

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет інженерних систем та екології

Кафедра охорони праці і навколишнього середовища

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

на тему:

«Аналіз та удосконалення технологічного процесу промислового об'єкта»

Дубовенко Андрій Володимирович

Київ 2022 р.

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет інженерних систем та екології
Кафедра охорони праці і навколишнього середовища

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Ткаченко Т.М. _____

„___” _____ 2021 року

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

на тему:

«Аналіз та удосконалення технологічного процесу промислового об'єкта»

Виконав студент групи ТЗНС-41

Спеціальність: 183«Технології захисту
навколишнього середовища»

Дубовенко А.В.

Керівник: кандидат технічних наук,
доцент Березницька Ю.О.

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Факультет: інженерних систем та екології

Кафедра: охорони праці і навколишнього середовища

Освітній рівень: бакалавр

Спеціальність: 183 «Технології захисту навколишнього середовища»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Ткаченко Т.М. _____

„___” _____ 2022 року

ЗАВДАННЯ ДО ВИКОНАННЯ АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

_____ Дубовенко Андрій Володимирович _____

(прізвище, ім'я та по батькові студента)

1. Тема роботи: Аналіз та удосконалення технологічного процесу промислового об'єкта

затверджена наказом ректора КНУБА № _____ від «__» _____ 20__ р.

2. Керівник роботи: кандидат технічних наук, доцент Березницька Ю.О.

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

3. Строк подання студентом роботи до захисту _____

4. Зміст пояснювальної записки за розділами: Вступ. Загальна характеристика підприємства. Загальні відомості про підприємство ВАТ «Вінницький міський молочний завод». Фізико-географічне розташування підприємства. Основні види діяльності підприємства. Виробнича структура підприємства. Технологія процесу виробництва. Технологічний процес виготовлення твердого сиру. Приймання і сортування молока. Підготовка молока до переробки. Формування сиру. Пресування сиру. Соління сиру. Визрівання сиру. Пакування сирів. Бальна оцінка якості сиру. Вплив діяльності підприємства на навколишнє середовище. Джерела утворення стічних вод молокозаводу, їх характеристика та склад. Принципові рішення по обладнанню для зменшення та локалізації джерел забруднення. Санітарно-захисна зона. Обґрунтування вибору технології очищення стічних вод молокозаводу. Технологія очищення стічних вод молокозаводу методом біофільтрування. Технологія очищення стічних вод методом електрокоагуляції та електрофлоагуляції. Вибір технології очистки стічних вод молокозаводу. Розрахункові витрати стічних вод. Розрахунок коефіцієнта змішування стічних вод. Необхідний ступінь очищення стічних вод. Розрахунок аеротенка. Розрахунок вторинних відстійників. Охорона праці. Висновки. Список використаної літератури.

5. Графічний матеріал: дипломна робота містить 5 рисунків та 6 таблиць з вихідними даними та розрахунками.

6. Календарний план виконання роботи: а) наукова частина;
б) практична частина.

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Вступ	
Загальна характеристика підприємства	
Технологія процесу виробництва	
Вплив діяльності підприємства на навколишнє середовище	
Принципові рішення по обладнанню для зменшення та локалізації джерел забруднення	
Вибір технології очистки стічних вод молокозаводу	
Охорона праці	
Висновки	
Список використаної літератури	
Остаточне оформлення роботи	
Направлення роботи на рецензування, перевірку на плагіат	
Попередній захист роботи на кафедрі	

7. Консультанти розділів атестаційної випускної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Перевірів	
		Дата	Підпис
Розділ 1.			
Розділ 2.			
Розділ 3.			
Розділ 4.			
Розділ 5.			
Розділ 6.			

8. Дата видачі завдання _____

Зав. кафедри

_____ (підпис)

Ткаченко Т.М.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник

_____ (підпис)

Березницька Ю.О.

_____ (прізвище та ініціали)

Студент

_____ (підпис)

Дубовенко А.В.

_____ (прізвище та ініціали)

Реферат

Робота викладена на 71 сторінці друкованого тексту, містить 5 рисунків та 6 таблиць. Перелік посилань включає 46 джерел.

Сучасна промислова переробка молока – це складний комплекс взаємопов'язаних хімічних, фізико-хімічних, мікробіологічних, біохімічних, біотехнологічних, теплофізичних та інших трудомістких процесів. Підприємства молочної галузі оснащені сучасною переробною технікою. Рациональне використання технологічного обладнання потребує глибоких знань його особливостей. При цьому дуже важливо зберегти харчову та біологічну цінність компонентів сировини в молочних продуктах, які виготовляються.

Розвиток технології переробки молока і виробництва молочних продуктів визначається рівнем науково-технічного потенціалу країни та його сировинною базою. У свою чергу, впровадження нових технологій спрямоване на формування оптимального асортименту молочних продуктів, зниження витрат на їх виготовлення та реалізацію при збереженні або підвищенні рівня економічності виробництва. При цьому зазначені проблеми слід розглядати з урахуванням сьогодення країни і світової економіки в цілому.

Аналіз тенденцій та перспектив розвитку українського ринку молока та молочних продуктів дозволяє зробити висновок, що ця ринкова ніша одна з найбільш, динамічних та рентабельних, а, отже, і найбільш перспективних. Тому першочергове завдання держави полягає у створенні законодавчої бази, яка б забезпечувала умови для ефективної діяльності молокопереробних підприємств, створення конкурентного середовища у галузі та захист споживачів від неякісної молочної продукції.

З огляду на стрімку індустріалізацію, що спостерігалася в минулому столітті, та зростання темпів виробництва молока (близько 2,8% річних), переробка молочних продуктів, як правило, вважається найбільшим

промисловим джерелом стічних вод харчових продуктів, особливо в Європі. Стоки, які утворюються на різних стадіях виробництва, не скидаються одночасно, і тим самим утворюють потік із широкими якісними та кількісними варіаціями. Незважаючи на відмінності у складі, які обумовлені продуктом, що виготовляється та технологічними операціями, стоки молочних підприємств відрізняються підвищеною температурою та високим вмістом органічних речовин і мають широкий діапазон рН, що вимагає спеціального очищення для усунення або зменшення шкоди навколишньому середовищу. Обробка стічних вод молокозаводів включає застосування механічних, фізико-хімічних та біологічних методів.

Ключові слова: технологія процесу виробництва, промисловий об'єкт, санітарно-захисна зона, молочне виробництво, молоко, сир.

Зміст

	Вступ.....	9
Розділ 1	Загальна характеристика підприємства.....	13
1.1.	Загальні відомості про підприємство ВАТ «Вінницький міський молочний завод».....	14
1.2.	Фізико-географічне розташування підприємства.....	15
1.3.	Основні види діяльності підприємства.....	16
1.4.	Виробнича структура підприємства.....	17
Розділ 2	Технологія процесу виробництва.....	20
2.1.	Технологічний процес виготовлення твердого сиру.....	20
2.1.1.	Приймання і сортування молока.....	21
2.1.2.	Підготовка молока до переробки.....	25
2.1.3.	Формування сиру.....	31
2.1.4.	Пресування сиру.....	32
2.1.5.	Соління сиру.....	33
2.1.6.	Визрівання сиру.....	34
2.1.7.	Пакування сирів.....	35
2.1.8.	Бальна оцінка якості сиру.....	36
2.2.	Джерела утворення стічних вод молокозаводу, їх характеристика та склад.....	38
Розділ 3	Вплив діяльності підприємства на навколишнє середовище.....	41
3.1.	Загальна характеристика впливу діяльності підприємства на	

	8
навколишнє середовище.....	41
3.2. Характеристика діючої технології очистки стічних вод та стічних вод	48
Розділ 4. Принципові рішення по обладнанню для зменшення та локалізації джерел забруднення	52
4.1. Санітарно-захисна зона.....	52
4.2. Обґрунтування вибору технології очищення стічних вод молокозаводу.....	53
4.2.1. Технологія очищення стічних вод молокозаводу методом біофільтрування.....	53
4.2.2. Технологія очищення стічних вод методом електрокоагуляції та електрофлоагуляції.....	54
Розділ 5 Вибір технології очистки стічних вод молокозаводу.....	59
5.1. Розрахункові витрати стічних вод.....	59
5.2. Розрахунок коефіцієнта змішування стічних вод.....	59
5.3. Необхідний ступінь очищення стічних вод.....	60
5.4. Розрахунок аеротенка.....	62
5.5. Розрахунок вторинних відстійників.....	63
Розділ 6. Охорона праці	65
Висновки	67
Список використаної літератури	68

Вступ

Актуальність теми. Сучасна промислова переробка молока – це складний комплекс взаємопов'язаних хімічних, фізико-хімічних, мікробіологічних, біохімічних, біотехнологічних, теплофізичних та інших трудомістких процесів. Підприємства молочної галузі оснащені сучасною переробною технікою. Раціональне використання технологічного обладнання потребує глибоких знань його особливостей. При цьому дуже важливо зберегти харчову та біологічну цінність компонентів сировини в молочних продуктах, які виготовляються.[1-3]

Незважаючи на збитковість, багато переробних підприємств не відмовляється від нього, оскільки збут молока є джерелом систематичного надходження готівкових коштів протягом календарного року. Це пов'язано з тим, що продукція молочної галузі займає важливе місце у споживанні. Частка витрат на молочні продукти становить 15% від загальних витрат на харчування, але молокопродуктовий підкомплекс АПК України знаходиться в стані кризи.

Україна має одні з найкращих умов у світі для виробництва молока та молочних продуктів. Ринок молочних продуктів формується переважно під тиском рівня купівельної спроможності населення. [1,4]

Раціональна норма річного споживання молочних продуктів у перерахунку на молоко становить 438 кг на одну людину, у тому числі молока – 182 кг, масла – 5,5; кисломолочного сиру – 7,3; сметани – 6,5; сиру твердого – 6,5; молока знежиреного та продукції з нього - 15,9 кг. Рівень споживання молочної продукції в нашій країні є явно недостатнім – в останні роки близько 210 кг (55% норми). При цьому споживання молока і молочних продуктів населенням за останні роки зменшилось майже на 40%.

Проблема виробництва якісної та екологічно чистої продукції є дуже актуальною так як Україна вступила у СОТ. Тому зараз на всіх підприємствах застосовують нові технології, для отримання більш якісної продукції. У

перспективі основні тенденції розвитку ринку молочних продуктів в Україні будуть такими самими, як і в усьому світі. Збільшуватиметься споживання сирів, молочних напоїв, біоюгуртів, свіжих молочних продуктів. Незважаючи на постійну появу нових молочних продуктів, ринок питного молока в цілому залишиться на одному рівні або дещо зменшиться. Залежно від зусиль підприємств молочної промисловості може відтворитися ринок збуту масла. Споживачі почнуть віддавати перевагу молочним продуктам, виробленим в екологічно чистих умовах. [5]

Розвиток технології переробки молока і виробництва молочних продуктів визначається рівнем науково-технічного потенціалу країни та його сировинною базою. У свою чергу, впровадження нових технологій спрямоване на формування оптимального асортименту молочних продуктів, зниження витрат на їх виготовлення та реалізацію при збереженні або підвищенні рівня економічності виробництва. При цьому зазначені проблеми слід розглядати з урахуванням сьогодення країни і світової економіки в цілому.

Аналіз тенденцій та перспектив розвитку українського ринку молока та молочних продуктів дозволяє зробити висновок, що ця ринкова ніша одна з найбільш, динамічних та рентабельних, а, отже, і найбільш перспективних. Тому першочергове завдання держави полягає у створенні законодавчої бази, яка б забезпечувала умови для ефективної діяльності молокопереробних підприємств, створення конкурентного середовища у галузі та захист споживачів від неякісної молочної продукції.

З огляду на стрімку індустріалізацію, що спостерігалася в минулому столітті, та зростання темпів виробництва молока (близько 2,8% річних), переробка молочних продуктів, як правило, вважається найбільшим промисловим джерелом стічних вод харчових продуктів, особливо в Європі. Стоки, які утворюються на різних стадіях виробництва, не скидаються одночасно, і тим самим утворюють потік із широкими якісними та кількісними варіаціями. Незважаючи на відмінності у складі, які обумовлені продуктом, що виготовляється та технологічними операціями, стоки молочних

підприємств відрізняються підвищеною температурою та високим вмістом органічних речовин і мають широкий діапазон рН, що вимагає спеціального очищення для усунення або зменшення шкоди навколишньому середовищу. Обробка стічних вод молокозаводів включає застосування механічних, фізико-хімічних та біологічних методів [1].

Механічна обробка зменшує частини завислих твердих речовин у стічній воді. Фізико-хімічні процеси ефективні при видаленні емульгованих сполук, але додавання реагенту збільшує витрати на обробку води та призводить до необхідності утилізації відпрацьованого реагенту. Іншим недоліком є дуже низьке зниження органічних сполук (ХСК).

За останні роки в Україні спостерігається постійне зростання попиту на морозиво та кисломолочну продукцію (йогурти, ряжанку, кефір, сиркові маси) і зменшення об'єму виробництва пастеризованого молока; відповідно у стічних водах зростає концентрація нерозчинених органічних часток (кисломолочної продукції та сухого молока). Низька ефективність первинного відстоювання при очищенні стічних вод молокозаводів та зростання концентрацій завислих речовин є причинами пошуку нових рішень щодо очищення стічних вод підприємств молочної промисловості [2, 3].

Предмет дослідження: Аналіз та удосконалення технологічного процесу виготовлення молочної продукції

Об'єкт дослідження: ВАТ «Вінницький міський молочний завод».

Мета роботи: обґрунтування та вибір оптимальної технології очищення стічних вод на прикладі молокозаводу.

Завдання:

- оцінити технологічні процеси виготовлення молочної продукції;
- визначити основні відходи та види забруднення;
- запропонувати заходи зменшення викидів та негативного впливу на навколишнє середовище;
- навести джерела утворення стічних вод молокозаводу та їх характеристику;

- здійснити аналіз існуючих технологій очищення стічних водмолокозаводу;
- здійснити необхідні розрахунки основного та допоміжного обладнання;
- запроектувати технологічну, апаратурну схеми та креслення аеротенка-вितиснювача;
- описати заходи стосовно охорони праці та довкілля, яких слід дотримуватись на станціях водоочистки.

Розділ 1

Загальна характеристика підприємства

Молочна промисловість включає перетворення сирого молока на пастеризоване та кисле молоко, йогурт, твердий, м'який сир, вершково-масляні вироби, морозиво, молочні та сироваткові порошки, лактозу, згущене молоко, а також різні види десертів. Загальні відмінності між цими продуктами харчування обумовлені використанням нежирного молока та сироватки (побічним продуктом у виробництві сиру) [1].

З огляду на стрімку індустріалізацію, що спостерігалася в минулому столітті, та зростання темпів виробництва молока (близько 2,8% річних), переробка молочних продуктів, як правило, вважається найбільшим промисловим джерелом стічних вод харчових продуктів, особливо в Європі.

Розвиток технологій переробки молока та виробництва молочних продуктів визначається рівнем науково-технічного потенціалу країни та його сировинною базою. У свою чергу, впровадження нових технологій спрямоване на формування оптимального асортименту молочних продуктів, зниження витрат на їх виготовлення та реалізацію при збереженні або підвищенні рівня економічності виробництва. При цьому зазначені проблеми слід розглядати з урахуванням сьогодення країни і світової економіки в цілому.

В останні роки виробництво молока і молочних продуктів, а також і кількість підприємств цієї галузі збільшилося. Це негативно вплинуло на стан поверхневих вод України. Поверхневі води містять у своєму складі забруднюючі речовини природнього походження, причиною утворення яких є малий біогенний та великий геологічний колообіг природних речовин, а також забруднюючі речовини антропогенного походження. Наявність останніх у водному середовищі є результатом використання недосконалих технологій очищення побутових стічних вод промислових підприємств [3].

За останні роки в Україні спостерігається постійне зростання попиту на морозиво та кисломолочну продукцію (йогурти, ряжанку, кефір, сиркові маси) і

зменшення об'єму виробництва пастеризованого молока; відповідно у стічних водах зростає концентрація нерозчинених органічних часток (кисломолочної продукції та сухого молока). Низька ефективність первинного відстоювання при очищенні стічних вод молокозаводів та зростання концентрацій завислих речовин є причинами пошуку нових рішень щодо очищення стічних вод підприємств молочної промисловості [2, 3].

1.1. Загальні відомості про підприємство ВАТ «Вінницький міський молочний завод»

Відкрите акціонерне товариство «Вінницький міський молочний завод» знаходиться за адресою: 21034, м. Вінниця, вул А. Іванова,55.

«Вінницький міський молочний завод» засновано в 1997 р. шляхом реорганізації державного підприємства. Основною діяльністю підприємства являється виробництво продуктів переробки більш ніж 50 різновидів молочної продукції під торговою маркою «Молочна родина», серед яких: молоко: молоко цільно-молочне, сметана фасована, йогурти, кефір, сир, морозиво, сухе молоко. Випуск продукції становить близько 10219 т/рік. 96% акцій підприємства володіє компанія WMG West Milk Limited (Кіпр).

На ВАТ «Вінницький міський молочний завод» для всіх видів молочних консерв застосовуються наступні загальні технологічні операції:

- прийомка і оцінка якості молока;
- очистка;
- охолодження (до 4-6°C) та короткочасне резервування;
- нормалізація (стандартизація);
- пастеризація молочної суміші;
- загущення.

1.2. Фізико-географічне розташування підприємства

Територія області складає 26,5 тис.км², 4,4% території України. Область розташована в лісостеповій смузі правобережної частини України.

Вінницька область розміщена в лісостеповій зоні центральної частини Правобережної частини України. Територія суші становить 2606,4 тис.га, або 98,4% від загальної площі області, решта (1,6%) зайнята внутрішніми водами. Річки області належать до басейнів Південного Бугу, Дністра та Дніпра: з них: 2 великих (р.Південний Буг та р.Дністер), 4 середні (р.Соб, Гірський (Гнилий) Тікич, р.Мурафа, р.Рось) та 4555 малих.

У центральній частині області з північно-західного на південно-східний напрямок протікає р.Південний Буг (з правими притоками Згар, Рів, Сільниця, Дохна; лівими - Снивода, Десна, Соб, Удич), по південно-західній межі області тече р.Дністер (з лівими притоками: Лядова, Немія, Мурафа та ін.). У північних та північно-східних районах області протікають річки, що належать до Дніпровського басейну: р.Рось, р.Гуйва, р.Гнилоп'ять.

В межах області 56 водосховищ, загальною площею водного дзеркала 11167га; найбільше Ладжинське водосховище (2,2 тис.га), за даними інвентаризації станом на 25.12.2015 року 5298 ставків загальною площею водного дзеркала біля 30,0 тис.га. Річки і водойми використовують для рибництва, промислового і комунального водопостачання, зрошення земель, а також як джерело гідроенергії.

Річкою Південний Буг територія області ділиться на дві частини: лівобережну, яка відноситься до Придніпровської височини і правобережну – Подільського плато. Поверхня Вінниччини - підвищене плато, що знижується в напрямі з північного заходу на південний схід. Більша частина території Вінницької області розташована в межах Українського кристалічного щита. Сучасний рельєф області – в основному хвиляста, подекуди горбиста, рівнина, розгалужена чисельними долинами річок, ярами та балками, особливо в районі Придністров'я.

Важливу роль у водному господарстві Вінниччини відіграють підземні води, як найбільш надійне джерело доброякісної питної води. Прогнозні запаси підземних вод області становлять 324,9 млн.м³/рік, затверджені експлуатаційні запаси - 45,7 млн.м³/рік.

На Вінниччині поширені лісостепові ландшафти. В лісах переважають широколистяні породи дерев: граб, клен, липа, дуб, ясен. Трав'яниста рослинність характеризується великою різноманітністю. Лише диких рослин нараховується біля тисячі видів.

Найхолодніший місяць по всій області – січень, найтепліший – липень. Середні амплітуди коливань температури протягом року не перевищують 25⁰С. Під впливом континентальних повітряних мас іноді спостерігається зниження температури в окремі дні до -32...-38⁰С, влітку – підвищення до +37⁰С, найвищі температури спостерігається у липні-серпні.

Середньорічні суми опадів на території області складають 440-590 мм. Найбільша кількість опадів буває на північному заході території Вінниччини. Максимум опадів припадає на травень – липень (130-170 мм). Найменш вологими є зимові місяці, на холодну пору року припадає 25% опадів: в грудні-лютому випадає 65-80 мм опадів. Перехід від однієї пори року до іншої відбувається поступово.

Клімат Вінниччини сприятливий для сільськогосподарського виробництва: тривале тепле та досить вологе літо, рання весна, суха осінь зима с помірними морозами та значним сніговим покривом – все це позитивно впливає на ріст зернових, технічних та садових культур.

1.3. Основні види діяльності підприємства

Основний вид діяльності ВАТ «Вінницький міський молочний завод»– це переробка молока, яке закуповується у товаровиробників та молокоздавців, на молочну продукцію для забезпечення населення.

Предметом діяльності підприємства є виробництво цільномолочної продукції, масла тваринного, казеїну технічного, сиру.

Сировинною зоною підприємства в основному є прилеглі до заводу райони. Свою продукцію ВАТ «Вінницький міський молочний завод» збуває в межах Вінницької області.

Виробництво продукції ведеться згідно затверджених технологічних інструкцій, технічних умов.

1.4. Виробнича структура підприємства

Виходячи з позиції системного підходу і виділення внутрішнього та зовнішнього середовища організацій, важливого значення при дослідженні підприємства має вивчення особливостей його внутрішніх та зовнішніх змінних. До основних внутрішніх елементів системи належать: технологія, ціль, завдання.

Персонал та структура ВАТ «Вінницький міський молочний завод» є типовою для молочних заводів.

Головний виробничий корпус – двоповерхова споруда з напівпідвальним приміщенням та технічним поверхом.

В напівпідвальному приміщенні розташовано тарний цех з складом тари, побутові приміщення, приймальний цех з відділом мийки автоцистерн, повітряна компресорна, цех по виробництву казеїну.

Перший поверх – цільномолочний цех по розливу молока в скляну тару (0,2л; 0,5 л; 1,0 л) та поліетиленову плівку, склади готової продукції (камерне дозрівання та зберігання), цех розливу молока і сметани у фляги ємністю 25 і 38літрів з відділенням мийки фляг.

Другий поверх – апаратний цех, маслоцех, сировий цех з камерами зберігання готової продукції та центральна лабораторія.

Технічний поверх обладнаний системою приточно-витяжної вентиляції та двома буферними баками для води по 30 м³ кожний.

В 2006 році в зв'язку з виробничою необхідністю було проведено реконструкцію заводу і введено в експлуатацію нові корпуси: Головний виробничий корпус з адміністративним; Котельня; Складські приміщення; Заправочний блок пункт; Водяний резервуар.



Рис. 1.1. Розміщення цехів на території заводу

1. Адміністративний корпус
2. Головний виробничий корпус (цехи)
3. Котельня
4. Компресорний цех
5. Лабораторія
6. Цех прийомки молока
7. Транспортне господарство
8. Складське приміщення
9. Водяний резервуар
10. Енергетичне господарство
11. Очисні споруди
12. КПП

В наступні роки на заводі щорічно планується проводити реконструкцію і технічне переоснащення, що дасть можливість на існуючих площах довести потужність до 30 т. переробки молока в зміну.

В 2007 році була проведена реконструкція сиркової дільниці і приміщенням безсалфеточного виробництва сирів, в 2008 році встановлено обладнання для виробництва сиру твердого обезжиреного для плавлених сирів.

В дільницях розміщені автоматизовані пластинчасті пастиризаційно-охолоджуючі установки типу ОПУ-15 і ОКЛ-25 потужністю 10 і 15 тис. літрів в годину. Там же розміщено 2 сепаратори ОСН-С для сепарування молока, потужністю 5 тис. літрів кожний. Всі установки працюють в автоматизованих режимах, сепаратори мають пристрій для мийки та очистки без зупинки барабанів.

Розлив молока ведеться на автоматі АП-ІН, де молоко розливається в пляшки, паперові пакети, автомат ЛР-І встановлений в 1997 році, де молоко розливається в пляшки, поліетиленову плівку. Крім цього в розливочному цеху діють 2 лінії для розливу молока та молочних продуктів в скляну тару потужністю 2 тис. пляшок (1 лінія для розливу молока та кисломолочних продуктів в пляшки місткістю 0,5 л., а також 1 лінія для пляшок і банок місткістю 1 л. та 0,2 л).

Всього на заводі в основних і допоміжних цехах встановлено 256 одиниць обладнання загальною потужністю 1100 кВт. Річна потреба в природному газі 1,5 млн. м³. Середній вік технічного обладнання до списання 10 р., а сепараторів – 7р.

Коефіцієнт загрузки обладнання був найвищим – 1,0, що залежить від наявності сировини для переробки.

Розділ 2

Технологія процесу виробництва

2.1. Технологія процесу виробництва

Правильна і своєчасно проведена первинна обробка зберігає початкові властивості свіжовидоєного молока. Розрізняють первинну, або неповну, та повторну, або повну, обробку молока. Первинна обробка молока включає очищення його від механічних домішок, охолодження, зберігання за низької температури і транспортування.

Молокопідприємства здійснюють повторну обробку молока. При цьому його очищають на відцентрових очисниках, нормалізують за вмістом жиру, пастеризують, охолоджують і розливають у фляги або розфасовують у тару. Після такої обробки молоко дещо відрізняється від свіжовидоєного за хімічним складом, кількісним і якісним вмістом мікрофлори, біологічними та смаковими властивостями.

У виробництві швейцарського та подібних до нього сирів використовують пропіоновокислі бактерії. Проте основне значення в технології всіх сирів мають молочнокислі бактерії, тому наявність їх у молоці, призначеному для виробництва сиру, є обов'язковою.

Внесення в молоко (сире чи пастеризоване), призначене для виробництва сиру, закваски із активних рас молочнокислих бактерій забезпечує розвиток потрібної для визрівання сиру мікрофлори, тому закваски застосовують у виробництві всіх натуральних сирів. До складу заквасок входить, залежно від виду виробленого сиру, набір спеціально виділених рас і штамів молочнокислих бактерій. Закваски, виготовлені у спеціальних лабораторіях, розсилаються на виробництво в сухому або рідкому вигляді.

У сироварінні застосовують переважно закваски двох видів: для так званих малих сирів (типу голландського) і великих (типу швейцарського).

Закваска для сирів з низькою температурою другого нагрівання містить по кілька штамів. Ця комбінація культур забезпечує необхідні органолептичні властивості сиру. Багатоштамовий їх склад створює фагорезистентність, оскільки при зараженні бактеріофагом тільки частина штамів підлягає лізису, інша ж зберігається. Для сирів типу швейцарського, тобто з високим нагріванням, використовують додаткову закваску, яка складається із молочнокислих паличок.

У практиці значного поширення набуває використання свіжих рідких бактеріальних заквасок як більш активних. Їх готують у спеціальних лабораторіях із сухих заквасок і негайно розсилають на заводи. Звичайно рідкі закваски пересівають тільки 1 – 2 рази, а потім замінюють новими. Роблять це для запобігання забрудненню сторонньою мікрофлорою. Закваску вносять у молоко перед визріванням: 0,1 – 0,2 % в сире молоко і до 0,5 % — у пастеризоване. Для сирів типу швейцарського застосовують додаткову закваску з культури пропіоновокислих бактерій у дуже невеликих кількостях (кілька крапель культури на 100 кг молока).

Останнім часом закваску виготовляють у вигляді бактеріальних концентратів, які містять необхідні для сироваріння культури бактерій, виділених з рідких середовищ бактофугуванням.

Для всіх сичужних сирів загальна технологія складається з таких основних технологічних операцій.

2.1.1. Приймання і сортування молока

Сир можна виробляти лише з придатного для сироваріння молока, яке має такі фізико-хімічні і біологічні властивості: нормальні смак, запах, колір, консистенцію і свіжість; нормальний склад, достатню кількість і потрібне співвідношення казеїну й жиру; нормальні властивості білків і солей; необхідний якісний та кількісний склад мікрофлори; не знижену здатність зсідатися.

Загальну схему технологічної лінії виробництва твердих сичужних сирів наведено на рис. 2.1.

Загальна схема технологічної лінії виробництва сирів представлена на рис.2.2.

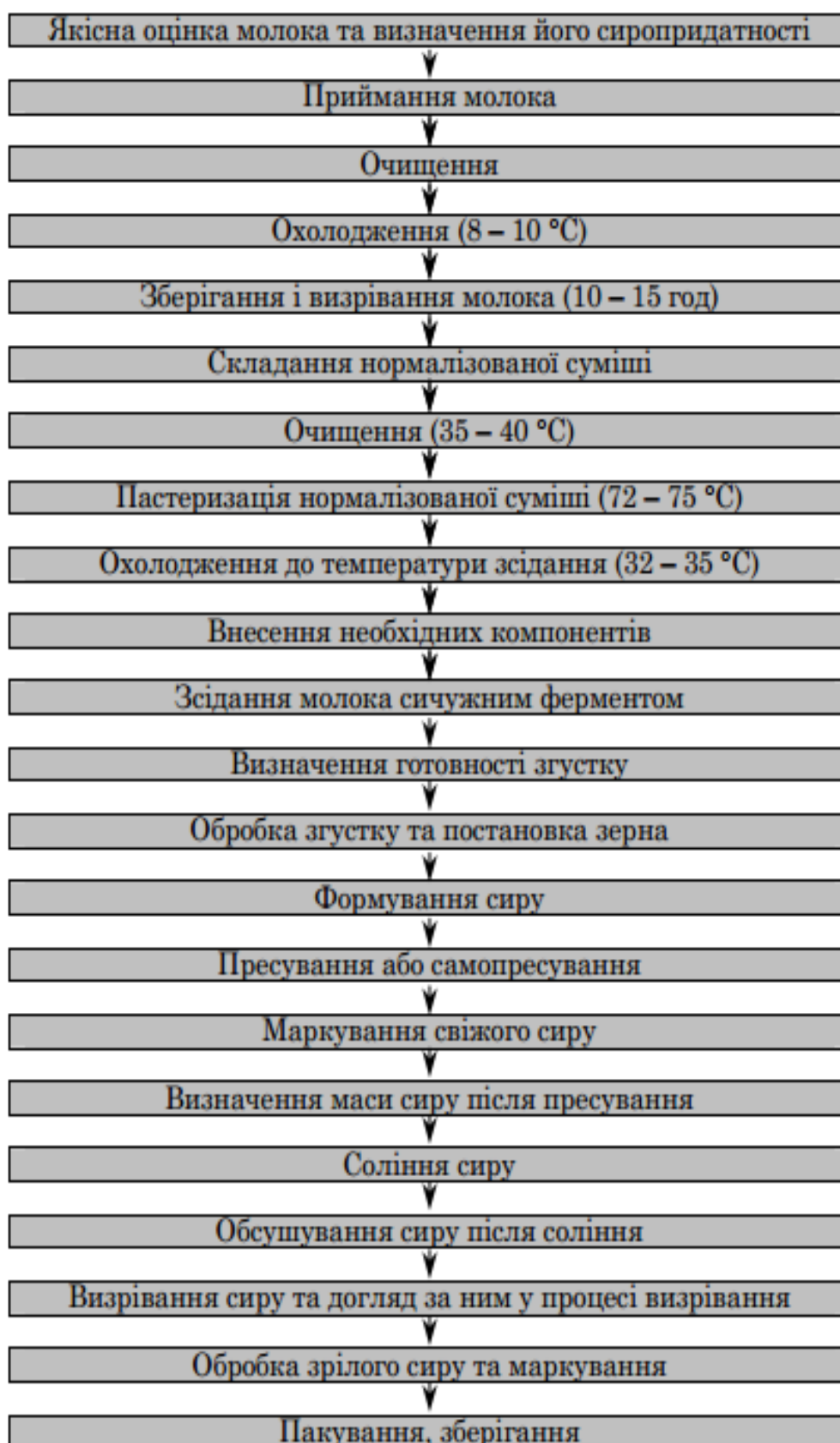
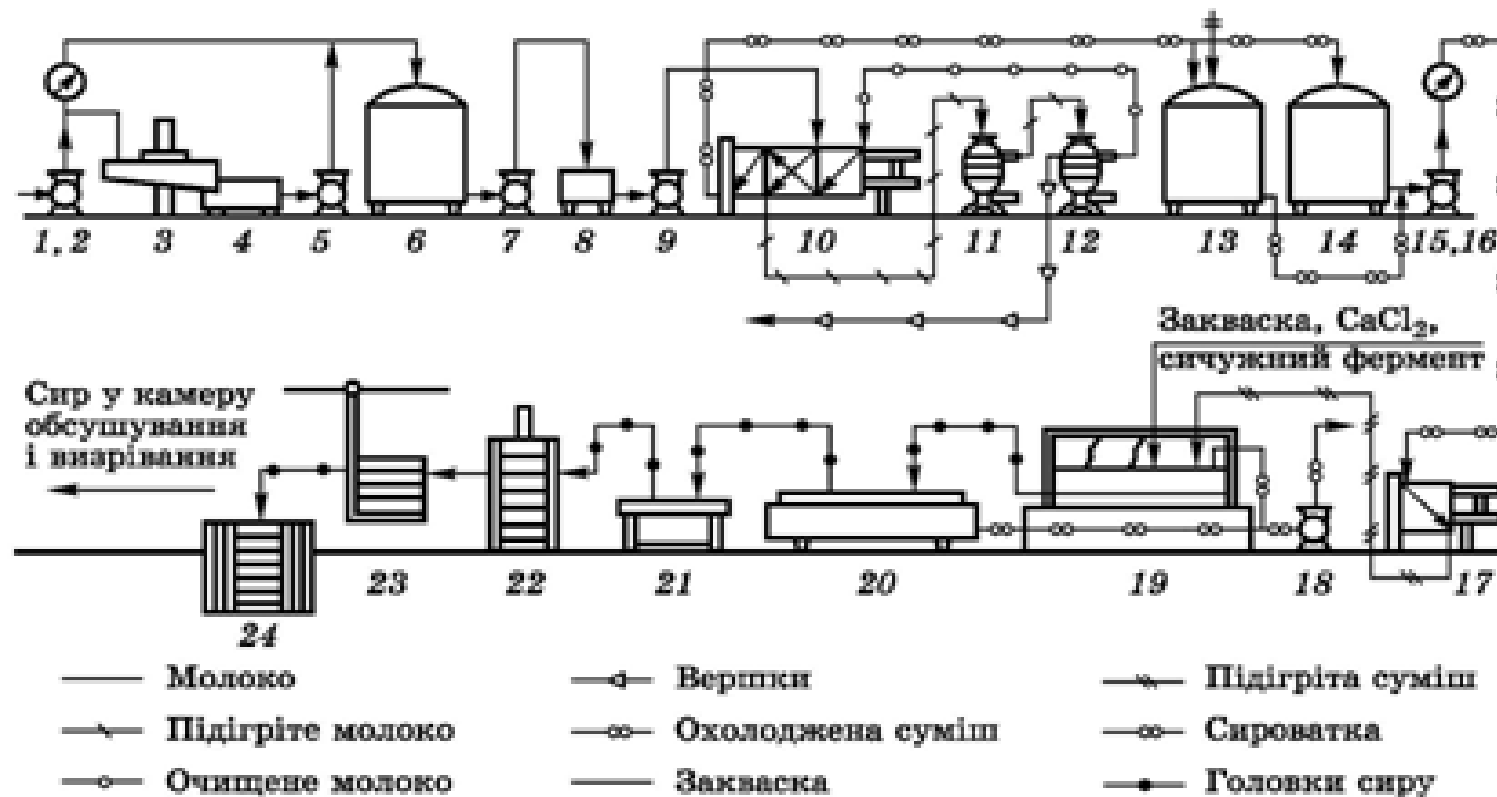


Рис. 2.1. Загальні технологічні операції виробництва сичужних сирів



1, 5, 7, 9, 10 і 18 — насоси; 2 і 16 — дільники; 3 — ваги; 4 — бак; 6, 13 і 14 — резервуари; 8 — урівнювальний бак; 10 — пластинчастий теплообмінник; 11 — сепаратор-молокоочисник; 12 — сепаратор-нормалзатор; 17 — пластинчастий підігрівач; 19 — ванна; 20 — формувальний апарат; 21 — стіл; 22 — прес; 23 — контейнер; 24 — басейн для соління сиру

Рис. 2.2. Загальна схема технологічної лінії виробництва сиру

Підвищений вміст альбуміну в молоці шкідливо впливає на визрівання сиру. Тому для виробництва сиру не можна використовувати молоко раніше ніж через 7 – 10 днів після отелення корови, а також коли до закінчення лактації залишається менше трьох тижнів.

Органолептичні властивості молока мають велике значення для сироваріння, бо його вади смаку, кольору й запаху спричинюють відповідні вади сиру. Проте, крім органолептичної оцінки, для виробництва сиру потрібна також проба молока на бактеріальне і механічне забруднення та на бродіння.

Придатність молока для виготовлення сиру значною мірою визначають корми, якими годують корів. На жодному молочному продукті так не позначається зміна раціонів і способів годівлі, як на сирах. Дослідами встановлено, що коли до раціону дійних корів вводять багато однакових концентрованих кормів, то якість сиру, виготовленого з молока таких корів, погіршується. Тому при годівлі корів не можна вводити до раціону один вид концентрованих кормів, який становить 20 – 30 % добової норми. Введення до раціону при годівлі дійних корів великої кількості кормів з кукурудзи (зелена маса, зерно, силос) добре впливає на якість молока і дає можливість виробляти сири високої якості.

У зимовий період на якості молока і виготовленого з нього сиру позитивно позначається годівля корів оптимальними даванками кормових і цукрових буряків, моркви, картоплі та інших коренебульбоплодів.

На якість сиру негативно впливає надмірна годівля корів гичкою буряків, жомом, силосом, бардою, картоплею, буряками, соломою, старим сіном, вико-вівсяною сумішшю, прілим сіном.

Кисла рослинність (полин, польова цибуля, часник, м'ята) також негативно впливає на якість сиру; пасовища засмічені нею, тому вона надає молоку та виробленому з нього сиру специфічного запаху цих рослин.

У молоці міститься від 0,7 до 1,0 % різних солей. Вони мають велике значення для виробництва сирів. Солі лимонної кислоти, наприклад,

підтримують білки молока в стані набухання. Особливо важливою для зсідання молока і одержання нормального згустку є наявність кальцію. Проте і його нестача, і зайва кількість у молоці негативно впливають на його зсідання.

Годівля корів високоякісним сіном і силосом підвищує вміст у молоці кальцію та вітамінів А і D.

Дуже важлива для виробництва сиру корисна мікрофлора молока, до якої належать молочнокислі і частково пропіоновокислі бактерії. Шкідливими і небезпечними в сироварінні є представники групи кишкової палички, гнильні і маслянокислі мікроби. Кількість мікрофлори у молоці перевіряють редуказною, а якість — бродильною і сичужно-бродильною пробами. Асептичне і дуже забруднене мікробами сире молоко, а також з наявністю хвороботворних мікробів непридатне для виробництва сиру.

Щоб процес виробництва сиру відбувався нормально, молоко перед заквашуванням повинно містити достатню кількість молочнокислих бактерій — стрептококів і паличок. Кількість цієї мікрофлори в молоці визначає ступінь його зрілості та придатності для виготовлення сиру.

Для зрілості молока має значення і стан у ньому солей, зокрема солей кальцію фосфату. У свіжовидоєному молоці ці солі перебувають у колоїдному стані, внаслідок чого сповільнюється зсідання молока і утворення згустку. Отже, свіжовидоєне молоко вважається малоприматним для виготовлення сиру.

При виробництві різних видів сирів потрібен різний ступінь зрілості молока, який залежить від способу його обробки та кислотності свіжого сиру. Ступінь зрілості молока для виготовлення швейцарського сиру становить 18 – 20 °Т, голландського і ярославського — 17 – 19, сирів типу чеддер — 20 – 22, м'яких -22 – 25 °Т.

Молоко, яке не відповідає таким вимогам, вважається некондиційним і для виготовлення сиру непридатним.

2.1.2. Підготовка молока до переробки

Мета підготовки молока до зсідання — забезпечити необхідні для виробництва сиру склад і властивості молока. Вона охоплює визрівання, пастеризацію, нормалізацію молока за жи-ром, внесення робочої закваски, кальцію хлориду, сичужного ферменту, харчового барвника для надання сиру необхідного за стандартом кольору.

Визрівання молока. Витримування доброякісного молока протягом 10-15 год за температури 8-10°C сприяє розвитку і накопиченню молочнокислої мікрофлори, результатом чого є підвищення кислотності молока на 1-2°Т, збільшення його динамічної в'язкості, підвищення вмісту розчинного фосфору й кальцію, зниження окисно-відновного потенціалу і зменшення дисперсності казеїну. Ці глибокі зміни (визрівання) позитивно позначаються на якості сиру. Витримування застосовують як щодо сирого, так і щодо пастеризованого молока. В останнє необхідно попередньо внести закваску чистих культур молочнокислих бактерій.

При виготовленні сиру не обов'язково піддавати визріванню все призначене на переробку молоко, можна до незрілого молока додати частину зрілого. Точних доз немає, та, виходячи з практики, вважають, що в суміш достатньо ввести до 50 % зрілого молока.

Нормалізація молока за вмістом жиру. Жирність—один із основних показників товарної якості сиру. Категорії жирності суворо визначені. Звичайно жирність сиру визначають не за абсолютним вмістом жиру в сирі, а за відношенням жиру до сухої речовини сиру, оскільки при коливаннях вмісту вологи абсолютна жирність сиру змінюється, а в перерахунку на суху речовину вона залишається незмінною.

Для виробництва сиру потрібно використовувати молоко (суміш) визначеної жирності. Здебільшого надходить молоко, жирність якого вища за потрібну, тому це молоко змішують у визначених співвідношеннях із знежиреним. Розрахунок жирності суміші має деякі особливості, оскільки відношення сухої речовини молока до вмісту жиру в ньому коливається в

широких межах залежно від породи тварин, періоду лактації, годівлі та інших умов. Крім того, не весь сухий залишок молока переходить у жир, частина сухих речовин залишається в сироватці, в тому числі і деяка кількість жиру, враховуючи також те, що суха речовина сиру доповнюється кухонною сіллю при солінні.

Найбільше значення в розрахунках має відношення жиру до казеїну, бо в сир переходять переважно жир і казеїн, але це відношення в молоці непостійне. Встановлено, що чим вища жирність молока, тим більше в молоці казеїну, однак зазначена залежність не суворо пропорційна, а збільшення вмісту казеїну трохи відстає від збільшення вмісту жиру. Таким чином, відношення жир-казеїн в жирному незбираному молоці більше, ніж у маложирному. Тому виникає потреба складати суміш з високожирного і маложирного молока з таким розрахунком, щоб наведене відношення було витримане на одному рівні в усіх випадках.

Зсідання молока. Для зсідання молока використовують ферментний препарат — сичужний порошок, який виробляють на спеціальних заводах із слизової оболонки сичуга молочних телят або ягнят. Кожний телячий сичуг містить кількість ферменту, достатню для зсідання 2 – 3 т, сичуг ягнят — до 200 кг молока. Назва сичужного порошку сичужним ферментом неточна, оскільки препарат містить різні травні ферменти, які є в сичузі, тому правильніше було б називати його ферментним препаратом або сичужним порошком. Проте назва «сичужний фермент» стійко увійшла в побут і широко використовується як практиками, так і в літературі. Зсідаючої здатності сичужному ферменту надає хімозин, хоча й інші протеолептичні ферменти здатні спричинити зсідання молока.

Зі шлунків дорослих тварин на м'ясокомбінатах виробляють ферментний препарат, який називають пепсином. Він, так само, як і сичужний фермент, випускається у вигляді порошку і складається з перетравних ферментів сичуга і шлунків нежуйних тварин. У виробництві сиру пепсин використовують тільки в крайніх випадках, вважаючи, що він є причиною

виникнення гіркового його присмаку. Насправді гіркового присмаку сир набуває тільки при використанні пепсину поганої якості.

Для зсідання молока можна застосовувати рослинні ферменти, зокрема папаїн, бромалін, фіцін та інші, а також ферменти плісені та бактерій. Такі ферментні препарати застосовують у деяких країнах, проте, оскільки дія їх на молоко недостатньо вивчена, у нас у сироварінні їх не використовують.

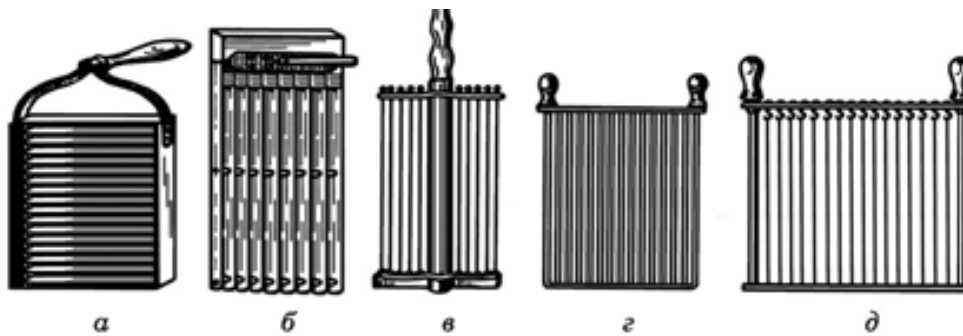
Зсідання молока сичужним ферментом складається із двох процесів, що відбуваються одночасно: утворення параказеїну та утворення структурного згустку. Перший процес спричинюється впливом сичужного ферменту, другий — дією іонів кальцію.

Готовність згустку визначають пробою на злам. Для цього у згусток трохи похило вводять кінець шпателя і обережно підіймають його. Готовий згусток при цьому дає рівний, із блискучими краями злам з виділенням прозорої світло-зеленого кольору сироватки. Якщо згусток ще не готовий, то злам матиме дряблий вигляд з виділенням каламутної сироватки. Неправильне визначення готовності згустку призводить до погіршення якості сиру і зменшення його виходу. Обробка згустку. У результаті зсідання молока сичужним ферментом утворюється гель — сирний згусток, який здатний виділяти вологу з розчиненими у ній речовинами (сироватку) і внаслідок цього стискатися. Щоб прискорити виділення сироватки, згусток розрізають і обробляють до одержання сирного зерна різних розмірів відповідно до певного виду сиру. Обробку ведуть у ваннах (рис. 2.3) за допомогою ножів, лір, механічних мішалок (рис. 2.4) або у сировиготовлювачах.

Підвищення температури при обробці сирного зерна призводить до посиленого відокремлення сироватки. Разом з тим нагрівання має значення для регулювання складу мікрофлори у складі сиру, особливо це стосується сирів з високою температурою нагрівання сирного зерна — до 56 – 58 °С (швейцарський), коли частина мікрофлори гине і залишаються тільки термофільні бактерії. Термічна обробка — один із головних прийомів регулювання вмісту в сирній масі сироватки і складу мікрофлори.

На швидкість виділення сироватки впливають також інші умови. Так, підвищення кислотності молока і згустку та визрілість молока сприяють прискоренню виділення сироватки. Розмір сирного зерна має важливе значення в обсушуванні сиру: чим менші розміри зерна, тим більше виділяється сироватки, тому у виробництві твердих сирів завжди одержують мале зерно, а м'яких — велике.

Пастеризація молока затримує виділення сироватки. Це пояснюється наявністю в сирному зерні пластівців коагульованого при пастеризації альбуміну, який більш гідрофільний, ніж казеїн.



а — горизонтальний ніж; б — вертикальний ніж; в — арфа; г — ліра з товстим дротом; д — ліра з тонким дротом

Рис. 2.3. Інструменти для розмішування і розрізування сирного згустку

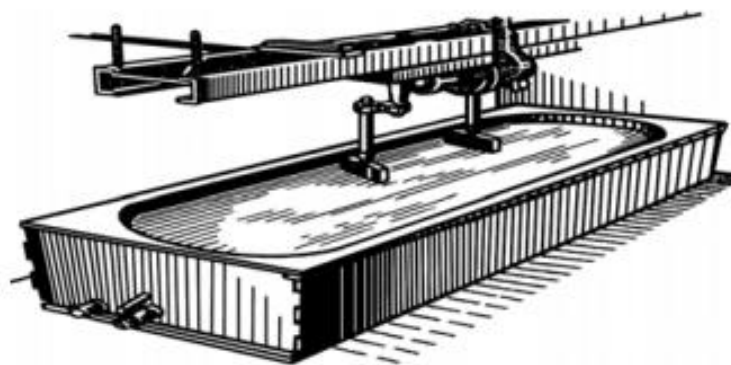


Рис. 2.4. Двостінна сирна ванна з механічними мішалками

Важливе значення, мабуть, має заповнення пор зерна коагульованим альбуміном. Жирові кульки також закривають пори сирного зерна, тому при високій жирності молока виділення сироватки затримується. Це важливо для технології сиру зниженої жирності та знежиреного, оскільки посилене виділення сироватки призводить до одержання сиру зниженої вологості, а якщо врахувати, що в такій сировині зовсім немає або мало жиру, то стає зрозумілою причина виникнення грубої консистенції знежиреного сиру, виробленого за технологією жирного сиру. Отже, технологію сиру знежиреного або із зниженою жирністю треба відповідно змінити, тобто знизити температуру обробки та збільшити розмір сирного зерна.

Маса внесеного сичужного ферменту і розбавлення молока водою не впливають на швидкість виділення сироватки. Знання умов виділення сироватки із сирного зерна дає змогу керувати цим процесом.

Після вимішування зерна його нагрівають удруге, щоб прискорити відділення сироватки. Друге низьке нагрівання проводять за температури 38 – 42 °С, високе друге нагрівання — за 47 – 60 °С. Перед другим нагріванням сирного зерна видаляють сироватку (20 – 30 % маси молока).

Для регулювання молочнокислого процесу допускається проводити нагрівання додаванням 5 – 20 % гарячої води (65 – 75 °С). В результаті знижуються кислотність сироватки і вміст молочного цукру у відпресованому сирі. При нагріванні сирного зерна підвищується його клейкість і воно легко утворює грудки. Для запобігання грудкуватості сирного зерна друге нагрівання проводять при постійному його перемішуванні.

Якщо регулювання кислотності сироватки не потрібне, друге нагрівання проводять підігріванням суміші сирного зерна і сироватки парою або гарячою водою. Тривалість нагрівання до низької температури другого нагрівання 10 – 20 хв, а до високої температури другого нагрівання — 25 – 40 хв і більше.

Після другого нагрівання сирного зерна проводять його обсушування, намагаючись досягти відповідної вологості і кислотності. Зерно набуває круглої форми і зменшується в розмірі. Клейкість зерна знижується. Щоб

одержати високоякісний сир, необхідно правильно визначити кінець обсушування. Якщо зерно недостатньо оброблене, то сир виходить дуже м'який і має тенденцію до здуття. Пересушене зерно втрачає клейкість, сир погано формується, повільно визріває і має тверду консистенцію.

2.1.3. Формування сиру

Під формуванням головки сиру мають на увазі виконання технологічних операцій, які ведуть до одержання із сирного зерна сирного моноліту, аж до створення щільного замкнутого шару на його поверхні — кірки та надання сиру певної форми і маси. Різні способи формування залежать від особливостей того чи іншого виду сиру і разом з тим забезпечують ці особливості. Способи формування сиру треба оцінювати за можливостями механізації та автоматизації процесу, зниження затрат ручної праці, точності розфасовування сирної маси тощо.

Формування сирної головки починають з відокремлення сирного зерна від сироватки. Для цього є два способи: опадання зерна і утворення шару сирної маси під сироваткою (формування із пласта); відокремлення сироватки від зерна без утворення шару (формування наливанням). У першому випадку зерно збирається під шаром сироватки в монолітний пласт, який після видалення сироватки називають заготовкою майбутніх головок сиру. У другому випадку суміш сирного зерна з невеликою кількістю сироватки рівномірно розподіляють у раніше підготовлені дерев'яні, металеві або пластмасові форми, в яких головкам надається потрібна форма і водночас забезпечується стікання сироватки.

Тверді пресовані сири (за винятком російського) повинні мати правильний рисунок, без пустот. Тому для них сирне зерно зазвичай збирають у шар під сироваткою, що запобігає прониканню в нього повітря і формуванню пустотного рисунка. Останнім часом запропоновано нові способи видалення повітря із сирного тіста — за допомогою вібраційної

обробки сирного зерна у формах, а також вакуумуванням. При цьому поліпшується рисунок сиру і створюється можливість для використання значно прогресивнішого методу розподілу сирної маси у форми — наливом. Формування сиру із пласта важко механізувати, а наливом — здійснюється з меншими затратами ручної праці.

Під час визрівання первинна форма сиру майже завжди змінюється у визначеному допустимому напрямі — з часом відбувається усаджування, округлюються бічні поверхні головки, утворюється деякий підйом полотен у результаті виникнення і нагромадження газів. Таким чином, головки нормально визрілого сиру завжди мають пом'якшені контури (овал), і це якоюсь мірою характеризує нормальний перебіг визрівання і нормальну консистенцію сиру. Незмінна ж форма сиру, навпаки, може бути ознакою його ненормально твердої консистенції і відсутності газоутворення, тобто відхилення від нормального перебігу процесу визрівання сирів.

2.1.4. Пресування сиру

Після самопресування потрібна додаткова обробка головок твердого сиру для утворення на їх поверхні щільного шару, який зберігатиме сирну масу від впливу зовнішніх умов, а також щоб ущільнити її і видалити залишки сироватки. З цією метою головку сиру після самопресування загортають тканину, яка є дренажем для відведення сироватки, або використовують перфоровані форми і піддають пресуванню. Залежно від маси головки і її поверхні, яку пресують, тиск преса становить від 0,1 до 0,5 МПа (1,0 – 5,0 кг на 1 см² поверхні).

Використовують також інші показники тиску, зокрема, відношення маси води до маси сиру. Вважається, що для твердих сирів допустимий тиск до 30 кг маси на 1 кг маси сиру. У найновіших пневматичних та гідравлічних пресах зусилля пресування досягає 600 кг.

Залежно від виду сиру пресування триває від 2 – 3 до 15 год, практично для кожного сиру встановлено тривалість пресування та кількість перепресовок. Робити висновки про закінчення процесу пресування тільки за кількістю виділеної сироватки не можна, оскільки основною метою цього процесу є не виділення сиро-ватки, а формування головки та набуття сирною масою макро- і мікроструктури. До того ж, кількість сироватки, яка відпресувалася, порівняно невелика, і вона виділяється переважно у початковий період пресування. Під час пресування проводиться перше маркування сиру з позначенням дати виготовлення та партії.

Сформована головка сиру являє собою моноліт сирної маси зі щільно з'єднаними зернами та замкнутою поверхнею (кіркою). При нещільному з'єднанні сирних зерен можливий розвиток у кірці сиру плісені. Міцність з'єднання сирних зерен між собою залежить від їх кінцевої можливості злипатися, яка, в свою чергу, зумовлюється обробкою сирного зерна та температурою сирної маси в період пресування.

2.1.5. Соління сиру

Соління сиру відбувається в спеціальному приміщенні в соляному басейні, розділеному на секції так, щоб кожна секція вміщувала сири однієї партії або цілоденної, якщо завод невеликий. Сири солять переважно в циркулюючому водному розсолі з масовою часткою солі 18 – 20 %. Для соління твердих сирів концентрація розсолу нижче 18 % не допускається, оскільки це може призвести до набухання поверхні сиру, що утруднює утворення нормальної кірки.

Крім того, для соління, визрівання і зберігання розсільних сирів використовують кислотосировковий розсіл (60 – 70 °Т) з масо-вою часткою кухонної солі 18 %, соління проводять в розсолі з температурою 8 – 12 °С. Якщо виявлено схильність сирів до надмірного бродіння (спучування), рекомендується температуру розсолу знизити до 5 – 6 °С, тривалість соління

сиру при цьому подовжується не більш як на 5 – 7 год. Перед зануренням у розсіл допускається охолодження сиру в холодній воді з температурою 3 – 5 °С упродовж однієї доби.

Для соління в розсолі допускаються добре відпресовані сири. Найменший дефект на поверхні сиру або недостатня механічна міцність призводять до утворення щілин і тріщин, а далі в процесі визрівання сиру — до розвитку підкіркової плісняви, появи гнильних колодязів.

Для рівномірного просоловання (за будь-якого способу соління) сири перевертають один раз на добу.

Соління надає сиру певних смакових якостей. За його допомо-гою регулюється розвиток мікробіологічних процесів. Воно змінює фізико- хімічні властивості кірки сиру, сирного тіста та вихід сиру. Високоякісний сир містить до 2,5 % солі (що забезпечує достатньо виражений його смак), окремі види (голландський круглий) — до 3,5 %, а розсільні сири — 8 – 10 %. Висока концентрація солі негативно впливає на смакові якості сирів, які визрівають на повітрі, різко гальмує розвиток у них бактерій, але зберігає сири, що не мають кірки (наприклад, розсільні).

2.1.6. Визрівання сиру

Визрівання сиру — це найважливіший процес у його виробництві. Під час ви-зрівання у складі сиру відбуваються мікробіологічні і ферментативні процеси, внаслідок чого всі складові частини сиру зазнають істотних фізикохімічних змін, які визначають його властивості, смак, запах, консистенцію та рисунок. Особливу роль у визріванні відіграють зміни білкової частини сиру, що відбуваються під впливом сичужного ферменту чи пепсину, а також ферментів молочнокислих та інших мікроорганізмів. Продукти життєдіяльності молочнокислих бактерій зумовлюють смак, аромат сиру і беруть участь в утворенні його рисунка.

Пропіоновокислі бактерії розщеплюють солі молочної кислоти (лактати) з утворенням летких кислот (пропіонової, оцтової) і вуглекислого газу, надають специфічного смаку сиру, беруть участь в утворенні рисунка сирів з високою температурою другого нагрівання.

Визрівання сиру починається ще в сирній ванні. Проте зміни білка і молочного цукру до соління незначні. Справжнє визрівання починається після соління. Для визрівання твердих сирів потрібні кілька камер з різною температурою і вологістю соління: з температурою 8 – 10 °С і вологістю 92 – 95%, перехідна прохолодна камера з температурою 10 – 12 °С і вологістю 85 – 91%; тепла з температурою 14 – 16 °С для сирів з мезофільною та 18 – 25 °С для сирів з термофільною мікрофлорою і вологістю 92 – 94 %.

У процесі визрівання сири через кожні 2 – 3 дні перевертають. Тверді сири з гладенькою і щільною поверхнею, для нормального визрівання яких потрібний розвиток на поверхні будь-якої мікрофлори, періодично миють, очищаючи кірку від сирного слизу та цвілі.

2.1.7. Пакування сирів

Найпоширенішим способом обробки поверхні сирів є парафінування. Мета парафінування — знизити втрату маси (усушку) в процесі визрівання і поліпшити зовнішній вигляд сирів. На практиці використовують так зване раннє парафінування (через один місяць) сирів голландського, костромського, ярославського і 2 – 2,5 міс — для парафінування після закінчення визрівання. Раннє парафінування можна здійснювати тільки після наведення достатньо міцної сухої і рівної кірки. Тверді сичужні сири низькою температурою другого нагрівання піддають ранньому парафінуванню (15 – 20 діб).

Якщо сири перебувають на визріванні в камерах з високою відносною вологістю повітря (понад 90 %), сири покривають парафінополімерними сплавами на 5 – 10 діб пізніше, тобто в 20 – 25-добовій порі. При цьому процес миття сирів не виключається.

Перед нанесенням парафінополімерного сплаву поверхня сиру має бути сухою, температура сиру 10 – 12 °С. Для нанесення захисного покриття сир швидко занурюють у розплав на 2 – 3 с, потім виймають і витримують 2-3с над парафінером для стікання залишків розплаву і його застигання.

Упакований у саранову плівку сир кладуть на 3-5с в гарячу воду з температурою 95-97 °С для усадки плівки і щільного прилягання її до поверхні сиру. Для перевірки якості вакуумування сир зберігають в пакувальному приміщенні протягом 1 – 2 доби на стелажах за температури повітря 13-15 °С. Пакування вважається задовільним, якщо плівка щільно обтягує сир і між нею і сиром немає повітряного прошарку. Не можна перевіряти якість упакування відтягуванням плівки від поверхні сиру.

Білкове покриття із сорбіновою кислотою найбільш ефективно при визріванні сиру в камерах з відносною вологістю повітря 75 – 85 %, але не більш як 90 %.

2.1.8. Бальна оцінка якості сиру

Органолептичні показники сиру оцінюють за 100-бальною системою. За результатами органолептичної оцінки залежно від загальної бальної оцінки сиру поділяють на сорти: вищий (87 – 100 балів) і перший (75 – 86). Причому оцінка за смаком і запахом для вищого сорту має бути не менш як 37 балів (табл. 2.4).

Таблиця 2.4

Бальна оцінка якості сиру

Показник	Характеристика	Знижка	Бальна оцінка
Смак і запах (45 балів)	Відмінний	-	45
	Добрий	1-2	43-44
	Добрий смак ,але слабо виражений аромат	3-5	40-42
	Задовільний, слабо виражений	6-8	37-39
	Кормовий присмак	9-12	33-36

	Кислий для сиру(крім чеддера) З високою температурою другого нагрівання З низькою температурою другого нагрівання Затхлий Гіркий Салистий смак Різко кислий смак для чеддера	8-10 6-10 9-12 9-15 9-12 9-15	35-37 35-39 33-36 30-36 33-36 30-36
Консистенція (25 балів)	Відмінна Добра Задовільна Груба, тверда Тухла Крихка Ремениста Колка	- 1 2 3-9 5-8 6-10 5-10 4-15	25 24 23 16-22 17-20 15-19 15-20 10-21
Колір (5 балів)	Нормальний Нерівномірний	- 1-2	5 3-4
Рисунок (10 балів)	Нормальний для даного виду сиру Відсутність рисунка чеддера Нерівномірний Щілиноподібний рисунок: в углицького в інших Дрібні, часті вічка у швейцарського і російського(в масі менше 0,5 см в поперечнику) Сітчастий рисунок Немає вічок: - у дрібних сирів - у російського, швейцарського та алтайського Наявність вічок у чеддера Губчастий рисунок Рваний	- - 1-2 1-2 3-5 4-5 3 7 3-6 5-7 3-4	10 10 8-9 8-9 5-7 5-6 7 3 4-7 3-5 6-7
Зовнішній вигляд (10 балів)	Добрий з нормальним овалом або осадкою Задовільний Обсипаний парафін на кірці	- 1 1-2	10 9 8-9

Упаковка (5 балів)	Пошкоджена кірка	1-4	6-9
	Підпріла кірка	3-6	4-7
	Злегка деформовані сири	2-4	6-8
	Добра	-	5
	Задовільна	1	4

2.2. Джерела утворення стічних вод молокозаводу, їх характеристика та склад

Вода відіграє ключову роль у переробці молока. Вона використовується на кожному кроці технологічних ліній, включаючи прибирання та миття, дезінфекцію, нагрівання та охолодження.

Основна частина стічних вод надходить із виробничих процесів. Забруднена вода, що використовується для санітарних потреб, сягає близько 50–80% від загальної кількості води, що споживається на молочному заводі, тоді як решта 20–50% є умовно чистою. Кількість та характеристики стічних вод значно залежать від розміру заводу, технології, що використовується, ефективності та складності методів очищення на місці, належної виробничої практики тощо. Однак введення практики може зменшити середній об'єм стічних вод у світі з 0,5–37 до 0,5–2 м³ стоку на м³ переробленого молока. На сьогодні розраховане об'ємне навантаження становить 1 м³ стоків на тонну виробленого молока [4].

На молочних заводах великі коливання якості та кількості стічних вод є дуже проблематичними, оскільки кожен молочний продукт потребує окремої технологічної лінії. Це призводить до зміни складу молочних стоків з початком нового циклу у виробничому процесі, що перешкоджає роботі заводських очисних споруд. Крім того, зазвичай спостерігаються інтенсивні об'ємні коливання стоків у часі. Щоденні та погодинні зміни є наслідком миття обладнання та підлоги як завершального етапу в кожному технологічному циклі. Фактична концентрація забруднюючих молочних стоків коливається в широких межах залежно від профілю та потужності компанії, технології

виробництва, типу використовуваного обладнання, ступеня повторного використання стічних вод, втрат сировини, поводження з відходами тощо [5].

Основним фактором об'ємного завантаження очисних споруд молокозаводів є залпові скиди, що утворюються при очищенні автоцистерн, трубопроводів або обладнання в кінці кожного циклу. У таких випадках об'єм стоків перевищує об'єм виробленого молока. В середньому скид стічних вод становить 70% від кількості прісної води, що використовується на заводі [6].

Стоки для переробки молочної продукції в основному включають молоко або молочні продукти, втрачені в технологічних циклах (пролите молоко, зіпсоване молоко, знежирене молоко та шматочки сиру); початкові культури, що використовуються у виробництві; побічні продукти процесів переробки (сироватка, молоко та сироватковий порошок); забруднення від миття молоковозів, цистерн, банок, обладнання, пляшок та підлоги; реагенти, що застосовуються в процедурах очистки на місці, охолодженні молока та молочних продуктів, для санітарних потреб, при пошкодженні обладнання або експлуатаційних проблемах; та різні добавки, що вводяться у виробництво. Втрати молока у стічних водах становлять близько 0,5–2,5% переробленого молока, але можуть зрости до 3–4% [7].

Технологічна вода утворюється при охолодженні молока в спеціальних охолоджувачах і конденсаторах, а також конденсатів від випаровування молока або сироватки. Переробка молока та сироватки утворює пари, які утворюють найчистіші стоки після конденсації, хоча вони можуть містити леткі речовини, а також молоко або краплі сироватки з випарників. Загалом у переробних водах не вистачає забруднюючих речовин, і після мінімальної попередньої обробки їх можна використовувати повторно або скидати разом із зливовими водами. Повторне використання води можливе для установок, які безпосередньо не контактують з похідними продуктами. Типове застосування включає виробництво гарячої води та пари, а також очищення мембрани. Воду від охолодження продуктів під час пастеризації після останнього промивання пляшок та конденсату, що утворюються у вакуумних установках від вторинних

парів, можна використовувати для прибирання приміщень, зрошення газону тощо [7, 21].

Санітарні стічні води утворюються у вбиральнях, душових кімнатах тощо. Санітарні стічні води за своїм складом подібні до комунальних стічних вод і, як правило, подаються безпосередньо в систему каналізації. Їх можна використовувати як джерело азоту для незбалансованих молочних стоків перед вторинною аеробною обробкою. Стічні води молокозаводів включають в себе складові різного виду. Проаналізувавши склад молока та молочних продуктів, можна краще оцінити завантаження забруднювачів стічних вод. Переробка молочних продуктів виробляє потоки відходів, які на кожному етапі виробництва унікальні за обсягом та складом [21].

Розділ 3

Вплив діяльності підприємства на навколишнє середовище

3.1. Загальна характеристика впливу діяльності підприємства на навколишнє середовище

Харчова промисловість є одним з найбільших споживачів прісної води, а стічні води її підприємств відносяться до числа найбільш забруднених.

Стічні води, що утворюються при переробці такого типу харчової сировини, як молоко, діляться на забруднені і незабруднені. Джерелом незабруднених стічних вод служать конденсати холодильних установок, що використовують для охолодження молока та молочної продукції. Найчастіше вони відразу використовуються в системах оборотного водопостачання або ж повторно використовуються для миття обладнання та тари, а також для інших виробничих цілей. Забруднені стічні води є продуктом, що утворюється після миття обладнання, технологічної трубопровідної системи, ємностей для транспортування різного об'єму, у тому числі автомобільних і залізничних цистерн, фляг та іншої тари. Також до джерел утворення забруднених стічних вод відносяться стоки після прибирання виробничих приміщень, миття панелей і підлоги. Забруднені стічні води становлять приблизно від 20 до 50 відсотків від загального обсягу стоків, що утворюються. Вони складаються з молока, що пролилося та продукції з нього, залишків миючих речовин, що застосовуються при митті ємностей для перевезення і зберігання молока та молочної продукції, відходів виробництва продукції, а також стоків, що утворюються при митті виробничих приміщень. Ці стічні води відрізняються в основному нейтральною реакцією, хоча вона може зрушуватися до слабокислої, або слаболужної сторони при викидах відповідних забруднень, сироватки або залишків миючих лужних розчинів. [1]

Кількість забруднених стічних вод становить 20-50 % загального стоку. Витрата незабруднених виробничих стічних вод, що направляються в систему

оборотного водопостачання або на повторне використання, становить до 60-80% загальної витрати води на підприємстві. Загальна витрата стічних вод, що скидаються заводами, коливається від 15-20 до 2500 м³/добу. Кількість побутових стічних вод становить 2-10 % загального стоку. Забруднення виробничих стічних вод підприємств молочної промисловості складаються з втрат молока та молочної продукції, відходів виробництва, реагентів, що застосовуються при митті тари, домішок, що змиваються з поверхні тари, обладнання, підлог і панелей приміщень.

Стічні води молокопереробних підприємств належать до категорії концентрованих за органічними забруднювачами. Вони утворюються під час миття тари, технологічного обладнання, приміщень та забруднюються залишками молока, продуктами його переробки, миючими засобами тощо. Об'єм та забрудненість стічних вод залежать від профілю підприємства, що переробляє молоко. Концентрація забруднювачів стічних вод різних підприємств молочної промисловості значно коливається: хімічне споживання кисню (ХСК) - 600-8500 мгО₂/л, БСК₅ – 300-4800 мгО₂/л, загального азоту – 20-168 мг/л. Така різниця зумовлена не лише різноманітним асортиментом продукції, але й коливаннями витрат забруднення стоків протягом доби, що зумовлює необхідність встановлення усереднювачів великої ємності перед їх очищенням. В противному разі процес порушується внаслідок залпового скиду миючих засобів, високожирних стоків, значного коливання рН стічних вод. Діапазон змін рН – 3,6-0,4. Температура стічних вод знаходиться у межах від 16 до 33°C.

Дисперсна фаза забруднень представлена жирами, частками скоагульованого білка, в розчиненому стані містяться органічні кислоти, молочний цукор. Вміст лактози в стоках становить 0,04-0,25%, жиру – 0,01-0,15%, протеїну – 0,075-0,26%. В стічні води надходить в середньому 1,5% молочної сировини, яка переробляється на підприємстві.

Відношення БСК₅/ХСК стічних вод молокозаводу становить 0,63. Співвідношення БСК:N:P=100:5:0,9, що зумовлює високу ефективність біохімічного очищення.

Співвідношення вуглецю та азоту в стоках молочних підприємств складає 7-8, це, напевно, внаслідок високого вмісту жиру. Співвідношення C/N в субстратах понад 6 оптимальне для проведення анаеробної ферментації.

На окремих підприємствах у складі стічних вод міститься мала кількість азоту через особливості технологічного процесу та асортименту продукції. За такої ситуації доцільно змішувати виробничі стоки з господарсько-побутовими. Концентрація фосфору в стічних водах молокозаводів достатня для розвитку мікрофлори на очисних спорудах.

Мікробіологічне забруднення стоків молочної промисловості невисоке, це в основному мікроорганізми, що спричиняють №Г Олочнокисле, спиртове, пропіоновокисле та маслянокисле бродіння. Закиснення середовища негативно впливає на експлуатацію очисних систем, які працюють за принципом аеробної ферментації.

Стічні води молокопереробних підприємств належать до концентрованих, тому використовувати для їх очищення стандартну технологію очищення міських стоків неможливо.

Стічні води молокопереробних підприємств належать до концентрованих, тому використовувати для їх очищення стандартну технологію очищення міських стоків неможливо.

На основі аналізу стічних вод та попередніх розробок щодо створення технології очищення концентрованих стоків з застосуванням метанового бродіння як ступеня попереднього очищення відпрацьовані режими анаеробно-аеробної обробки стоків маслозаводу.

За кількісним та якісним складом забруднень стоки молокопереробних підприємств - добре поживне середовище для розвитку метаноутворюючих мікроорганізмів. При використанні анаеробної ферментації утворюється біогаз.

Вихідне значення ХСК стічних вод маслозаводу становить 2400 мг СБ/л. Під час метанового зброджування при швидкості розведення 0,02-0,04 год⁻¹ величина ХСК зменшувалась до 200 мг О₂/л, рН зростала до 6,5-7, вміст амонійного азоту збільшувався до 40 мг/л, що свідчило про інтенсивність розкладання білкових речовин. Ефект попереднього очищення становив 85% за ХСК

Внаслідок аеробної ферментації ХСК зменшувалось до 40-60 мг О₂/л, концентрація амонійного азоту - до 2,5 мг/л, що свідчило про процес нітрифікації. Доочищення в біофільтрі забезпечує зниження ХСК до 10-20 мг О₂/л. Ефект очищення при використанні повної схеми, включаючи метанову, аеробну ферментацію та біологічну фільтрацію, становив 95-97%.

Що стосується загальних характеристик стоків молочних виробництв, то вони мають у своєму складі:

- невелику кількість зважених речовин, в концентрації 350 мг/г для молокозаводів і підприємств з виготовленні сухого молока, і 600 мг/л для масло-сиробного виробництва;

- жири в стоках всіх цих виробництв знаходяться в невеликій кількості і складають до 100 мг/л для всіх цехів переробки, крім тих, що випускають морожену продукцію, де їх концентрація становить 200-400 мг/л;

- вміст загального фосфору коливається від 7-8 до 16 мг/л у стоках маслоробних виробництв;

- аналогічна картина і для загального азоту, що становить 50 мг/л для консервованих продуктів. 60 мг/л для підприємств молоко переробки та 90 мг/л для виробництва масла і сиру;

- вміст хлоридів складає від 150 до 200 мг/л, що не виходить за межі норми;

- по БСК_{повн} лідирують стоки сиро-малоробних підприємств, де цей показник становить 2400 мг/л при ХСК рівному 3000мг/л. Далі йдуть молокопереробні заводи з БСК_{повн} 1200 мг/л при 1400 мг/л. За ними слідує виробництва сухого молока з БСК_{повн} 1000 мг/л при ХСК рівному 1200 мг/л;

- помітно. що співвідношення БСК_{повн} до ХСК для цих виробництв складає близько 0,8-0,85, що говорить про високий і переважний вміст в них легкоокислюючих органічних речовин, високу мутність і кольоровість, а також схильність до бродіння [1].

Якісні та кількісні характеристики стічних вод залежать від потужності молокопереробного підприємства та асортименту продукції, при цьому витрата свіжої води становить у середньому 3-12 м³/т молока [4].

Проблема очищення стічних вод, що утворюються в технологічному процесі молочного виробництва - це, перш за все, проблема знезараження.

До складу стічних вод молочних заводів входить трохи жиру (100 мг/л) і безліч різних бактерій.

Кількість бактерій у стічних водах традиційно характеризується таким інтегральним показником як біологічне споживання кисню (БСК). В стічних водах молокозаводів БСК доходить до значень 1800 - 2000 мг / л. Традиційні біохімічні методи очищення дозволяють очистити воду, починаючи з 600мг/л.

В санітарних нормах СН 245-71, для молочних підприємств (молочних заводів) встановлено санітарно - захисну зону в розмірі 150 м від очисного комплексу до будівлі основного виробництва молокозаводу, де відбувається сам технологічний процес переробки молока з виробленням продуктів. Хімічний склад стічних вод молокозаводу наведено в таблиці 1.1.

Таблиця 3.1

Хімічний склад стічних вод молокозаводу

Найменування показника	Одиниці виміру	Значення показника
Зважені речовини	Мг/л	350
БСК	Мг/л	1200
Жири	Мг/л	100
Хлориди	Мг/л	150
Азот загальний	Мг/л	60
Фосфор	Мг/л	6

З наведених у таблиці 3.1 даних видно, що високе значення такого показника як БСК характеризує значну біологічну зарядженість стічної води молокозаводу [5].

Величина рН стічних вод в значній мірі визначається технологією виробництва, асортиментом продукції, що випускається. Для виробництв, не пов'язаних з процесами молочнокислого бродіння, рН стоку близький до нейтрального (6,8-7,4 для молочноконсервних комбінатів, маслоробних заводів). На сироварних заводах, міських молочних заводах та інших підприємствах, що виробляють сир і кисломолочні продукти, в каналізаційну мережу скидається певна кількість сироватки, що обумовлює зниження рН стічних вод до 6,2.

Коливання рН стоку часто викликається також скидом в каналізацію кислотовмісних і лужних реагентів, застосовуваних при митті обладнання. Різке короткочасне підвищення рН загального стоку до 10 - 10,5 може бути пояснено залповим скиданням лужних миючих розчинів, які в основному застосовують на молочних заводах.

Тривале перебування стічних вод в анаеробних умовах (в каналізаційній мережі, відстійниках) обумовлює закисання рідини в результаті молочнокислого бродіння і призводить до зниження рН.

Зважені речовини стічних вод молочних заводів представлені частинками твердих продуктів переробки молока (шматочки сиру, молочними плівками) та іншими домішками (грунт, пісок), що потрапляють у каналізацію при митті технологічного обладнання, тари, приміщень.

Основна частина суспензій (до 90%) є органічними речовинами, як правило, білкового походження. Концентрація зважених речовин коливається в широких межах залежно від технологічного циклу виробництва. Коливання концентрації зважених речовин у стічних водах молочних заводів спостерігаються і по годинам доби; найбільша кількість суспензії надходить в початковий період мийки обладнання.

Значення ХСК і БСК стічних вод молочних заводів також коливаються в широких межах.

Слід мати на увазі, що між БСК₅ і БСК_{повн}, а також між БСК₅ і ХСК відсутній чіткий взаємозв'язок, отже, значення БСК₅ для стічних вод молочних заводів не є об'єктивним показником забруднення стічних вод.

Вміст жирів у стічних водах підприємств молочної промисловості визначається в основному асортиментом продукції, що випускається і технологією виробництва. Залежно від цих чинників змінюється не тільки концентрація жирів в стічних водах, а й вид цих забруднень. Стічні води цільномолочного виробництва містять жири в тому ж вигляді, що і натуральне молоко, оскільки втрати молока є основним забрудненням цих стоків.

Жири молока являють собою дрібні кульки, оточені гідратованою білковою оболонкою, які вкрай повільно спливають при відстоюванні стічних вод.

При виробництві високожирної продукції (вершків, сметани, масла) з молока витягуються великі кульки жиру, відбувається їх злипання і укрупнення, а також руйнування білкової оболонки. Тому жирові домішки, що містяться в стічних водах таких виробництв, істотно відрізняються за видом і концентрацією від подібних забруднень стічних вод інших молочних заводів. Виділення жирових домішок з стічних вод від виробництва високожирної продукції, наприклад шляхом відстоювання рідини, відбувається значно швидше і ефективніше, ніж із стічних вод інших виробництв.

При санітарному аналізі стічних вод визначають вміст жирів і жироподібних речовин, екстрагуючим ефіром або хлороформом. Концентрація екстрагуючих речовин у стічних водах заводів і цехів, спеціалізованих на випуску високожирної продукції, становить 200-400 мг/л, у стічних водах інших видів виробництва зазвичай не перевищує 100 мг/л.

У стічних водах молочних заводів азот міститься в основному у вигляді аміногруп білкових сполук. У невеликих кількостях в стік потрапляє також азот амонійних солей з аміачних компресорів.

Вміст загального азоту в стічних водах міських молочних заводів, молочноконсервних комбінатів, маслоробних заводів становить 50-60 мг/л, або 4,2-6% від БСК_{повн}; сироробних заводів - 90 мг/л, або 3,7% від БСК_{повн}. Концентрація фосфору дорівнює 0,6-0,7% від БСК_{повн}.

Концентрації солей азоту та фосфору є достатньою для нормального протікання процесу біологічної очистки стічних вод підприємств молочної промисловості і розмноження бактерій, що беруть участь в окисленні забруднень цих стоків.

При біологічному очищенні стічних вод сироварних заводів процеси нітрифікації йдуть менш інтенсивно, ніж при очищенні стоків інших підприємств молочної промисловості, через менший по відношенню до БСК вміст солей азоту.

Наявність хлоридів у стічних водах молочних заводів обумовлено застосуванням у виробництві кухонної солі, потраплянням в каналізацію охолоджуючих розсолів, присутністю хлоридів у свіжій воді, молоці, миючих розчинах. Концентрація хлоридів у стічних водах молочних заводів досягає 800-1000 мг/л і становить у середньому 150-200 мг/л. Досить високий вміст хлоридів дозволяє застосувати для очищення стічних вод молочних заводів методи електрофлотації та електрокоагуляції [6].

3.2. Характеристика діючої технології очистки стічних вод та стічних вод

До складу очисних споруд сиркомбінату входять пісковловлювач, прояснювач, чотирисекційний аеротенк об'ємом 2000 м³ з низьконапірною аерацією, вторинний відстійник, піщані фільтри, хлораторний і муловий майданчики. Проте, вони не забезпечують якість очищення, передбачену проектом. Через недосконалість технології, яка не бере до уваги специфіку забруднень даної категорії стічних вод.

Складність біохімічного очищення стічних вод молокозаводів в аеротенках в тому, що стоки містять лактозу, яка швидко метаболізує, і білки, що повільно розкладаються аеробними мікроорганізмами.

Для інтенсифікації очищення стоків цього підприємства слід оптимізувати процес повітропостачання та включити в технологію очищення стадію метанової ферментації.

За низьких значень ХСК застосовувати метантенки економічно не вигідно. Використання лише аеротенка з оптимальним повітропостачанням і біофільтра для очищення стічних вод підприємства при вихідному значенні ХСК 1000 мг O_2 /л дає можливість зменшити його величину після перебування стоків в аеротенку протягом доби до 60-40 мг O_2 /л, на виході з біофільтра - до 20 мг O_2 /л.

Використання метанової ферментації дозволяє додатково отримати метан та білкову біомасу. В біомасі мікроорганізмів очисних споруд азот міститься, як правило, в амонійній та білковій формах, які легко мінералізуються та активно впливають на підвищення гумусності ґрунтів. Високий вміст біогенних елементів дозволяє суттєво знизити використання мінеральних добрив, особливо фосфорних, які є необхідним фоном під час внесення в ґрунт органічних добрив.

Особливістю активного мулу метанової ферментації є високий вміст ціанокобаламіну - 40-50 мкг в 1г сухої речовини, тоді як в активному мулі, що утворюється під час аеробного окиснення, 25-30 мкг в 1 г. Це дає можливість використання анаеробного активного мулу як кормового вітаміну В12

В даний час для очищення стічних вод використовують адсорбційні методи за допомогою природних та синтетичних сорбентів, що дає можливість їх регенерації та повторного використання. Існує технологія очищення стічної води моокозаводу з використанням цеолітів, схема якої представлена на рис.3.1.

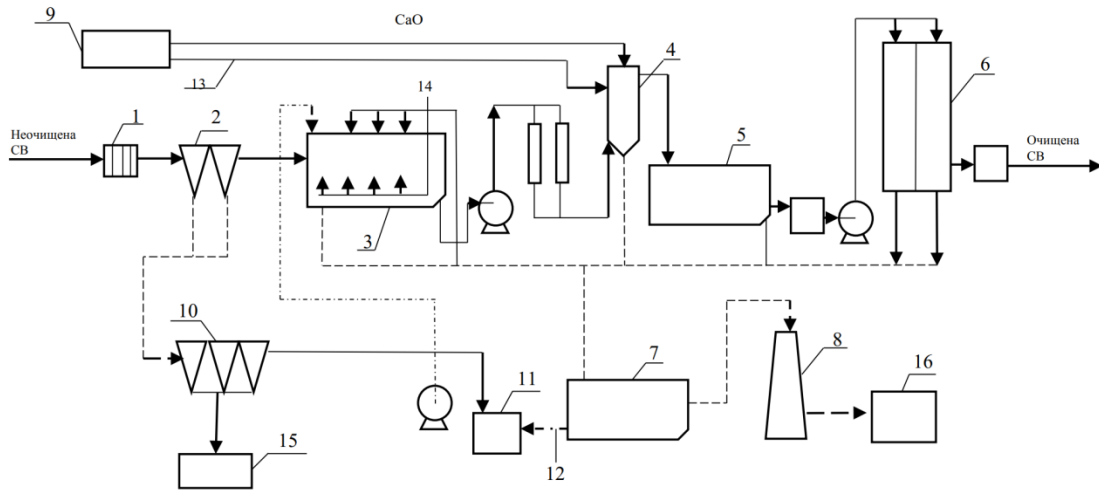


Рис.3.1. Технологічна схема попереднього очищення стічних вод молокозаводів з використанням природного цеоліту:

1 – решітка, 2 – пісковловлювачі, 3 – накопичувач-усереднювач, 4 – змішувач, 5 – відстійник. 6 – фільтри, 7 – мулоущільнювач, 8 – фільтр-прес, 9 – реагентне господарство, 10 – бункери для піску, 11 – ємність для фільтрату (стічні води), 12 – декантат, 13 – сорбент, 14 – стиснене повітря, 15 – піскові майданчики, 16 – осад на утилізацію.

Стічні води поступають на стадію механічного очищення від грубодисперсних домішок розміром до $1 \cdot 10^{-3}$ мм за допомогою решіток (1). Далі вода подається у пісковловлювачах (2). Для збільшення ефективності роботи пісковловлювачів пісок видаляють пневмотранспортом стисненим повітрям.

Стічна вода, що містить молочну кислоту, емульгований жир, білки тощо, подається у флотатор (3). Піна, яка містить флотоконцентрат, виводиться з системи у мулоущільнювач (7). Потім стічні води поають в електрокоагулятор з алюмінієвими електродами (11).

Після коагуляції стічна вода потрапляє у змішувач (4), який виконує адсорбційну функцію. У ньому відбувається змішування стічної води, активованого вугілля та кальцію оксиду в динамічних умовах. Цей апарат працює за принципом гідроциклона.

Осад виводиться у мулоущільнювач (7), а очищена вода подається у відстійник (5), в якому відбувається розділення твердої фази у вигляді флотату та утворення осаду, які також направляються в мулоущільнювач (7). Вода,

очищена від органічних домішок, подається в адсорбер неперервної дії з цеолітовим завантаженням (6). Відбувається остаточне очищення від неорганічних речовин – іонів H^+ та Ca^{2+} .

Для регенерації сорбенту подають розчин $NaOH$ у напрямку, протилежному до подачі стічної води. Після очищення стічна вода може подаватись у замкнений цикл водопостачання, збираючись у збірнику очищеної води (12), або направлятись в каналізаційну систему водовідведення. Утилізація осаду проводиться у мулоущільнювачі (7), в якому відбувається утворення фільтрату, що подається у флотатор (3), де здійснюється основний цикл очищення стічних вод підприємства. Для зневоднення осад подається у фільтр-прес(8). Після стабілізації осад може використовуватися як органічні добрива. Фільтрат поступає на початковий етап схеми очищення, а ущільнений осад подають на утилізацію.

Як метод локального очищення стічних вод молокозаводу також використовують метод біологічного очищення. Воно ґрунтується на здатності різних груп мікроорганізмів руйнувати в процесі своєї життєдіяльності розчинні речовини, що містяться в стічних водах. Процес біологічного очищення полягає в виділенні органічних речовин зі стічної води, яке відбувається під дією аеробних мікроорганізмів біологічної плівки і активного мулу, які здатні споживати сполуки різноманітного хімічного складу. Спорудами біологічного очищення є аеротенки, біофільтри та метантенки[6].

Розділ 4

Принципові рішення по обладнанню для зменшення та локалізації джерел забруднення

4.1. Санітарно-захисна зона

В харчовій промисловості актуальною для переробних підприємств є охорона атмосферного повітря. У викидах підприємств харчової промисловості знаходяться такі речовини, як: складні ефіри оцтової кислоти, монокарбонові кислоти, лактати, формальдегід, нафталін, діацетил, ацетат амонію, етилбензол, діметілбензол, антрацен, акролеїн, масляна кислота, фенол, толуол, бензол.

Найбільш шкідливі речовини, що надходять в атмосферу від підприємств харчової промисловості, органічний пил, двоокис вуглецю, бензин і інші вуглеводні, викиди від спалювання палива. Багато технологічних процесів супроводжуються утворенням і виділенням пилу в навколишнє середовище. Проте харчова промисловість не відноситься до основних забруднювачів атмосфери. Однак майже всі її підприємства викидають в атмосферу газу і пил, чим погіршують стан атмосферного повітря [31].

Санітарно-захисна зона (СЗЗ) – це територія, яка відділяє підприємства, їх окремі споруди з технологічними процесами, які є джерелами впливу на довкілля, від житлової забудови, ландшафтно-рекреаційної зони, зон відпочинку, курорту, і яка повинна забезпечити зменшення впливу всіх несприятливих виробничих факторів (хімічних, фізичних, біологічних) до рівнів нижче нормативних (регламентуються гранично допустимою концентрацією, орієнтовно допустимими рівнями впливу, допустимими рівнями і т.д.).

Для молочних та маслоробних заводів згідно «Державним санітарним правилам планування та забудови населених пунктів. 173-96» встановлена санітарно-захисна зона розміром 50 м.

4.2. Обґрунтування вибору технології очищення стічних вод молокозаводу

4.2.1. Технологія очищення стічних вод молокозаводу методом біофільтрування

Для очищення стічних вод молокозаводу використовуються методи біологічного очищення. Дана технологія включає в себе фільтрування стічних вод на затопленому біофільтрі. Схема технології наведена на рисунку 4.1

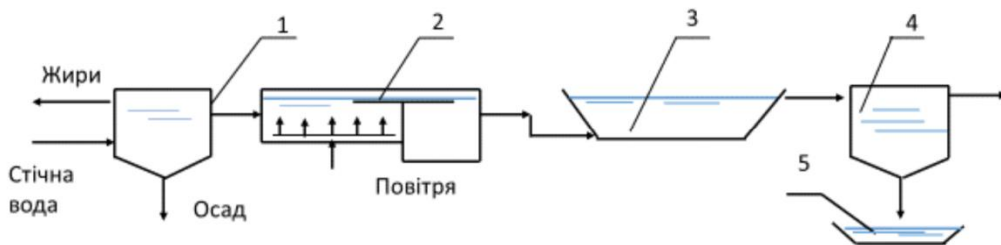


Рис. 4.1. Технологічна схема біологічного очищення стічних вод молокозаводу на затопленому біофільтрі

1 – блок механічного очищення (жироуловлювач, піскоуловлювач, первинний відстійник), 2 – усереднювач, 3 – затоплений біофільтр, 4 – вторинний відстійник, 5 – майданчик для підсушування осаду

Технологія складається з блоку механічного очищення (1), у якому відбувається затримка та вилучення важких мінеральних частинок, крупних відходів та жирів. Усереднювач (2) дає можливість вирівнювати значення показників забруднення (рН, ХСК, БСКповн та ін.) і витрату стоків. Окрім того, завдяки тривалій аерації (понад 8 год.) за рахунок процесів біосорбції та біофлокуляції БСКповн стічних вод зменшується на 10-25%, значна частина розчинених органічних сполук переходить у нерозчинну форму, а стічні води насичуються киснем перед подачею на затоплений біофільтр [11, 12].

Біологічне очищення стічних вод молокозаводу відбувається в затопленому біофільтрі в декілька етапів. При потраплянні у нижні шари завантаження за допомогою розподільчої системи, що прокладається вздовж

споруди, стічна вода просочується у верхні шари. На цьому етапі відбувається сорбційно-окиснювальний процес за рахунок бактерій біоплівки. У завантаженні затримується значна кількість завислих речовин, а також відмерла біоплівка і активний мул. У верхній шарі культивуються трубовики, які дуже активно споживають завислі речовини органічного характеру та здійснюють регулювання росту біомаси, завдяки чому значною мірою зменшується кількість осадів [12].

При влаштуванні надфільтрового шару води відбувається культивування у споруді водної флори, яка у свою чергу забезпечує очищення стічних вод до високих показників якості. Також при сприятливих умовах, що забезпечуються у надфільтровому шарі відбувається культивування різних ракоподібних, таких як циклопи та дафнії. Вони вилучають зі стічної води завислі органічні речовини та мінеральні частинки, сприяючи провітленню стічної води [12].

У біофільтрі (3) відбувається вилучення та окиснення затриманих органічних сполук. Відмерлу біоплівку та частинки мулу, що виносяться із затопленого біофільтра, затримують у вторинних відстійниках (4). У необхідності доочищення стічних вод після відстійника влаштовують біоставки з природною аерацією. Для підсушування утворених осадів використовують мулові майданчики (5). Осад можна використовувати як добриво у сільському господарстві [12]

Дана технологія дозволяє отримати такий ефект очищення: ХСК 86-92 %, БСКповн – 88-97%, завислі речовини – 80-84%, амонійний азот – 85-98%, що дає можливість подачі даних стічних вод після доочищення на міські очисні споруди [13]. Основним недоліком для запровадження цієї технології є можливість використання лише для невеликих об'ємів стічної води, оскільки потрібна велика площа для розміщення споруд [11, 12].

4.2.2. Технологія очищення стічних вод методом електрокоагуляції та електрофлоагуляції

З електрохімічних методів очищення стічних вод поширення одержав метод електрокоагуляції. Цей метод використовується у системах локального очищення стічних вод, які забруднені тонкодисперсними і колоїдними домішками. Очищення здійснюють від різних емульсій, масел, жирів, нафтопродуктів, сполук хрому й інших важких металів. Ефективність очищення за допомогою даного методу становить: від нафтопродуктів і масел 54–68 %, від жирів – 92–99 % [11].

При очищенні стічних вод молокопереробних заводів постає найбільша проблема – наявність жирів. Вони негативно впливають на систему каналізації, при відкладенні на стінках трубопроводів та колекторів, і як наслідок знижують їх пропускну здатність. Також наявність жирів призводить до порушення процесу біологічного очищення. При процесі розкладання жирів утворюються жирні кислоти і значення рН змінюється до 4,5-4. Як наслідок у активному мулі відбувається утворення та розвиток різних форм нитчастих бактерій, значно збільшується муловий індекс, посилюється винос мулу із відстійника. Електрокоагуляційні установки мають продуктивність 50 м³ год [11].

Метод електрокоагуляції є другим після реагентного. Цей метод не вимагає дефіцитних реагентів і має ряд переваг, таких як універсальність, відсутність додаткового сольового забруднення води в процесі очищення, невеликі розміри установок, компактність установок і простота керування, відсутність потреби в реагентах, повна відсутність або спрощення реагентного господарства, простота обслуговування устаткування, слабка чутливість до змін умов проведення процесу, одержання шламу з кращими структурно-механічними властивостями [11, 12].

Електрокоагуляцію застосовують головним чином для очищення нейтральних і слабколужних стічних вод. Застосування електрохімічних методів доцільно при відносно високій електропровідності стічних вод, обумовленої наявністю в них неорганічних кислот, лугів або солей. При низьких концентраціях солей до стічних вод додають електроліти (зазвичай NaCl), що підвищують електропровідність стічних вод, у результаті чого

знижуються питомі витрати електроенергії на їхню обробку. Даний метод очищення стічних вод, заснований на електролізі з використанням металевих (сталевих або алюмінієвих) анодів, що піддаються електролітичному розчиненню. У результаті розчинення анодів вода збагачується відповідними іонами, що утворюють потім у нейтральному або слабколужному середовищі гідроксид алюмінію або гідроксид заліза. Під їхньою дією відбувається процес коагуляції високодисперсних речовин, що втримуються у воді, аналогічний обробці води відповідними солями алюмінію або заліза [12].

Однак, на відміну від застосування сольових коагулянтів, при електрокоагуляції вода не збагачується сульфат- і хлорид-іонами, вміст яких в очищеній воді лімітується як при скиданні її у водойми, так і при повторному використанні в системах виробничого водопостачання. При електрокоагуляції стічних вод, що містять тонкодисперговані домішки, протікають й інші електрохімічні, фізико-хімічні й хімічні процеси: катодне відновлення розчинених у воді речовин, флоатація твердих й емульгованих часток пухирцями газоподібного водню, що виділяється на катоді.

На ефективність електрокоагуляції впливають: матеріал електродів, відстань між ними, швидкість руху води між електродами, температура й склад води, напруга й щільність струму. Електрокоагуляцію рекомендується проводити у нейтральному або слабколужному середовищі за наступних умов: щільність струму не більше за 10 A/m^2 , відстань між електродами – не більше за 20 мм, швидкість руху води не менше ніж 0,5 м/с.

Як аноди використовують графіт, магнетит, свинець і його з'єднання, кремнієві сплави й ін. Катоди виготовляють із графіту, молібдену, сплаву вольфраму із залізом або нікелем, нержавіючої сталі й ряду інших речовин [11].

Коагулянти можна вводити безпосередньо у вигляді відповідних солей або за рахунок організації активного анода. Тобто, організується попередня (перша) секція електрокоагуляції, де відбувається розчинення анода й утворення гідроокисних структур, які виконують коагулюючі функції. У другій секції протікає основний процес електрофлоатації за рахунок пухирців газів, що

утворюються на графітових електродах. Третя секція організовується, якщо необхідно додаткове знезаражування очищених стічних вод. У ній за рахунок певного розташування електрода збільшується поверхня його контакту з водою й збільшується кількість пухирців кисню, що утворюються, які виконують функцію окислювача [12].

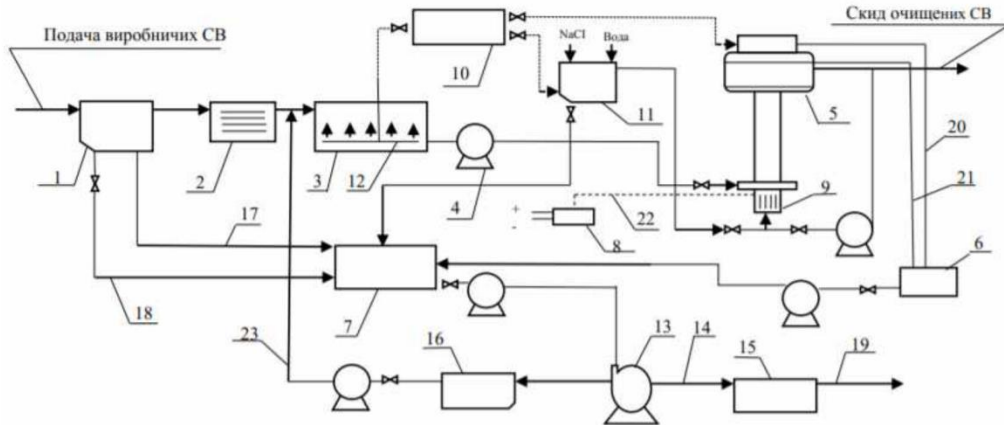


Рис.3.4. Технологічна схема очищення стічних вод молокозаводу методом електрофлотокоагуляції:

1 – жировловлювач, 2 – решітки-дробарки, 3 – усереднювач, 4 – машинне відділення насосної станції, 5 – електрокоагулятор-флотатор, 6 – піногасник, 7 – резервуар осаду, 8 – випрямляч постійного струму 9 – система електродів, 10 – повітрорудна станція, 11 – реагентне господарство, 12 – подача повітря в усереднювач, 13 – вакуум фільтр; 14 – зневоднений осад, 15 – резервуар кеку, 16 – резервуар-накопичувач мулової води, 17 – відведення жирової маси, 18 – подача осаду з жировловлювача, 19 – кек на вивезення, 20 – відведення пінного продукту, 21 – подача шламу, 22 – скид осаду з реагентного господарства, 23 – подача мулової води

Метод електрофлотокоагуляції (ЕФК) дозволяє одночасно здійснювати два процеси – зміна дисперсного стану домішок за рахунок їхньої коагуляції під дією електричного поля – коагуляція й закріплення пухирців електролітичного газу на поверхні часток, які коагулюють, що забезпечує їхню наступну флотацію. Особливо ефективний процес при анодному (катодному) розчиненні металу електродів. Це пояснюється тим, що коагулюючи активність електрогенерованих 30 Зм. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. ЕКБ.БЕ7122.ДП.ПЗ реагентів на відміну від коагулянтів, отриманих при

гідролізі солей металів, значно вище. Технологічна схема методу електрофлотокоагуляції наведена на рисунку 3.2 [12].

Основними стадіями процесу ЕФК є генерація електролітичного коагулянту, генерація електролітичного газу, коагуляція домішок, закріплення електролітичного газу на поверхні коагульованих домішок (утворення флотокомплексів) і спливання флотокомплексів. У процесі ЕФК на поверхні води утворюється шар піни, що зішкрібається з поверхні апарата механічними шкребками, а потім піддається гасінню в піногаснику. Потім осад обезводнюється на спеціальних фільтрах, кек (обезводнений осад) вивозиться на компостування, а фугат направляється в "голову" очисних споруд на повторне очищення [11, 12]

Комбінований метод, що включає електрокоагуляцію й електрофлотацію (ЕФК) відрізняється високим ефектом виділення зі стічної води забруднень, більш економічний за витратами електроенергії й металевих електродів у порівнянні з електрокоагуляцією. При ЕФК установки відпадає необхідність введення реагентів в очищувану рідину. Піна, одержувана при електрокоагуляції має високу стійкість. Ефект очищення в ЕФК апаратах становить за жирами 96–97%, за завислими речовинами 90–92 %, за ХСК – 65 %, за БСКповн – 70–75 %.

Стримуючим фактором і головним недоліком застосування цього методу при очистці стічних вод молокозаводу є підвищена витрата електроенергії, листового заліза й алюмінію. Тому необхідність використання даного методу в кожному конкретному випадку повинна бути економічно обґрунтована [12].

Розділ 5

Вибір технології очистки стічних вод молокозаводу

5.1. Розрахункові витрати стічних вод

Згідно завдання середня витрата стічних вод молокозаводу складає $Q_{\text{сер.доб}}=9000 \text{ м}^3/\text{добу}$.

Середньогодинна витрата стічних вод молокозаводу:

$$Q_{\text{сер.год}} = 9000 \times 24 = 375 \text{ м}^3/\text{Год}$$

Середньосекундна витрата стічних вод молокозаводу:

$$Q_{\text{сер.сек}} = 375 \times 3600 = 0,10 \text{ м}^3/\text{с}$$

Середньосекундна витрата в дм^3 становить:

$$Q_{\text{сер.сек}} = 0,10 \times 1000 = 100 \text{ дм}^3/\text{с}$$

Максимальна та мінімальні секундні витрати стічних вод молокозаводу становлять:

$$q_{\text{max.c}} = K_{\text{max}} \times q_{\text{сер.c}} = 1,6 \times 100 = 160 \text{ дм}^3/\text{с}$$

$$q_{\text{min.c}} = K_{\text{min}} \times q_{\text{сер.c}} = 0,59 \times 100 = 59 \text{ дм}^3/\text{с}$$

де $q_{\text{сер.c}}$ — середньосекундна витрата стічних вод молокозаводу, $\text{м}^3/\text{доб}$; K_{max} і K_{min} — мксимальні та мінімальні коефіцієнти нерівномірності водовідведення, визначаємо за ДБН [27] Визначається в залежності від середньої витрати стічних вод ($\text{дм}^3/\text{с}$). Шляхом інтерполяції було визначено $K_{\text{max}}=1,6$, $K_{\text{min}}=0,59$.

Максимальна годинна витрата стічних вод:

$$Q_{\text{max}} = 3,6 \times q_{\text{max.c}} = 3,6 \times 160 = 576 \text{ м}^3/\text{Год}$$

5.2. Розрахунові коефіцієнта змішування стічних вод

Коефіцієнт турбулентної дифузії, який показує змішування стічної води з водою річки, визначається за формулою:

$$E = V_{\text{cp}} \times H_{\text{cp}} 200 = 2,6 \times 3 200 = 0,039$$

де V_{cp} - середня швидкість течії води в річці між випуском стічних вод і розрахунковим створом, $V_{cp} = 2,6$ м/с; H_{cp} - середня глибина річки на тій же ділянці, $H_{cp} = 3$ м.

Коефіцієнт, що враховує гідравлічні умови змішування стічних вод з водою річки $\alpha = 2,2$.

Коефіцієнт змішування стічних вод з річковою водою $\gamma = 1$.

Відстань по фарватеру річки від місця випуску стічних вод до розрахункового створу, м

$$L = 2,6 \text{ км} = 2600 \text{ м};$$

Q - розрахункова витрата води в річці при 95% забезпеченості, м³/с: $Q = 26$ м³/с; $Q_{сер.с}$ - середньосекундна витрата стічних вод, що скидаються у водойму, м³/с: $Q_{сер.с} = 0,10$ м³/с.

5.3. Необхідний ступінь очищення стічних вод

Гранично-допустима концентрація завислих речовин в очищеній стічній воді, що скидається у річку, складає:

$$C_{зр}^{доп} = p \times ((\gamma \times Q) / Q_{сер.с} + 1) + C_{ф} =$$

$$0,25 \times ((1 \times 26) / 0,10 + 1) + 18 = 83,3 \text{ мг/дм}^3$$

де p - приріст концентрації завислих речовин у річці Рось після випуску стічних вод, мг/дм³, що залежить від виду водокористування (згідно завдання водокористування відноситься до рибогосподарського вищої категорії, тому $p = 0,25$ г/м³; $C_{ф}$ - фонові концентрації завислих речовин у воді річки Рось до місця випуску стічних вод, мг/дм³ (згідно завдання $C_{ф} = 18$).

Допустиме значення БСК_{повн} стічних вод, що скидаються у водойму:

$$C_{БСК}^{доп} = (\gamma \times Q) / Q_{сер.с} \times (C_{БСК}^H / 10^{-k \cdot t} - C_{БСК}^Ф) + C_{БСК}^H / 10^{-k \cdot t}$$

$$= (1 \times 26) / 0,1 \times (3 / 10^{-0,085 \times 0,012} - 2,9) + 3 / 10^{-0,085 \times 0,012} = 30,8 \text{ мг/дм}^3$$

де $C_{БСК}^{доп}$ - значення БСК_{повн}, яке повинно бути досягнуто в процесі очищення стічних вод, мг/дм³; $C_{БСК}^H$ - гранично-допустиме значення БСК_{повн} у розрахунковому створі річки, мг/дм³, оскільки вид водокористування

рибогосподарське вищої категорії, то гранично-допустиме значення БСК_{повн} становить 3 мг/дм³; С_{БСК^ф} - фонове значення БСК_{повн} у воді річки до місця випуску стічних вод, мг/дм³ (згідно завдання С_{БСК^ф} = 2,9 мг/дм³); k - константа швидкості споживання кисню у суміші річкової та стічних вод, доба⁻¹, що визначається в залежності від температури [27]; t - тривалість переміщення води від місця випуску до розрахункового створу становить:

$$t = L / (V_{\text{ср}} \times 24 \times 3600) = 2600 / (2,6 \times 24 \times 3600) = 0,012 \text{ доб}$$

де L - відстань по фарватеру річки від місця випуску стічних вод до розрахункового створу, м (згідно завдання L = 2,6 км); V_{ср} - середня швидкість течії води в річці між випуском стічних вод і розрахунковим створом, м/с (згідно завдання V_{ср} = 2,6 м/с).

Розрахунок допустимого БСК_{повн} стічних вод, що скидаються у річку, за розчиненням у воді киснем, без урахування поверхневої реаерації водойми. Потрібна концентрація розчиненого кисню у воді річки для літніх умов буде забезпечена, якщо БСК_{повн} стічних вод не буде перевищувати величину:

$$\begin{aligned} C_{\text{БСК}}^{\text{O}_2} &= (\gamma \times Q) / (0,4 \times Q_{\text{ср.с}}) \times (O_{\text{ф}} - 0,4 \cdot C_{\text{БСК}}^{\text{ф}} - O_{\text{min}}) - O_{\text{min}} / 0,4 \\ &= (1 \times 26) / (0,4 \times 0,10) \times (8 - 0,4 \times 2,9 - 6,1) - 6,1 / 0,4 = 465 \text{ мг/дм}^3 \end{aligned}$$

де С_{БСК^{O₂}} - БСК_{повн} стічних вод, яке потрібно досягнути в процесі очищення, мг/дм³; O_ф - фонове значення розчиненого кисню у воді річки до місця випуску стічних вод, мг/дм³ (згідно завдання O_ф = 8 мг/дм³); O_{min} - найменша концентрація розчиненого кисню, яка повинна бути забезпечена у річці, мг/дм³ (в залежності від виду водокористування. Для рибогосподарського вищої категорії O_{min} має бути не менше 6 мг/дм³); С_{БСК^ф} - фонове значення БСК_{повн} у воді річки до місця випуску стічних вод, мг/дм³ (згідно завдання С_{БСК^ф} = 2,9 мг/дм³); 0,4 - коефіцієнт для перерахунку БСК_{повн} у БСК₂.

Отже, отримані значення концентрації завислих речовин (83,3 мг/дм³) і значення БСК_{повн} (30,8 мг/дм³), свідчать про те, що не потребується доочищення, бо повне біологічне очищення дозволяє досягти значень БСК_{повн} = 15 мг/дм³, С_{зр} = 15 мг/дм³.

5.4. Розрахунок аеротенка

Стічна вода яка надходить на очищення в аеротенк проходить стадію механічного очищення, яке забезпечує зниження забруднюючих речовин на 30% і першу стадію біологічного очищення в анаеробному біореакторі, який дозволяє знизити органічні забруднення на 80-95%.

Тоді після механічного очищення $BCK_{\text{повн}} = 9450 - 30\% = 6615 \text{ мг/дм}^3$

Після анаеробного біореактора $BCK_{\text{повн}} = 6615 - 93\% = 463,05 \text{ мг/дм}^3$

Значення $BCK_{\text{повн}}$ стічних вод, які надходять в аеротенк, становить 463,05 мг/дм³. Згідно ДБН В.2.5 – 75:2013, при концентрації $BCK_{\text{повн}} 150 \text{ мг/дм}^3$.

Попередньо приймаємо дозу активного мулу в зоні аерації в межах 2- 4,5 г/дм³ та значення мулового індексу 70-100 см³/г. Для прийнятих значень визначається ступінь рециркуляції активного мулу:

$$R = a_a / (1000/J - a_a) = 2,5 / (1000/85 - 2,5) = 0,27$$

де a_a – доза мулу, що дорівнює 2,5 г/дм³; J – муловий індекс, який становить 85 см³/г.

Значення R при видаленні активного мулу з вторинних відстійників за допомогою мулососів має бути не менше 0,3, тому для подальших розрахунків приймається $R=0,3$.

Доза активного мулу в регенераторі визначається за формулою:

$$a_p = a_a \times (1/2R + 1) = 2,5 \times (1/2 \times 0,3 + 1) = 6,7 \text{ г/дм}^3$$

Концентрація органічних забруднень за $BCK_{\text{повн}}$ в суміші стічних вод та циркуляційного активного мулу визначається за формулою:

$$\begin{aligned} L_{\text{сум}} &= (C_{\text{сум}, BCK^a} + C_{BCK^k} \times R) / (1 + R) \\ &= (463,05 + 15 \times 0,3) / (1 + 0,3) = 359,7 \text{ мг/дм}^3, \end{aligned}$$

де $C_{\text{сум}, BCK^a}$ - показник $BCK_{\text{повн}}$ стічних вод, що надходять в аеротенк, з врахуванням зниження BCK після первинного відстоювання на 15-30 %, мг/дм³; C_{BCK^k} - показник $BCK_{\text{повн}}$ в очищеній воді після повного біологічного очищення, мг/дм³. Тривалість обробки стічних вод в аеротенку визначається за формулою:

$$t_a = (2,5 / \sqrt{a_a}) \times \lg L_{\text{сум}} / C_{BCK^k} = (2,5 / \sqrt{2,5}) \times \lg 359,7 / 15 = 2,1 \text{ год.}$$

Питома швидкість окиснення забруднень активним мулом становить 16,5 мг/(г х год)

Тривалість окиснення органічних забруднень становить 11 годин.

Тривалість регенерації активного мулу:

$$t_p = t_0 - t_a = 11 - 2,1 = 8,9 \text{ год.}$$

Середня тривалість перебування стічних вод в системі аеротенк-регенератор буде дорівнювати:

$$t_{\text{сер}} = (1 + R) \times t_a + t_p \times R = (1 + 0,3) \times 2,1 + 8,9 \times 0,3 = 5,4 \text{ год.}$$

Середня доза активного мулу в системі аеротенк-регенератор становить 4,5 г/дм³

Навантаження на активний мул при прийнятих вихідних даних буде складати 632 мг/(гхдобу)

Робочий об'єм аеротенка та регенератора визначається за формулами:

$$W_a = (1 + R) \times t_a \times Q_{\text{max}} = (1 + 0,3) \times 2,1 \times 576 = 1572,5 \text{ м}^3;$$

$$W_p = t_p \times R \times Q_{\text{max}} = 8,9 \times 0,3 \times 576 = 1538 \text{ м}^3$$

де Q_{max} – максимальна витрата суміші стічних вод, м³/год.

Загальний об'єм становить:

$$W = W_a + W_p = 1572,5 + 1538 = 3110,5 \text{ м}^3$$

Об'єм однієї секції складає: $W_1 = W/N = 3110,5/2 = 1555 \text{ м}^3$.

Приймається двохкоридорний аеротенк-витиснювач з 2 секціями з робочою глибиною $H = 3,2$ м; шириною коридорів $B = 4,5$ м.

Довжина секції становить:

$$L = W/(B \times H \times N \times n_k) = 3110,5/(4,5 \times 3,2 \times 2 \times 2) = 54 \text{ м}$$

де N – кількість секцій аеротенка, шт.; n_k – кількість коридорів у секції, шт.

5.5. Розрахунок вторинних відстійників

Вторинні відстійники встановлюються для затримання надлишкового активного мулу після аеротенків. Розрахунок вторинних відстійників

здійснюється за гідравлічним навантаженням на одиницю площі поверхні, яке для відстійників після аеротенків визначається за формулою:

$$q = 4,5 \times K_{\text{відст}} \times H_{\text{з.в.}} / (0,1 \times I_{\text{м}} \times a)^{0,5-0,01 \cdot at}$$

$$= 4,5 \times 0,4 \times 3,7 / 0,8 (0,1 \times 97 \times 2,5)^{0,5-0,01 \cdot 10} = 1,4 \text{ м}^3 / \text{м}^2 \times \text{год}$$

де $K_{\text{відст}}$ - коефіцієнт використання об'єму відстійників, що приймається для радіальних - 0,4; $H_{\text{з.в.}}$ = 3,7 м - глибина зони відстоювання, що приймається за типовим проектом, м; $I_{\text{м}}$ - фактичне значення мулового індексу, приймаємо в межах 70-100 $\text{см}^3/\text{г}$.

Приймаємо значення мулового індексу $I_{\text{м}} = 97 \text{ см}^3/\text{г}$; Приймаємо концентрацію активного мулу в аеротенку $a = 2,5 \text{ г}/\text{дм}^3$; a_t - концентрація активного мулу у воді після відстоювання $a_t = 10 \text{ мг}/\text{дм}^3$.

Загальна площа поверхні вторинних відстійників визначається за формулою:

$$F_{\text{відст.}} = Q_{\text{max}}/q = 576/1,4 = 411 \text{ м}^2$$

Кількість вторинних відстійників має бути не менше трьох, усі відстійники – робочі:

$$N = (F_{\text{відст.}} \times 4 \times K) / \pi D^2 = (411 \times 4 \times 1,3) / 3,14 \times 18^2 = 2,1 \text{ шт.}$$

Приймаємо за типовим проектом № 902-2-87/76 3 вторинних радіальних відстійники з діаметром 18 м та глибиною 3,7 м

Розділ 6

Охорона праці

Охорона праці співробітників на станціях очисних споруд регламентується Законом України «Про охорону праці», переліком відповідних норм та правил експлуатації очисного обладнання.

При експлуатації очисних споруд на станціях водоочистки можливе виникнення небезпечних ситуацій, таких як: потрапляння в робочу зону отруйних, токсичних парів і пожежовибухонебезпечних газів, а також недостатній вміст кисню в робочій зоні.

На данному підприємстві забезпечені всіх необхідні умови щодо охорони праці співробітників, в тому числі колективні та індивідуальні засоби захисту, розміщені схеми евакуації на випадок пожежі тощо.

Небезпечні та шкідливі фактори

№ п/п	Небезпечні та шкідливі виробничі фактори	Джерело, види робіт	Кількісні оцінки	Норматив
1	Електричний струм	Експлуатаційні	U=380В U=220В	ДБН А.3.2-2-2009 р.10
2	Підвищений і рівень шуму та вібрації	Експлуатація насосних станцій, систем вентиляції	Рівень 80 дБ	ДСН 3.3.6037-99 ДСН 3.3.6. 039-99
3	Шкідливі речовини	Ремонт мереж каналізації, хлорування	ПДК NO ₂ -2мг/м ³ ПДК Р -0,03 мг/м ³	ГОСТ 12.1.005-88 НПАОП 40.2-7.01-97
4	Недостатнє освітлення	Виконання робіт по експлуатації, ремонту інженерних систем	1 лк	ДБН В.2.5-28-2018 ГОСТ 12.1.046-85
5	Параметри мікроклімату	Експлуатація систем (Середньої важкості Па)	Температура повітря, 19-21°С Відносна вологість, 60-40 % Швидкість руху повітря, 0,2 м/сек	ГОСТ 12.1.005-88 ДСН 3.3.6.042-99
6	Пожежна безпека	Експлуатація і ремонт інженерних систем	Клас вибухонебезпечності В II а; Категорія Г; Ступінь вогнестійкості II	ДБН В.1.1-7-2016 ДБН В.1.2-7-2008 ДСТУ Б В.1.1.-36:2016

Висновки

Україна має одні з найкращих умов у світі для виробництва молока та молочних продуктів. Ринок молочних продуктів формується переважно під тиском рівня купівельної спроможності населення.

Підприємства молочної галузі оснащені сучасною переробною технікою. Рациональне використання технологічного обладнання потребує глибоких знань його особливостей. При цьому дуже важливо зберегти харчову та біологічну цінність компонентів сировини в молочних продуктах, які виготовляються.

Під час виконання дипломної роботи було проведено аналіз технологічної схеми виготовлення сирів та запропоновано удосконалення процесу очистки стічних вод, які утворюються.

В результаті аналізу літературних джерел було обрано двоступеневу анаеробно-аеробну технологію для біологічного очищення стічних вод молочних підприємств, яка дозволяє досягти допустимих показників для скиду очищених стічних вод у річку.

Здійснено розрахунок необхідного ступеня очищення стічних вод та виконано розрахунки очисних споруд. Згідно розрахунків прийнято типовий проект ТП 902-2-195 двохкоридорного двохсекційного аеротенка-витиснювача з глибиною 3,2 м, шириною коридорів 4,5 і загальним об'ємом 3110 м³.

Для забезпечення оптимальних умов праці було наведено заходи щодо охорони праці та запобіганню забруднення довкілля.

Список використано[ї] літератури

1. Вплив українських підприємств харчової галузі на довкілля// ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ. – 2014. – С. 1–9.
2. Ушкаренко Ю. Особливості впливу підприємств харчової промисловості на навколишнє середовище/ Юлія Ушкаренко// Херсонський державний університет. – 2016. – №12. – С. 1–5.
3. Дятлова Т. В. Очистка сточных вод молокозаводов / Т. В. Дятлова, С. Г. Певнев, Т. Г. Федоровская. // Водоснабжение и санитарная техника. – 2008. – №2. – С. 12–15.
4. Благодарная Г. И. Анализ методов очистки высококонцентрированных сточных вод предприятий пищевой промышленности / Г. И. Благодарная, А. А. Шевченко. // Харьковская национальная академия городского хозяйства. – 2015. – С. 1–3.
5. Cristian O. Characteristics of the untreated wastewater produced by food industry. An Univ Oradea Fasc Prot Med. 2010;15:709–14. Available from http://protmed.uoradea.ro/facultate/anale/protectia_mediului/2010/im/29.%20Onet%20Cristian%201.pdf
6. Саблій Л. А. Біотехнологія очищення стічних вод підприємств молочної промисловості / Л. А. Саблій, С. В. Кононцев. // Вісник УДУВГП. – 2003. – №2. – С. 142–150.
7. Britz JT, van Schalwyk C, Hung YT. Treatment of dairy processing wastewaters. In: Wang LK, Hung YT, Lo HH, Yapijakis C, editors. Waste treatment in the food processing industry. Boca Raton, FL, USA: CRC Press; 2006. pp.1–25
8. Karadag D, Köroğlu OE, Ozkaya B, Cakmakci M. A review on anaerobic biofilm reactors for the treatment of dairy industry wastewater. Process Biochem. 2015;50:262– 71. 10.1016/j.procbio.2014.11.005
9. Nadais M., Capela M., Arroja L. Anaerobic treatment of milk processing wastewater. Handbook of environmental engineering, vol. 11. Environmental bioengineering. New York, NY, USA: Humana Press, Springer; 2010. pp. 555–618.
10. Liu Y., Whitman W. B. Metabolic, phylogenetic, and ecological diversity of the methanogenic archaea //Annals of the New York Academy of Sciences. –

2008. – R. 1125. – №. 1 p. 171-189.

11. Lyu Z., Shao N., Akinyemi T., Whitman W. B. Methanogenesis // *Current Biology*. – 2018. – R. 28. – № 13. – p. 727-732.

12. Whitman W. B., Bowen T. L., Boone D. R. The methanogenic bacteria // *The Prokaryotes*. – 2006. – R. 3. – № 9. – p. 165-207.

13. Shchegolkova N. M. Microbial Community Structure of Activated Sludge in Treatment Plants with Different Wastewater Compositions / N. M. Shchegolkova, G. S. Krasnov, A. A. Belova. // *Frontiers in Microbiology*. – 2016.

14. Сидорова Л. П. Очистка сточных и промышленных вод. Часть 2 Биохимическая очистка. Активный ил. Оборудование / Л. П. Сидорова, А. Н. Снигирева. – 2017. – С. 31–34, 41–56.

15. Биоценозы и биохимические процессы при анаэробной очистке [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: https://studref.com/466972/ekologiya/biotsenozy_biohimicheskie_protssesy_anaerobn_oy_ochistke.

16. Основные биохимические процессы при аэробной очистке [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://studfile.net/preview/5865387/page:6/>. 25. ГОСТ Р 57568-2017. Гіпохлорит натрію. Технічні умови.

17. Примеры расчетов канализационных сооружений: Учебное пособие для ВУЗов/Ю.М. Ласков, Ю.М. Воронов, В.И. Калицун. :- М., Стройиздат, 1987.- 255с.

18. Канарский Ю. Екологія довкілля. Охорона природи / Ю. Канарский, Я. Бедрий, В. Грицик. // *Кондор*. – 2009. – С. 292.

19. Атраментов А.Г. Совершенствование первичной обработки молока. — М.: Колос, 1993. — 64 с.

20. Бредихин С.А., Космодемьянский Ю.В., Юрин В.Н. Технология и техника переработки молока. — М.: Колос, 2001. — 400 с.

21. Горбатова К.К. Биохимия молока и молочных продуктов. — 3-е изд., перераб.и доп. — СПб.: ГИОРД, 2003. — 320 с.

22. Горбатова К.К. Химия и физика молока: Учебник для вузов. — СПб.: ГИОРД, 2004.— 288 с.
23. Гудков А.В. Сыроделие: технологические, биологические и физико-химические аспекты / Под ред. С.А.Гудкова. — 2-е изд., испр. и доп. — М.: ДеЛи принт, 2004. — 804 с.
24. Довідник з молочної справи / М.Ф. Яременко, М.Й. Вовченко, О.Л. Проценко, Б.Ф. Ступницький. — К.: Урожай, 1971.Иванов П.Ф., Носов М.С., Баранова И.М. Машинное доение коров. — М.: Моск.рабочий, 1974. — 101 с.
25. Ивашура А.И. Гигиена производства молока — 2-е изд., перераб. и доп. — М.:Росагропромиздат, 1989. — 237 с.
26. Крус Г.Н., Тиняков В.Г., Фофанов Ю.Ф. Технология молока и оборудование предприятий молочной промышленности.— М.: Агропромиздат, 1986.—280 с.
27. Крусь Г.Н., Кулешова И.М., Дунченко Н.И. Технология сыра и других молочных продуктов. — М.: Колос, 1992. — 320 с.
28. Машкін М.І. Молоко і молочні продукти. — К.: Урожай, 1996. — 336 с.
29. Машкін М.І. Первинна обробка і переробка молока. — К.: Урожай, 1994. — 237 с.
30. Медузов В.С., Бирюкова З.А., Иванова Л.Н. Производство детских молочных продуктов. — М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1982. — 208 с.
31. Ніконенко В.М. Обладнання та технологія молочного виробництва. — К.: Урожай, 1995. — 296 с.
32. Оноприйко А.В, Храпцов А.Г, Оноприйко В.А. Производство молочных продуктов. Практ. пособие . — М.: ИКЦ «Март»; Ростов н/Д: Изд. центр «Март», 2004. —384 с.
33. Переработка продукции растительного и животного происхождения / Под ред.А.В. Богомолова и Ф.В.Перцевого. — СПб: ГИОРД, 2001. — 336 с.
34. Ромоданова В.О., Білоус Н.В., Зубков В.Є. Плавлені сири: Навч. посібник. —К.: УДУХТ; Луганськ: Елтон-2, 2000. — 177 с.
35. Сирохман І.В., Задорожний І.М., Пономарьов П.Х. Товарознавство продовольчих товарів: Підручник. — К.: Лібра, 2003. — 368 с .

36. Состав и свойства молока как сырья для молочной промышленности: Справочник / Под ред. Я.И. Костина. — М.: Агропромиздат, 1986. — 239 с.
37. Тепел А. Химия и физика молока. — М.: Пищевая пром-сть, 1976. — 623с.
38. Технология молока и молочных продуктов/ Г.В. Твердохлеб, З.Х. Диланян, Л.В. Чекулаева, Г.Г. Шилер. — М.: Агропромиздат, 1991. — 463 с.
39. Технология молока и молочных продуктов / Г.Н. Крусь, А.Г. Храмов, З.В. Волокитина, С.В. Карпычев; Под ред. А.М. Шалыгиной. — М.: Колос, 2004. — 455 с.
40. Технология производства молочных продуктов: Справочник. — М.: Тетра Пак АО, 2001. — 400 с.
41. Технологія переробки продукції тваринництва / О.В. Богомолов, Ф.В. Перцевий, О.М. Сафонова та ін. — Х.: Вид-во Навч.-метод. Центру заоч. навчання с.-г. вузів України, 2001. — 241 с.
42. Товарознавство молочних товарів: Навч. посібник / А.Б. Рудавська, Г.В. Дейниченко, В.М. Козлов, Г.І. Дюкарева. — К.: ВД «Професіонал», 2004. — 312с.
43. Чекулаева Л.В., Полянский К.К., Голубева Л.В. Технология продуктов консервирования молока и молочного сырья. — М.: ДеЛи принт, 2002. — 249 с.
44. Черевко О.І., Сафонова О.М., Богомолов О.В. Переробка сировини тваринного походження : Навч. посібник / Харк. держ. акад. технол. та орг. харчування. — Х., 2002. — 206 с.
45. Шалыгина А.М., Калинина Л.В. Общая технология молока и молочных продуктов. — М.: Колос, 2004. — 196 с.
46. Шидловская В.П. Органолептические свойства молока и молочных продуктов. Справочник. — М.: Колос, 2000. — 280 с., ил.