 ” 03 2023 року № 196

2. Строк подання здобувачем роботи \_\_\_\_\_

3. Вихідні дані до роботи \_\_\_\_\_

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 безпека, 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
Технологічна частина	Житнецький І.В., доцент кафедри МАХта ФВ		

7. Дата видачі завдання 16 травня 2023 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи		
1	ВСТУП	15.05.2023	
2	РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	15.05.2023-19.05.2023	
3	РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	18.05.2023-23.05.2022	
4	РОЗДІЛ 3. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ	24.05.2023-28.05.2023	
5	РОЗДІЛ 4. ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ	29.05.2023-30.05.2023	
6	РОЗДІЛ 5. ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	31.05.2023-01.06.2023	
7	РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ	02.06.2023-04.06.2023	
8	ВИСНОВКИ	04.06.2023-05.06.2023	
9	СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	15.05.2023-05.06.2023	
10	ГРАФІЧНИЙ МАТЕРІАЛ. ПРИНЦИПОВО-ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА	15.05.2023-30.05.2023	
11	ГРАФІЧНИЙ МАТЕРІАЛ. АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА	18.05.2023-31.05.2023	
12	ГРАФІЧНИЙ МАТЕРІАЛ. КРЕСЛЕННЯ АПАРАТУ (ЗАГАЛЬНИЙ ВИГЛЯД)	05.06.2023-16.06.2023	
13	ПЕРЕДЗАХИСТ, ПЕРЕВІРКА НА АКАДЕМПЛАГІАТ, РЕЦЕНЗУВАННЯ КР	15.05.2023	

Здобувач \_\_\_\_\_  
(підпис)

Ярослава ПРОКОПЕНКО \_\_\_\_\_  
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник роботи \_\_\_\_\_  
(підпис)

Олена ПОДОБІЙ \_\_\_\_\_  
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

## РЕФЕРАТ

ЗАПИСКА ПОЯСНЮВАЛЬНА: 98 С., 28 РИС., 33 ТАБЛ., 26 ДЖЕРЕЛ.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА НА ТЕМУ:  
«УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОТРИМАННЯ МОЛОЧНОГО ЦУКРУ -  
ЛАКТОЗИ»

В першому розділі проаналізовано на основі науково-технічної літератури за темою удосконалення технології отримання лактози (молочного цукру) визначено основні джерела сировини, фізико-хімічні властивості та способи отримання лактози. Як сировину для виробництва лактози прийнято відходи багатотонажного молочного виробництва – підсирну молочну сироватку з початковим вмістом лактози від 3,2 до 5,1 %.

В другому розділі викладено удосконалення технології отримання лактози, що полягає у введенні затравки кристалів лактози на етапі кристалізації. Це дозволяє прискорити процес кристалоутворення, зменшити втрати лактози, а розмір готових кристалів збільшується від 10 до 25 мкм. Промивання кристалів на центрифuzі сприяє одержанню продукту високого ступеня чистоти. Виконано креслення принципової технологічної та апаратурно-технологічної схеми на форматі А1 та головного обладнання лінії – кристалізатора з водяним охолодженням. Розраховано матеріальний баланс: 28 000 кг молочної сироватки отримано 1164 кг лактози. Розраховано тепловий баланс для стадії кристалізації.

В третьому розділі розраховано собівартість виробництва лактози (молочного цукру) що становить 65,63 грн. за упаковку 1 кг.

В четвертому розділі наведено вимоги до якості лактози різного ступеня очищення.

В п'ятому розділі описано вимоги до охорони праці обслуговуючого персоналу та екологічні наслідки виробництва лактози (молочного цукру).

КЛЮЧОВІ СЛОВА: МОЛОЧНИЙ ЦУКОР, ЛАКТОЗА, КРИСТАЛІЗАЦІЯ,  
СИРОВАТКА МОЛОЧНА

## **ABSTRACT**

**EXPLANATORY NOTE: 98 p., 28 FIG., 33 TABLES, 26 SOURCES.**

**BACHELOR'S QUALIFICATION THESIS ON THE TOPIC: "IMPROVEMENT OF THE TECHNOLOGY FOR OBTAINING MILK SUGAR - LACTOSE"**

In the first chapter, the main sources of raw materials, physicochemical properties and methods of lactose production were analyzed on the basis of scientific and technical literature on the topic of improving the technology of lactose (milk sugar) production. As a raw material for the production of lactose, the waste of multi-ton dairy production is used - whey with an initial lactose content of 3.2 to 5.1%.

In the second section, the improvement of the technology of obtaining lactose, which consists in the introduction of a seed of lactose crystals at the stage of crystallization, is described. This allows you to speed up the process of crystal formation, reduce lactose losses, and the size of the finished crystals increases from 10 to 25 microns. Washing crystals in a centrifuge helps to obtain a product of a high degree of purity. The drawing of the basic technological and equipment-technological scheme on the A1 format and the main equipment of the line - a crystallizer with water cooling was made. The material balance was calculated: 1164 kg of lactose was obtained from 28,000 kg of milk whey. The heat balance for the crystallization stage was calculated.

In the third section, the cost of production of lactose (milk sugar) is calculated, which amounts to UAH 65.63. per package of 1 kg.

In the fourth chapter, requirements for the quality of lactose of various degrees of purification are given.

The fifth chapter describes the requirements for labor protection of service personnel and the environmental consequences of the production of lactose (milk sugar).

**KEY WORDS: MILK SUGAR, LACTOSE, CRYSTALLIZATION, MILK WHEY**

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
<b>РОЗДІЛ 1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</b>	
1.1 Властивості лактози.....	9
1.2 Економічність та вплив на навколишнє середовище.....	16
1.3 Галузі використання лактози.....	18
1.4 Стан сировинної бази.....	22
1.5 Аналіз існуючих технологій отримання лактози.....	23
<b>РОЗДІЛ 2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</b>	
2.1 Характеристика вихідної сировини для виробництва.....	29
2.2 Принципова технологічна схема.....	33
2.3 Матеріальний розрахунок.....	37
2.4 Розрахунок та підбір основного технологічного обладнання.....	45
2.5 Розрахунок теплового балансу стадії кристалізації.....	56
2.6 Опис апаратурно-технологічної схеми.....	64
<b>РОЗДІЛ 3 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ.....</b>	
<b>РОЗДІЛ 4 ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ.....</b>	
<b>РОЗДІЛ 5 ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ</b>	
5.1 Заходи з охорони навколишнього середовища на виробництві.....	78
5.1 Охорона праці на підприємстві.....	83
ВИСНОВКИ.....	94
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	95

					<i>ННІХТ.ХТ-4-13.023.161.005. КР.ПЗ</i>
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата	
Розраб		Прокопенко Я.І..			ЗМІСТ
Пров		Подобій О.В.			
Н. Контр.		Бойчук Т.М			НУХТ. каф. ТЖХТ
Затв.		Носенко Т.Т.			
					Літера
					Арк
					Аркушів
					5
					101

## ВСТУП

Світовий обсяг виробництва сироватки у 2020 році склав близько 180 млн. тонн, що містить близько 1,5 млн. тонн все більш цінного білка та 8,6 млн. тонн лактози, яка є дуже важливим джерелом вуглеводів для всього світу, що є більшим на 21,5 % порівняно з попереднім роком [1].

Сироватка містить близько 50% загальної кількості сухих речовин молока, в тому числі майже 100% лактози і близько 20% загального білка. Чудова поживна цінність сироваткових білків та покращені функціональні властивості інгредієнтів на основі молочної сироватки сьогодні широко визнані.

Вона характеризується збалансованим вмістом незамінних амінокислот (метіонін, лізин, гістидин, триптофан та ін.), які забезпечують регенерацію білків печінки, плазми крові та гемоглобіну [2]. Сироватка також багата на вітаміни: групи В, А, С, Е, ніотинову та фолієву кислоти, холін, біотин та ін.; на мінеральні речовини – кальцій, калій, магній, фосфор, на які припадає 0,6% [3]. Щоденне споживання одного літра молочної сироватки забезпечує 2/3 добової потреби організму в кальції, 80% – у вітаміні В2, 1/3 – у вітамінах В1, В6, В12, 40% – у калії [4]. Високий вміст молочного цукру є одним з факторів нормального травлення та збереження здорової мікрофлори кишечника. З білків молока альбумін і глобулін майже повністю переходять в сироватку, а казеїн залишається в сирі. Крім того, сироватка є найменш калорійним молочним продуктом, енергетична цінність якого майже втричі нижча, ніж у молока.

Проте частка її подальшого перероблення на молочних підприємствах не зважаючи на високу харчову та біологічну цінність, помірну ціну становить лише 25...33 %. Це зумовлено особливістю способів переробки нативної сироватки, зокрема осадженням зкоагульованих частинок казеїнового пилу на теплопередаючих поверхнях теплообмінників, її високою мінералізацією й кислотністю, ускладненням миття устаткування.

					<i>ННІХТ.ХТ-4-13.023.161.007. КР.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розраб</i>		<i>Прокопенко Я.І.</i>			<b>ВСТУП</b>	<i>Літера</i>	<i>Арк</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Пров</i>		<i>Подобій О.В.</i>					7	
<i>Н. Контр.</i>		<i>Бойчук Т.М..</i>				<i>НУХТ. каф. ТЖХТ</i>		
<i>Затв.</i>		<i>Носенко Т.Т.</i>						

Аналізуючи літературні джерела, дійшли висновку, що проблема повного і раціонального використання наявних ресурсів молочної сироватки існує у всіх країнах з розвиненою молочною промисловістю, незалежно від форм власності і системи економічних взаємовідносин. Так, до 50% молочної сироватки зливається в каналізацію. Проблема переробки молочної сироватки безпосередньо пов'язана з раціональним, економічно вигідним використанням отриманих з неї продуктів. Рішення проблеми повного і раціонального використання молочної сироватки в харчових цілях, як і будь-якого виду молочної сировини, можливе лише на основі її промислової обробки. Принципово новий методологічний підхід до оцінки сировинних ресурсів молочної промисловості дозволив приступити до вирішення наукової проблеми з розробки нового покоління технологій продуктів з молочної сироватки, частина якої до цього часу не використовується, що завдає не лише економічний, а й екологічний збиток.

**Об'єктом дослідження** є технологія виробництва лактози.

**Предметом дослідження** є молочний цукор лактоза.

**Метою роботи** є удосконалення технології одержання молочного цукру з сироватки.

**Завдання** відповідно будуть наступні:

1. Провести підбір та аналіз літературних джерел, вивчення властивостей молочного цукру та вивчення сфер його застосування, визначити основні джерела сировини для виготовлення лактози (молочного цукру).

2. Оцінити безпечність використання лактози та вплив різних факторів на процес виробництва лактози (молочного цукру).

3. Охарактеризувати молочну сироватку як сировину з якої добувають лактозу (молочний цукор).

4. Скласти принципову технологічну схему виробництва лактози (молочного цукру).

5. Провести розрахунки по матеріальному та тепловому балансу виробництва лактози (молочного цукру).

6. Розробити апаратурно-технологічну схему виробництва лактози.

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

## РОЗДІЛ 1

### АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

#### 1.1 Властивості харчової добавки

Лактоза або молочний цукор (4-О-β-D-галактопіранозил-D-глюкоза, лактолін, лактин), емпірична формула  $C_{12}H_{22}O_{11}$  – вуглевод групи дисахаридів, утворений залишками D-галактози та D-глюкози, існує у вигляді α- і β-форм: β-D-галактопіранозил-(1→4)-α-D-глюкопіраноза (α-лактоза) і β-D-галактопіранозил-(1→4)-β-D-глюкопіраноза (β-лактоза). Сипка кристалічна речовина білого кольору. Температура плавлення 202,8 °С, температура кипіння 668,9 °С. Добре розчиняється у воді (21,6 г/100 мл води), не гігроскопічна. Не бере участі в спиртовому бродінні, але під дією молочнокислих бактерій гідролізується з наступним зброджуванням утворюваних продуктів в молочну кислоту (молочнокисле бродіння).

Відома з 1633 року. Має в 4 або 5 разів менш солодкий смак, ніж сахароза.

Лактоза – дисахарид, утворений залишками β-галактози і α-глюкози; існує у вигляді α- і β-форм. Загальна формула лактози  $C_{12}H_{22}O_{11}$ . Лактоза наявна в молоці у вільному стані (2-8,5%), а також входить до складу олігосахаридів, гліколіпідів, глікопротеїдів. Належить до відновлювальних цукрів.

Молекула лактози (рисунок 1.1) складається із залишків молекул глюкози і галактози і володіє відновлювальними властивостями.

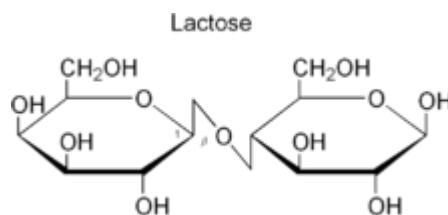


Рисунок 1.1 Структурна формула молекули лактози

Молочний цукор наявний лише в молоці та є дисахаридом, в складі якого міститься по одній молекулі глюкози й галактози, які відрізняються одно від одної просторовим розміщенням гідроксильних груп та водою. Глюкоза і галактоза

					<i>ННІХТ.ХТ-4-13.023.161.009.КР.ПЗ</i>			
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата				
Розраб		Прокопенко Я.І.			АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Літера	Арк	Аркушів
Пров		Подобій О.В.					9	
Н. Контр.		Бойчук Т.М.				<i>НУХТ. каф. ТЖХТ</i>		
Затв.		Носенко Т.Т.						

сполучаються, у залозистих тканинах вим'я корів з утворенням лактози і виділенням молекули води. Лактоза являє собою білу кристалічну речовину, яка в порівнянні з буряковим цукром у 5 - 6 разів менш солодка на смак [5].

Має погану розчинність у воді, а в спирті та ефірі зовсім не розчинна.

Густина молочного цукру складає 1,5453 г/см<sup>3</sup>.

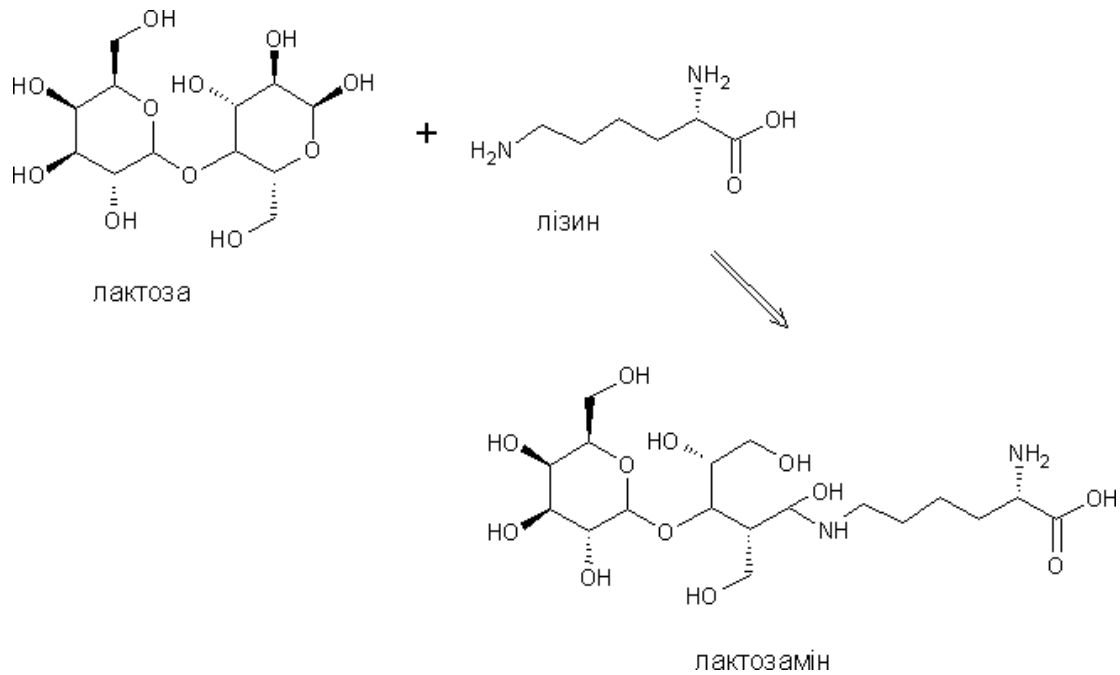
У молоці молочний цукор знаходиться в двох формах:  $\alpha$  і  $\beta$ . При 20 °Смолоко містить 40 %  $\alpha$ -лактози і 60 %  $\beta$ -лактози.  $\alpha$ -форма менш розчинна, ніж  $\beta$ -форма. Обидві форми можуть переходити одна в іншу, вони обертають площину поляризації вправо. Питома обертання рівноважного розчину при 20 ° С становить 52,6 °. Швидкість переходу однієї форми до іншої залежить від температури [6].

### **Хімічні властивості лактози**

При підвищенні температури водних розчинів лактози відбувається їх карамелізація. Пояснюється тим, що це результат взаємодії білків із цукром. Під час підвищення температури до 110 – 130 °С відбувається втрата лактозою кристалізаційної води, та при нагріванні далі до 185 °С лактоза буріє.

В процесі тривалої високотемпературної пастеризації молока, і особливо при стерилізації лактоза взаємодіє з білками і власними амінокислотами – відбувається реакція Майара, або реакція меланоїдиноутворення. Внаслідок утворення меланоїдів із зміною кольору і смаку молока. Інтенсивність забарвлення молока залежить від температури тривалості нагрівання. Вона може посилюватися при зберіганні молока. Відомо, що в початковій стадії відбувається взаємодія лактози зі вільними групами амінокислот (головним чином, з NH<sub>3</sub>-групою лізину) з утворенням аміноцурового комплексу – лактозаміна [7].

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



**Рисунок 1.2 Реакція Майяра**

Подальше нагрівання супроводжується переходом лактозаміна в лактулозамін. Потім, після відщеплення від нього аміни, утворюються різні альдегіди (ацетальдегід, фурол, оксиметилфурол і др.). Ці речовини безпосередньо впливають на смак і запах продуктів, а також можуть вступати в подальші реакції з амінокислотами, утворюючи циклічні сполуки коричневого кольору – меланоїдини [11].

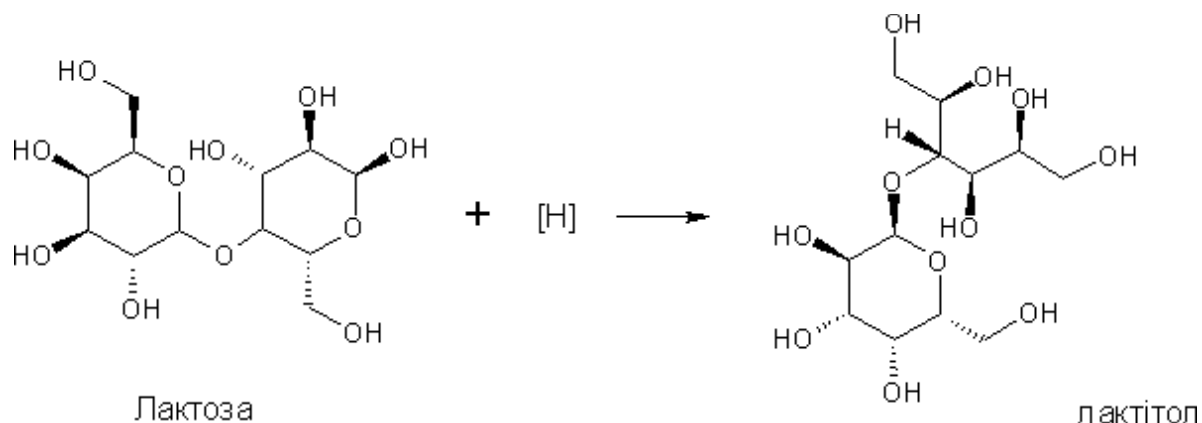
У реакцію з лактозою залучається, головним чином, незамінна амінокислота лізину. Комплекси, що утворились, важко розщеплюються харчовими ферментами, тому що необхідний лізин «блокується» і погано засвоюється організмом (таким чином, зменшується кількість доступного лізину, і знижується екологічна цінність продукту). Стерилізація молока також викликає розпад лактози з утворенням вуглекислого газу і кислоти – мурашиної, молочної, оцтової та інших. При цьому кислотність молока збільшується на 2 - 3 °Т [11].

З водних розчинів лактоза кристалізується з однією молекулою кристалізаційної води в  $\alpha$ -гідратній формі. У такій формі її одержують із молочної сироватки і використовують у виробництві пеніциліну, у харчовій та фармацевтичній промисловості. Кристалізація лактози при виробленні згущеного молока з цукром – дуже важлива технологічна операція, що обумовлює якість

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

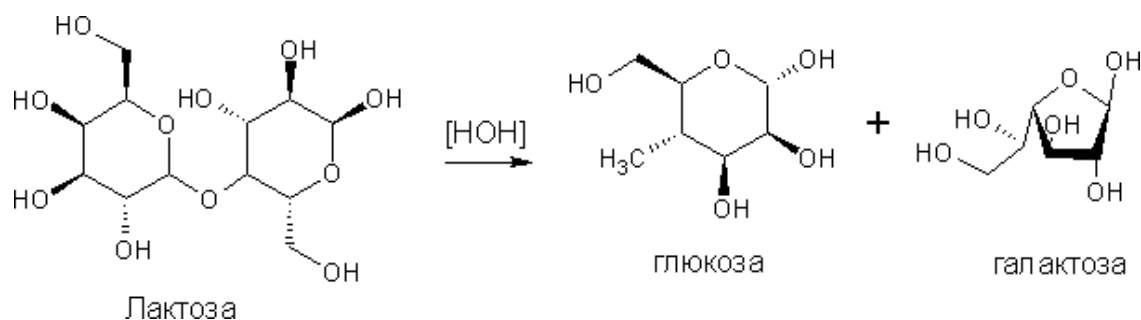
молочних консервів [11].

При відновленні глюкозної частини лактози виходить багатоатомний спирт – лактітол:



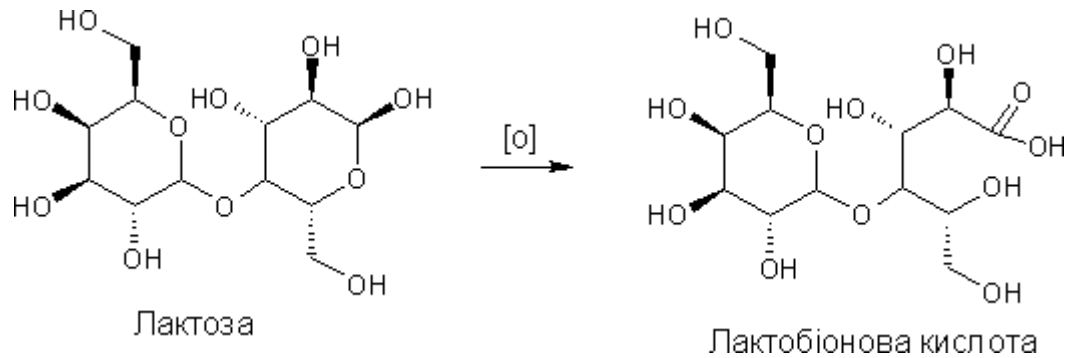
*Рисунок 1.3 Реакція відновлення*

Молочний цукор під впливом розведених кислот гідролізується. При цьому він розпадається на D-галактозу та D-глюкозу, які потім перетворюються на альдегіди та кислоти. Молочний цукор гідролізується також під дією ферменту лактази, що виділяється молочнокислими бактеріями, дріжджами та іншими мікроорганізмами [11].



*Рисунок 1.5 Реакція гідролізу*

Реакція під дією окисника з утворенням лактобіонової кислоти:



*Рисунок 1.6 Реакція окиснення*

### Біохімічні перетворення під час виробництва лактози

#### *Бродіння молочного цукру*

Одним з важливих біохімічних процесів, що протікає при виробництві кисломолочних продуктів, є бродіння молочного цукру, що викликається мікроорганізмами бактеріальних заквасок. Його швидкість і напрям визначають консистенцію, смак і запах готових продуктів [11].

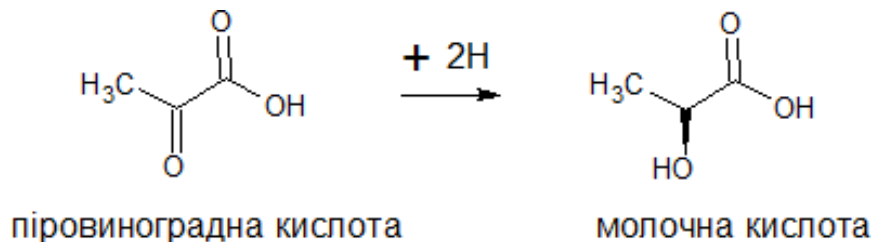
*Таблиця 1.1*

#### Вміст лактози в харчових продуктах

Продукт	Лактоза, %
Закваска	4,1
Кумис	Менше 5,0
Сметана, 30%	3,1
Сметана, 20%	3,2

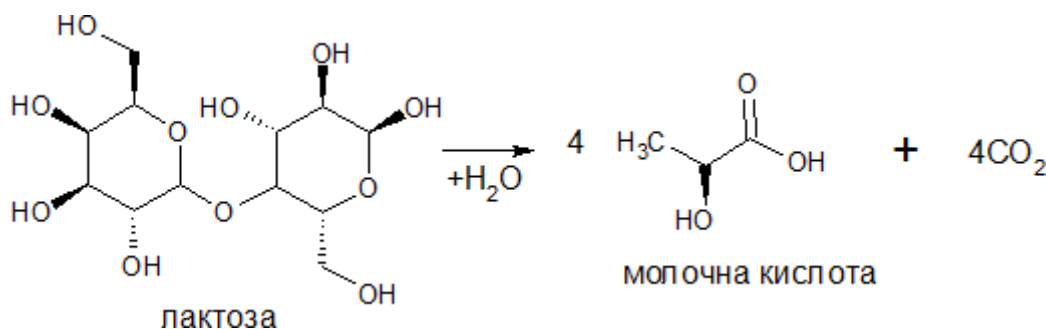
За характером бродіння молочного цукру кисломолочні продукти можна розділити на дві групи. До першої групи відносять продукти, в основі приготування яких лежить головним чином молочнокисле бродіння (простокваша, ацидофілін, йогурт, сир, сметана), до другої групи — продукти зі змішаним бродінням, при виготовленні яких відбувається молочнокисле та спиртове бродіння (кефір, кумис, ацидофільно-дріжджове молоко) [11].

При молочнокислому бродінні кожна молекула піровиноградної кислоти, що утворюється з молекули глюкози, відновлюється за участю окислювально-відновного ферменту лактатдегідрогенази до молочної кислоти:



*Рисунок 1.7 Перетворення пірвіноградної кислоти на молочну*

В результаті з однієї молекули лактози утворюється 4 молекули молочної кислоти:



*Рисунок 1.8 Утворення молочної кислоти*

Зі зростанням кислотності молока при молочнокислому бродінні можна розрахувати, скільки молочного цукру було зброджено. Наприклад, кислотність молока збільшилася на 60 °Т (кислотність свіжого молока була 17 °Т, після збродження молочного цукру – 77 °Т). 1 °Т відповідає 1 см<sup>3</sup> 0,1 N розчину лугу або 1 см<sup>3</sup> 0,1 N розчину молочної кислоти, що становить  $90 / (10 \cdot 1000) = 0,009$  г молочної кислоти. Отже, 60 °Т відповідатимуть  $60 \cdot 0,009 = 0,54$  г молочної кислоти.

Із сумарної реакції молочнокислого бродіння випливає, що з 1 моля молочного цукру утворюється 4 моля молочної кислоти, тобто із 342 г молочного цукру утворюється  $4 \cdot 90 = 360$  г молочної кислоти. Отже, для отримання 0,54 г молочної кислоти потрібно молочного цукру.

При виробництві сиру з лактозою відбуваються різні хімічні перетворення.

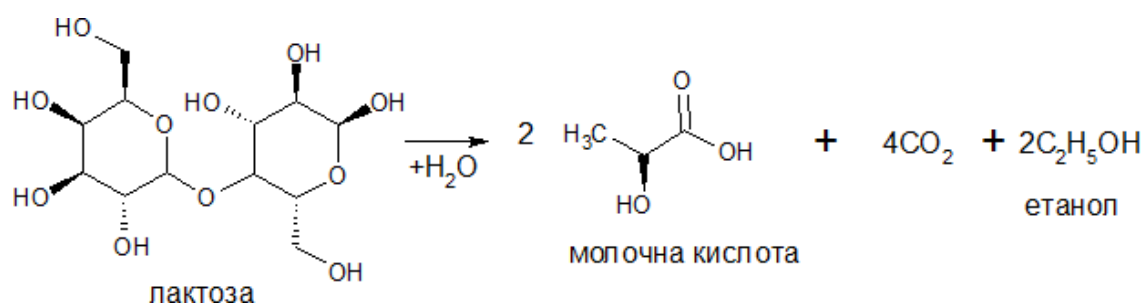
У процесі дозрівання сиру внаслідок біохімічних реакцій виділяються гази: вуглекислий газ, водень, аміак та ін. Гази виділяються назовні, частково затримуються в сирній масі, утворюючи отвори.

Аміак утворюється при дезамінуванні амінокислот. Частина його вступає в з'єднання з кислотами, частина накопичується у вільному стані і випаровується, про

що свідчить запах аміаку в сирі сховищах. Водень виділяється у процесі маслянокислого бродіння молочної кислоти, а також у результаті діяльності бактерій групи кишкових паличок. Він поганорозчиняється у сирній масі, легко дифундує через нещільні ділянки, тому незатримується у сирі.

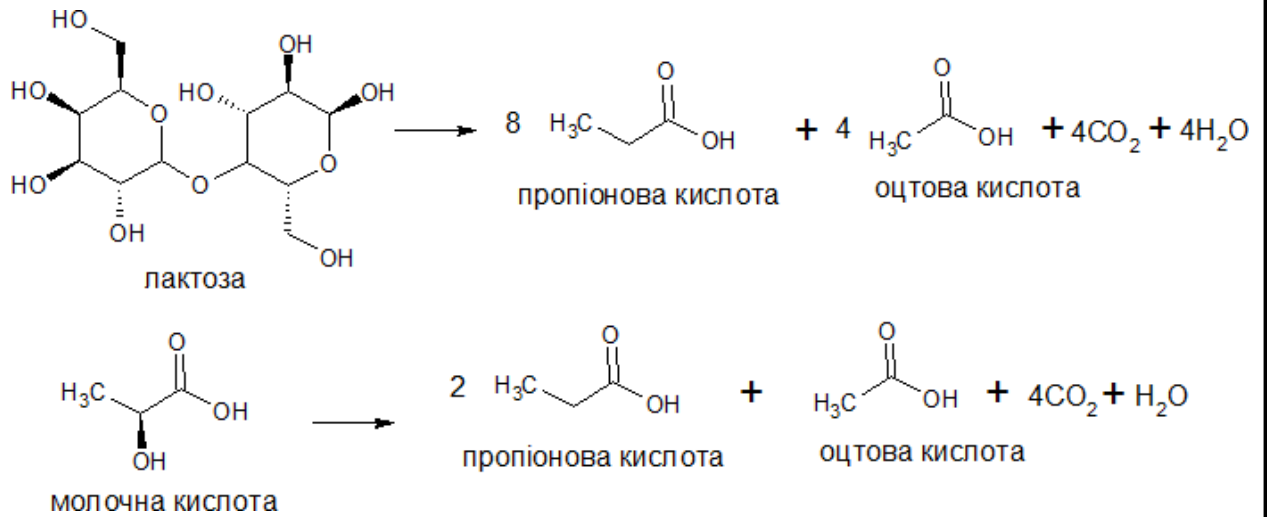
Однак при енергійному маслянокислому бродінні утворюється велика кількість водню, що може призвести до отримання неправильного малюнку та спучування сиру.

Вуглекислий газ у порівнянні з іншими газами виділяється у значно більших кількостях. Він утворюється при зброджуванні молочного цукру тасолей молочної кислоти (лактатів) ароматоутворюючими молочнокислими, пропіоновокислими, маслянокислими бактеріями, бактеріями групи кишкових паличок, а також при декарбоксілюванні амінокислот і жирних кислот. У дрібних напівтвердих сирах малюнок утворюється при розвитку ароматичних молочнокислих бактерій (*Leu. dextranicum*, *Lac. diacetylactis* та ін.). Наприклад, як показує досвід, сир, вироблений з використанням однієї культури *Lac. lactis*, не має малюнка. Ароматутворюючі бактерії зброджують молочний цукор, внаслідок чого утворюються різноманітні продукти та вуглекислий газ:



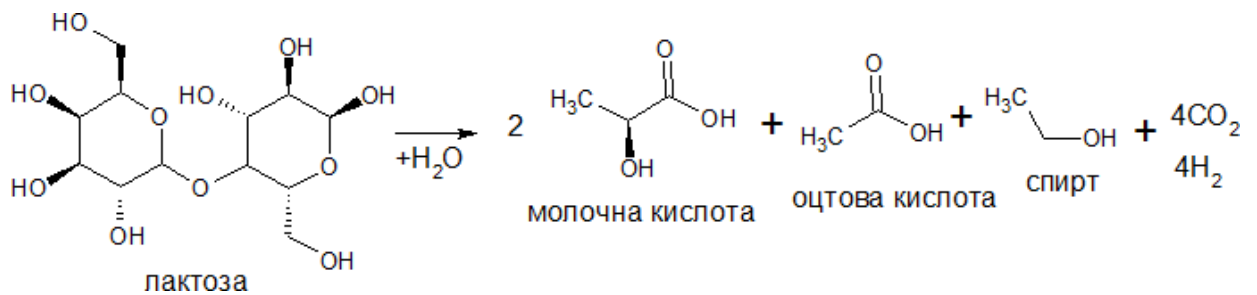
*Рисунок 1.9 Зброджування молочного цукру*

В сирах з високою температурою другого нагрівання утворення отворів обумовлено впливом пропіонових бактерій, що зброджують молочний цукор, молочну кислоту та її солі:



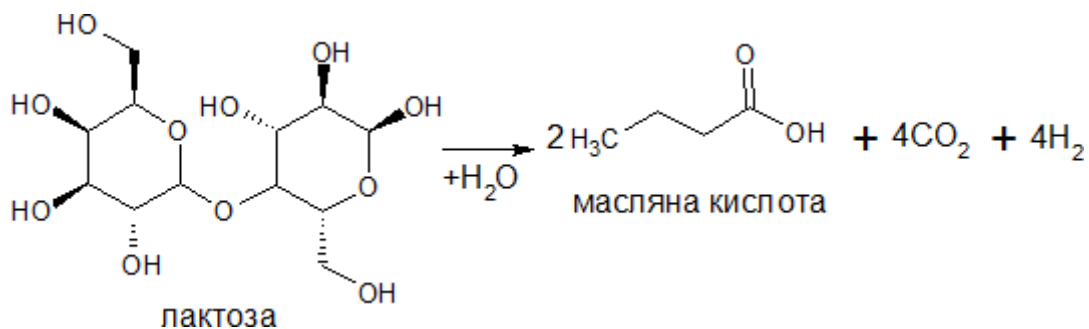
**Рисунок 1.10 Реакція бродіння під впливом пропіонових бактерій**

Газоутворення, що зумовлюється бактеріями групи кишкових паличок, характеризується отриманням сітчастого чи рваного малюнку. Бактерії цієї групи зброджують молочний цукор з утворенням великої кількості газів:



**Рисунок 1.11 Реакція газоутворення**

Маслянокисле бродіння призводить до утворення у сирі великих отворів неправильної форми або порожнеч щільної форми. Маслянокислі бактерії зброджують лактозу, молочну кислоту та лактати з виділенням вуглекислого газу, водню та масляної кислоти:



**Рисунок 1.12 Маслянокисле бродіння**

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

## 1.2 Економічність та вплив на навколишнє середовище

Незважаючи на високу цінність молочної сироватки, використання на молочних підприємствах є незначною. Причому питання повного та раціонального використання молочної сироватки існує в усіх країнах з розвинутою молочною промисловістю, незалежно від форм власності та системи економічних відносин. Зокрема, в Україні спостерігається не досить високий рівень її промислової переробки.

Це зумовлено значними об'ємами молочної сироватки, що отримується за традиційною технологією при виробництві білково-жирових продуктів – сирів сичужних, сиру кисломолочного, казеїну.

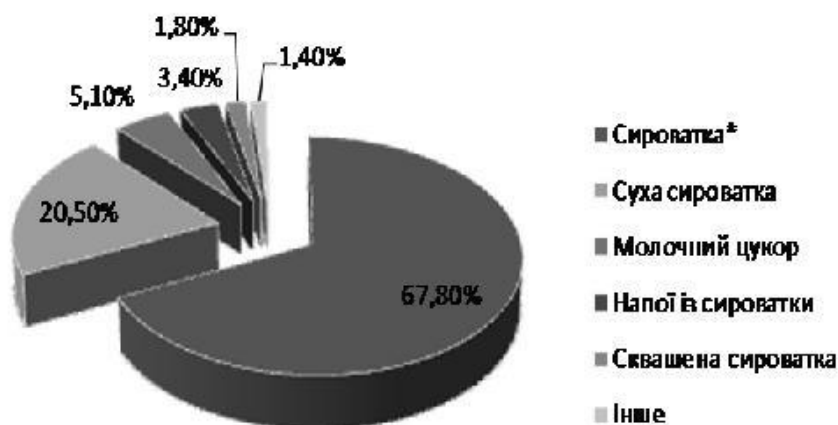


Рисунок 1.13 Об'єми виробництва сирів і отриманої при цьому молочної сироватки у світі

Переробка сироватки має як екологічне, так і ресурсозберігаюче значення. Сироватку, з одного боку, можна розглядати як відходи переробки молока на сир, казеїн, домашній сир, з іншого – як цінну сировину, адже вона містить приблизно половину сухих речовин молока. До цінних компонентів, що містяться у сироватці, належать такі: білок – 0,8 - 0,9%, лактоза – 4,4 - 4,6%, жир – 0,8%. Крім цього, у сироватці знаходяться дрібні частинки творогу, сиру, казеїну, білкова пилюка. В той же час значна кількість сироватки не переробляється, що створює навантаження на очисні споруди заводів і погіршує стан довкілля. Тому вирішення проблеми переробки сироватки має велике народногосподарське значення.

### 1.3 Галузі використання лактози

#### *Лактоза для кондитерських виробів*

- Замінює сухе молоко, тим самим покращуючи якість продукту і при цьому знижує його собівартість

- Дозволяє уникнути пересолодження. Часткова заміна сахарози на лактозу зменшує насолоду і, особливо, посилює смак фруктів та ягід у джемах та мармеладах. Лактоза має найменший ступінь насолоди. Ступінь солодощі лактози порівняно з сахарозою становить 0,16.

- При виготовленні гіркого, молочного шоколаду.

- Джемів, мармеладу, бісквітів, цукерок, глазури.

- Для отримання на випічці золотаво-коричневої скоринки. Після оптимізації вмісту сахарози та жиру лактоза сприяє збільшенню обсягу випічки.

- Використання лактози при виготовленні кондитерських виробів покращує їх форму та надає їм привабливого та апетитного вигляду.

- Для виробництва продуктів дитячого харчування та для вирівнювання рівня лактози у молочних заміниках з її рівнем у жіночому молоці (6,2%).

- Для поліпшення смакових властивостей питного молока 2% жирності, додаючи її до рівня 6,7%.

- Додавання лактози дозволяє покращити якість карамелі та скоротити до 20 % кількість сахарози.

- Для збагачення сирних паст, шоколадних напоїв, сухих кавових вершків.

- При виробництві морозива.

- При виробництві діабетичних продуктів.

#### *Лактоза для м'ясної промисловості*

При введенні молочного цукру замість бурякового інтенсивність забарвлення фаршу та поверхні батонів ковбасних виробів значно підвищується та суттєво покращуються медико-біологічні показники продуктів.

Оптимальною дозою введення лактози є 50% кількості цукру-піску за діючими рецептурами. При цьому основні показники якості ковбасних виробів, що містять молочний цукор, відповідають ДСТУ.

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

Додавання харчової лактози в м'ясні продукти маскує їх солоний і гіркий присмак, покращує стабільність продукту при зберіганні. Лактоза використовується як джерело вуглеводів для покращення ферментації.

Лактоза має здатність адсорбувати запахи та аромати, що дозволяє використовувати її при виробництві смакоароматичних добавок. Застосування таких добавок стабілізує колір та зберігає його при зберіганні, покращує смакоароматичні характеристики та знижує собівартість готової продукції.

Внаслідок хорошої сипкості та розчинності лактозу можна додавати у сухі супові концентрати.

#### *Лактоза в комбікормах для тварин*

Лактоза, стимулює зростання кількості молочнокислих бактерій у кишечнику та вироблення молочної кислоти. Завдяки цьому тварини краще почуваються і успішно справляються із захворюваннями кишечника. Лактоза – єдиний дисахарид, що утворюється в молочних залозах людини та тварин.

Лактоза добре засвоюється в організмі молодняку тварин раннього (до 3-4 тижневого) віку, і тому вона може бути використана в заміниках незбираного молока, при цьому приносячи більше користі в порівнянні з цукром тростини.

Лактоза для комбікормів з успіхом використовується і в комбікормах-престартерах із розрахунку 4–5% для поросят, телят та ягнят.

Встановлено, що при систематичному згодовуванні лактози відбувається зміна мікрофлори кишечника, внаслідок чого зменшуються гнильні процеси.

Застосування у фармацевтичній галузі:

У фармакології лактозу використовують в якості поживних середовищ для вирощування культур бактерій та інших мікроорганізмів. При виготовленні медичних препаратів молочного цукру використовують в якості інертного наповнювача, розріджувача або активного компонента. З лактози шляхом ізомеризації отримують лактулозу — цінний препарат для лікування кишкових розладів – запорів, дисбактеріозів та інших порушень роботи шлунково-кишкового тракту. Рафінований і фармакопейний молочний цукор застосовується у фармацевтичній промисловості, він служить сполучною речовиною при

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

таблетуванні, необхідний у виробництві сиропоподібних і жувальних ліків, сприяє стабілізації вітамінних композицій. Випускають у вигляді порошку і капсул.

### *Застосування в інших галузях*

Найвідоміше застосування лактози – в замінниках материнського молока і дитячих сумішах. Застосовується в харчовій промисловості. Лактоза – необхідний компонент при виробництві мармеладу, джемів, шоколаду, згущеного молока, тіста, м'ясних і багатьох інших продуктів харчування. Також застосовується в тваринництві при виробництві кормів для сільськогосподарських тварин [12].

### **Непереносність лактози**

Незважаючи на важливість лактози, зустрічаються випадки, коли її присутність є небажаною. Це пов'язано з недостатньою кількістю або з відсутністю ферменту  $\beta$ -галактозидази в травній системі людини. В результаті цього при вживанні молочних продуктів утворюються органічні кислоти та двоокис вуглецю, що викликає біль та шлунково-кишкові розлади [4]. Непереносимість лактози може спостерігатися у грудних дітей, дорослих та людей похилого віку, але це особливо небезпечно для дітей, оскільки потреба в енергії значно не задоволена, і відбувається використання білка не на специфічні будівельні потреби організму, а як джерело поповнення нестачі енергії [1]. Зменшити вміст лактози в молочних продуктах можливо різними шляхами: збільшенням масової частки інших компонентів, в тому числі і не молочного походження, частковим вилученням молочного цукру методом ультрафільтрації, переведенням чи розщепленням лактози на інші сполуки (лактозула, глюкоза, галактоза), шляхом фізичного чи хімічного впливу тощо. Однак найбільш ефективним методом, що використовується у харчовій промисловості, визнано метод ферментативного гідролізу лактози до її складових глюкози та галактози, який дозволяє не лише частково, але і (за необхідності) повністю вилучити лактозу з молочних продуктів, не впливаючи значно на інші складові молока [4, 5]. Окрім вирішення питання лактазної непереносимості, ферментативний гідроліз дозволяє знизити витрати цукру під час виробництва молочних продуктів, що досягається за рахунок більш високого рівня солодкості глюкози та галактози у порівнянні з лактозою [5].

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

У деяких випадках рекомендується безпосередньо при споживанні їжі додавання спеціальних препа-ратів, наприклад, Лактазар (Ipatova, 2012), що полегшують травлення лактози. Однак подібні препара-ти у багатьох випадках негативно впливають на орга-нолептичні властивості і сам процес споживання продуктів, сумісний з прийомом медикаментів, стає не дуже приємним.

#### 1.4 Стан сировинної бази

Молочний цукор виробляють із підсирної, сирної, казеїнової та ультрафільтрату молочної сироватки. Від якості сироватки (кислотність, вміст лактози, білків, мінеральних солей) залежать чистота та вихід молочного цукру. Основні фізико-хімічні процеси при виробленні молочного цукру – очищення сироватки від не цукрів та кристалізація лактози [11].



Рисунок 1.14 Сироватка молочна: нативна та суха

Сироватка, побічний продукт виробництва сиру чи казеїну, походить із молока ссавців, як і його пермеату (мають на увазі прозору жовтувату рідину, що утворюється під час виготовлення соєвого сиру, іноді називають сироваткою, яку не слід плутати з сироваткою молока ссавців.) Молоко відрізняється залежно від походження виду, але всі різновиди міститимуть подібні валові компоненти, але різні суми. Більшість комерційних сироваткових продуктів отримують у результаті переробки коров'ячого, листового та козячого молока. Це молоко з трьох різних видів є приємним для більшості людей у світі. Однак цікавим є те, що якщо поглянути на молоко багатьох ссавців, щоб порівняти відмінності в складі між різними видами і подумати про те, наскільки різною або схожою може бути сироватка або пермеати, коли вони виробляються з різних запасів молока [10].

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Сироватку характеризують як рідину, отриману після відділення коагуляту від цільного молока, вершків або знежиреного молока. Солодка сироватка утворюється при виробництві продуктів, у яких в основному використовуються ферменти сичужного типу з рН приблизно 5-6. Кисла сироватка виникає як побічний продукт при виробництві молочних продуктів, де коагулят утворюється шляхом підкислення в діапазоні рН приблизно 5-1 або нижче [10].

Сироватка – це розбавлена рідина, що містить лактозу, білки, мінеральні речовини та сліди жиру та містить приблизно 6% загальних твердих речовин, з яких 70% або більше становить лактоза та приблизно 0-7% сироваткових білків. Більшість сироватки отримують при виробництві сиру, але деяка її частина утворюється в результаті виробництва казеїну. Проте, оскільки дослідники прагнуть виробляти нові продукти, виготовлені з сироватки в результаті останніх інноваційних технологій обробки, розуміють, що сироватка зовсім не є однорідним матеріалом. Відмінності в сироватці підсилюються, коли в якості сировини її конденсують, сушать або фракціонують на побічні продукти за допомогою мембран, деіонізують або пропускають через електродіазні системи [10].

Сироватка з сиру в основному виготовляється з молока, обробленого сичужним ферментом або кислотою, отриманою методами мікробної ферментації, де ступінь кислотності в процесі залежить від сорту сиру. У деяких сортах сиру використовуються комбінації ферментів і мікробних процесів. Кислотність сироватки змінюватиметься, коли бродячі бактерії або культурні організми проникнуть у матеріал субстрату, якщо їх ріст не буде сповільнено термічною чи охолоджувальною практикою. Без такої дії солодка сироватка може перетворитися на сироватку кислотного типу або принаймні перетворитися на проміжний продукт. Якби ми висушили солодку чи кислу сироватку та перевірили суху сироватку на загальний склад білка, лактози та мінералів, ми виявили б, що вміст білка в обох типах становив би приблизно 12% [11].

Вміст лактози в солодкій сироватці може складати приблизно 73%, а кислоти – близько 68%. Вміст мінеральних речовин у солодкій сироватці становить близько

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

8% і 11-12% у кислих продуктах. Нижчий вміст лактози в кислій сухій молочній сироватці є результатом перетворення лактози в молочну кислоту, тоді як вищий рівень мінеральних речовин пов'язаний з більшою кількістю кальцію, розчиненого підкисленням. Термін «пермеат», коли він використовується з сироваткою або молоком, зазвичай означає частину рідини, яка проходить через мембрану, коли молоко або сироватку прокачують через системи зворотного осмосу або ультрафільтрації (UF) [10].

### **1.5 Аналіз існуючих технологій отримання лактози**

Технологічний процес виробництва молочного цукру-сирцю розпочинається із підготовчих операцій:

- Приймання, оцінка якості сировини
- Очищення від молочного жиру і казеїнового пилу
- Теплова коагуляція сироваткових білків 90-95 °С
- Підсирна сироватка підкислюється до 30-35 °С
- Сирна, казеїнова сироватка розкислюють лугом: 10-15 °С
- Центрифугування з метою освітлення сироватки
- Згущення очищеної освітленої сироватки - 60-65% СВ

Виділення лактози із освітленої сироватки можливе декількома методами.

#### **1.5.1 Мембранний метод**

Серед відомих методів видалення лактози широке застосування мають ферментні, мембранні та їх комбінація. Останнім часом деякі виробники (Dunker, Rohman, Considini) з метою вилучення лактози застосовують мембранні методи. Це дозволяє значно зменшити солодкість продукту після ферментної обробки.

Визнаним лідером у впровадженні мембранного сепарування лактози з молока є фірма Valio. Унікальна технологія цієї фірми дозволяє вичерпно вилучати лактозу до її залишкового вмісту у молоці на рівні 0,01%. Технологія мембранної фільтрації фірми Valio має за основний ультрафільтраційний процес обробки молока. У цьому випадку з молока видаляється частина лактози за рахунок властивостей мембрани затримувати високомолекулярні компоненти молока та пропусками низькомолекулярні сполуки (лактозу, мінеральні речовини тощо).

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

У складі установки є поволоконний модуль АР- 0,2 з мембранами ВПУ-15.  
Молекулярна маса розділення мембран (cut-off) 15 кДа.

*Характеристика мембрани ОПМН-II*

Робочий тиск, МПа 1,6

Мінімальна продуктивність по фільтрату при температурі 25 °С, 25 дм<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>·год

Селективність, % 100

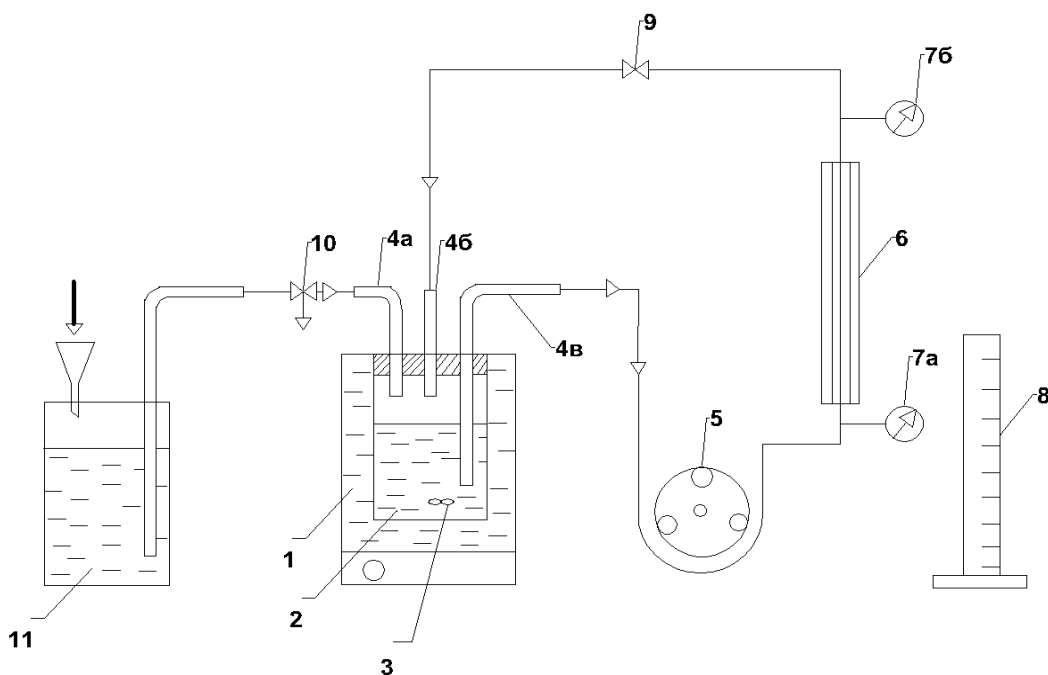
по 0,2%, MgSO<sub>4</sub>, не менше 98,5

по 0,15%, NaCl, не менше 55,0

Стійкість з Cl, млн<sup>-1</sup>, не менше 1

Виробник мембран – м. Митіщі, Росія. Матеріал мембран – поліамід.

Процес проводився в безперервному режимі згідно зі схемою, наведеною на  
рисунку 1.15.



- |  |                         |
|--|-------------------------|
| 1-водний термостат                     | 6-половолоконний модуль |
| 2-ємність для концентрату              | 7а,б- манометри         |
| 3-магнітна мішалка                     | 8- мірний циліндр       |
| 4а,б,в - скляні трубки                 | 9- кран                 |
| 5- перистальтичний насос               | 10- триходовий кран     |
| 11- ємність для нанофільтрата (буфера) |                         |

**Рисунок. 1.15** Схема мембранної установки для вилучення лактози з  
маслянки

Установка укомплектована шестеренчастим насосом високого тиску.  
Мембрани мають форму диска. Загальна площа мембран в установці 0,5 м<sup>2</sup>.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кожна з трубок через силіконовий шланг з'єднувалася зі своїм контуром. Трубка 4А – з контуром подачі НФ пермеату з ємності 11, трубка 4Б – з контуром повернення ретентату в вихідну ємність, трубка 4В – з контуром подачі ретентату в половоло-конний мембранний модуль. Вся система для діалізації була герметичною і забезпечувала сталість об'єму концентрату, який піддавався очищенню від лактози. Цей ефект досягався тим, що в міру видалення пермеату рівень рідини у вихідній ємності знижувався. Це викликало розрідження в ємності. Відповідно до розрідження з ємності НФ пермеату відбувалася подача буфера. Таким чином, об'єм ретентату весь час залишався постійним. Регулюючи тиск краном 9 і швидкістю потоку через модуль, змінювали витрати буфера і пермеату. Продуктивність процесу визначали за об'ємом пермеату за допомогою мірного циліндра і секундоміра. В ході діалізації в пермеаті та ретентаті контролювали вміст лактози. Для вирівнювання концентрації в об'ємі застосовували магнітну мішалку. Температура підтримувалася водним термостатом.

Розрахунок ефективності видалення лактози показує, що для значення діалізаційного об'єму 3 понад 90% цього небажаного компонента видаляється з ретентату. За своїми характеристиками він стає низьколактозним. Для досягнення дуже низьких концентрацій лактози (менше ніж 0,1%) потрібні витрати буфера еквівалентні більше ніж 4 діалізаційних об'ємів.

Селективність мембран щодо лактози протягом всього процесу лишалася незмінною ( $R = 0,05$ ).

### 1.5.2 Метод кристалізації

У багатьох молочних процесах сироватка (молоко проникає) відбувається у великих обсягах як побічний продукт. Сироватка має високу вміст лактози і повинна бути утилізована, що є дорогим та впливає на навколишнє середовище. Відновлюючи лактозу за допомогою ультразвуку, сироватковий потік може бути суттєво зменшено, тоді як відновлена лактоза є товарним продуктом. Ультразвукова реакція сприяє швидкій та ефективній кристалізації, що призводить до високої врожайності однорідних кристалів лактози.

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

Лактоза виготовляється з концентрованого розчину лактози (отриманої з сироватки). Концентрована суспензія лактози повинна бути охолоджена до низької температури, щоб осадити кристали. Після етапу осадження кристали лактози відокремлюють шляхом центрифугування. Потім кристали сушать до порошку.

*Етапи кристалізації лактози:*

- концентрація
- зародження
- зростання кристала
- збирання / миття.

Ультразвукові пристрої призначені для безперервної роботи (24hrs / 7d / 365d), що забезпечує максимальне використання обладнання. Промислові ультразвукові пристрої від 0,5кВт до 16кВт на одиницю придатні для комерційної обробки великих об'ємів сироваткових суспензій.

*На розмір і кількість кристалів лактози в концентраті сироватки впливають такі чинники:*

- пересичення розчину;
- швидкість охолодження;
- інтенсивність і режим перемішування;
- внесення затравки (центрів кристалізації).

### **1.6 Шляхи удосконалення технології отримання лактози**

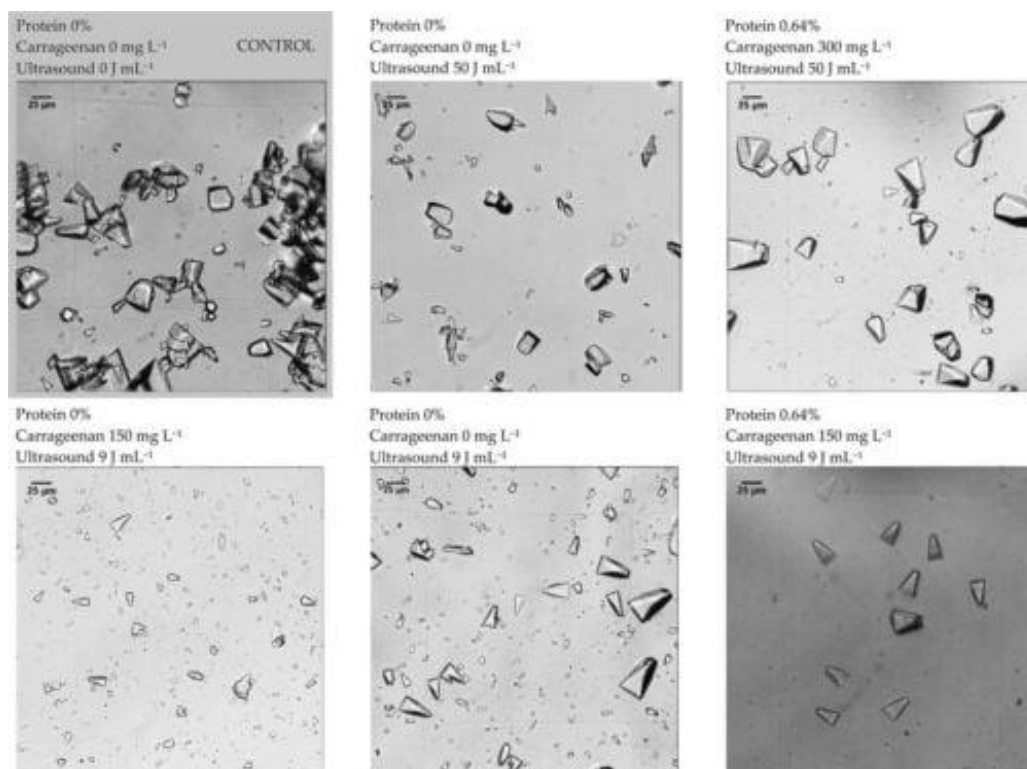
Ультразвук добре відомий своїм позитивним впливом на процеси кристалізації та осадження (сонокристалізація).

Ультразвукові хвилі низької інтенсивності або високої частоти також описуються як діагностичні хвилі та мають характерну частоту понад 100 кГц та інтенсивність нижче 1 Вт/см<sup>2</sup>. Вплив таких хвиль може бути використано для оцінки структури (форми та розмірів) харчового продукту, визначення складу свіжості харчових продуктів, таких як м'ясних та рибних.

Ультразвукові хвилі високої інтенсивності та низької частоти характеризуються руйнівною дією і, таким чином, значно впливають на фізичні, біохімічні та механічні властивості харчових продуктів на відміну від ультразвуку

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

малої потужності. Їхня частота коливається від 20 до 100 кГц, а інтенсивність знаходиться в діапазоні від 10 до 1000 Вт/см<sup>2</sup>. Це має широке застосування в емульгуванні, регулюванні мікроструктури та модифікації текстурних властивостей жировмісних продуктів, кристалізації та функціональних властивостей харчових білків. Він також має важливе застосування в численних поодиноких операціях: заморожування, сушіння, концентрування, розморожування [13, 14].



*Рисунок. 1.16 Кристали лактози, отримані ультразвуковим методом [15]*

На підставі проаналізованої науково-технічної літератури прийнято рішення удосконалити технологію шляхом введення затравки кристалів лактози на етапі кристалізації. Це дозволяє прискорити процес кристалоутворення, зменшити втрати лактози, а розмір готових кристалів збільшується від 10 до 25 мкм. Промивання кристалів на центрифугі сприяє одержанню продукту високого ступеня чистоти.

## РОЗДІЛ 2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

### 2.1 Характеристика вихідної сировини для виробництва

У відповідності з діючими вимогами молочна сироватка це однорідна рідина зеленуватого кольору без сторонніх домішок, з чистим, властивим виду молочної сироватки, смаком, без сторонніх присмаків і запахів. Специфіка смаку сироватки іноді використовується в термінології: підсирна сироватка називається солодкою, сирна – кислою. Ультрафільтрат і безказеїнова фаза представляють однорідну, прозору рідину зі слабкою опалесценцією.

Залежно від виду продукту, що виготовляється, отримують підсирну, сирну та казеїнову сироватку.

Склад і властивості різних видів молочної сироватки, обумовлені видом основного продукту й особливостями технології його отримання, представлені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Склад і властивості різних видів молочної сироватки

Показник	Молочна сироватка		
	підсирна	сирна	казеїнова
Вміст сухих речовин, %	4,5–7,2	4,2–7,4	4,2–7,4
У тому числі			
лактози	3,9–4,9	3,2–5,1	3,5–5,2
азотистих сполук	0,5–1,1	0,5–1,4	0,5–1,5
мінеральних речовин	0,3–0,8	0,5–0,8	0,3–0,9
молочного жиру	0,05–0,5	0,05–0,4	0,02–0,1
Кислотність, °Т	15–25	50–85	50–120
Густина, кг/м <sup>3</sup>	1018–1027	1019–1026	1020–1025

Біологічна цінність молочної сироватки зумовлена вмістом у ній білкових азотистих сполук (в першу чергу незамінних амінокислот), вуглеводів, ліпідів, мінеральних солей, вітамінів, органічних кислот, ферментів, імунних тіл та мікроелементів

Вміст лактози в молочній сироватці постійний і складає 3,2...5,1 %.

					<i>ННІХТ.ХТ-4-13.023.161.029.КР.ПЗ</i>			
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата				
Розраб		Прокопенко Я.І.				Літера	Арк	Аркушів
Пров		Покобій О.В.					29	98
Конс.		Житнецький І.В.			ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА			
Н. Контр.		Бойчук Т.М.						НУХТ. каф. ТЖХТ
Затв.		Носенко Т.Т.						

Він залежить від індивідуальних властивостей і фізіологічного стану тварин.

Молочна сироватка містить 0,5-0,8% білкових речовин - сироваткові білки, які найбільше подібні до білків крові. Крім того, в сироватку переходять небілкові азотовмісні сполуки. Тому в перерахунку на білок вміст азотовмісних сполук у сироватці становить близько 1%. Основні фракції сироваткових білків – лактоальбумінова (0,4-0,5%), лактоглобулінова (0,06-0,08%) і протеозопептонова (0,06-0,18%). В цілому, білки молочної сироватки належать до повноцінних білків, які можуть використовуватися для структурного обміну в організмі.

Сироваткові білки (альбуміни і глобуліни) мають цінні біологічні властивості, вони містять оптимальний набір життєво необхідних амінокислот і з точки зору фізіології харчування наближаються до амінокислотної шкали «ідеального» білка, тобто білка, в якому співвідношення амінокислот відповідає потребам організму (табл. 2.2).

Таблиця 2.2.

**Вміст незамінних амінокислот в сироваткових білках та в «ідеальному» білку, г в 100 г білка**

Амінокислота	Сироваткові білки	«Ідеальний» білок
Ізолейцин	6,2	4,0
Лейцин	12,3	7,0
Лізин	9,1	5,5
Метіонін	2,3	3,5
Цистин	3,4	
Фенілаланін	4,4	
Тирозин	3,8	6,0
Треонін	5,2	4,0
Валін	5,7	5,0

В молочної сироватці присутній в невеликій кількості жир (0,05...0,4 %), однак його цінність в тому, що він диспергований до кульок з діаметром менше 2 мкм [16].

Також в молочну сироватку переходять практично всі мінеральні солі і мікроелементи молока, а також солі, що вносяться під час виробництва основного продукту (CaCl<sub>2</sub>, нітрати) і з'єднання з поверхні обладнання (Cu, Fe і ін). В сироватці міститься: калію до 0,19%; кальцію до 0,11%; натрію 0,05%; магнію

0,02%; фосфору 0,1% і хлору 0,11%. Мінеральні речовини в сироватці знаходяться у формі істинного і молекулярного розчинів в колоїдному стані, у вигляді солей органічних і неорганічних кислот [1, 7, 10]. Підвищує біологічну цінність сироватки і вітамінний склад. Адже вона містить всі водорозчинні вітаміни і деяку частину жиророзчинних. Вміст вітамінів у підсирній сироватці значно більше, ніж у сироватці з-під сиру кисломолочного (табл. 2.2).

Таблиця 2.2

### Вітамінний склад молочної сироватки

Вид сироватки	Вміст вітамінів, мг в 100 г								
	Каротин	A	E	B1	B2	B6	Холін	PP	C
Підсирна	13	22	227	315	1389	524	160000	140	500
З-під сиру кисломолочного	75	110	315	263	1107	478	140000	140	500

Критерії безпеки сироватки молочної представлено в табл. 2.3.

Таблиця 2.3.

### Гранично допустимі рівні токсичних елементів, мікотоксинів, антибіотиків, пестицидів та радіонуклідів в молочній сироватці

Елементи	Допустимий рівень, мг/кг(л дм <sup>3</sup> ), не більше
Токсичні елементи	
- свинець	0,1
- миш'як	0,05
- кадмій	0,03
- ртуть	0,005
Мікотоксини	
- афлатоксин M <sub>1</sub>	0,0005
Антибіотики	
- левоміцетин не допускається	(<0,01)
- тетрациклінова група не допускається	(<0,01 од/г)
- стрептоміцин не допускається	(<0,5 од/г)
- пеніцилін не допускається	(<0,5 од/г)
Пестициди	
- гексахлорциклогексан (α, β, γ-ізомери)	0,05
- ДДТ і його метаболіти	0,05
Радіонукліди	
- цезій – 137	100 (Бк/л)
- стронцій – 90	25 (Бк/л)

Енергетична цінність молочної сироватки становить 1013 кДж/кг або 36% від енергетичної цінності цільного молока.

Таким чином, молочна сироватка є цінним в біологічному відношенні продуктом харчування, на основі якого можна приготувати великий асортимент різноманітних продуктів. Згідно ДСТУ 7515:2014 Сироватка молочна. Технічні умови повинна відповідати вимогам, наведеним в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4.

### Показники якості сироватки молочної

Назва показника	Характеристика	Нормативний документ
<b>Органолептичні показники</b>		
Смак та запах	Чистий, характерний для молочної сироватки, кислуватий	ГОСТ 9225-84
Консистенція та зовнішній вигляд	Однорідна рідина, без осаду	ГОСТ 9225-84
Колір	Лимонно-жовтий, рівномірний по всій масі	ГОСТ 9225-84
<b>Мікробіологічні показники</b>		
Кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів, КУО/г, не більше	1×10 <sup>5</sup>	ГОСТ 9225-84
БГКП (коліформи)	Не допускається	ГОСТ 9225-84
Патогенні мікроорганізми (у тому числі сальмонелли)	Не допускається	ГОСТ 9225-84
<b>Фізико-хімічні показники</b>		
Титрована кислотність, °Т	16	ГОСТ 3624-92
pH	6,32	ГОСТ 26781-85
Масова частка лактози, %	4,9	Рефрактометричний метод
Масова частка сухих речовин, %	6,45	ГОСТ 3626-73
Густина, кг/м <sup>3</sup>	1020	ГОСТ 3625-84
Масова частка жиру, %	0,05	ГОСТ 5867-90
Масова частка білка, %	0,8	ГОСТ Р 53951-2010

Зберігання сироватки:

1) з вмістом 60% сухих речовин:

- в приміщеннях з відносною вологістю повітря не більше 85% при

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

температурі від -2 до +5 °С не більше 2 місяців;

- при температурі від -10 до -3 не більше 6 місяців;
- 2) з вмістом сухих речовин 40%:
- при температурі не вище +8 °С не більше 10 днів;
- термін зберігання у виробничих ємностях - не більше 72 годин.

## 2.2 Принципова технологічна схема

Технологія виробництва лактози включає в себе виконання наступних операцій:

- 1) знежирювання сироватки;
- 2) відварювання або осадження білків;
- 3) згущення сироватки;
- 4) кристалізація молочного цукру;
- 5) зневоднення лактози; промивання кристалів та їх сушіння;
- 6) очищення молочного цукру;
- 7) пакування молочного цукру [12].

Принципову технологічну схему наведено на рисунку 2.1.

### *Освітлення сироватки*

Для приготування лактози застосовують сичужну свіжу сироватку кислотність якої має не більш як 20 °Т. Таку молочну сироватку сепарують з метою видалення щонайбільшої кількості жиру з неї.

### *Згущення сироватки*

Молочна сироватка, що була очищена від жирових в білкових речовин направляється на згущення у 8 – 10 разів з метою підвищення концентрації лактози. Відсотковий вміст сухих речовин у сироватці після загущення має відповідати 57 – 62 %. Проводять згущення сироватки у вакуум-апараті будь-якої конструкції за температури 70 °С. При таких умовах відбувається досягнення максимального ступеня випарювання розчину (насичення).

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

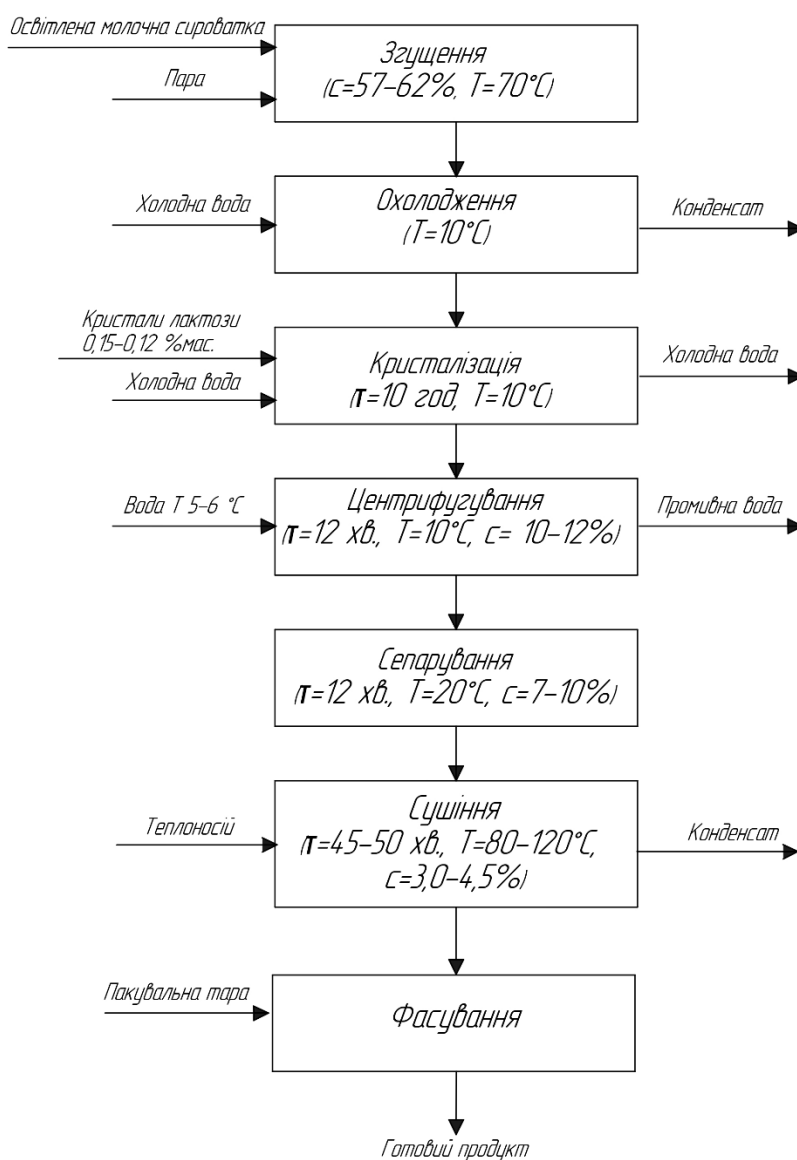
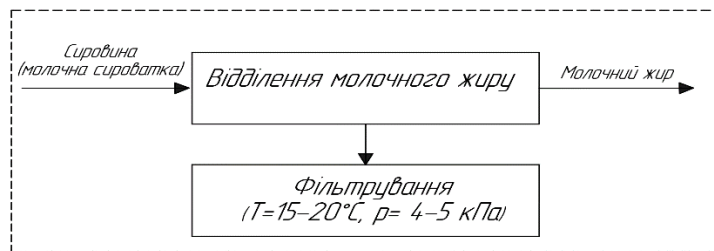


Рисунок 2.1. Принципова блок-схема отримання лактози з сироватки

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Згущення молочної сироватки як процес має специфічні особливості, так як при наявності в ній залишків сироваткових білків відбувається велике піноутворення (спінювання). З метою зменшення даного процесу або повного його уникнення в сироватки додають рицинову кислоту, олеїнову або бавовникову олію тощо. Для зниження рівня кипіння речовини в калоризаторі використовують спеціальні вакуум-апарати для згущення молочної сироватки оснащені автоматичними піногасниками та обладнанням [12].

#### *Кристалізація молочного цукру*

З вакуум-апарата згущена сироватка подається до кристалізаторів. Потрібно прагнути щоб, кристали лактози (молочного цукру) набували великого розміру. Щоб досягти цього, концентрат молочного цукру (сироп) поступово охолоджують при невисоких температурах [12]. Для прискорення процесу кристалізації передбачено внесення затравки кристалів лактози в кількості 0,15-0,20 % від їх початкового вмісту.

Варіанти режиму зниження температури сиропу і кристалізації лактози може бути або з поступовим охолодженням сиропу до температури 10 – 15 °С протягом 30 – 35 годин або прискореним. За прискореним способом знижують температуру сиропу до 10 °С протягом 5 годин та витримують за такого температурного режиму впродовж 10 годин [12].

Якщо забезпечено правильний режим для охолодження і кристалізації, сироп із рідкого агрегатного стану переходить у кашкоподібну масу, де розмір кристалів становить приблизно 150 мкм. Сторонніх домішок у кристалах лактози практично немає, на відміну від міжкристалічної рідини (меляси), що є дуже забруднена. Через це подальші операції з виробництва лактози проводять до промивання кристалів лактози з попереднім видаленням меляси [12].

#### *Промивання кристалів на центрифугі*

Найбільшого розповсюдження набув спосіб промивання кристалів лактози на центрифугах періодичної дії [12].

Центрифуги періодичної дії поділяються на два типи:

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1) фільтрувального типу (продукт завантажують в полотняних або бавовняних мішках у барабан);

2) відстійного типу (робоча поверхня барабана центрифуги має бути вистилена щільною зволоженою тканиною [12].

Після ввімкнення центрифуги та при досягненні певної частоти обертання тоненькою цівкою в барабан подають кристалізатор.

Одночасно з тим направляють воду, доведену до температури 5 – 6 °С, що рухається за напрямком обертання центрифуги. Промивання кристалів продовжується до одержання світлих промивних вод. Лактоза-сирець після центрифугування, містить 10 – 12 % вологи [12]. При одержанні кристалів з вологістю в межах 10% їх одразу передають на висушування. Якщо вологість перевищує 10%, відцентрифуговану кашку кристалів подають на сепаратор періодичної дії, де вона зневоднюється до 7 – 10%.

#### *Сушіння кристалів*

Молочний цукор-сирець після центрифугування, надходить на стадію сушіння до сушильних камер (барабанні безперервної дії та вакуумні сушильні шафи). Тривалість сушіння становить 45 – 50 хв. Залежно від сорту молочний цукор-сирець має бути висушений до вмісту вологи, що складає 3 - 4% в готовому продукті (кристалізаційна вода) [12].

Під час виробництва рафінованої лактози молочний цукор-сирець додатково може бути додатково очищений за допомогою адсорбентів, перед висушуванням [12].

#### *Упаковування молочного цукру*

Лактоза, що була висушена, шнеком транспортується до фасувального автомату, при цьому її температура знижується до 25 – 30 °С. Охолоджену лактозу з розміром кристалів не менше 25 мкм пропускають крізь шовкові сита фасувальної машини та дозують до паперових крафт мішків з поліетиленовими вкладишами або в подвійні мішки з льону чи джута [12].

Умови зберігання готового продукту: за температури 10 – 20 °С і вологості не вище 75% [12].

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

### 2.3 Матеріальний розрахунок

Розрахунок проводиться на 28 000 кг сироватки. Така кількість сироватки дозволяє отримати продуктивність виробництва молочного цукру 1000 кг/добу [12]. Склад сироватки приведено в таблиці 2.1

Таблиця 2.1

Речовина	m, кг	W, %
сухі речовини:	1820	6,5
молочний жир	112	0,4
лактоза	1260	4,5
казеїновий пил	84	0,3
білки	196	0,7
зола	68	0,6
волога	26180	93,5
Разом	28 000	100

#### 1. Процес освітлення сироватки

Сироватка з резервуара перекачується в саморозвантажувальний сепаратор, де від неї відділяється казеїновий пил та молочний жир. Втрати казеїнового пилу під час освітлення від його початкового вмісту у сировині становлять 100%, а отже це означає, що його вдалося відділити повністю (68 кг). Але після такого процесу увесь молочний жир не вдається відділити та його кількість в продукті після освітлення становить 0,05% формула (2.1), а отже вдалося відділити формула (2.2):

$$m(\text{казеїнового пилу відділеного}) = \frac{112 - 13,958}{1 - 0,0005} \times \frac{112 - 13,958}{1 - 0,0005} = 98 \text{ кг} \quad (2.1)$$

$$m(\text{молочного жиру, що залишився}) = 112 - 98 = 14 \text{ кг} \quad (2.2)$$

Матеріальні зміни, що відбулися під час процесу освітлення наведено в таблиці 2.2 [13].

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

## Матеріальний розрахунок процесу освітлення сироватки

Прихід		Витрати	
речовина	т, кг	речовина	т, кг
сироватка, де:	28000	сироватка, де:	27818
волога	26180	волога	26180
сухі речовини	1820	сухі речовини	1638
зола	168	зола	168
білки	196	білки	196
лактоза	1260	лактоза	1260
молочний жир	112	молочний жир	112
		втрати	182
		молочний жир	98
казеїновий пил	84	казеїновий пил	84
<b>Разом</b>	<b>28000</b>	<b>Разом</b>	<b>28000</b>

## 2. Процес фільтрації освітленої сироватки

На стадію фільтрації відправилося 27 818 кг освітленої сироватки. На цій стадії відділяють білковий концентрат. За допомогою цього мембранного методу вдалося у цей концентрат відділити 90% білків (від загальної маси, що надійшла на цю стадію), залишок молочного жиру, який не відділився на минулій стадії (6 кг), 10% золи, від маси золи, що містилася в сироватці на початку цієї стадії, а також незначні втрати лактози 2% від маси лактози, яка містилася в сироватці [13].

Розрахунки, відповідно, представлені за формулами (2.3)-(2.5).

Розраховані кількісні зміни в сироватці наведено в таблиці 2.3.

$$m(\text{білків, що відділилися}) = 196 \times 0,9 = 176 \text{ кг} \quad (2.3)$$

$$m(\text{золи, що відділилася}) = 168 \times 0,1 = 16 \text{ кг} \quad (2.4)$$

$$m(\text{лактози, втрачено}) = 630 \times 0,02 = 26 \text{ кг} \quad (2.5)$$

## Матеріальний розрахунок ультрафільтрування

Прихід		Витрати	
речовина	т, кг	речовина	т, кг
сироватка, де:	27818	сироватка, де:	27586
волога	26180	волога	26180
сухі речовини	1638	сухі речовини	1406
білки	168	білки	20
зола	196	зола	152
лактоза	1260	лактоза	1234
		втрати	232
		білки	176
		лактоза	26
		зола	16
Молочний жир	14	молочний жир	14
<b>Разом</b>	<b>27818</b>	<b>Разом</b>	<b>27818</b>

### 3. Процес демінералізації сироватки (відділення мінеральних речовин)

Під час демінералізації виділяють золю, 87% від золи, яка надійшла на цю стадію масою 124 кг, розрахунок золи, яку виділили та яка залишилася визначають відповідно за формулами (2.6-2.7) [13].

$$m(\text{золи, що відділили}) = 152 \times 0,87 = 124 \text{ кг} \quad (2.6)$$

$$m(\text{золи, що залишилася}) = 152 - 124 = 28 \text{ кг} \quad (2.7)$$

Також слід врахувати втрати лактози під час цього процесу, які складають 0,6 % від маси лактози у сироватці, тобто ці зміни пораховані за формулами (2.8)-(2.9):

$$m(\text{лактози, що втратили}) = 1234 \times 0,006 = 8 \text{ кг} \quad (2.8)$$

$$m(\text{лактози, що залишилася}) = 1234 - 8 = 1226 \text{ кг} \quad (2.9)$$

Кількісні зміни золи та втрати лактози під час демінералізації освітленої сироватки занесені до таблиці 2.4 [13].

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

## Матеріальний розрахунок демінералізації

Прихід		Витрати	
речовина	т, кг	речовина	т, кг
сироватка, де:	27586	сироватка, де:	27454
волога	26180	волога	26180
Сухі речовини	1406	сухі речовини	1274
білки	20	білки	20
зола	152	зола	28
лактоза	1234	лактоза	1226
		втрати	132
		зола	124
		лактоза	8
<b>Разом</b>	<b>27586</b>	<b>Разом</b>	<b>27586</b>

## 4. Процес згущення сироватки

Під час згущення сироватки відділяється 98,2 % вологи формула (2.10), що міститься в сироватці, яка надійшла на стадію, а отже залишок вологи складає (2.11):

$$m(\text{вологи, що випарувалася}) = 26180 \times 0,982 = 25708 \text{ кг} \quad (2.10)$$

$$m(\text{вологи, що залишилася}) = 26180 - 25708 = 472 \text{ кг} \quad (2.11)$$

Слід зауважити, що на виробництві лактози втрати молочного цукру з конденсатом в процесі згущення, за твердженнями галузевих норм, становлять 9,2% від маси лактози (2.12), що надійшла на стадію згущення:

$$m_{\text{тео}}(\text{лактози, втраченої з конденсатом}) = 1226 \times 0,092 = 112 \text{ кг} \quad (2.12)$$

Щоб зменшити ці витрати до випарного апарату вводять піногасник в кількості 2,5 кг на 1000 кг вихідної лактози. При цьому втрати молочного цукру зменшуються на 65-70% (2.13). В такому випадку втрати лактози складуть:

$$m_{\text{прак}}(\text{лактози, втраченої з конденсатом}) = 112 - (112 \times 0,7) = 34 \text{ кг} \quad (2.13)$$

$$m_{\text{прак}}(\text{лактози, що залишилася}) = 1226 - 34 = 1192 \text{ кг} \quad (2.14)$$

Тож зміни, що відбулися в масовому складі сироватки під час згущення показані в таблиці 2.5 [13].

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Матеріальний розрахунок процесу згущення

Прихід		Витрати	
речовина	т, кг	речовина	т, кг
сироватка, де:	27454	сироватка, де:	1712
Сухі речовини	1274	сухі речовини	1240
білки	20	білки	20
зола	28	зола	28
лактоза	1226	лактоза	1192
волога	26180	волога	472
піногасник	2,5	піногасник	2,5
		втрата	25742
		волога	25708
		лактоза	34
<b>Разом</b>	<b>27454</b>	<b>Разом</b>	<b>27454</b>

## 5. Процес кристалізації

Під час цього процесу вносять затравку у вигляді дрібнокристалічної лактози у кількості 0,94% до маси дозгущеного сиропу (2.15), а це становить:

$$m(\text{затравки}) = 856 \times 0,0094 = 16 \text{ кг} \quad (2.15)$$

Оскільки процес кристалізації досить довготривалий, то у сироватці відбувається незначне зброджування лактози під дією молочнокислих бактерій, що призводить до утворення молочної кислоти. Відповідно до реакції зброджування лактози та згідно закону збереження маси речовин -1,52 кг лактози переходить в 1,6 кг молочної кислоти (2.16) [13].

$$\frac{m(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11})}{M(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11})} = \frac{m(\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3)}{4 \times M(\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3)} \cdot \frac{1.52}{342} = \frac{1.6}{4 \times 90} \quad (2.16)$$

Отже отримуємо такі дані (таблиця 2.6):

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Матеріальний розрахунок кристалізації

Прихід		Витрати	
речовина	т, кг	речовина	т, кг
сироватка, де:	1712	сироватка, де:	1712
сухі речовини	1240	сухі речовини	1240
білки	20	білки	20
зола	28	зола	28
лактоза	1192	лактоза+затравка	1190
		молочна кислота	1,6
волога	472	волога	472
піногасник	2,5	піногасник	2,5
затравка	16	затравка	16
		втрата	1,52
		лактоза( на перетворення)	1,52
<b>Разом</b>	<b>1730</b>	<b>Разом</b>	<b>1730</b>

### 6. Процес центрифугування (відділення меляси від кристалів молочного цукру)

Під час цього процесу відділяють від суміші, яка пройшла кристалізацію, мелясу – 9% (2.17) [13]. Склад меляси представлений у таблиці 2.7:

$$m(\text{меляси, що виділили}) = 1728 \times 0,09 = 156 \text{ кг} \quad (2.17)$$

Таблиця 2.7

## Склад меляси, що виділяють під час центрифугування

Склад	%	т, кг
Меляса, де	100	156
лактоза	13	46
волога	71	86
білки	4	6
зола	12	18

Отримуємо такі дані після кількісних змін під час відділення меляси від кристалізату (таблиця 2.8):

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Матеріальний розрахунок центрифугування

Прихід		Витрати	
речовина	т, кг	речовина	т, кг
Сироватка, де:	1728	Сироватка, де:	1572
Волога	472	Волога	386
Сухі речовини	1240	Сухі речовини	1186
Білки	20	Білки	14
Зола	28	Зола	10
Лактоза+Затравка	1206	Лактоза+Затравка	1160
Молочна кислота	1,6	Молочна кислота	1,6
Піногасник	2,5	Піногасник	2,5
		Втрата меляси, де:	156
		Волога	86
		Лактоза	46
		Білки	6
		Зола	18
<b>Разом</b>	<b>1730</b>	<b>Разом</b>	<b>1730</b>

Після всіх попередніх операцій, ми отримали цукор-сирець (поліпшений), який є дуже гарною сировиною для подальшої її обробки за інтенсивною технологією та отримання рафінованого молочного цукру кращої якості [12].

## 7. Розчинення кристалізату

Для отримання рафінованого молочного цукру готують висококонцентрований розчин з попередньо отриманого кристалізату молочного цукру-сирцю та води з вмістом сухих речовин (СР)=55-65%. До розчинення кристалізату вміст СР згідно формули (2.18):

$$W(СР) = 11861572 \times 100\% = 75,5\% \quad (2.18)$$

Отож розрахуємо кількість розчинника, який необхідно додати до кристалізату (2.19), щоб отримати розчин з концентрацією СР 65% (2.20):

$$m(\text{розчинника, яку необхідно додати}) = 1820 - 1572 = 248 \text{ кг} \quad (2.19)$$

$$W(СР) = 11861820 \times 100\% = 65\% \quad (2.20)$$

Збільшення масового складу кристалізату за рахунок розчинника (води) обраховані та представлені у вигляді таблиці 2.9 [13]

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

## Матеріальний розрахунок розчинення кристалізату

Прихід		Витрати	
речовина	т, кг	речовина	т, кг
сироватка, де:	1572	сироватка, де:	1572
волога	386	волога	386
сухі речовини	1186	сухі речовини	1186
білки	14	білки	14
зола	10	зола	10
лактоза	1160	лактоза	1160
молочна кислота	1,6	молочна кислота	1,6
піногасник	2,5	піногасник	2,5
розчинник	248	розчинник	248
(вода)		(вода)	
<b>Разом</b>	<b>1822</b>	<b>Разом</b>	<b>1822</b>

## 8. Відцентрова очистка висококонцентрованого розчину цукру-сирцю

На сепараторі відділяються білки (0,71% від загальної маси розчину), розрахунок проводять за формулою (2.21) та зола (0,38%), розрахунок за формулою (2.22), а також маємо невеликі втрати лактози 0,1%, формула (2.23).

$$m(\text{білків, що відділили}) = 1820 \times 0,0071 = 13 \text{ кг} \quad (2.21)$$

$$m(\text{золи, що відділили}) = 1820 \times 0,0038 = 7 \text{ кг} \quad (2.22)$$

$$m(\text{лактози, що втратили}) = 1820 \times 0,001 = 2 \text{ кг} \quad (2.23)$$

Зміни кількісного складу висококонцентрованого розчину цукру-сирцю під час відцентрової очистки представлені в таблиці 2.10 [13].

Таблиця 2.10

## Матеріальний розрахунок сепарування розчину

Прихід		Витрати	
речовина	т, кг	речовина	т, кг
1	2	3	4
Сироватка, де:	1820	Сироватка, де:	1798
Волога	634	Волога	634
Суші речовини	1186	Суші речовини	1164
Білки	14	Білки	1
Зола	10	Зола	3
Лактоза	1160	Лактоза	1158

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

1	2	3	4
Молочна кислота	1,6	Молочна кислота	1,6
Піногасник	2,5	Піногасник	2,5
		Втрати	22
		Білки	13
		Зола	7
		Лактоза	2
<b>Разом</b>	1822	<b>Разом</b>	1822

### 9. Сушіння

На стадію сушіння надійшло 1798 кг 65% розчину молочного цукру. Під час цього процесу для отримання продукту хорошої якості, який відповідав би ГОСТ 33567-2015, необхідно видалити зайву вологу – 35% (2.24). Дану умову можна виконати за допомогою:

$$m(\text{вологи, що видаляють}) = 1798 \times 0,35 = 630 \text{ кг} \quad (2.24)$$

Кінцеві зміни в масовому складі під час всього технологічного процесу пораховані та представлені у таблиці 2.11 [13].

Таблиця 2.11

### Матеріальний розрахунок сушіння

Прихід		Витрати	
речовина	т, кг	речовина	т, кг
Сироватка, де:	1798	Сироватка, де:	1168
Волога	634	Волога	4
Сухі речовини	1164	Сухі речовини	1164
Білки	1	Білки	1
Зола	3	Зола	3
Лактоза	1158	Лактоза	1158
Молочна кислота	1,6	Молочна кислота	1,6
Піногасник	2,5	Піногасник	2,5
		Втрати	630
		Волога	630
<b>Разом</b>	1800	<b>Разом</b>	1800

Після розрахунку матеріального балансу останньої стадії процесу отримання рафінованого молочного цукру з підсирної сироватки маємо кількісне співвідношення компонентів в отриманому продукті, яке зручно представити у вигляді таблиці 2.12 [13]

Таблиця 2.12

### Склад отриманого продукту

Речовини	т, кг	W, %
Сухі речовини:	1164	99,7
Лактоза	1158	99,1
Білки	1	0,08
Зола	3	0,3
Молочна кислота	1,6	0,1
Волога	4	0,3
<b>Разом</b>	<b>1168</b>	<b>100</b>

### 2.4 Розрахунок та підбір основного технологічного обладнання

Для того щоб досягти продуктивності 1000 кг/год потрібно 28 000 кг молочної сироватки. Для резервування молочної сироватки на початковому етапі потрібен резервуар місткістю 50 000 кг. Таку місткість може забезпечити резервуар В2-ОХР-50 [15].



Рисунок 2.2 Резервуар В2-ОХР-50

Резервуар представлений у вигляді вертикального двохстінного циліндру з плоским дном, що виконане з нержавіючої сталі. Міжстінковий простір резервуара заповнений термоізоляційним матеріалом. Термоізоляція повинна зберігатись в межах до 2 градусів від початкової температури

протягом 24 год при різниці температур навколишнього середовища та довкілля 21 °С і заповненні до 25% її номінального об'єму [15].

Таблиця 2.13

### Технічна характеристика резервуара В2-ОХР-50

місткість, дм куб:	
геометрична	52 000
робоча	50 000
внутрішній діаметр, мм	3 000
вимірювання кількості молока	безперервне
помішуючий пристрій	центробіжний
споживана потужність ел. насоса, кВт	10
габаритні розміри, мм	4965x3450x9250
вага, кг	8550

Для того, щоб підібрати сепаратор спочатку підберемо насос для перекачування молока. Молочна сироватка надходить в об'ємі 28 000 кг, установимо час приймання 3 год [15].

Порахуємо годинну потужність за формулою 2.25

$$Q = \frac{M_m}{t} = \frac{28000}{3} \text{ (л/год)} \quad (2.25)$$

Найближче значення потужності 10 000 л/год.

Враховуючи вище вказані розрахунки підбираємо відцентровий насос Г2-ОПД М призначений для перекачування молока [15].

Найближче значення потужності 10 000 л/год.

Враховуючи вище вказані розрахунки підбираємо відцентровий насос Г2-ОПД М призначений для перекачування молока [15].



*Рисунок 2.3 Відцентровий насос Г2-ОПД М*

*Таблиця 2.14*

**Технічна характеристика насоса Г2-ОПД М**

Подача	10 м. куб/год
Напір	20 м. в. ст.
Потужність	5.5 кВт
Обороти	30000
Габарити, мм	530x290x425

Для процесу освітлення сироватки підбираємо саморозвантажувальний сепаратор А1-ОХО, що дозволяє забезпечити продуктивність 10 000 л/год [15].



*Рисунок 2.4 Сепаратор А1-ОХО*

## Технічні характеристики сепаратора А1-ОХО

Продуктивність, л/год	10 000
Частота обертання барабану, об/хв	6 000
Максимальний діаметр барабана, мм	475
Кількість тарілок в барабані, шт	125
Міжтарілковий простір, мм	0,5
Кут нахилу утвореної тарілки	55
Електродвигун:	
тип	4AM132M4У3
виконання	1М3081
потужність, Вт	11
частота обертання, об/хв	1500
Габаритні розміри, мм:	
довжина	1100
ширина	780
висота	1425
Маса з електродвигуном, кг	890

Освітлювач тарілкового типу з відцентровим періодичним вивантаженням осаду напівзакритого типу призначений для холодного очищення молочної сироватки, що надходить з резервуару на автоматизовану лінію виробництва [15].

Далі насосом Г2-ОПД М перекачуємо молочну сироватку на фільтрпрес рамковий Danker [16].

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



Рисунок 2.5 Фільтрпрес DANKER

Являє собою максимально вдосконалений варіант в порівнянні з класичним рамковим фільтрпресом для тонкої очистки різних в'язких рідин (рослинні масла, сироватки, жири, сиропи, кислоти і т.д.). Комплектація відбувається з насосними станціями, фільтрувальною тканиною та дерев'яними рамками [16]. Комплектується насосними станціями, екологічно чистими дерев'яними рамками і фільтрувальною тканиною (бельтинг). Кількість рамок і фільтруючого матеріалу безпосередньо залежить від продуктивності (л / год) і необхідного результату фільтрації. Для лінії використовуємо рамний фільтр-прес [16].

Для вибору фільтру необхідно розрахувати знати продуктивність та вибрати найближчий фільтр з каталогу. Продуктивність виробництва по виготовленню лактози 1000 л/год [16].

Таблиця 2.16

### Технологічні характеристики рамкового фільтрпреса Danker

Пропускна здатність, л	1200
Напруга, В	320
Споживча потужність, Вт	3.0
Розмір рамки, мм	800
Маса, кг	4390
Габаритні розміри	5405x1075x1450

Далі з фільтрування молочну сироватку направляють в проміжну місткість В2-ОХР-50 для зберігання до початку згущення [17].

Далі направляють у випарну установку на згущення. Для того, щоб підібрати випарну установку, потрібно врахувати вологість, що випарувалась 25 708 кг/год (дані з матеріального балансу) [17].

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

Для вакуум апаратів норми продуктивності за зміну складають 6-7 годин в залежності від марки і продуктивності вакуум апарату, представлений формулою (2.26) [17].

$$P_{ВВУ} = \frac{W \times 2}{6} = \frac{25 \times 2}{6} = 8570 \text{ кг/год} \quad (2.26)$$

На даному виробництві встановлено ВВУ-50.

Кількість варок розраховується за формулою 2.27:

$$K_{вар} = \frac{W}{P_{ВВУ}} = \frac{25708}{8570} = 3 \text{ варки} \quad (2.27)$$

За добу 3 варки.

Випарна установка моделі "Віганд - 8000" дозволяє згущувати знежирене і незбиране молоко при виробництві сухого або згущеного молока, молочних сумішей для дитячого харчування, а також при отриманні замінників незбираного молока. Дана модель передбачає безрозбірне миття обладнання та можливість приєднання до системи циркуляційного миття. Базова комплектація включає підігрівач, поверхневий конденсатор, випарні апарати першого та другого ступеня, насос для продукту та конденсату, трубопроводи та обв'язування, а також майданчик обслуговування [17].



Рисунок 2.6 ВВУВіганд 8000

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

## Технічні характеристики ВВУ Віганд 8000

Потужність за вологою, що випаровується, кг/год	8000
Споживання пару, кг/год	3400
Споживання води, м <sup>3</sup> /год	60
Потужність насосів, кВт/год	6,0
Габаритні розміри, мм	
довжина	10000
ширина	6000

Далі насосом Г2-ОПД М перекачуємо сироватку до охолоджувача для охолодження згущеної молочної сироватки, який буде працювати стільки ж як і вакуум-апарат. Підбираємо ОМС.



Рисунок 2.7 Охолоджувально-кристалізаційна установка

Призначення вакуумного охолоджувача полягає у миттєвому охолодженні сироватки після процесу згущення в випарному апараті. Внаслідок адіабатного закіпання концентрату сироватки у всьому обсязі відбувається процес охолодження, проводиться через однократний цикл охолодження. Тиск для протікання процесу нижче атмосферного. За допомогою вакуумного насоса і концентрації вторинного пару на поверхнях трубчастого конденсатора, створюється тиск необхідний для роботи установки. З ко)нденсатора конденсат відкачується насосом і відводиться з системи. Продукт, що був охолоджений, з охолоджувача направляється продуктовим насосом далі на обробку [17].

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

Таблиця 2.18

Продуктивність, м <sup>3</sup> /год	До 3,5-7
Діапазон охолодження концентрату, °С	50-33
Температура оборотної води, не більше, °С	25
Витрата оборотної води, м <sup>3</sup> /год	9
Встановлена потужність, кВт	7,5

Кристалізатор складається з ізольованої ємності з сорочкою та мішалкою. Перемішувальний пристрій оснащений двигуном з частотним перетворювачем і має специфічну конфігурацію лопотей, яка забезпечує перебування кристалів молочного цукру в зваженому стані в концентраті сироватки, при цьому не допускаючи їх скупчення та осідання по стінках ємності. Будова станції кристалізації являє собою один або декілька кристалізаторів, кожен працює автономно та незалежно від інших [18].

Резервуар оборотної крижаної води є спільним елементом для всіх кристалізаторів. Призначення мережі крижаної води полягає у забезпеченні при передбачених технологією температурах, виконання процесу кристалізації. Будова мережі виконана на базі автоматичних запірних клапанів, живлять крижаною водою простір сорочки, в залежності від ситуації. Насоси, що здійснюють циркуляцію крижаної води в сорочці, робота яких регулюється згідно з результатами вимірів в робочому промторі кристалів, температури продукту [18].

Принцип змішання холодоносія в сорочці кристалізатора лежить в основі системи охолодження концентрату, з необхідною кількістю води, що охолоджує, по команді контролера [18].

Таблиця 2.19

### Технічні характеристики кристалізатора

Продуктивність, м <sup>3</sup> /год	8
Охолодження сироватки, °С	3 33 до 15
Необхідна холодопродуктивність, кВт	13,9
Швидкість обертання мішалки, об/хв	16
Температура води в рубашці, С	27,2
Витрата води, м <sup>3</sup> /год	10,85
Об'єм кристалізатора, м <sup>3</sup>	10

Далі вміст кристалізатору відправляється на центрифугування. Підберемо центрифугу з каталогу для молочної промисловості. Центрифуги цього типа

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

призначені головним чином для розділення концентрованих суспензій, що добре фільтруються, містять більше 20 % об'ємних крупно- і середньокристалічної твердої фракції [18].

Вона складається з наступних основних частин: камери, диска з склянками, лічильника обертів, пульта керування, двигуна, електронагівального елемента. В середині розташована камера центрифуги виготовлена з нержавіючої сталі та встановлена на трьох опорах. Зверху вона закривається кришкою диска з гніздами для склянок. Диск рухається від двигуна. Двигун закріплений на опорі, що вільно висить на трьох підвісках [18].

До переваг центрифуг з пульсуючим вивантаженням осаду відносяться безперервність технологічного процесу розділення суспензій, можливість промивання осаду, високий ступінь осушення, велика продуктивність. Осад подрібнюється в них менше, ніж при його ножовому зніманні.

Конструктивною особливістю центрифуг типу ФГП є горизонтальне розташування ротора і вивантаження осаду пульсуючим поршнем (штовхачем). Максимальне значення ходу штовхача зазвичай складає 1/10 довжин ротора [18].



Рисунок 2.8 Центрифуга

Основними вузлами центрифуги (рис. 2.8) є станина, кожух, ротор, головний вал, штовхач, силовий гідроциліндр і маслоустановка. Центрифуга приводиться в обертання індивідуальним електродвигуном через клинопасову передачу 7. Ротор 2 закріплений на головному валу 5, що обертається в підшипниках. У середині

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

ротора розташований штовхач 4, який, обертаючись з ротором, одночасно сприймає пульсацію від гідроциліндра 6, керованого маслоустановкой. [18].

Таблиця 2.20

### Технологічні характеристики центрифуги ½ ФГП-401К-04

Завантажувальна маса, кг	20
Фактор розділення	570
Потужність насоса, кВт	7,5
Габаритні розміри, мм:	
довжина	2100
ширина	1860
висота	2630
Маса центрифуги, кг	1760

Далі сировину відправляють на сушіння до сушильної установки. Підбираємо установку для сушіння молочного цукру з каталогу. Установка марки А1-0Р24 призначена для сушіння і охолодження молочного цукру в кип'ячому шарі.

Установка сушильна розпилювальна А1-0Р24 являє собою комплекс систем, призначених для отримання розфасованих упакованих сухих молочних продуктів.

Установка складається з шести незв'язаних жорстко складових частин установки теплогенераторної та її щита управління – власне камери сушильної, відброоохолоджувача, установки циклонів і відсмоктувального вентилятора площадок обслуговування, щита контролю та управління. Обладнання встановлене на підлозі цеху – на металоконструкційних (майданчиках обслуговування). На підлозі цеху встановлені камера сушильна, система подачі продукту, відброоохолоджувач, камера змішувальна обдувальна дна киплячого шару, обладнання для фасування і упаковки сухого продукту. На майданчиках встановлено циклони, камера змішувальна обдування стін камери сушильної, відсмоктуємий вентилятор, трап висувний, система обдуву відброоохолоджувача, фільтр з газодувкою. Майданчики з'єднані перехідними сходами між собою і дахом камери сушильної. Установка теплогенератора монтується в окремому приміщенні.

Щит контролю та управління шафової конструкції і щит автоматики встановлюється в окремому приміщенні, щит імпульсної установки – на

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

майданчику біля камери сушильної, щит теплогенератора – у приміщенні теплогенераторної [18].



*Рисунок 2.9 Сушильна установка*

У центрі конічної частини корпусу встановлено завантажувальний пристрій, що включає бункер-накопичувач, шнековий живильник-розпушувач та трубу для підсушування продукту. Рівномірне завантаження молочного цукру в трубу забезпечується шнековим живильником розпушувачем, який рухається від електродвигуна. Повітря через фільтр за допомогою відцентрового вентилятора, подається по патрубкам в підігрівач і повітророзподільний пристрій охолоджувальної камери. Підігрівач повітря складається з двох калориферів КВБ-10. Вібросито встановлено під вивантажувальним лотком і рухається електровібратором.

Мокрий пиловловач з'єднаний з вихідним патрубком сушильно-охолоджувального апарату [18].

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

## Технологічні характеристики сушильної установки А1-0Р24

Продуктивність, кг/год	200-500
Встановлена потужність, кВт	11,6
Вологість продукту, %:	
початкова	12
кінцева	3
Температура готового продукту, °С	Не більше 25
Витрата пари (при тиску 0,4 МПа), кг/год	50
Маса установки, кг	2370

## 2.5. Розрахунок теплового балансу стадії кристалізації

Вихідні дані:

- холодний теплоносій – крижана вода,
- початкова температура холодного теплоносія –  $t_{\theta 1} = 10^{\circ}\text{C}$ ,
- кінцева температура холодного теплоносія –  $t_{\theta 2} = 15,^{\circ}\text{C}$
- початкова температура продукту –  $t_3' = 45^{\circ}\text{C}$ ,
- кінцева температура продукту –  $t_3 = 15^{\circ}\text{C}$ .

Рівняння теплового балансу кристалізатора матиме вигляд:

$$Q = Q_p + Q_n$$

де  $Q_p$  – кількість теплоти, яка відводиться з кристалізатора,

$Q_n$  – кількість теплових втрат у навколишнє середовище.

Коефіцієнт теплопередачі від розчину до охолоджуючої води через стінку кристалізатора:

$\frac{\delta}{\lambda}$  – термічний опір стінки;

$$k_p = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_1}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}}$$

$\delta_1$  – товщина стінки;

$\lambda$  – коефіцієнт теплопровідності стінки.

Середня різниця температур:

$$\Delta t_{\theta} = t_3 - t_{\theta 1} = 45 - 10 = 35 \text{ }^{\circ}\text{C};$$

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

$$\Delta t_m = t_3 - t_{e2} = 20 - 15 = 5 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$\Delta t_{\delta} = 10 \text{ }^\circ\text{C}, \Delta t_m = 15 \text{ }^\circ\text{C}.$$

З огляду на те що  $\frac{\Delta t_b}{\Delta t_m} = \frac{15}{5} = 3$ , визначаємо середню логарифмічну різницю:

$$\Delta t_{cp} = \frac{\Delta t_b}{\ln \frac{\Delta t_b}{\Delta t_m}} = \frac{15-5}{\ln \frac{15}{5}} = 7$$

Середня температура охолоджуючої води:

$$t_e = t_3 - \Delta t_{cp} = 15 - 7 = 8 \text{ }^\circ\text{C}$$

Коефіцієнт тепловіддачі від розчину до внутрішньої поверхні кристалізатора:

$$\alpha = \frac{Nu_1 \cdot \lambda_p}{d_m}$$

Критерій Нусельта має вигляд:

$$Nu_1 = C \cdot Re_{від}^m \cdot Pr^{0,33} \cdot \left(\frac{\mu}{\mu_{cm}}\right)^{0,14} \cdot \left(\frac{D}{d_m}\right)^{-1} = 0,36 \cdot 257451^{0,67} \cdot 7,02^{0,33} \cdot$$

$$\left(\frac{1004}{1306}\right)^{0,14} \cdot \left(\frac{0,6}{0,5}\right)^{-1} = 321$$

Для апаратів з сорочкою  $C = 0,35$ ,  $m = 0,68$ .

Необхідні фізичні величини:

$\mu = 1103 \cdot 10^{-6} \text{ Па}\cdot\text{с}$  – динамічний коефіцієнт в'язкості розчину;

$\mu_{cm} = 1205 \cdot 10^{-6} \text{ П}\cdot\text{с}$  – динамічний коефіцієнт в'язкості розчину при температурі стінки;

$Pr = 6,04$  – критерій Прандтля;

$$\lambda_3 = 48,7 \cdot 10^{-2} \frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot\text{К}} \text{ – коефіцієнт теплопровідності;}$$

$d_m = 1,5 \text{ м}$  – діаметр кола, що описується мішалкою;

$n = 1,00 \frac{\text{об}}{\text{с}}$  – частота обертання перемішуючого пристрою.

Отже, коефіцієнт тепловіддачі від розчину до внутрішньої поверхні кристалізатора:

$$\alpha_1 = \frac{Nu_1 \cdot \lambda_p}{d_m} = \frac{3210 \cdot 0,48}{1,5} = 1629 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

Коефіцієнт тепловіддачі від зовнішньої поверхні корпусу до охолоджуючої води:

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

$$\alpha_2 = \frac{Nu_2 \cdot \lambda_B}{l}$$

Тоді коефіцієнт тепловіддачі від зовнішньої поверхні корпусу до води, що охолоджує, матиме вигляд:

$$\alpha_2 = \frac{Nu_2 \cdot \lambda_B}{l} = \frac{268 \cdot 59,9 \cdot 10^{-2}}{0,7} = 198 \frac{Вт}{м^2 \cdot К}$$

де  $\lambda_B = 48,7 \cdot 10^{-2} \frac{Вт}{м \cdot К}$ ;  $l = 0,7$  м – висота сорочки.

Тоді підставивши усі числові значення, розрахуємо коефіцієнт теплопередачі:

$$k_F = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_1}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}} = 168 \frac{Вт}{м^2 \cdot К}$$

де  $\lambda = 40 \frac{Вт}{м \cdot К}$  – теплопровідність стінки;

$\delta = 0,1$  м – товщина стінки.

Кількість вихідного продукту продукту :

$$W_3 = \frac{m_3}{\tau_p} = \frac{1024}{0,74 \cdot 3600} = 0,365 \frac{кг}{с}$$

Тоді кількість теплоти, яку отримують при проходженні процесу:

$$Q_p = q \cdot \frac{W_3}{M_3} = \frac{4994 \cdot 1}{1,038} = 39457,9 Вт$$

Поверхня теплообміну, необхідна для проведення процесу:

$$f_n = \frac{Q_p}{k_F \cdot \Delta t_{cp}} = \frac{39457,9}{179 \cdot 2} = 29,8 м^2$$

Кількість теплоти, врахувавши реальну поверхню теплообміну:

$$Q_p = k_n \cdot f_p \cdot \Delta t = 179 \cdot 0,8 \cdot 7 = 1199,7 Вт$$

Втрати теплоти в навколишнє середовище:

$$Q_n = k_n \cdot f_p \cdot \Delta t_{cp} = 179 \cdot 0,8 \cdot 0,7 = 89,6 Вт$$

$Q$  – кількість теплоти, яку необхідно відводити:

$$Q = Q_p + Q_n = 1199,7 + 89,6 = 1111,1 Вт$$

Витрати води для процесу кристалізації:

$$G_2 = \frac{Q}{Q_p \cdot (t_{B2} - t_{B1})} = \frac{1111,1}{1199,7 \cdot (35 - 5)} = 0,03 \frac{кг}{с}$$

									Арк.
									59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА				

## Розрахунок кристалізатора

Вихідні дані:

Витрати сироватки 1712 кг/добу;

Охолодження суспензії з початкової  $t_{\text{п}} = 70 \text{ }^{\circ}\text{C}$  до кінцевої  $t_{\text{к}} = 10 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ;

Охолоджуюча вода надходить при температурі  $t_{\text{охл.п.}} = 10 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , і виходить при  $t_{\text{охл.к.}} = 15 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ;

В процесі кристалізації може випаруватись охолоджуюча вода в кількості 5% від вхідної кількості.

Концентрація молочної сироватки:  $C_1 = 8$  моль/ 100 г і  $C_2 = 0,5$  моль/ 100 г, відповідно, при температурі  $t_{\text{п}} = 70 \text{ }^{\circ}\text{C}$  і при  $t_{\text{к}} = 10 \text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Молярна маса знежиреної сироватки  $M = 536,88$  г/ моль, води  $M = 18$  г/ моль.

Концентрації лактози в сироватці при початковій ( $\chi_{\text{п}}$ ) і кінцевій ( $\chi_{\text{к}}$ ) температурах (кг/с):

$$\chi_{\text{(п)}} = \frac{c_1 \times M}{1000 + c_1 \times M} = \frac{8 \times 18}{1000 + 8 \times 18} = 0,13$$

$$\chi_{\text{(к)}} = \frac{c_2 \times M}{1000 + c_2 \times M} = \frac{0,5 \times 18}{1000 + 0,5 \times 18} = 0,009$$

Кількість видаленої вологи  $W$  (кг/год) при умові, що в кристалізаторі при охолодженні розчину одночасно випаровується волога в кількості  $n$  (% від вихідної кількості розчину  $G_{\text{р}}$ , кг/с), складе:

$$W = \frac{n}{100} G = \frac{5}{100} 550 = 27,5 \text{ кг/с}$$

Кількість кристалів, що виділяється  $L$  розраховують з врахуванням того, що одночасно з процесом кристалізації відбувається часткове випаровування вологи (кг/ с) :

$$L = \frac{G_{\text{п}}(\chi_{\text{п}} - \chi_{\text{к}}) - W}{3600(\chi_{\text{к}} - \chi_{\text{п}})} = \frac{550(0,13 - 0,009) - 27,5}{3600(0,13 - 0,009)} = 0,09 \text{ кг/с}$$

Визначаємо питому теплоємність розчину з врахуванням теплоємності води  $C_{\text{H}_2\text{O}} = 1,186 \times 10^3$  Дж/(кг · К), [Дж/(кг · К)]:

$$C_{\text{п}} = 1,186 \times 10^3 (1 - 0,13) + 953 \times 0,13 = 1,4 \times 10^3 \text{ Дж/кг · К}$$

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Питому теплоємність хімічної сполуки С визначають, виходячи з хімічної формули речовини та її теплоємності:

$$c = \frac{\sum_i n_i \times c_i}{M} = \frac{14 \times 7,5 \times 9,3 \times 16,8}{118} = 897 \text{ Дж/кг} \cdot \text{К}$$

Кількість виділеної теплоти Q (Дж), яку необхідно відвести від розчину при кристалізації:

$$Q = \frac{G_{\text{п}} \times c_{\text{н}} (t_{\text{п}} - t_{\text{к}})}{3600} + \frac{L \times q}{M} - \frac{W \times r}{3600} = \frac{520 \times 1,4 \times 103 (45 - 15)}{3600} + \frac{0,09 \times 147}{118} - \frac{27,5 \times 238}{3600} = 8,43 \cdot 10^3 \text{ Дж}$$

Витрата води G<sub>w</sub> (кг/с) на переведення розчину в насичений стан, шляхом охолодження визначають за рівнянням:

$$W_{\text{охл}} = \frac{Q}{c_{\text{н}}(t_{\text{охл.п.}} - t_{\text{охл.п.}})} = \frac{8,43 \times 10^3}{1,186 \times 10^3 (15 - 10)} = 108,4 \text{ м}^2$$

### Розрахунок об'єму кристалізатора

*Вихідні дані:*

Витрати сироватки 1712 кг/добу;

Розрахунок об'єму циліндричної ємності виконують для обчислення корисного об'єму і місткості рідини в циліндричних ємностях або резервуарах. Обчислення основних параметрів місткості циліндричних ємностей (резервуарів) виконують на основі геометричного методу розрахунку.

Корисний об'єм циліндричної частини апарату виконується за формулою:

$$V = S \cdot L,$$

де K – конструктивний коефіцієнт запасу, L – добові витрати продукту, кг.

$$V = 1,3 \cdot 1712 = 2200 \text{ л}$$

ГОСТ 13372-78 «Сосуды и аппараты. Ряд номинальных объемов» встановлює ряд номінальних об'ємів корпусів циліндричних посудин і апаратів, для яких проектний об'єм визначається технологічним розрахунком. Номінальним об'ємом вважається внутрішній об'єм посудини чи апарата без врахування об'ємів штуцерів, люків, внутрішніх пристроїв, включаючи футеровку.

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

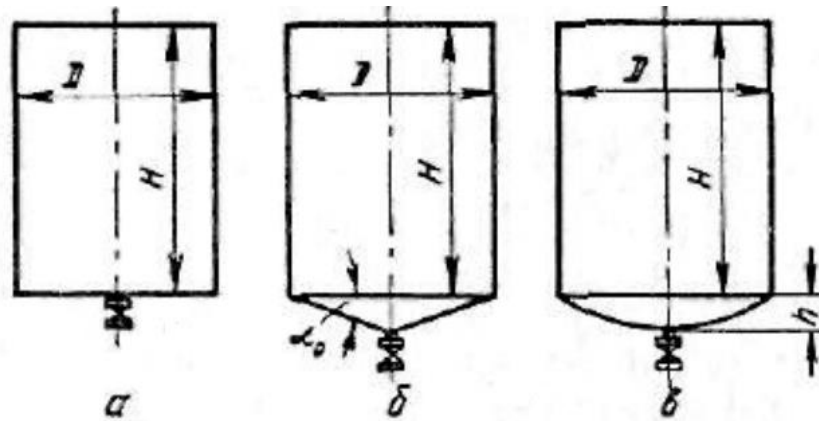


Рисунок 2.10. Схеми вертикальних циліндричних апаратів з різними формами днища: а – з пласким; б – з конічним; в – з сферичним

Для проектування кристалізатора обираємо конічну форму днища.

Для зниження собівартості циліндричних і прямокутних посудин бажано додати їм такі пропорції, при яких витрати листового металу і відходи при розкроюванні були б мінімальні. З метою спрощення завдання звичайно приймають ряд припущень і умовностей. При розрахунку оптимальних розмірів не враховують витрати металу на пристрої елементів жорсткості посудини, на опори, люки, лази і ін., а товщину стінок корпусу, днища і кришки посудини приймають однаковою.

Діаметр ємності, м (рис. 2.11)

$$D = \sqrt{\frac{V}{\frac{\pi}{4} \cdot K + K^2}}$$

де  $V$  – об'єм апарату,  $\text{м}^3$ ,  $K$  – коефіцієнт, що приймається з конструктивних міркувань,  $K^2$  – коефіцієнт, що враховує форму днища.

$$D = \sqrt{\frac{2,2}{\frac{\pi}{4} \cdot 1,3 + 0,65}} = 1,3 \text{ м}$$

Висота циліндричної частини ємності, м

$$H = K \cdot D$$

$$H = 1,3 \cdot 1,3 = 1,69 \sim 1,7 \text{ м}$$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

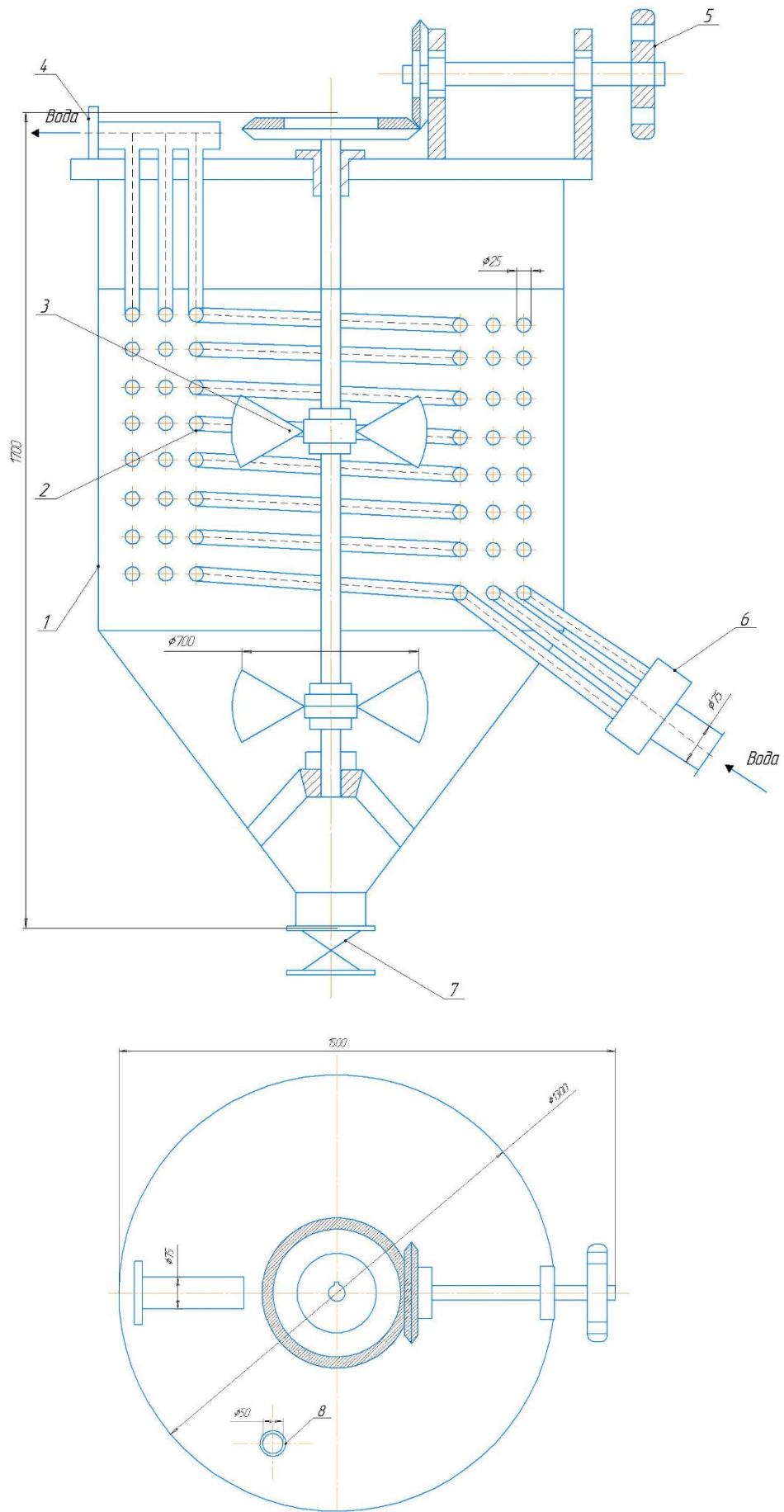


Рисунок 2.11 Кристалізатор з мішалкою і охолоджувачими змійовиками

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

Арк.

63

## 2.6 Опис апаратурно-технологічної схеми

Лактозу виготовляють шляхом викристалізації молочного цукру з концентрованого розчину молочної сироватки. Операції з яких складається технологічний процес виробництва молочного цукру полягають у: знежирюванні сироватки; відварюванні чи осадженні білків; згущенні сироватки; кристалізації лактози; зневодненні молочного цукру; промиванні кристалів та їх сушінні; подрібненні й упакуванні лактози.

Апаратурно-технологічну схему наведено на рисунку 2.12. Молочну сироватку подають за допомогою відцентрового насоса *1* у вертикальний резервуар *2*, в якому молочна сироватка зберігається до її підготовки. Далі для проведення освітлення молочної сироватки її відцентровим насосом *3* перекачують до саморозвантажувального сепаратора *4* де від неї та молочний жир. Далі відцентровим насосом *5* молочну сироватку подають на фільтрпрес *6* на фільтрування. Фільтрпрес, що є максимально вдосконаленим варіантом для тонкої очистки різних в'язких рідин (рослинні масла, сироватки, жири, сиропи, кислоти і т.д.).

Надалі ретельно очищену від білкових речовин сироватку (білки, зола, молочний жир) направляють відцентровим насосом *7* у проміжну місткість *8*, де вона зберігається до згущення.

Молочну сироватку, що була освітлена, направляють насосом *9* на згущення за допомогою пари у випарному апараті *10*. При досягненні заданої концентрації сухих речовин та випаровування всієї вологи, молочну сироватку відцентровим насосом *11* відкачують до охолоджувача *12*, а потім кристалізатора *13* з метою охолодження та одержання кристалізату.

Кристалізат направляється у центрифугу *14*. Фільтрат проходить через сито ротора і виводиться з кожуха. Шар осаду, що утворився на поверхні сит ротора, при русі штовхача вперед переміщається на величину його ходу. При зворотному русі штовхача нова порція суспензії поступає на ділянку сит, що звільнилась, заповнюючи її осадом.

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

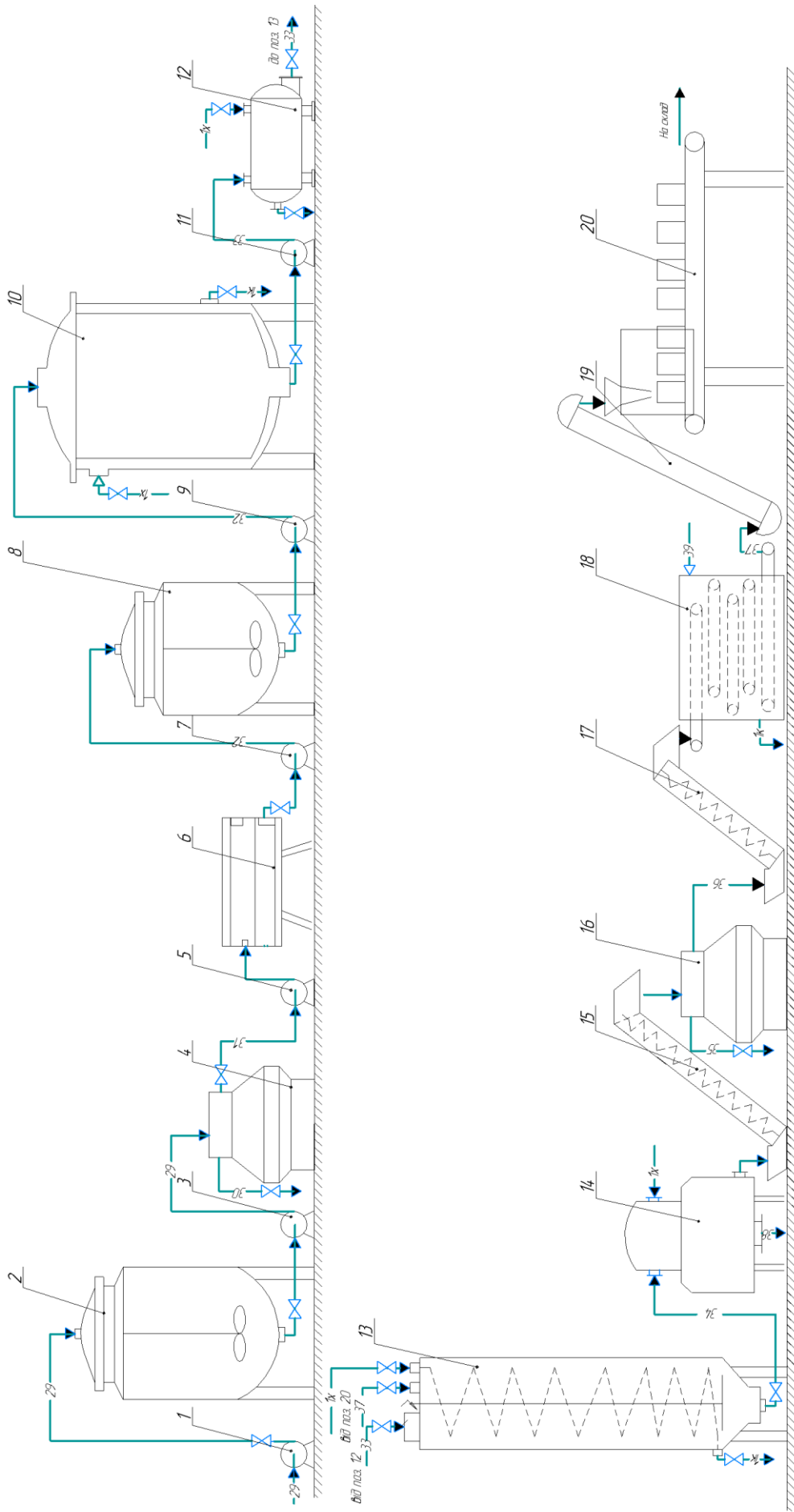


Рисунок 2.12. Технологічна схема виробництва лактози з молочної сироватки продуктивність 1000 кг/добу

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

Таким чином, здійснюється пульсуючий рух, поступово переміщаючи осад уздовж ротора, і вивантажує його невеликими порціями в приймач.

Під час руху осаду до передньої частини ротора, рідина безперервно віджимається. При промиванні осаду струмінь рідини подається в ротор перед регулювальним кільцем.

Далі лактозні кристали шнеком **15** направляються в саморозвантажувальний сепаратор **16** для додаткової очистки. Після повного очищення лактозні кристали подаються шнеком **17** до стрічкової сушарки **18** на висушування. Отримані кристали лактози пакують у крафт-мішки на фасувальному автоматі **20**.

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## РОЗДІЛ 3 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

1. Розрахунок витрат по статті «Сировина та основні матеріали». До статті «Сировина та основні матеріали» відноситься вартість сировини і матеріалів, які входять до складу продукції, що виробляється, утворюючи її основу або є необхідним компонентом у її виробництві, покупних матеріалів, що використовуються у процесі виробництва продукції (робіт, послуг) для забезпечення нормального технологічного процесу і упакування продукції, транспортно - заготівельні витрати. До собівартості сировина та основні матеріали включають за ціною придбання з урахуванням транспортно – заготівельних витрат.

Якщо сировина та матеріали отримується з інших цехів підприємства, то до собівартості продукції вона включається за виробничою собівартістю цеху – попередника.

Норма витрат сировини та основних матеріалів визначається з урахуванням відходів та втрат або за рецептурними довідниками.

Розрахунок проводиться на 28 000 кг сироватки. Така кількість сироватки дозволяє отримати продуктивність виробництва молочного цукру 1000 кг

Таблиця 3.1

### Розрахунки по статті «Сировина та основні матеріали»

Найменування компонентів	Норма витрат на 1 т продукції, кг/т	Ціна 1кг сировини, грн. / т	Вартість сировини та основних матеріалів, грн
Молочна сироватка	28000	5,00	140000,00
Всього			140000,00

Розраховуємо транспортні витрати, які складають 5 % від вартості витрат на сировину та основні матеріали:  $140000,00 \times 0,05 = 5600,00$  грн./т

<i>ННІХТ.ХТ-4-13.023.161.067. КР.ПЗ</i>				
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата
Розраб		Прокопенко Я.І.		
Пров		Подобій О.В.		
Н. Контр.		Бойчук Т.М.		
Затв.		Носенко Т.Т.		
<b>ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ</b>			Літера	Арк
			67	98
<i>НУХТ. каф. ТЖХТ</i>				

Отже, загальні витрати по статті «Сировина та основні матеріали» складають:  
140000,00 + 5600,00 – 145600,00 грн./т

2. Витрат по статті « Напівфабрикати власного виробництва » немає.

3. Розраховуємо витрати по статті «Допоміжні та таропакувальні матеріали».

До неї належить вартість матеріалів, які не будучи складовою частиною продукції, що виробляється присутні у виготовленні або використовуються у процесі виробництва продукції для забезпечення нормального технологічного процесу.

Вартість допоміжних і таропакувальних матеріалів включаються до собівартості продукції за ціною придбання з урахуванням транспортних витрат та на пряму включаються до собівартості готової продукції.

Розрахунки витрат по статті « Допоміжні та таропакувальні матеріали » зводимо в таблицю.

Таблиця 3.2

#### Розрахунки по статті «Допоміжні та таропакувальні матеріали»

№	Назва допоміжних та таропакувальних матеріалів	Один. вим.	Норма витрат на 1 т продукції	Ціна одиниці, грн./шт	Вартість пакувальних матеріалів, грн.
1	Паперові пакети	шт	200	1,75	350,00
2	Гофрокоробки	шт	10	25,00	250,00
3	Клейова стрічка	шт	2	15,00	30,00
4	Етикетки	шт	10	2,00	20,00
	Всього				650,00

Транспортно - заготівельні витрати складають 5% від загальної вартості допоміжних та таропакувальних матеріалів:  $650,00 \times 0,05 = 32,50$  грн./т

Всього витрат по статті «Допоміжні та таропакувальні матеріали»:  $650,00 + 32,50 = 682,50$  грн./т

4. Витрат по статті «Покупні напівфабрикати, роботи і послуги виробничого характеру сторонніх підприємств і організацій» немає.

5. Розраховуємо витрати по статті «Паливо та енергія на технологічні цілі».

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Сюди відносяться витрати на всі види палива та енергії (власного виробництва та зі сторони), що безпосередньо використовуються при виробництві продукції. Витрати палива та енергії включаються до собівартості показників контрольно - вимірювальних приладів або на основі встановлених норм витрат енергоресурсів на одиницю продукції.

Таблиця 3.3

**Розрахунки витрат по статті «Паливо та енергія на технологічні цілі»**

№	Назва сировини	Норма витрат на 1 т продукції	Одиниці виміру	Вартість одиниці, грн	Витрати на 1 т продукту, грн
1	Пара	22,00	кг/т	110,00	2420,00
2	Електроенергія	185,00	кВт*год/т	1,86	344,10
3	Вода	50,00	м <sup>3</sup>	23,00	1150,00
	Всього				3914,10

6. Розраховуємо витрати по статті «Зворотні відходи».

Таблиця 3.4

**Розрахунки витрат по статті «Зворотні відходи»**

№	Назва сировини	Вихід з 1 т продукції	Одиниці виміру	Вартість одиниці, грн	Витрати на 1 т продукту, грн
1	Казеїн	68,00	кг/т	1100,00	74800,00
2	Молочний жир	98,00	кг/т	120,00	11760,00
	Всього				86560,00

7. Розраховуємо витрати по статті «Основна заробітна плата».

Для цього розраховуємо річний ефективний фонд робочого часу одного робітника.

Розрахунок річного ефективного фонду робочого часу одного робітника.

Календарний фонд	365 днів
Святкові дні	10 днів
Вихідні	104 днів
Номінальний фонд робочого часу	251 день
Втрати робочого часу:	
Відпустки не менше	24 днів

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Неявки по хворобі	3 дні
Неявки в зв'язку з декретом	2 дні
Відпустки в зв'язку з навчанням	1 день
Неявки з дозволу адміністрації	0,5 дня
Прогули	0,1 дня
Виконання громадських та державних обов'язків	0,1 дня
Ефективний фонд робочого часу	220 днів
Тривалість зміни	12год
Річний ефективний фонд робочого часу 1 робітника	1760 год./рік.
Визначаємо річний обсяг виробництва:	
$220 \times 1,00 = 220$ т/рік.	

Чисельність основних робітників: 6 чол.

Розрахунки витрат по статті «Основна заробітна плата» зводимо в таблицю.

Таблиця 3.5

### Розрахунки по статті «Основна заробітна плата»

№	Професія робітника	Розряд	Кількість	Год. тар. ставка, грн	Ефективний фонд робочого часу 1 робітника, год	Основна зар. плата, грн/р
1	Оператор-наладчик лінії	4	2	36,00	1760	126720,00
2	Контролер-лаборант	4	2	36,00	1760	126720,00
3	Монтер-наладчик лінії	4	2	36,00	1760	126720,00
5	Всього		6			380160,00

Розраховуємо основну заробітну плату працівників на 1 т продукції:

$$380160,00 / 220 = 17,28 \text{ грн./т}$$

8. Розраховуємо витрати по статті «Додаткова заробітна плата»

Витрати по цій статті приймаємо в розмірі 25 % від розміру заробітної плати основних робітників, що займаються виробництвом даного виду продукції:  $17,28 \times 0,25 = 4,32$  грн./т

9. Розраховуємо витрати по статті «Відрахування до єдиного соціального фонду». Витрати по цій статті приймаємо в розмірі 41,20 % від загального фонду заробітної плати (основна заробітна плата + додаткова заробітна плата):  $(17,28 + 4,32) \times 0,412 = 8,89$  грн./т

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10. Розраховуємо витрати по статті «Витрати пов'язані з підготовкою і освоєнням виробництва продукції». Витрати по цій статті приймаємо в розмірі 5 % від розміру заробітної плати основних робітників, що займаються виробництвом даного виду продукції:  $17,28 \times 0,05 = 0,86$  грн./т

11. Розраховуємо витрати по статті «Витрати на утримання та експлуатацію машин і обладнання». Витрати по цій статті приймаємо в розмірі 140 % від розміру заробітної плати основних робітників, що займаються виробництвом даного виду продукції:  $17,28 \times 1,40 = 24,19$  грн./т

12. Розраховуємо витрати по статті «Загальновиробничі витрати». Витрати по цій статті приймаємо в розмірі 200 % від розміру заробітної плати основних робітників, що займаються виробництвом даного виду продукції:  $17,28 \times 2,00 = 34,52$  грн./т

**Виробнича собівартість:**  $145600,00 + 682,50 + 3914,10 - 86560,00 + 17,28 + 4,32 + 8,89 + 0,86 + 24,19 + 34,52 = 63726,17$  грн./т

13. Розраховуємо витрати по статті «Адміністративні витрати». Витрати приймаємо в розмірі 300 % від розміру заробітної плати основних робітників, що займаються виробництвом даного виду продукції:  $17,28 \times 3,00 = 51,84$  грн./т

14. Розраховуємо витрати по статті «Попутна продукція». Витрат немає.

15. Розраховуємо витрати по статті «Витрати на збут». Витрати по цій статті приймаємо в розмірі 2,4 % від виробничої собівартості:  $63726,17 \times 0,024 = 1529,42$  грн./т.

16. Розраховуємо витрати по статті «Інші витрати». Витрати по цій статті приймаємо в розмірі 0,5 % від виробничої собівартості:  $63726,17 \times 0,005 = 318,63$  грн./т.

**Повна собівартість продукції складає:**  $63726,17 + 51,84 + 1529,42 + 318,63 = 65626,06$  грн./т.

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Розрахунок собівартості виробництва 1000 кг лактози

Стаття витрат	Значення, грн
Сировина та основні матеріали	145600,00
Напівфабрикати власного виробництва	-
Допоміжні та таропакувальні матеріали	682,50
Покупні напівфабрикати, роботи і послуги виробничого характеру сторонніх підприємств	-
Паливо та енергія на технологічні потреби	3914,10
Зворотні відходи	- 86560,00
Основна заробітна плата	17,28
Додаткова заробітна плата	4,32
Відрахування єдиного соціального фонду	8,89
Витрати пов'язані з підготовкою та освоєнням виробництва продукції	0,86
Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	24,19
Загальновиробничі витрати	34,52
<b>ВИРОБНИЧА СОБІВАРТІСТЬ</b>	<b>63726,17</b>
Адміністративні витрати	51,84
Попутня продукція	-
Витрати на збут	1529,42
Інші витрати	318,63
<b>ПОВНА СОБІВАРТІСТЬ</b>	<b>65626,06</b>

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

## РОЗДІЛ 4 ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ

### 4.1. Вимоги до якості

Якість лактози регламентується ДСТУ 4873:2007 «Цукор молочний. Технічні умови». Стандарт поширюється на молочний цукор, вироблений винятково з молочної сировини, призначений для виробництва продуктів харчування, у тому числі дитячих, медичних препаратів та промислової переробки.

Молочний цукор залежно від органолептичних та фізико-хімічних показників поділяють:

- на фармакопійний;
- рафінований;
- харчовий;
- технічний (сирець).

Рафінований та харчовий молочний цукор залежно від розміру кристалів поділяють:

- на звичайний;
- дрібнокристалічний.

За органолептичними показниками молочний цукор повинен відповідати вимогам, зазначеним у таблиці 4.1.

					<i>ННІХТ.ХТ-4-13.023.161.074. КР.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<b>ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ</b>	<i>Літера</i>	<i>Арк</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розраб</i>		<i>Прокопенко Я.І.</i>					73	98
<i>Пров</i>		<i>Подобій О.В.</i>						
<i>Н. Контр.</i>		<i>Бойчук Т.М.</i>						
<i>Затв.</i>		<i>Носенко Т.Т.</i>						
						<i>НУХТ. каф. ТЖХТ</i>		

## Органолептичні показники молочного цукру

Найменування показника	Характеристика показника для молочного цукру					
	фармакопейного	рафінованого		харчового		технічного (сирцю)
		звичайного	дрібно-кристалічного	звичайного	дрібно-кристалічного	
Зовнішній вигляд	Кристалічний порошок, що вільно пересипається					
Колір	Білий, однорідний по всій масі		Від білого до світло-жовтого. однорідний повсій масі		Від світло-жовтого до кремового, однорідний по всій масі	
Смак і запах	Злегка солодкуватий, без запаху					
Розмір кристалів	Від 50 до 300 мкм		Від 3 до 4 мкм не менше 70%. Одиничні кристали більше 10 мкм		Від 3 до 4 мкм не менше 70%. Одиничні кристали більше 10 мкм	

За фізико-хімічними показниками молочний цукор повинен відповідати вимогам, зазначеним у таблиці 4.2.

					ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

## Фізико-хімічні показники молочного цукру

Найменування показника	Характеристика показника для молочного цукру					технічного (сирцю)
	фармакопейного	рафінованого		харчового		
		звичайного	дрібно-кристалічного	звичайного	дрібно-кристалічного	
Масова частка альфамоногідрату лактози, %, не менше	99,1	98,6	98,5	95,7	95,6	93,1
Масова частка вологи, %, не більше	0,7	1.0	1.1	1.8	1.9	2.5
Масова частка білку, %, не більше	0,5	0.1		1.0		1.9
Масова частка золи, %, не більше	0.1	0,3		1.5		2.5
Масова частка в тому числі хлоридів, %, не більше	0.004					
Титрована кислотність, °Т, не більше	10	15		55		110
Питоме обертання площини поляризації, град	Від +52.0 до + 53.5 вклоч.			-		
Індекс розчинності, см <sup>3</sup> сирого осаду, трохи більше	Відсутність осаду					0,5
Група чистоти, не нижче	I			II		-

За мікробіологічними показниками молочний цукор повинен відповідати нормам, зазначеним у таблиці 4.3.

## Мікробіологічні показники молочного цукру

Найменування показника		Характеристика показника для молочного цукру			
		фармакопейного	рафінованого		харчового
			звичайного	дрібнокристалічного	звичайного і дрібнокристалічного
КМАФАнМ. КУО/г, не більше		1·10 <sup>3</sup>	1·10 <sup>3</sup>	1·10 <sup>4</sup>	1·10 <sup>4</sup>
Маса продукту (г), у якій не допускаються:	БГКП (коліформи)	1,0	1,0	1,0	0,1
	патогенні і у тому числі сальмонели	25			
	стафілококи <i>S. aureus</i>	1,0			
Плісняві гриби, КУО/г, не більше		10	100		
Дріжджі, КУО/г, не більше		Не допускаються	50		

## 4.2. Вимоги до сировини

Сировина та технологічні допоміжні засоби, що використовуються для виготовлення молочного цукру, за показниками безпеки повинні відповідати санітарним правилам та нормам, гігієнічним нормативам, що діють на території держави, яка ухвалила стандарт.

Для виготовлення молочного цукру використовують наступну сировину та технологічні допоміжні засоби:

- сироватка молочна по ДСТУ 7515:2014 Сироватка молочна. Технічні умови;
- концентрати бактеріальних термофільних молочнокислих паличок виду *Lactobacillus lactis*, *Lactobacillus helveticus* або *Lactobacillus bulgaricus*, що забезпечують одержання молочного цукру, що відповідає вимогам цього стандарту;
- гідроокис натрію (E524) за ГОСТ 4328;

					ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76

- натрій вуглекислий кислий (E500) згідно з ГОСТ 4201;
- гідросульфід натрію (E222);
- вугілля активне освітлююче деревне порошкоподібне за ГОСТ 4453;
- кізельгур;
- піногасники, дозволені до застосування у харчовій промисловості в установленому порядку;
- вода питна за документами, що діють на території держави, яка ухвалила стандарт.

Допускається використання аналогічної сировини та технологічних допоміжних засобів, що не поступаються за якісними характеристиками та відповідними за показниками безпеки нормами.

### **4.3 Маркування**

Інформацію, наносять на транспортну упаковку за допомогою етикетки або трафарету, або маркатора, або іншого пристрою, що забезпечує чітке її прочитання.

Допускається проставлення реквізитів, що відсутні, на етикетці або паперовому мішку штепелем або іншим пристосуванням, що забезпечує чітке їх прочитання.

Транспортне маркування за ГОСТ 14192 з нанесенням маніпуляційного знака «Берегти від вологи».

### **4.4 Упаковка**

Пакувальні матеріали та транспортна упаковка, що використовуються для пакування молочного цукру, повинні відповідати вимогам ДСТУ 4873:2007 «Цукор молочний. Технічні умови» та документів, відповідно до яких вони виготовлені; повинні забезпечувати збереження якості та безпеки молочного цукру при перевезеннях, зберіганні та реалізації.

Молочний цукор упаковують у транспортне пакування відповідно до вимог ГОСТ 23651 – у паперові мішки за ГОСТ 2226, багатошарові, марки НМ з мішками-вкладишами плівковими за ГОСТ 19360, або марки НМ(п) 2 чи П-1.

					<b>ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ</b>	Арк.
						77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## РОЗДІЛ 5 ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ

### 5.1 Заходи з охорони навколишнього середовища на виробництві

Будучи залежними від природних ресурсів і від якості виробленої сировини, молокопереробні підприємства самі чинять вплив на навколишнє середовище. Екологічними наслідками діяльності цих підприємств є високе споживання енергетичних ресурсів на одиницю продукції. Питоме споживання енергії в значній мірі залежить від асортименту продукції, від ефективності і стану обладнання, від завантаженості виробничих потужностей підприємств. Енергоємність впливає на собівартість продукції і потребує пошуку шляхів її зниження, особливо в умовах зростання вартості енергоресурсів.

Для молочної промисловості характерні неорганізовані викиди: по-перше, це скидання сироватки, яка залишається на молокопереробних підприємствах після багаторазових процесів переробки молока. Екологічно сироватка є дуже небезпечним продуктом. По-перше, кількість сироватки величезна, тому що вона майже дорівнює кількості заводського переробленого молока. По-друге, його ГСК досягає 70-80 тис. мг/дм<sup>3</sup>, тоді як ГСК загальних стоків (без сироватки) близько 3000 мг/дм<sup>3</sup>. Дані показують, що 1 кубічний метр сироватки, що скидається у стічні води, забруднює водойму, еквівалентну забрудненню 100 кубічних метрів побутових стічних вод. Вартість очищення сироватки, яка зливається в каналізацію молокозаводу, порівнянна з вартістю очищення міських стоків. Сироватка не є відходами і підлягає повній утилізації як вторинна сировина. Його слід використовувати для виробництва різних виробів. Але часто його не утилізують, а викидають у навколишнє середовище разом зі стічними водами.

Покращення даної проблеми очищення промислових стоків можливе за рахунок застосування способів видалення забруднювальних речовин, що притаманні визначеній категорії стічної води.

					<i>ННІХТ.ЗХТ-5-3.023.161.078. КР.ПЗ</i>			
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата				
Розраб		Прокопенко Я.І.			<b>ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ</b>	Літера	Арк	Аркушів
Пров		Подобій О.В.					78	98
Н. Контр.		Бойчук Т.М.				<i>НУХТ. каф. ТЖХТ</i>		
Затв.		Носенко Т.Т.						

На сьогоднішній день розроблено дві технології застосування біохімічного способу очищення стічної води. Одна з них «традиційна» або «аеробна». Дана технологічна схема використовується на всіх станціях очищення комунальних стоків. Інша технологія – «комплексна анаеробно-аеробна» – запроваджується з метою очищення висококонцентрованих стічних вод (коли показник забруднення за ХСК (хімічне споживання кисню) перевищує 2000 мг О<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>).

Повна комплексна двоступенева схема включає в себе такі стадії – механічні, фізико-хімічні, анаеробне (метанове бродіння) та аеробну ферментацію (аеротенки).

Тому, на молокозаводах молочна сироватка може бути утилізована разом з іншими забруднювальними речовинами стоків та перетворена на кінцеві продукти анаеробної та аеробної ферментації стічних вод або вилучена із загального стоку з метою подальшого її застосування.

Запропоновано згущувати сироватку для подальшого її використання. Сироватка молочна згущена – підсирна й сирна – виробляється з вмістом сухих речовин 40 і 60%. Згущена сироватка з вмістом сухих речовин 60% підлягає більш тривалому зберіганню. Згущена сироватка з вмістом 40% сухих речовин, відрізняється більш консистенцією, що дозволяє транспортувати її автотранспортом, а також перекачувати по трубопроводах.

Підприємства молочної промисловості, які переробляють сировину тваринного походження, є великими споживачами натуральних інгредієнтів, таких як вода та повітря. Кількість води, що використовується для виробництва, і кількість стічних вод, що утворюються, залежить від типу та потужності підприємства.

Виробнича діяльність молокопереробних підприємств не спричиняє значного теплового забруднення та випаровування та кліматичних умов навколишнього середовища.

Під час діяльності підприємства утворюються такі забруднюючі речовини: сірководень, аміак, метантиол, етантиол, оксид вуглецю, оксиди азоту (діоксид азоту), метан.

					ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		79

Відповідно до ДБН А.2.3.-1-2003 «Склад і вміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків, споруд» кількість речовин, що викидається в атмосферу, приводяться за усередненими річними значеннями та наведені в таблиці 4.4

Таблиця 4.4

**Річні показники викиду забруднюючих речовин в атмосферу**

Забруднююча речовина			Визначення потужності викиду		
Код МОЗ	Код статистичний	Найменування забруднюючої речовини	г/с	кг/год	т/рік
5002	333	Сірководень	2,4× 10 <sup>6</sup>	8,7× 10 <sup>6</sup>	7,6× 10 <sup>5</sup>
4003	303	Аміак	3,1× 10 <sup>5</sup>	0,00011	0,00099
5000	1715	Метантіол	4,6× 10 <sup>10</sup>	1,6× 10 <sup>9</sup>	1,4× 10 <sup>8</sup>
5000	1728	Етантіол	4,0× 10 <sup>10</sup>	1,5× 10 <sup>9</sup>	1,3× 10 <sup>8</sup>
6000	337	Оксид вуглецю	0,00013	0,00047	0,0042
4001	301	Оксид азоту	6,6× 10 <sup>6</sup>	2,4× 10 <sup>5</sup>	0,00021
12000	410	Метан	0,0005	0,0018	0,0157

Важливим показником, що впливає на атмосферне повітря, є ГДК, що являє собою концентрацію шкідливої речовини в одиниці об'єму, яка мало впливає на здоров'я і життя людини.

Водопостачання на підприємстві здійснюється, як правило, за рахунок власних артезіанських свердловин. Вода, що отримується зі скважин повинна відповідати санітарним умовам та мати такі показники:

- сухий залишок -1040,0 мг/дм<sup>3</sup>;
- хлориди – 302,24 мг/дм<sup>3</sup>;
- загальна жорсткість – 1,17-1,26 ммоль/дм<sup>3</sup>;
- сульфати – 71,99 мг/дм<sup>3</sup>;
- залізо – 0,32-0,47 мг/дм<sup>3</sup>.

Технологічні потреби у воді при виробництві лактози включаються в себе:

- обробка молочної сировини;
- виробництво молочних продуктів;
- миття трубопроводів, обладнання, автомолцистерн.

					<b>ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ</b>	Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Загальні витрати води на рік та водовідведення складає:

- 48,375 тис.м<sup>3</sup> /рік;
- 132,534 м<sup>3</sup> /добу.

Допоміжні витрати включають: потреби котельні для виробництва тепла, транспортні засоби, лабораторії, фреонове охолодження та системи водопостачання.

Загальні допоміжні витрати складають:

- 1,754 тис. м<sup>3</sup> /рік;
- 4,806 м<sup>3</sup> /добу.

Господарсько-побутові потреби налічують:

- питні потреби працівників;
- потреби в душі;
- місце прання та прибирання.

Загальні витрати води на господарсько-побутові потреби складають:

- 4,814 тис. м<sup>3</sup> /рік;
- 13,189 м<sup>3</sup> /добу.

Оборотне водопостачання також використовується для охолодження молока, що в рік складає 4,8 тис. м<sup>3</sup> /рік та 13,189 м<sup>3</sup> /добу.

Продуктивність очищення складає 300 м<sup>3</sup> /добу.

Розрахункові витрати води, що відводяться на очисні споруди з їх наступним скиданням в річку складають: 54,743 тис.м<sup>3</sup>/рік ; 149,981 м<sup>3</sup>/добу. ; 6,249 м<sup>3</sup> /год.

Локальні очисні споруди налічують:

- насосну станцію;
- занурений насос;
- лоток промивальної води БРФ;
- біореактор-фільтри БРФ-2 та БРФ-1;
- розподільча камера;
- резервуар усереднювач;
- періодично занурені фільтри ПЗБФ-1,1, ПЗБФ-1.4;
- лоток промивальної води ПЗБФ;

					ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		81

- накопичувач-ущільнювач осадів;
- контактний резервуар.

Зворотні стічні води скидаються в річку самопливом. Під час виробництва молочної продукції використовується значна кількість водних ресурсів. Відповідно до «Інструкції про порядок розробки та затвердження гранично допустимих скидів речовин у водні об'єкти із зворотними водами», встановлені ГДС речовин не мають перевищувати показників скиду речовин, що досягаються при очищенні цієї категорії зворотних вод.

Для даного підприємства показники гранично-допустимого скиду забруднюючих речовин представлені в таблиці 4.5.

Таблиця 4.5.

**Допустимі показники ГДС**

№ п/п	Показники складу зворотніх вод	Показники ГДС, мг/л
1	Завислі речовини	6,950
2	БСК	6,000
3	ХСК	30,00
4	Азот амонійний	2,000
5	Нітрити	3,300
6	Нітрати	45,00
7	Мінералізація	1000
8	Хлориди	350,0
9	Сульфати	500,0
10	Нафтопродукти	0,300
11	Фосфати	3,500
12	Загальне залізо	0,300

Відповідно до ст.48 Водного кодексу України молокопереробне підприємство здійснює забір води та скидання забруднюючих речовин із зворотніми водами, що відноситься до категорії спеціальне водокористування, на підставі спеціального дозволу.

Скид зворотних вод передбачає такі показники: кислотність (ph) 6,5- 8,5, зважені речовини  $\leq 50$ мг/л; БСК $\leq 6$ ; при відсутності токсичних речовин.

Задля зменшення підприємством впливу на навколишнє природне середовище заплановані заходи, що спрямовані на запобігання та зменшення обсягів утворення відходів:

- встановлення додаткових ємностей для відходів;
- передавати на утилізацію та захоронення утворених відходів, відповідно до договорів;
- проводити прибирання території від сміття;
- проводити роботу з організаціями, що надають послуги захоронення та утилізації відходів;
- проводити інструктаж з працівниками щодо недопущення небалого ставлення до екобезпеки;
- контроль за місцями тимчасового зберігання відходів;
- застосування прямого електролізу;
- витримування очищеної води після електролізу в контактних резервуарах;
- удосконалення систем знезараження зворотних вод.

Всі вище перелічені заходи заплановані та повинні виконуватись підприємством в обов'язковому порядку задля збалансування показників ГДС речовин у водні об'єкти, та запобігання негативному впливу на навколишнє природне середовище.

## 5.2 Охорона праці на підприємстві

З метою реалізації конституційного права громадян на належні, безпечні і здорові умови праці роботодавець зобов'язаний створити на кожному структурно відокремленому робочому місці умови праці відповідно до нормативно-правових актів та забезпечити виконання вимог відповідного законодавства. права в частині охорони праці.

З цією метою на підприємствах зокрема молокопереробної галузі розроблено та впроваджено комплексні заходи щодо виконання встановлених стандартів та підвищення існуючого рівня охорони праці з метою запобігання виробничому травматизму та професійним захворюванням.

*Обов'язки щодо охорони праці з боку роботодавця*

					ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
						83
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- вимагає від роботодавця одночасно з прийманням працівника на роботу забезпечити йому належні умови праці.

Згідно із ч. 2 ст. 5 Закону про охорону праці під час укладання трудових договорів (крім трудового договору про дистанційну роботу, про роботу вдома) роботодавець під розпискою зобов'язаний повідомити працівника про умови праці та наявність на робочому місці небезпечних і шкідливих виробничих факторів, які не усунуто, їх можливі наслідки для здоров'я та право працівника на отримання пільг і винагороду відповідно до законодавства та колективного договору за роботу в таких умовах.

При цьому працівникам не допускається робота, яка за медичним висновком визнана протипоказаною за станом здоров'я. Особи, які пройшли психофізіологічне обстеження, можуть працювати на більш небезпечних роботах і роботах, що потребують професійного відбору.

Вимоги до роботодавців щодо охорони праці визначено Вимогами № 67, які включають:

- організацію та дотримання безпеки на робочих місцях;
- облаштування робочих зон;
- облаштування невиробничих приміщень;
- вибір безпечних засобів праці;
- безпечне проведення робіт із застосуванням засобів праці.

З урахуванням технологічних особливостей та умов роботи розроблено окремі галузеві Правила з охорони праці та Правила безпеки виконання окремих робіт на підприємствах хімічної промисловості, які мають статус нормативних документів.

Окрім служби охорони праці, на підприємстві за безпечні умови праці працівників можуть відповідати:

- комісія з питань охорони праці (ст. 16 Закону про охорону праці);
- уповноважені найманими працівниками особи з питань охорони праці (ст. 42 Закону про охорону праці).

					ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
						85
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Рішення про доцільність створення згаданої комісії, її кількісний та персональний склад приймає трудовий колектив на загальних зборах (конференції) за поданням роботодавця та професійної спілки.

На підставі Типового положення № 55 за участю представників кожної сторони розроблюють Положення про комісію з питань охорони праці підприємства, яке затверджують ухвалою загальних зборів (конференції) трудового колективу (п. 1.4 Типового положення № 55).

Комісію формують на засадах рівного представництва осіб від роботодавця (спеціалісти з безпеки, гігієни праці й інших служб підприємства) та професійної спілки, а за її відсутності — уповноважених найманими працівниками осіб (п. 1.5 Типового положення № 55).

Основними завданнями комісії є (п. 2.1 Типового положення № 55):

- захист законних прав й інтересів працівників у галузі охорони праці;
- підготовка на основі аналізу стану безпеки й умов праці на виробництві рекомендацій роботодавцеві та працівникам щодо профілактики виробничого травматизму та професійних захворювань, практичної реалізації принципів державної політики в галузі охорони праці на підприємстві;
- узгодження через двосторонні консультації позицій сторін у вирішенні практичних питань у галузі охорони праці для забезпечення поєднання інтересів роботодавця та трудового колективу, кожного працівника, запобігання конфліктним ситуаціям на підприємстві;
- вироблення пропозицій щодо включення до колективного договору найбільш важливих питань з охорони праці, визначення достатніх асигнувань на Комплексні заходи щодо досягнення встановлених нормативів і підвищення існуючого рівня охорони праці та ефективний контроль за цільовим витрачанням цих коштів;
- захист прав й інтересів потерпілих працівників під час розгляду питань щодо призначення їм страхових виплат за загальнообов'язковим державним соціальним страхуванням від нещасних випадків на виробництві та професійних

					ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
						86
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

захворювань; надання додаткових пільг і компенсацій згідно з положеннями колективного договору за рахунок роботодавця.

Уповноважених найманими працівниками осіб із питань охорони праці обирають на підприємствах, де немає професійної спілки, для здійснення громадського контролю за дотриманням законодавства про охорону праці (п. 1.3 Типового положення № 56).

Їх обирають простою більшістю голосів, відкритим голосуванням і на строк, визначений загальними зборами (конференцією) трудового колективу підприємства або цеху, зміни, ділянки, бригади, ланки тощо.

Уповноважені з питань охорони праці мають право (р. 3 Типового положення № 56):

- безперешкодно перевіряти на підприємстві стан безпеки й гігієни праці, дотримання працівниками нормативних актів з охорони праці на об'єктах підприємства чи виробничого підрозділу, колектив якого його обрав;
- уносити роботодавцеві обов'язкові на розгляд пропозиції про усунення виявлених порушень нормативно-правових актів із безпеки та гігієни праці, здійснювати контроль за реалізацією цих пропозицій;
- звертатися по допомогу до органу державного нагляду в разі, якщо вони вважають заходи роботодавця з охорони праці недостатніми;
- вимагати від майстра, бригадира чи іншого керівника виробничого підрозділу припинення роботи на робочому місці в разі виникнення загрози життю або здоров'ю працівників;
- уносити пропозиції щодо притягнення до відповідальності працівників, які порушують вимоги нормативно-правових актів з охорони праці;
- бути обраними до складу комісії з питань охорони праці підприємства в разі її створення.

Для виконання обов'язків уповноваженими з питань охорони праці роботодавець за власний рахунок організовує їх навчання, забезпечує необхідними засобами та звільняє від роботи на передбачений колективним договором строк зі збереженням за ними середнього заробітку (ч. 2 ст. 42 Закону про охорону праці).

					ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
						87
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Загалом до організації охорони праці входять декілька етапів, а саме:

- атестація робочих місць;
- навчання з охорони праці;
- проведення медоглядів працівників;
- фінансування витрат на охорону праці.

Стисло охарактеризуємо кожен із перелічених вище етапів.

*Атестація робочих місць.* Порядок її проведення регламентовано Порядком № 442 та Методрекомендаціями № 41.

Відповідно до п. 4 Порядку № 442 атестацію проводить атестаційна комісія, склад і повноваження якої визначають наказом по підприємству, організації, у строки, передбачені колективним договором, але *не рідше ніж раз на 5 років*.

Позачергово атестацію проводять у разі докорінної зміни умов і характеру праці з ініціативи роботодавця, профспілкового комітету, трудового колективу або його виборного органу, органів Держпраці.

Атестація робочих місць передбачає (п. 6 Порядку № 442):

- визначення факторів та причин несприятливих умов праці;
- гігієнічні та гігієнічні дослідження факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудових процесів на виробництві;
- комплексну оцінку факторів виробничого середовища та характеру праці на відповідність стандартам безпеки праці, будівельним і санітарно-гігієнічним нормам і правилам;
- визначення ступеня та характеру шкідливості та ризику роботи за класифікацією здоров'я;
- обґрунтування віднесення робочого місця до категорії шкідливих (особливо шкідливих), важких (особливо важких) умов праці;
- визначення (визнання) права на першочергове пенсійне страхування працівників, зайнятих на роботах у несприятливих умовах;
- складання переліку робочих місць, виробництв, професій та посад із пільговим пенсійним забезпеченням працівників;

					ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
						88
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- аналіз реалізації технічних й організаційних заходів, спрямованих на оптимізацію рівня гігієни, характеру й безпеки праці.

Результати атестації використовують для розроблення заходів щодо покращення умов праці й оздоровлення працівників та під час визначення права на пенсію за віком на пільгових умовах, пільг і компенсацій за рахунок підприємств, установ та організацій, обґрунтування пропозицій про внесення змін до списків виробництв, робіт, професій, посад і показників, зайнятість у яких надає право на пенсію за віком на пільгових умовах (абз. 1 п. 10 Порядку № 442).

*Навчання з охорони праці.* Під час прийняття на роботу та в процесі роботи працівники повинні пройти за рахунок роботодавця інструктажі, навчання з питань охорони праці, надання першої медичної допомоги потерпілим і правил поведінки у разі нещасного випадку. Працівники, зайняті на роботах з підвищеним ризиком або підлягають відбору, повинні щороку проходити спеціальне навчання та перевірку знань з питань нормативного законодавства про охорону праці, витрати на які несе роботодавець (ст. 18, абз. 1, п. 1 Закону про працю). 2) Закон про охорону праці).

Порядок проведення навчання та перевірки знань посадових осіб з питань охорони праці визначений Типовим положенням № 15.

Працівники, у тому числі державні службовці, які не пройшли навчання, інструктаж і перевірку знань з охорони праці, до роботи не допускаються. Якщо виявлено, що працівники, у тому числі посадові особи з недостатнім рівнем знань з питань охорони праці, протягом одного місяця повинні пройти повторне навчання та перевірку знань (частини 6 і 7 статті 18 Закону про охорону праці). Дивіться більше про це. «Навчання з охорони праці: організація, види, цикли».

*Медогляди працівників.* Про обов'язкові медогляди працівників зазначено у ст. 17 Закону про охорону праці. Зокрема, останньою визначено, що роботодавець зобов'язаний за свої кошти забезпечити фінансування й організувати проведення попереднього (під час прийняття на роботу) і періодичних (протягом трудової діяльності) медичних оглядів працівників, зайнятих на важких роботах, роботах зі шкідливими чи небезпечними умовами праці або таких, де є потреба в

					ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		89

професійному доборі, щорічного обов'язкового медичного огляду осіб віком до 21 року.

За результатами регулярних медичних оглядів роботодавець зобов'язаний забезпечити, у разі необхідності, вжиття відповідних заходів щодо поліпшення стану здоров'я працівника. Медичні огляди проводяться відповідним медичним закладом, а працівник несе відповідальність згідно із законодавством за те, щоб медичний висновок відповідав фактичному стану здоров'я працівника.

*Витрати на забезпечення охорони праці.* На роботах зі шкідливими і небезпечними умовами праці, а також роботах, пов'язаних із забрудненням або несприятливими метеорологічними умовами, роботодавець зобов'язаний за рахунок власних коштів і відповідно до встановлених норм безоплатно видавати працівникам спеціальний одяг, спеціальне взуття, інші засоби індивідуального захисту, а також мийні та знешкоджувальні засоби (ст. 8 Закону «Про охорону праці»). За порушення законодавства про охорону праці посадові особи підприємств, установ, організацій незалежно від форми власності, та фізособи-підприємці несуть дисциплінарну, адміністративну, матеріальну, кримінальну відповідальності (ст. 44 Закону про охорону праці).

На молокопереробному підприємстві технологічне устаткування, що використовується на підприємстві для виробництва продукції включає в себе такі елементи: ємність для молока, насос, пастеризатор, сепаратор-очисник; гомогенізатор; резервуар для сквашування; насос; розливний автомат.

Всі вище зазначені одиниці обладнання мають напругу 220 В. Підприємства використовують електроенергію з міської електромережі. Трансформаторні підстанції розташовані на території підприємства. На заводі використовуються конденсаторні батареї, які працюють як в ручному, так і в автоматичному режимі. На заводі широко використовуються трифазні асинхронні електродвигуни з короткозамкненими роторами різної потужності.

Котельно-компресорна зона обладнана вибухозахищеною клапанною системою, що працює під напругою 220В. Можливі причини несприятливого впливу на операторів під час виробничого процес уключають

					ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
						90
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- ураження електричним струмом;
- травмування рухомими частинами обладнання;
- механічні пошкодження під час технічного обслуговування обладнання;
- опіки при підвищенні температури поверхні.

Безпека працівників значною мірою залежить від здатності технологічного обладнання підтримувати безпечний стан при виконанні конкретних функцій в конкретних умовах протягом конкретного періоду часу.

Основна роль у забезпеченні безпечної експлуатації обладнання належить конструкції безпеки, з контрольно-вимірювальними приладами, запобіжними пристроями, блокувальними пристроями, автоматичною сигналізацією і захисними пристроями, які можуть контролювати дотримання нормальних умов технологічного процесу.

Технічний інвентар, обладнання, пристрої, прокладки та ущільнення повинні бути виготовлені з матеріалів, дозволених Міністерством охорони здоров'я України для контакту з харчовими продуктами. Технічне обладнання повинно бути розташоване згідно з технічною схемою і забезпечувати поточність технологічних процесів. Молокопроводи повинні бути максимально короткими і прямими, за винятком зустрічі потоків сировини і готової продукції. При розміщенні обладнання повинні бути дотримані вимоги щодо забезпечення гігієни виробничого процесу, передбачена можливість миття, прибирання та санітарної обробки приміщень та обладнання. Обладнання, апарати та молокопроводи повинні очищатися та дезінфікуватися щодня після завершення технологічного циклу.

Гарячі поверхні машин повинні бути теплоізовані, а рухомі частини огорожені.

Заходи безпеки при обслуговуванні технічного обладнання:

1. Обладнання, інструменти, інвентар та молокопроводи необхідно чистити та дезінфікувати після кожної операції.

2. При очищенні технічного обладнання забороняється мити водою електродвигуни та інше електрообладнання і посуд. Забороняється експлуатація

					ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
						91
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

сорочок молочних і молочних танків, а також резервуарів чанів без води, якщо вони заповнені менше ніж на 50%. Під час роботи ємнісних теплообмінників подача пари повинна здійснюватися після заповнення парової сорочки рідиною.

3. Під час експлуатації пастеризаторів, парових котлів і мийних машин необхідно контролювати тиск пари, систематично перевіряти запобіжні пристрої і дотримуватися обережності при зливі гарячих продуктів.

4. Під час експлуатації ванн слід дотримуватися обережності, щоб не допустити перемішування або додавання наповнювача.

5. Не використовувати механічну допомогу насоса або прості запобіжні пристрої на маслоробках, пастеризаторах, сепараторах, двигунах, контрприводах або трансмісійних шківках, а також не застосовувати приводний ремінь у такому вигляді, як він є. Використання каніфолі, порошку або пасти для зменшення ковзання ременя під час руху трансмісії заборонено.

6. У цехах і на дільницях, де експлуатується технічне обладнання підвищеної небезпеки, на видному і доступному місці біля відповідної машини або приладу повинні бути вивішені інструкції з безпечного обслуговування та догляду за таким обладнанням, а також знадання першої допомоги у разі нещасного випадку.

7. Перед початком роботи необхідно оглянути робочу зону і переконатися, що вона вільна від зайвих предметів, що основні компоненти обладнання знаходяться в справному стані і що воно працює на холостому ході.

8. Не залишати обладнання без нагляду під час роботи.

На підприємстві діють небезпечні та шкідливі виробничі фактори, які можна поділити на фізичні фактори, хімічні фактори, психофізичні фактори та санітарно-гігієнічні фактори.

Фізичні фактори.

- рух машин і механізмів, переміщення продукції, заготовок і матеріалів;
- підвищена температура поверхонь устаткування, матеріалів;
- підвищеним рівень шуму на робочому місці;
- підвищений рівень електромагнітних випромінювань;
- підвищена яскравість світла;

					ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
						92
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ВИСНОВКИ

1. Проаналізовано іноземні та вітчизняні літературні джерела стосовно фізичних та хімічних властивостей лактози (молочного цукру), можливостей її застосування в різних галузях та зокрема в харчовій промисловості. Лактозу застосовують для приготування поживних середовищ, зокрема при виробництві пеніциліну.

2. Проведено оцінку безпечності використання лактози, з допомогою літературних джерел, та вплив різних факторів на процес виробництва.

3. Лактозу отримують з відходів багатотонажного молочного виробництва, зокрема з молочної сироватки – відходу, що робить технологію енерго- та ресурсозберігаючою.

4. Розраховано матеріальний баланс виробництва лактози (молочного цукру). З 28 000 кг молочної сироватки отримано 1164 кг лактози. Сумарні технологічні втрати лактози становлять 8,41%.

4. Розраховано тепловий баланс виробництва для кристалізації. Виконано підбір обладнання згідно з розрахунками матеріального балансу. Головним обладнанням лінії є кристалізатор з габаритами 1700x1300.

5. Розроблено апаратурно-технологічну схему виробництва лактози, яка відповідно до принципової схеми процесу послідовно поєднує етапи знежирювання і згущення сироватки, кристалізації, промивання і відділення кристалів лактози.

6. Собівартість при виробництві лактози (молочного цукру) становить 65,63 грн. за упаковку 1 кг.

					<i>ННІХТ.ХТ-4-13.023.161.094. КР.ПЗ</i>			
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата				
Розраб		Прокопенко Я.І.			<b>ВИСНОВКИ</b>	Літера	Арк	Аркушів
Пров		Подобій О.В.					94	98
Н. Контр.		Бойчук Т.М.				<i>НУХТ. каф. ТЖХТ</i>		
Затв.		Носенко Т.Т.						

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Євлаш В.В., Торяник О.І., Коваленко В.О., Аксьонова О.Ф., Отрошко Н.О., Кузнецова Т.О., Павлоцька Л.Ф., Торяник Д.О. Харчова хімія: Навчальний посібник. Харків, Світ книг, 2012. 504 с.

2. Чернюшок О. А. Сироватка молочна – біологічно цінний продукт / О. А. Чернюшок, О. В. Кочубей-Литвиненко, В. П. Василів, Ю. О. Дашковський, О. В. Ардинський, Л. А. Федоренко. Харчова наука і технологія, 2011. № 1. С. 40-42. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Khnit\\_2011\\_1\\_12](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Khnit_2011_1_12).

3. Подобій О.В. Хімія та технологія харчових добавок: конспект лекцій для здобувачів освітнього ступеня «Бакалавр» спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» освітньо-професійної програми «Хімічна технологія», денної та заочної форм навчання. Київ, НУХТ, 2019. 131с.

4. Codex Alimentarius. URL: [https://food.ec.europa.eu/horizontal-topics/international-affairs/international-standards/codex-alimentarius\\_en](https://food.ec.europa.eu/horizontal-topics/international-affairs/international-standards/codex-alimentarius_en)

5. Губський Ю.І. Біологічна хімія: підручник. Київ-Тернопіль: Укрмедкнига, 2000. 508 с.

6. Пересічний М.І., Кравченко М.Ф., Карпенко П.О., Карпачов В.В. Підсолоджувальні речовини у харчуванні людини. Київ: КНТЕУ 2004. 446с.

7. Горбатова К.К. Хімія та фізика молока, підручник. СПб, ГІ ОРД, 2004. 288 с.

8. Zadow, J. G. Lactose: properties and uses. Journal of Dairy Science, 1984, 67.11: Pages 2654-2679.

9. Booij C.J. Use of lactose in the pharmaceutical and chemical industry. International Journal of Dairy Technology, 1985. № 38.4. P. 105-109.

10. Hoppe G.K., Higgins J.J. Demineralization. In: Zadow JG (ed) Whey and lactose processing. Elsevier, London, 1992Pages 91-131.

					<i>ННІХТ.ХТ-5-3.023.161.095. КР.ПЗ</i>		
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата			
Розраб		Прокопенко Я.І.			Літера	Арк	Аркушів
Пров		Подобій О.В.				95	98
Н. Контр.		Бойчук Т.М.			СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ		
Затв.		Носенко Т.Т.					

11. Arvanitoyannis I.S., Kotsanopoulos K.V., Savva A.G. Use of ultrasounds in the food industry—methods and effects on quality, safety, and organoleptic characteristics of foods: a review. Crit. Rev. Food Sci. Nutr., 2017. № 57 (1). P.109-128.

12. Belwal T., Cravotto G., Luo Z. Sono-physical and sono-chemical effects of ultrasound: primary applications in extraction and freezing operations and influence on food components. Ultrason. Sonochem., 2020. № 60. P. 104726.

13. Санчес-Гарсія та ін., 2018. URL: <https://www.hielscher.com/uk/ultrasonic-lactose-crystallization.htm>

14. Анацкая А.Г. Создание новых молочных продуктов. Молочная промышленность, 2010. № 2. С. 29-32.

15. Болгова Н.В. Підходи до створення функціональних молочних продуктів Технології ХХІ века: Сборник тезисов по материалам 21й международной научной конференции (8-10 сентября 2015г.). Ч.1. Глухов, 2015. С. 27-28.

16. Болгова Н.В. Продукти харчування нової генераціїю. Міжнародна науково-практична конференція «Розвиток харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі: проблеми, перспективи, ефективність» (14 травня 2015 р.). Харків: ХДУХТ, 2015. Ч. 1. С. 56-58.

17. Взаимодействие пищевых волокон с различными функциональными ингредиентами пицци. Бессонов В.В. [и др.]. Вопросы питания: науч.-практич. журнал, 2012. Т. 81, № 3. С. 41 - 44.

18. Гриньова Д.В. Вплив якості молока на якість продуктів, виготовлених з нього. Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва: Вісник БНАУ: збірник наукових праць. Біла Церква, 2014. Вип. 2 (112). С. 136-138. URL: [138.http://repo.sau.sumy.ua/handle/123456789/2089](http://repo.sau.sumy.ua/handle/123456789/2089)

19. Остроумов Л.А., Гаврилов Г.Б. О составе и свойствах молочной сыворотки/ Хранение и переработка сельхозсырья, 2006. № 8. С. 47-48.

20. Ткаченко Н.А., Авершина А.С., Назаренко Ю.В. Харчова, біологічна, енергетична цінність напоїв кисломолочних для дитячого харчування «Біолакт». Харчова наука і технологія. Одеса:ОНАХТ, 2014. Вип. № 1. С. 18-24. URL: Режим доступу: <http://repo.sau.sumy.ua/handle/123456789/1937>

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	96

21. Машкін М.І., Париш Н.М. Технологія молока і молочних продуктів: Навчальне видання. К.: Вища освіта, 2006. 351 с.

22. Методичні рекомендації до складання матеріального та енергетичного балансу в хімічній технології: для студ. напряму підготов. 6.051301 «Хімічна технологія» денної форми навч./ Уклад.: Макаренко О.Г., Житнецький І.В. К.: НУХТ, 2015. 21 с.

23. Семенова О.І. Бублієнко Н.О., Ясінська В.О. Утилізація молочної сироватки – екологічна проблема молокозаводів. Сучасний рух науки: тези доповідей ІХ Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції, 2-3 грудня 2019 р. Дніпро, 2019. Т. 3. С. 240-243.

24. Обладнання для молочної промисловості. [URL]:<https://danker.ua/>.

25. Обладнання для молочної промисловості [URL]: <https://promf.com/ua/food-equipment-ua/molochne-ua/list-paster-milk-ua.html>.

26. Обладнання для молочної промисловості [URL]: <https://kmbp.com.ua/produksiya/rishennia-dlia-molochnoi-promyslovosti/okholodzhuvalno-kristalizatsijni-ustanovki/ustanovka-vakuumnoho-okholodzhennia>.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
						97

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание
Перв. примен.			1, 3, 5, 7, 9, 11	Відцентровий насос	6	
			2	Резервуар	1	
			4, 16	Сепаратор	2	
			6	Фільтрпрес	1	
			8	Проміжна ємність	1	
			10	Випарний апарат	1	
			12	Охолоджувач	1	
			13	Кристалізатор	1	
			14	Центрифуга	1	
			15, 17, 19	Шнек	3	
Стор. №			18	Стрічкова сушарка	1	
			20	Фасувальний автомат	1	
Підп. і дата						
Взам. інв. №						
Інв. № доц. б.						
Підп. і дата						
Інв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	НИХТ.ХТ-4-3.023.161.004.КР Специфікація технологічного обладнання
	Разраб.		Прокопенко Я.І.			
	Проб.		Подобій О.В.			НУХТ. каф. ТЖХТ
	Консульт.					
	Нконтр.		Подобій О.В.			
	Утв.		Носенко Т.Т.			