

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНІЧНОГО
СЕРВІСУ ІМЕНІ ПРОФЕСОРА ОЛЕКСАНДРА СЕМКОВИЧА**

ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ

першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

на тему: **“Підвищення ефективності технологічного процесу
обробки молочної сировини із використанням модернізованого
заквасочника”**

Виконав: студент IV курсу групи Аін-41

Спеціальності 208 „Агорінженерія”
(шифр і назва)

Петрів Андрій Михайлович
(Прізвище та ініціали)

Керівник: Буртак В.В.
(Прізвище та ініціали)

Дубляни 2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНІЧНОГО
СЕРВІСУ ІМЕНІ ПРОФЕСОРА ОЛЕКСАНДРА СЕМКОВИЧА

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Зав. кафедри _____

(підпис)

к.т.н., доцент Шарибура А.О.

“ _____ ” _____ 2023 р.

З А В Д А Н Н Я

на дипломний проєкт студенту

Петриву Андрію Михайловичу

1. Тема проєкту: **“Підвищення ефективності технологічного процесу обробки молочної сировини із використанням модернізованого заквасочника”**

Керівник проєкту: Буртак Володимир Володимирович, к.т.н., доцент

Затверджена наказом по університету від 30.12.2022 року № 453/К-С

2. Строк здачі студентом закінченого проєкту 12.06.2023 року

3. Вихідні дані: основні показники ефективності технологічного процесу обробки молочної сировини згідно різних технологій; навчальна, наукова, довідкова література, патентний пошук.

4. Перелік питань, які необхідно розробити:

1. Характеристика об'єкта проєктування.

2. Розрахунок елементів технологічного процесу.

3. Конструкторська розробка.

4. Охорона праці

5. Розрахунок техніко-економічних показників.

Висновки і пропозиції.

Бібліографічний список..

5. Перелік ілюстраційного матеріалу

1. Схема технологічного процесу - 1-ий аркуш.

2. Схема ПТЛ - 2-ий аркуш.

3. Загальний вигляд заквасочника - 3-ий аркуш.

4. Вузол – 4-й арк.

5. Робочі креслення деталей – 5 -ий арк.

6. Результати розрахунку техніко-економічних показників – 6-ий арк.

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада Консультанта	Підпис, дата		Відмітка про виконання
		завдання видав	завдання прийняв	
1,2,3,5	Буртак В.В. к.т.н., доц. кафедри агроінженерії та технічного сервісу імені професора Олександра Семковича			
4	Тимочко В.О., к.т.н., доцент завідувач кафедри УПБВ			

7. Дата видачі завдання: 30.12.2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор.	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Відмітка про виконання
1.	<i>Написання розділу: «Характеристика об'єкта проектування»</i>	<i>30.12.22-23.01.23</i>	
2.	<i>Виконання другого розділу: «Розрахунок елементів технологічного процесу»</i>	<i>24.01.23-20.02.23</i>	
3.	<i>Виконання третього розділу: «Конструкторська розробка»</i>	<i>21.02.23-20.03.23</i>	
4.	<i>Написання розділу: «Охорона праці»</i>	<i>21.03.23-17.04.23</i>	
5.	<i>Виконання розділу: «Розрахунок техніко-економічних показників»</i>	<i>18.04.23-22.05.23</i>	
6.	<i>Завершення оформлення розрахунково-пояснювальної записки. Завершення роботи в цілому</i>	<i>23.05.23-12.06.23</i>	

Студент _____ Андрій Петрів
(підпис)

Керівник проекту _____ Володимир Буртак
(підпис)

УДК 664.628(477.88)

Дипломний проєкт: 50 с. текст. част., 3 рис., 7 табл., 6 арк. формату А1, 19 джерел літератури.

Підвищення ефективності технологічного процесу обробки молочної сировини із використанням модернізованого заквасочника.

Петрів А.М.- Дипломний проєкт. Кафедра агроінженерії та технічного сервісу імені професора Олександра Семковича – Дубляни, Львівський національний університет природокористування, 2023.

Приведено аналіз технологічних процесів обробки молочної сировини, обґрунтовано актуальність теми, мету і завдання проєкту.

На основі проаналізованих даних розроблено технологію виробництва кисломолочних продуктів, вибрано засоби механізації операцій технологічного процесу.

Проведено модернізацію заквасочника, зокрема визначення конструктивних, кінематичних та інших параметрів.

Розроблено заходи для забезпечення життєдіяльності та охорони праці.

Розраховано техніко-економічні показники кисломолочного виробництва, зокрема рентабельність, річний економічний ефект та термін окупності капітальних вкладень.

ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП	7
1. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ПРОЕКТУВАННЯ	8
1.1. Характеристика показників якості молочної сировини	8
1.2. Обґрунтування переліку та обсягів продукції, яку планується випускати	10
1.3. Обґрунтування теми дипломного проєкту	14
2 РОЗРОБКА ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ	15
2.1 Обґрунтування потреби в сировині	15
2.2 Технологічний розрахунок переробного цеху	17
2.2.1. Розробка технологічної схеми переробки сировини	17
2.2.2. Визначення продуктивності технологічних ліній цеху	18
2.2.3. Визначення потреби в машинах та обладнання для технологічної лінії	19
2.2.4. Розрахунок потреби тари і пакувальних матеріалів	20
2.3. Визначення розміру проектного цеху	22
2.4. Розрахунок потреби води, пари та електроенергії	24
2.5. Розробка технологічної карти	25
3. КОНСТРУКТОРСЬКА РОЗРОБКА	27
3.1. Аналіз існуючих машин, вузлів	27
3.2. Санітарні та технічні вимоги до даної машини	28
3.3. Обґрунтування розроблюваної конструкції.	30
3.4. Кінематичний, енергетичний та інші розрахунки машини, вузла	31
3.5. Розрахунок елементів машини на міцність	34

4. ОХОРОНА ПРАЦІ	36
4.1. Структурно-функціональний аналіз технологічного процесу	36
4.2. Обґрунтування організаційно-технічних рекомендацій стосовно безпечного перебігу технологічного процесу	39
4.3. Захист цивільного населення	41
5. РОЗРАХУНОК ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ	43
5.1. Визначення обсягу та структури витрат на виробництво продукції	43
5.2. Визначення рентабельності підприємства, цеху та строк окупності додаткових капіталовкладень	46
ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ	48
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК	49

ВСТУП

Основним призначенням сільського господарства як народно-господарської галузі є виробництво сировини, субпродуктів та продуктів харчування. Серед основних напрямів діяльності сільськогосподарського виробництва можна виділити два галузевих напрями (рослинництво і тваринництво), в межах яких можна виділити ще декілька галузевих піднапрямків. Стосовно напрямку тваринництва, то тут можна виділити два піднапрямки: молочне і м'ясне скотарство. Така ж галузева розгалуженість спостерігається і галузі переробки сільськогосподарської продукції. В межах кожного з перелічених піднапрямків можна виділити переробні галузі, які стосуються виробництва обмеженої групи продуктів, які характеризуються притаманними тільки їм властивостями та поживними цінностями. Зокрема в піднапрямку молочного скотарства можна виділити виробництво: молока питного; кисломолочних продуктів і напоїв; твердого сиру; згущеного молока тощо.

В роки індустріалізації країни відбулося розшарування двох ланок харчового виробництва: сировини і продуктів. Якщо виробництво сировини залишилось в межах сільського господарства, то виробництво продуктів харчування стало прерогативою міст. Сьогодні в умовах економічної кризи сільськогосподарських підприємств доцільним є не тільки виробництво сировини, а й виробництво на її основі повноцінних продуктів харчування, що дозволить суттєво підвищити економічний стан сільськогосподарських підприємств.

Об'єктом проектування вибрано розробка малого переробного підприємства з переробки молока на кисломолочні продукти.

1. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА ПРОЕКТУВАННЯ

1.1 Характеристика показників якості молочної сировини

Виробництво кисломолочних продуктів, так і інші молочні продукти передбачають використання якісної сировини згідно відповідних норм. Молоко, як сировина, яка використовується при виготовленні високоякісних молочних продуктів та відповідає ДСТУ 2212:2003 “Молочна промисловість. Виробництво молока та кисломолочних продуктів. Терміни та визначення понять” висуваються вимоги за фізико-хімічними, органолептичними і санітарно-ветеринарними показниками. Молоко має бути отримане від здорової худоби, благополучних по інфекційним захворюванням в дійсності з правилами ветеринарного законодавства, і за якістю відповідати дійсному стандарту. Молоко має бути профільтрованим і охолодженим до 6 – 10 °С не пізніше ніж через 2 години; натуральним, білого або слабо-коричнуватого кольору, без осаду. Заморожування молока не допускається. Молоко не повинно мати інгібуючих і нейтралізуючих речовин та бути з густиною нижче 1027 кг/м³. Місткість тяжких металів, миш'яку, решток пестицидів не повинно перевищувати максимального рівня, затвердженого Міністерством охорони здоров'я України.

Молоко допускається приймати на підставі контрольної проби, якщо воно за органолептичними показниками, чистоті, бактеріальній частці і вмісту соматичних клітин відповідає вимогам стандарту на молоко, що заготовлюється. Термін дії аналізу контрольної проби не повинен перевищувати 1 місяць.

Молоко перевозять в автоцистернах для молока по ДСТУ ISO 707:2002 “Молоко та молочні продукти. Настанови з відбирання проб” усіма видами транспорту в відповідності з правилами перевозки вантажів, що швидко псуються.

Молоко яке не відповідає вимогам стандарту за фізико-хімічними властивостями і мікробіологічними показниками, отримане від корів в перші і останні сім днів лактації, з додаванням нейтралізуючих і консервуючих засобів, з запахом хімікатів, з рештками хімічних засобів захисту рослин, а також антибіотиків, з гірким присмаком, кормовим присмаком цибулі, часнику, полину, прийому не підлягає.

Якість готових виробів повинна відповідати нормам на ці види продукції. Розглянемо основні з них.

Якість сметани визначається за рядом показників, які мають які мають відповідати нормам, що представлені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 - Органолептичні та фізико-хімічні показники сметани

Найменування показників	Характеристика
Зовнішній вигляд і консистенція	Однорідна, в міру густа, без крупинок, зовнішній вигляд глянцевої.
Смак і запах	Чистий кисломолочний, допускається слабо виражений кормовий присмак.
Колір	Білий з кремовим відтінком, рівномірний по всій масі.
Масова частка жиру, не менше %	20
Кислотність, °Т	65 – 110
Температура зберігання, °С	8 – 9
Фосфатаза	відсутня

В окремих пакувальних одиницях допускається відхилення масової долі жиру $\pm 0,5\%$. Залишкова частка пестицидів, тяжких металів, миш'яку, афлатоксину М1, антибіотиків і других інгібіторів не повинні перевищувати затверджених норм.

Сметану зберігають при температурі 4 ± 2 °С не більше 72 годин з моменту закінчення технологічного процесу, в тому числі, на підприємстві виробнику не більше 36 годин згідно з санітарними правилами для продуктів, що особливо швидко псуються. При температурі 0 ± 1 °С сметана може зберігатися не більше 30 днів.

Якість кефіру визначається показниками, що викладені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 - Органолептичні та фізико-хімічні показники сиру

Найменування показників	Норма
Масова частка жиру, % не більше	3,2
Масова частка алкоголю, % не більше	0,6
Кислотність, °Т	80 – 120
Смак і запах	кисломолочний
Колір	молочно-білий, жовтуватий

Не допускається добавка фарбуючих і консервуючих речовин.

Строк зберігання при температурі $4 - 6$ °С не більше 36 годин з моменту закінчення технологічного процесу, в тому числі підприємстві виробнику не більше 24 годин [3].

1.2 Обґрунтування переліку та обсягів продукції, яку планується випускати

При аналізі купівельного попиту виявлено, що найбільш купуються молоко, сметана, сир, кефір, вершкове масло. Але при дослідженні ринку виявлено його насиченість молоком та маслом і нестачею кисломолочних продуктів та напоїв, які планується випускати на проєктованому підприємстві.

Кисломолочні продукти є великою групою товарів, для виробництва яких використовують цільне і знежирене коров'яче молоко, вершки, пахту,

згущене і сухе молоко. Деякі кисломолочні напої виготовляють з додаванням цукру, джемів, фруктових-ягідних сиропів тощо.

Загальні ознаки всіх кисломолочних продуктів — молочнокисле бродіння, що протікає при квашенні молока або вершків, наявність зв'язаного згустку і кислий смак. За характером бродіння розрізняють дві групи кисломолочних продуктів. До першої групи відносять продукти, отримані в результаті молочнокислого бродіння - ряжанка, кисле молоко, ацидофільне молоко, сир, сметана, йогурт тощо. Ці продукти характеризуються кисломолочним смаком, щільним і однорідним без бульбашок газу згустком. До другої групи відносять продукти зі змішаним бродінням (молочнокисле і спиртове) - кефір, кумис тощо. Вони також характеризуються кисломолочним смаком, але він більш гострий, освіжаючий завдяки вмісту невеликої кількості спирту і CO₂, згусток ніжний, пронизаний дрібними бульбашками газу, легко розбивається при струшуванні і перемішуванні, внаслідок чого консистенція стає однорідною, сметаноподібною.

Кисломолочні продукти мають велике значення в дієтичному і лікувальному харчуванні. За вмістом основні речовин вони мало відрізняються від молока і вершків, проте містять більше біологічно цінних речовин — водорозчинних вітамінів. Крім того, до їх складу входять важливі в дієтичному відношенні речовини — молочна кислота і антибіотики.

Кефір - продукт молочнокислого і спиртового бродіння, що виробляється на заквасці грибків кефірів або на чистих культурах молочнокислих стрептококів і молочних дріжджів. Залежно від масової частки жиру і використаної для наповнювачів сировини випускають кефір 3,2, 2,5, 1%-ної жирності і нежирний, кефір особливий (з додаванням казеїнату натрію) 1%-ної жирності і нежирний, кефір фруктовий 2,5 і 1%-ної жирності і нежирний, кефір Раніца 2,5 і 1%-ної жирності, кефір вітамінізований (містить 10 міліграм % аскорбінової кислоти), кефір Таллінській (з підвищеним вмістом СОМО, 1%-ної жирності і нежирний),

кефір Бадьорість 1,5, 2,0, 2,5, 3,2, 3,5%-ної жирності і нежирний, кефір Дитячий 3,2 і 3,5%-ної жирності, вітамінізований 3,5%-ної жирності.

Сметана - російський національний продукт. Для неї характерний високий вміст жиру (від 10 до 40 %), чистий кисломолочний смак, добре виражений аромат молочно-кислого бродіння, в міру густа однорідна консистенція, білий з кремовим відтінком колір. За змістом жиру сметану підрозділяють на наступні види: підвищеної жирності - 36 %, звичайна - 30, столова - 25, 20, 15, дієтична - 10 %. Важливим показником якості є кислотність, яка залежно від виду сметани коливається в межах від 55 до 100 °Т. З метою підвищення харчової цінності промисловість випускає сметану з білковими наповнювачами (концентрат сироватковий білковий, пахта тощо) жирністю 10, 15, 20 % і домашню жирністю 10 %. У домашню сметану вводиться ізольований соєвий білок супро-760.

На підприємстві планується випуск двох видів продуктів: сметани столової жирністю 20% і кефіру Бадьорість жирністю 1,5%. Кефір планується розфасовувати в поліетиленові пакети ємністю 0,5 і 1 літр, сметану - в стаканчики ємністю 0,2 і 0,5 літра.

Кількість готової продукції буде визначатись виходячи із виходу готової продукції з одиниці продукції. Очікуваною кількістю молока, яке буде надходити на підприємство з власних сировинних запасів є 250-300 тонн на рік. Постачання молока отриманого від населення може становити до 150 тонн на рік. Постачання молока отриманого від селянських господарств, що знаходяться поблизу може становити 200-250 тонн на рік. Таким чином, загальний обсяг молока, що буде надходити на підприємство може становити 600-700 тонн на рік. Тобто, щодоби на підприємство буде постачатись 1,875-2,188 тонн молока. Розрахунки будемо проводити по максимальному значенню, що дозволить врахувати можливе інтенсивне надходження молока.

Схема технологічного процесу обробки молочної сировини відображено на рис.1.1.

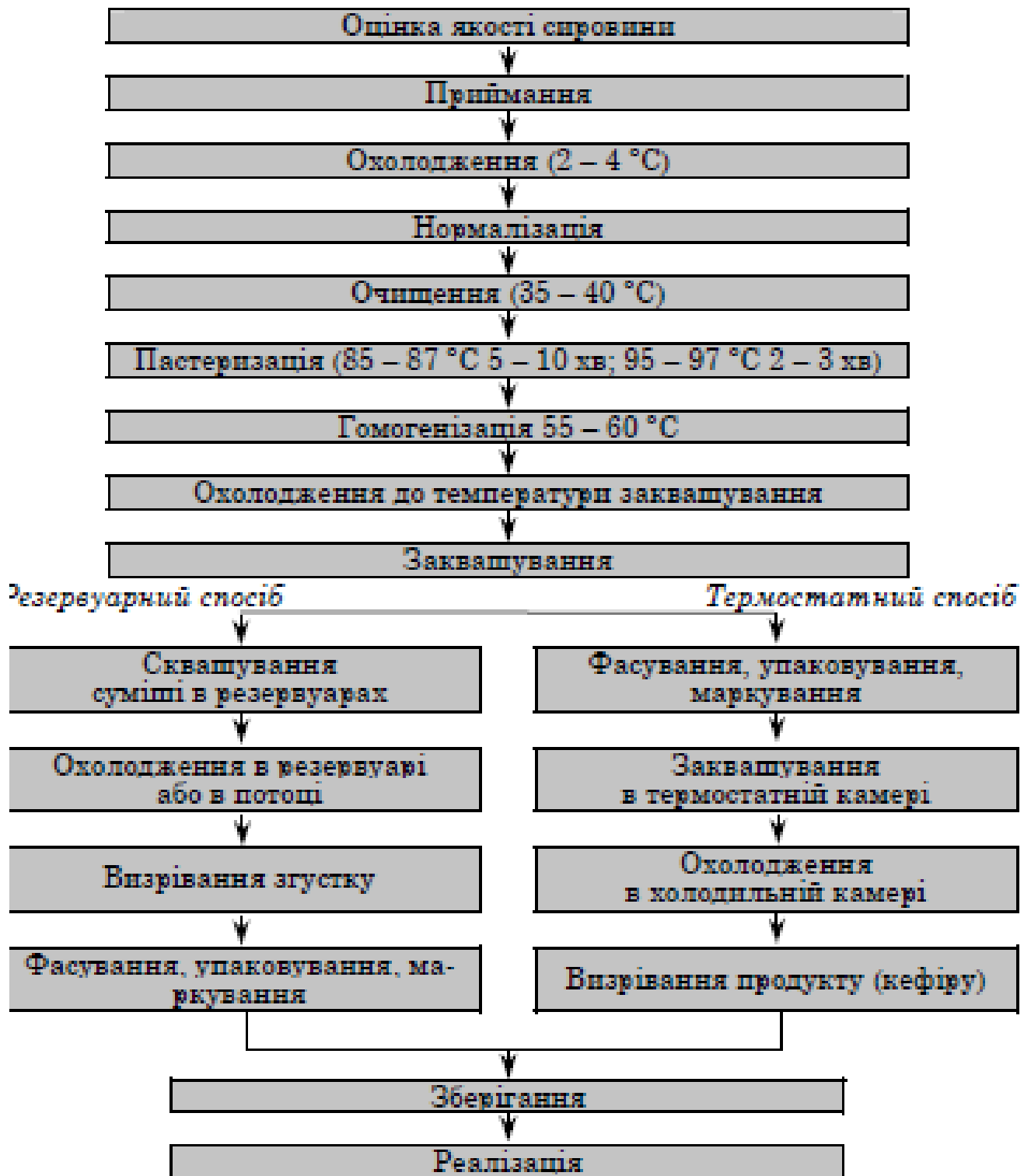


Рис.1.1 Схема технологічного процесу.

1.3 Обґрунтування теми дипломного проєкту.

Провівши аналіз економічної діяльності сільськогосподарських підприємств, які займаються тваринництвом, зокрема утриманням ВРХ та отриманням молочної сировини, доцільно було б запропонувати організацію із виробництва кисломолочних продуктів.

Підбір асортименту вироблюваної продукції повинен сприяти повному використанню поживних речовин молока як сировини із забезпеченням безвідходності виробництва.

Створення такого підприємства, в значній мірі, покращить економічний стан сільськогосподарських підприємств та підвищить рівень зайнятості населення.

2. РОЗРОБКА ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

2.1 Обґрунтування потреби в сировині

Для виробництва кисломолочних продуктів вибрані наступні параметри:

- сметана столова: масова частка жиру - 20%; кислотність - 75-100 °Т; тиск гомогенізації - 9-11 МПа; масова частка сухих речовин - 7,3%;
- кефір "Бадьорість": масова частка жиру - 1,5%; кислотність - 90-100°Т; тиск гомогенізації - 9-11 МПа; масова частка сухих речовин - 12%.

Враховуючи специфіку виробництва розрахунок слід проводити в наступній послідовності. На першому етапі визначимо кількість вершків необхідної жирності для виробництва сметани. Нормалізоване молоко, з процесу сепарування далі подається на виробництво кефіру.

Визначимо кількість вершків, які можна отримати після сепарації всього обсягу молока, що надходить на підприємство

$$K_{\epsilon} = \frac{K_M (J_M - J_{NM})}{J_{\epsilon} - J_{NM}} \times \frac{100 - P}{100}, \quad (2.1)$$

де K_M – кількість молока, кг;

J_M – вміст жиру у молоці, %;

J_{NM} – вміст жиру у нормалізованому молоці, %;

J_{ϵ} – вміст жиру у вершках, %;

P – максимально допустимі втрати, %; $P = 0,5\%$.

Отже,

$$K_{\epsilon} = \frac{2188 \cdot (3,6 - 1)}{20 - 1} \times \frac{100 - 0,5}{100} = 297,9 \text{ кг.}$$

Визначимо кількість бактеріальної закваски, яку необхідно внести для виробництва сметани

$$K_{\sigma_3} = \frac{K_{\epsilon} \cdot H_3}{100}, \quad (2.2)$$

де H_3 – норма внесення закваски, %.

$$K_{\text{бз}} = \frac{297,9 \cdot 5}{100} = 14,9 \text{ кг.}$$

Кількість заквашених вершків, які використовують для виробництва сметани, визначають за формулою:

$$K_{\text{зв}} = K_{\text{в}} + K_{\text{бз}}, \quad (2.3)$$

Отже,

$$K_{\text{зв}} = 297,9 + 14,9 = 312,8 \text{ кг.}$$

Кількість готової продукції з урахуванням допустимих втрат при виробництві та фасуванні в тару місткістю 200-500 см³ визначають за формулою:

$$K_{\text{смет}} = \frac{K_{\text{зв}} \cdot 1000}{P}, \quad (2.4)$$

$$K_{\text{смет}} = \frac{312,8 \cdot 1000}{1010,5} = 309,55 \text{ кг.}$$

Таким чином, обсяг виробництва сметани буде становити 310 кг.

Визначимо кількість нормалізованого молока, що утворилось в результаті сепарування

$$K_{\text{нм}} = K_{\text{м}} - K_{\text{в}}. \quad (2.5)$$

Тобто, нормалізованого молока буде вироблено у кількості

$$K_{\text{нм}} = 2188 - 297,9 = 1890,1 \text{ кг.}$$

Визначимо кількість бактеріальної закваски, яку необхідно внести для виробництва кефіру

$$K_{\text{бзк}} = \frac{1890,1 \cdot 5}{100} = 94,51 \text{ кг.}$$

Кількість заквашеного нормалізованого молока, яке використовується для виробництва кефіру

$$K_{\text{злмк}} = 1890,1 + 94,51 = 1984,61 \text{ кг.}$$

Кількість готової продукції з урахуванням допустимих втрат при виробництві та фасуванні в тару для виробництва кефіру

$$K_{\kappa} = \frac{1984,61 \cdot 1000}{1012,3} = 1960,5 \text{ кг.}$$

Таким чином, обсяг виробництва кисломолочних продуктів буде, згідно сировинного розрахунку, наступним: кефір – 1961кг; сметана – 310 кг.

2.2. Технологічний розрахунок переробного цеху

2.2.1. Розробка технологічної схеми переробки сировини

Технологічний процес виробництва сметани.

Планується виготовляти сметану 20% жирності резервуарним способом. Процес складається з наступних технологічних операцій: прийому і сепарування молока, нормалізації вершків, гомогенізації і охолодження, заквашування і сквашування вершків, фасування, маркування, дозрівання сметани.

Прийняте молоко сепарується при температурі 40 – 45 °С. Отримані вершки нормалізуються цільним або знежиреним молоком, пізніше пастеризуються 2 – 10 хв. при 86 ± 2 °С. Далі вершки охолоджуються і відправляються гомогенізацію з температурою 50 – 70 °С.

Вершки охолоджуються до температури заквашування 20 – 26 °С. Заквашують закваскою в кількості 5%. Використовують закваскою, зготовлену на чистих культурах мезофільних молочнокислих стрептококів. Сквашування вершків проводять до утворення згустку і досягнення кислотності 65 – 80 °Т. Тривалість процесу 12 – 18 годин. По закінченню сквашування вершки перемішують на протязі 3 – 15 хв. і направляють на фасування. Після фасування сметану направляють на охолодження до 8 °С і фізичне досягання, тривалість якого в крупній тарі 12 – 48 год., в дрібній 6 – 12 год.

Технологічний процес виготовлення кефіру.

Процес виробництва кефіру складається з підготовки сировини, нормалізації, пастеризації, гомогенізації, охолодження, заквашування, охолодження згустку, його стиглості і фасування.

Для виробництва кефіру використовується молоко не нижче другого сорту, кислотністю не вище 19 °Т, яке передчасно очищують і нормалізують до жирності 1,5%.

В кефірі "Бадьорість" підвищений вміст СОМО. Сухе знежирене молоко в відповідності до рецептури передчасно розчиняють в невеликій кількості нормалізованого молока при 45°C і вносять нормалізоване по масовій частці жиру молоко.

Нормалізоване молоко піддають тепловій обробці. В результаті пастеризації знищуються мікроорганізми і утворюються умови для розвитку мікрофлори закваски. Сировина пастеризується при температурі 85 -87 °С із витримкою 5 – 10 хв. Теплова обробка поєднується із гомогенізацією. В результаті гомогенізації при 55 – 60 °С і тиску 9 -11 МПа покращується консистенція кисломолочних продуктів і попереджається виділення сироватки. Далі молоко охолоджується до температури заквашування. Заквашене молоко після сквашується в резервуарах при 20 -25 °С на протязі 10 – 12 годин, до наростання кислотності до 90 – 100 °Т, і необхідної в'язкості згустку. Після чого його перемішують до гомогенної консистенції і залишають в стані покою на 12 - 14 годин. Готовий продукт фасують і охолоджують до температури зберігання 6 – 8 °С.

2.2.2. Визначення продуктивності технологічних ліній цеху

Визначення продуктивності ліній здійснимо за наявними обсягами сировини та готової продукції.

Лінія теплової обробки молока, що надходить на підприємство матиме продуктивність, яка визначається за формулою

$$Q_{год} = \frac{Q_{доб}}{n_{зм} \cdot T_{зм} \cdot k_{зм}}, \quad (2.6)$$

де $n_{зм}$ – кількість змін;
 $T_{зм}$ – тривалість зміни, год;
 $k_{зм}$ – коефіцієнт використання часу зміни.

$$Q_{год} = \frac{2188}{1 \cdot 7 \cdot 0,75} = 416,8 \text{ кг/год.}$$

Аналогічним чином визначаємо продуктивність ліній обробки молока для виробництва кефіру.

$$Q_{кеф} = \frac{1890,1}{1 \cdot 7 \cdot 0,75} = 360 \text{ кг/год.}$$

2.2.3 Визначення потреби в машинах та обладнання для технологічної лінії

Відповідно до вибраної технологічної схеми виробництва продукції і потужності цеху, підбирають обладнання із врахуванням механізації технологічних і транспортних операцій.

Кількість технологічного обладнання розраховується за формулою:

$$N = \frac{W}{G \cdot T_{зм} \cdot k_{зм}}, \quad (2.7)$$

де W – кількість перероблюваної сировини, кг;
 G – продуктивність машини, кг/год.

Приклад розрахунку приведений для сепаратора молокоочисника марки Г9-ОМА.

$$N = \frac{2188}{1500 \cdot 7} = 0,27.$$

Приймаємо $N = 1$ шт.

Данні розрахунку необхідного технологічного обладнання і машин, і подано в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 - Обладнання, необхідне для виконання технологічних операцій виробництва кисломолочних продуктів

Операція	Тип машини	Марка машини	Продуктивність, кг/год	Кількість	Потужність приводу, кВт	Габаритні розміри, мм		
						довжина	ширина	висота
Приймання молока	Резервуар молокоприймальний	В2-ОМЗ-2,5	2500	1	0,75	2342	2280	2856
Підігрівання молока	Підігрівач трубчатий	П8-ОАБ	5000	1	0,75	1500	890	1450
Очищення молока	Сепаратор очисник	Г9-ОМА	1500	1	1,5	752	628	1950
Сепарація молока	Сепаратор-відокремлювач вершків	А1-ОС2-Б	1000	1	0,55	755	415	700
Пастеризація молока	Пастеризатор	А1-ОКЛ-3	3000	1	9	2700	2700	2500
Гомогенізація	Гомогенізатор	А1-ОГА-1,5	2500	1	11	1430	1100	1640
Утворення закваски	Заквашувач	Л5-ОУЗ-0,35	350	1	0,55	800	450	1080
Сквашування молока і вершків	Резервуар для виробництва кисломолочної продукції	Я1-ОСВ	1000	2	0,75	1535	1335	2115
Дозрівання вершків	Ванна для дозрівання вершків	ВН-600М	600	1	1,1	3660	1680	598
Фасування кефіру	Автомат для розливу молока	АРМ-0,3	330	2	2,5	3240	2400	2580
Фасування сметани	Автомат для фасування сметани	М6-АРД	200	1	1,5	2850	1035	1720
Виробництво холоду	Холодильна установка	МХУ-8	-	1	3	3200	1800	650
Зважування молока	Вага платформна	Р6-ВІР	5000	1	-	2700	5300	320

2.2.4 Розрахунок потреби тари і пакувальних матеріалів

Сметану будемо фасувати в стаканчики ємністю 0,2 і 0,5 кг. Кількість стаканчиків за зміну визначаємо з рівняння:

$$\begin{aligned} 1ст - 0,2кг \\ xст_1 - 100кг, \end{aligned} \quad (2.8)$$

$$xст_1 = \frac{100 \cdot 1}{0,2} = 500 \text{ шт.}$$

$$\begin{aligned} 1ст - 0,5кг \\ xст_2 - 210кг, \end{aligned} \quad (2.9)$$

$$xст_2 = \frac{210 \cdot 1}{0,5} = 420 \text{ шт.}$$

Всього за зміну необхідно 500 стаканчиків ємністю 0,2 кг і 420 стаканчиків ємністю 0,5 кг.

Кефір розливають в поліетиленові пакети для молочної промисловості місткістю 0,5 л і 1 л.

Розмір пакету для дози 0,5 л - 172×150 , 1 л - 255×150 .

Необхідну довжину стрічки визначають з рівняння:

$$\begin{aligned} 1л - 0,255м \\ 761л - xл_1 м, \end{aligned} \quad (2.10)$$

$$xл_1 = \frac{1200 \cdot 0,255}{1} = 306 \text{ м.}$$

$$\begin{aligned} 0,5л - 0,172м \\ 761л - xл_2 м, \end{aligned} \quad (2.11)$$

$$xл_2 = \frac{761 \cdot 0,172}{0,5} = 261,8 \text{ м.}$$

$$xл = 306 + 262 = 568 \text{ м.}$$

Всього для виробництва 1961 л кефіру необхідно 568 м поліетиленової плівки.

Кількість полімерних ящиків для кефіру і сметани визначаємо за формулою:

$$M = \frac{G_{пр}}{P}, \quad (2.12)$$

де $G_{пр}$ – маса продукції, що випускається за зміну, кг;

P – маса продукту в одиниці тари, кг.

$$M_k = \frac{1961}{15} = 130,7 \text{ шт.}$$

$$M_{cm} = \frac{310}{12} = 25,8 \text{ шт.}$$

$$M_{заг} = 131 + 26 = 157 \text{ шт.}$$

2.3. Визначення розміру проектного цеху

При розрахунковому методі з урахуванням площі всіх складових приміщень загальна площа цеху F становить:

$$F = F_1 + F_2 + F_3 + F_4 + F_5, \quad (2.13)$$

де F_1 - площа, яку займають машини та обладнання, m^2 ;

F_2 - площа, необхідна для роботи обслуговуючого персоналу, m^2 ;

F_3 - площа між машинами, а також проходів, m^2 ;

F_4 - площа допоміжних приміщень, m^2 ;

F_5 - площа сховищ для сировини та готової продукції, m^2 .

Сумарна площа машин та обладнання:

$$F_1 = \sum_{i=1}^{n_i} f_i, \quad (2.14)$$

де f_i - площа в плані, яку займає i -та машина, m^2 ;

n_m - кількість марок машин у цеху.

$$F_1 = 5,34 + 1,34 + 0,47 + 0,31 + 7,29 + 1,57 + 0,36 + 2 \cdot 2,05 + \\ + 6,14 + 2 \cdot 7,78 + 2,95 + 5,76 + 14,31 = 65,5 \text{ м}^2.$$

Площу F_2 , обчислюють залежно від кількості робітників n_p , що одночасно працюють у цеху:

$$F_2 = f_p \cdot n_p, \quad (2.15)$$

де f_p - необхідна площа для одного робітника цеху, $f_p = 4-5 \text{ м}^2$;

n_p - кількість робітників.

$$F_2 = 5 \cdot 6 = 30 \text{ м}^2.$$

Площу F_3 визначають за такими нормами: ширина основних проходів повинна бути не менше 1,2-1,5 м, а проходів у допоміжні приміщення - 1,0 м; проходи між машинами - 1,5 м, а відстань від машин до стінок - 0,5-0,7 м.

Цю площу приймемо більшою від площі, яку займає технологічне обладнання у 3-5 рази. Тобто

$$F_3 = 5 \cdot F_1. \quad (2.16)$$

$$F_3 = 4,5 \cdot 65,5 = 294,7 \text{ м}^2.$$

Площу F_4 технологічних відділень і ділянок приймається згідно стандартних типових проектів.

Таблиця 2.2 - Площі підсобних і допоміжних приміщень цеху переробки молока

Назва приміщення	Площа приміщення, м ²
Роздягальня і санвузол	36
Електрощитова	9
Насосна	9
Відділення зберігання тари	18
Лабораторія	18
Кабінет начальника цеху	34
Коридор	4
Всього	128

Площа F_5 зумовлюється кількістю нагромадженої сировини та готової продукції і становить

$$F_5 = \frac{M_{заг} \cdot f_{я}}{K_{я} \cdot K_3}, \quad (2.17)$$

де $M_{заг}$ – кількість ящиків, що планується накопичувати, шт;

$f_{я}$ – площа одного ящика, м²;

$K_{я}$ - кількість ящиків, які знаходяться один на одному, шт;

K_3 – коефіцієнт використання площі сховища.

$$F_5 = \frac{157 \cdot 0,9}{5 \cdot 0,75} = 37,7 \text{ м}^2.$$

Отже загальна площа приміщення буде становити

$$F = 65,5 + 30 + 294,7 + 128 + 37,7 = 555,9 \text{ м}^2.$$

Тобто площа виробничого приміщення повинна становити 556 м². З урахуванням будівельного планування (довжина і ширина приміщення повинна бути кратною 3 або 6 м) площа приміщення буде становити 576 м² (довжина приміщення 24 м, ширина 24 м).

2.4. Розрахунок потреби води, пари та електроенергії

Воду в цеху використовують технологічні потреби, миття машин, підлоги та на побутові потреби. Добова витрати води B становить:

$$B = B_k + B_n + B_o + B_m + B_b, \quad (2.18)$$

де B_k – витрати води на технологічні потреби, кг;

B_n – витрати води на одержання пари, кг;

B_o та B_m – витрати води на миття обладнання та підлоги, кг;

B_b – витрати води на побутові потреби, кг.

Згідно нормативів на технологічні потреби на кожен кілограм маси витрачається 2 л води. Тоді витрата води на технологічні потреби буде становити 4376 л.

Витрата води на миття обладнання розраховується за формулою

$$B_o = H_o \cdot n_m, \quad (2.19)$$

де H_o – норма витрати води на миття обладнання, л/машину.

$$B_o = 50 \cdot 15 = 750 \text{ л.}$$

Аналогічно визначається витрата води на інші потреби.

Отже загальна витрата води буде становити

$$B = 4376 + 750 + 5760 + 360 = 11246 \text{ л.}$$

Добова витрата електроенергії E_{δ} визначається за формулою:

$$E_{\delta} = \sum_{i=1}^{n_w} N_i \cdot t_i \cdot K_{\delta}, \quad (2.20)$$

де N_i - потужність електропривода i -ї машини, кВт;

t_i - тривалість циклу роботи i -ї машини, год;

K_{δ} - кількість включень i -ї машини протягом доби.

$$E_{\delta} = (0,75 + 0,75 + 1,5 + 0,55 + 9 + 11 + 0,55 + 2 \cdot 0,75 + 1,1 + 2 \cdot 2,5 + 1,5 + 3) \times \\ \times 1,4 \cdot 5 = 253,4 \text{ кВт} \cdot \text{год}.$$

2.5. Розробка технологічної карти

Технологічна карта є основним технологічним і планувальним документом при виробництві будь-якої продукції.

При організації переробного підприємства необхідно розробляти технологічні карти на виробництво заданого виду продукції. Технологічні карти застосовуються для обґрунтування і оптимізації складу та використання технологічного обладнання. Як основний критерій оптимізації виступає виробництво одиниці продукції.

Технологічна карта включає наступні вихідні дані: послідовність операцій, обсяги виконуваних робіт, перелік технологічного обладнання, з вказанням техніко-економічних показників, показники затрат праці, оплати праці тощо.

Розрахунок технологічної карти здійснюється у декілька етапів.

На першому етапі необхідно задатись технологічними параметрами технологічного процесу: описати перелік технологічних операцій, основні технологічні та санітарно-гігієнічні вимоги до їх виконання, обсяг робіт за добу. На основі цих даних визначиться обсяг робіт за період з врахуванням кількості днів роботи підприємства.

На другому етапі необхідно задатись технічними параметрами технологічного процесу: дати перелік відповідного технологічного

обладнання, їх продуктивність, потужність приводу, кількість вказати кількість операторів, що будуть зайняті на виконанні технологічних операцій. На основі цих даних визначиться: тривалість роботи технологічного обладнання за добу і період; затрати праці на виконання механізованих операцій, витрату електроенергії, палива, допоміжних матеріалів тощо.

На третьому етапі необхідно задатись економічними параметрами технологічного процесу: подати ставки оплати праці персоналу, вартості електроенергії, палива та допоміжних матеріалів, відсотки відрахувань на амортизацію і ремонт, вартість технологічного обладнання. На основі цих даних визначиться: обсяг заробітної плати, кошти, що відносяться на амортизацію машин, поточний ремонт, вартість затраченої електроенергії, палива, допоміжних матеріалів і сумарні експлуатаційні затрати, як окремо по операціях, так і по технологічному процесу в цілому.

На четвертому етапі розраховуються приведені затрати на виробництво одиниці продукції.

Розрахунок технологічної карти здійснюється з використанням ЕОМ за допомогою спеціалізованих комп'ютерних програм.

3. КОНСТРУКТОРСЬКА РОЗРОБКА

3.1 Аналіз існуючих машин, вузлів

Аналіз розвитку будь якої області техніки дозволяє зробити висновок про те, що усі технічні об'єкти і пов'язані з ними елементи розвиваються не ізольовано, а в безперервному зв'язку із другими технічними об'єктами досліджуваної області техніки і об'єктами других областей техніки.

При пошуку нових технічних рішень був проведений аналіз патентів і авторських свідоцтв, в результаті якого було виділено декілька патентів аналогічних конструкцій машин.

Патент 1031488 (рис3.1). Змішувач заквасника із маточиною, виконаною у вигляді усічених пустотілих конусів, покривні диски, направляючі кільця, встановлені на привідному валі похилі лопаті, які відрізняються тим, що з ціллю підвищення ефективності роботи змішувача за рахунок інтенсифікації перемішування потоків рідини в середині заквашувача, вони встановлюються під кутом 10° – 45° до горизонталі і жорстко закріплені до внутрішньої поверхні направляючих кілець.

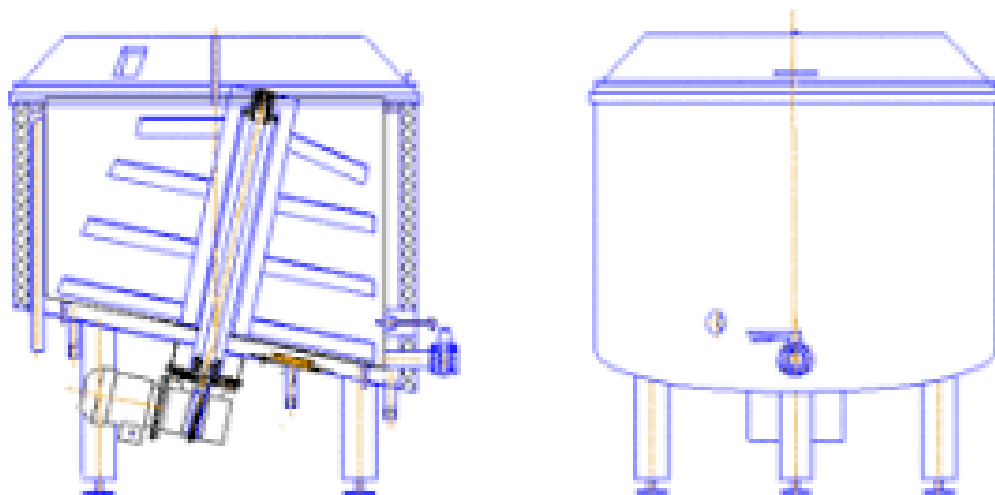


Рис.3.1 Загальний вигляд заквасочника

Патент 631371. Миюча головка, що складається з рухомого стволу і нерухомої основи гальмуючого механізму, і відрізняється тим, що з ціллю забезпечення рівномірного обертання рухомого стволу, гальмуючий механізми виконаний в вигляді двох мембранних клапанів, штоки яких кінематично пов'язані зі стволом, а їх мембранні порожнини поєднані між собою через компенсаційну ємність і регулюючі клапани.

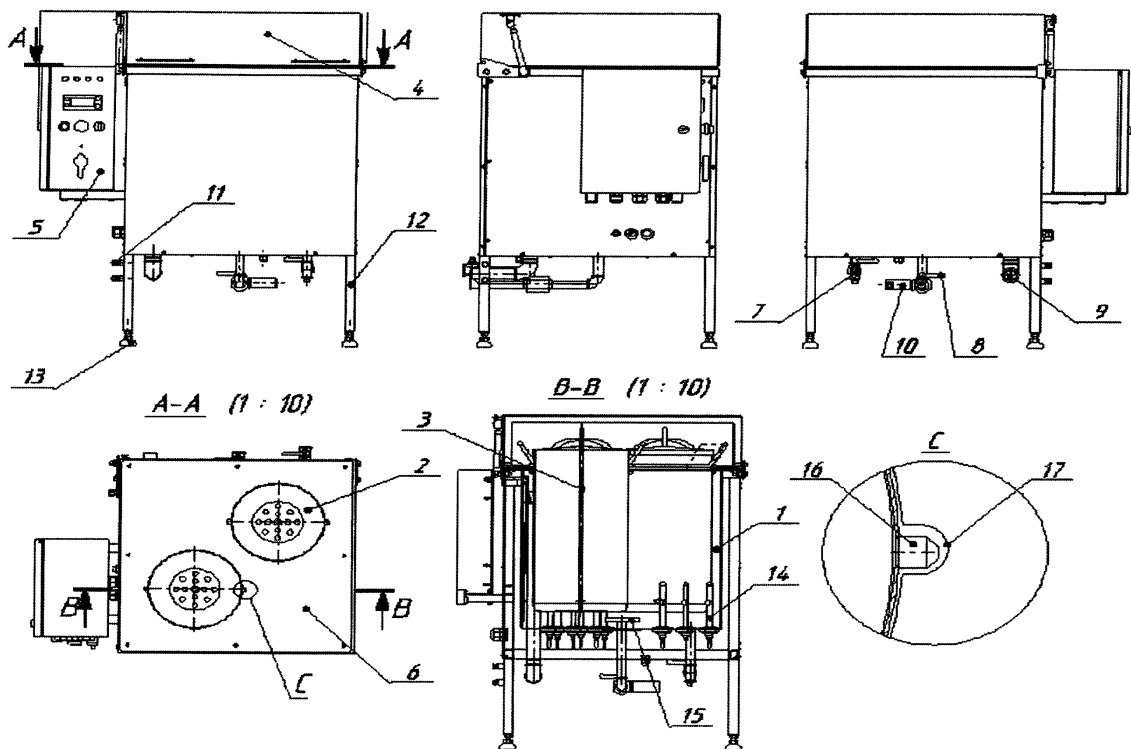


Рис.3.2 Загальний вигляд заквасочника

3.2 Санітарні та технічні вимоги до даної машини

Заквашувальна установка Л5-ОЗУ-0,35 призначена для приготування виробничої закваски на чистих культурах молочнокислих бактерій шляхом пастеризації молока, його сквашування і охолодження закваски.

Установка не повинна надавати шкідливого впливу на смак і запах закваски. Для її виробництва використовують нержавіючу сталь, алюміній харчових марок і синтетичні матеріали, що дозволені державним наглядом. Матеріали з яких виготовлене обладнання повинні бути хімічно стійкими,

водонепроникними, гладкими і не піддаватися корозії, легко очищуватися від забруднень і дезінфікуватися.

Обладнання розміщують в цеху так, щоб воно не заважало проведенню прибирання і дезінфекції виробничих приміщень. Усі частини установки, що дотичні з молоком повинні бути доступними для очищення після демонтажу. Обладнання підключають до каналізації через сифони з ціллю попередження проникнення мікроорганізмів і запаху з каналізаційних труб. Технологічне обладнання, тара і інвентар можуть бути одним із основних шляхів осіменіння мікроорганізмами молока і молочних продуктів при їх невірній санітарній обробці. В залежності від виду забруднень, матеріалу конструкції і призначення обладнання приймають різні методи, засоби миття і дезінфекції.

Заквашувальна установка повинна омиватися механічним шляхом миючим розчином. Миючі розчини повинні бути з хорошою змочуючою, диспергуючою і емульгуючою здатністю, не мати запаху, не залишати слідів на оброблюваній поверхні, не утворювати великої кількості піни. Після миття легко промиватися водою.

Машина повинна відповідати вимогам техніки безпеки, мати гладку і оточуючу форму, що спростить виконання вимог виробничої санітарії.

При проектуванні нового або модернізації існуючого обладнання необхідно прагнути до того, щоб технологічний процес виконувався в оптимальному режимі. Для підтримання роботи обладнання в оптимальному режимі його піддають систематичним оглядам, очистці і текучому ремонту. Тому, конструкція обладнання повинна забезпечити можливість проведення цих операцій без довготривалих зупинок.

При експлуатації обладнання, необхідно виконувати ряд технологічних вимог. Технологічні вимоги обумовлюються технологією виробництва. В дійсності з ними обладнання повинно забезпечити задані умови переробки сировини і отримання продукції найкращої якості, при найменших втратах і затратах.

В процесі подальшого вдосконалення конструкції обладнання і його модернізації необхідно чітко виконувати технічні вимоги. Машина повинна бути універсальною, неметалоємною, мати високий ККД, малогабаритною, що дозволить більш раціонально використовувати виробничі площі.

3.3 Обґрунтування розроблюваної машини

В промисловості випускаються заквасники типів Л5-ОЗУ-0,35 і Л5-ОЗУ-12, санітарна обробка внутрішніх поверхонь яких проводиться за допомогою миючої головки. Миюча головка представляє собою циліндр, на поверхні якого розташовані отвори. Циліндр кріпиться шарнірно і вода, поступаючи під тиском в миючу головку, приводить його до обертання відцентровою силою. Але при довготривалій експлуатації шарнірне з'єднання часто виходить з ладу, тому пропонується замінити його нерухомим. В цьому випадку, для кращого і більш рівномірного обмивання заквасочника, циліндричну головку доцільно замінити сферичною. Перевагою такого з'єднання є зменшення необхідного тиску води за рахунок зміни конфігурації отворів. Прямокутні отвори замінити на круглі і зменшити їх розмір, чим забезпечиться зовнішня дальність польоту струменя при меншому тиску.

Заквасочник Л5-ОЗУ-0,35 представляє собою дві ванни, внутрішню і зовнішню, простір між якими заповнено теплоізоляційними матеріалами. В корпусі знаходяться два термометри. Теплоносієм є вода, що підігрівається паром, рівень води утримується переливною трубою.

Для приготування закваски знежирене молоко через патрубок подається в заквасник, куди одночасно починається подача пари. При досягненні 93 – 95°C подача пари припиняється і здійснюється витримка молока протягом 20 – 30 хвилин. Після молоко охолоджують до 30 – 45°C, подачею холодної води, всипають суху культуру і перемішують мішалкою. За перші 3 години заквашене молоко перемішують щогодини вмикаючи

мішалку на 20 – 30 секунд. Після 12 – 18 годин знежирене молоко звернеться і отримаємо первинну або материнську закваску. Її кислотність 65 – 80 °Т. якщо закваску не використовують відразу, її зберігають охолоджуючи до 6 – 8°C. По закінченні технологічного процесу і видалені закваски, заквасник миється миючою головкою в яку по магістралі подається миючий розчин.

Монтаж заквасочної установки проводиться в відповідності з вимогами і врахуванням вимог нормальної експлуатації і обслуговування.

Установка монтується без фундаменту. Заквасник монтується на три регульовані по висоті опори з нахилом не більше 2° в сторону зливного штуцера.

З'єднати заквасник з системою трубопроводів за допомогою труб. Система трубопроводів повинна знаходитись на відстані не менше 1,5 м від заквасника. Трубопроводи необхідно вкрити теплоізоляцією.

Підвести до установки трубопроводи подачі молока, миючих розчинів, холодної води і конденсату.

Після закінчення монтажу усі трубопроводи повинні бути промитими і випробувані на герметичність гідравлічним тиском рівним 1,5 робочого тиску.

Переливну трубу за допомогою горловини з'єднати з каналізацією або трубою, що виходить за межі приміщення.

Електрощит повинен бути закріпленим на стіні на висоті 1 – 1,3 м від рівня підлоги. Згідно електричної схеми проводиться напруга до електрощита, заквасника, системі трубопроводів. При монтажі дроти прокладають в трубах. Монтаж електрообладнання виконується згідно з існуючими правилами монтажу електроустановок.

3.4 Кінематичний, енергетичний та інші розрахунки машини, вузла

Розглянемо випадок витікання рідини з резервуару або водопроводу. Цей випадок руху рідини характерний тим, що в процесі протікання запас

потенційної енергії, який має рідина, перетворюється в кінетичну енергію струменя.

Нехай отвір виконано в вигляді свердління в тонкій стінці без обробки вхідної кромки.

Для визначення діаметру отвору визначимо величину напору з формули:

$$V = \varphi \cdot \sqrt{2gh}, \quad (3.1)$$

$$h = \frac{V^2}{\varphi^2 \cdot 2g}, \quad (3.2)$$

де V – швидкість витікання рідини, $V = 2 - 4$ м/с;
 φ – коефіцієнт швидкості, для води $\varphi = 0,97$;
 g – прискорення вільного падіння.

$$h = \frac{4^2}{0,97^2 \cdot 2 \cdot 9,81} = 0,86 \text{ м.}$$

Діаметр отвору визначається з виразу:

$$Q = \mu \cdot n \cdot S \cdot \sqrt{2gh}, \quad (3.3)$$

де Q – розхід води, м³/с;
 μ – коефіцієнт розходу, $\mu = 0,62$;
 n – кількість отворів, шт.;
 S – площа отвору, м².

$$S = \frac{\pi d^2}{4}, \quad (3.4)$$

$$Q = \frac{\mu \cdot n \cdot \sqrt{2gh} \cdot \pi d^2}{4}, \quad (3.5)$$

$$d = \sqrt{\frac{4Q}{n \cdot \mu \cdot \pi \cdot \sqrt{2gh}}}, \quad (3.6)$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,00063}{80 \cdot 0,62 \cdot 3,14 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 0,86}}} = 0,002 \text{ м.}$$

Визначимо дальність польоту струменя за формулою:

$$R = \frac{h}{\alpha - \beta \frac{h}{d}}, \quad (3.7)$$

де $\frac{h}{d}$ - характеристика дощу, критерій крупності крапель, на які розпадається струмінь;

$$\frac{0,86}{0,002} = 430 \leq 900.$$

Умова виконується.

α, β – коефіцієнти враховуючі траєкторію струменя, $\alpha = 0,5$; $\beta = 25 \cdot 10^{-5}$.

$$R = \frac{0,86}{0,5 - 0,00025 \cdot 430} = 2,19 \text{ м.}$$

Розрахункова дальність польоту струменя повинна бути більша або рівна двом радіусам заквасника:

$$2R_3 \leq R, \quad (3.8)$$

$$2 \cdot 0,4 \leq 2,19.$$

Умова виконується.

Закінченням розрахунків є головка, яка має 80 просвердлених отворів діаметром 0,002 м, в яку подається вода з напором 0,86 м.

Визначимо корисну потужність помпи, спроможну виробляти напір за формулою:

$$N_k = Q \cdot \rho \cdot g \cdot h, \quad (3.9)$$

де ρ – густина води, кг/м^3 .

$$N_k = 0,00063 \cdot 1000 \cdot 9,81 \cdot 0,86 = 5,3 \text{ кВт.}$$

Потужність помпи більша корисної потужності на величину втрат в помпі. Ці втрати оцінюються як ККД помпи, звідси потужність, що споживається помпою визначається:

$$N = \frac{N_{\kappa}}{\eta}, \quad (3.10)$$

де η – ККД помпи.

$$N = \frac{5,3}{0,82} = 6,5 \text{ кВт.}$$

За основними параметрами підбираємо помпу НШ-32-У-2.

Заквашувальна установка для промивки підмиється або до окремо підібраної помпи, або до нагнітальної магістралі миючого розчину відімкненої до загальної помпової.

3.5. Розрахунок елементів машини на міцність

Для відімкнення трубопроводу до миючої головки використовують конічний штуцер який впирається в циліндричний штуцер за допомогою гумової прокладки і зафіксований з'єднувальною головкою. Зовнішнє навантаження відсутнє, в цьому випадку на з'єднанні гайка – циліндричний штуцер діє осьова сила, яка виникає від затяжки гайки. При цьому напруження розтягу і кручення не мають перевищувати допустимі.

Напруження кручення розраховують за формулою:

$$\tau = \frac{0,5 \cdot F_{\text{зам}} \cdot d_2 \cdot \text{tg}(\psi + \varphi)}{0,2 \cdot d_1^3}, \quad (3.11)$$

де $F_{\text{зам}}$ – осьова сила затяжки, Н·м;

$$F_{\text{зам}} = A \cdot [\sigma_{\text{зм}}] \quad (3.12)$$

A – площа стику деталей, площа між з'єднувальною гайкою і конічним штуцером;

$$A = \frac{\pi \cdot (D - d)^2}{4}, \quad (3.13)$$

D – діаметр штуцера, м;

d – діаметр гайки, м;

$[\sigma_{зм}]$ – допустиме напруження, МПа;

d_2 – середній діаметр різьби з'єднувальної гайки, м;

φ – кут підйому різьби, град;

ψ – кут тертя, град;

d_1 – внутрішній діаметр різьби гайки, м.

$$A = \frac{3,14 \cdot (0,054^2 - 2 \cdot 0,054 \cdot 0,048 + 0,048^2)}{4} = 0,0028 \text{ м}^2.$$

Напруження розтягнення від сили затяжки визначається за формулою:

$$\sigma = \frac{F_{зам}}{\frac{\pi}{4} \cdot d_1^2}, \quad (3.14)$$

$$\sigma = \frac{5652}{\frac{3,14}{4} \cdot 0,063^2} = 1,8 \text{ МПа.}$$

Умова змінання:

$$\sigma \leq [\sigma_{зм}], \quad (3.15)$$

$$1,8 \leq 2.$$

Умова виконується.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Структурно-функціональний аналіз технологічного процесу

Аналіз виробничих небезпек під час технологічного процесу

Виробництво кисломолочних продуктів здійснюється з виконанням певної послідовності технологічних операцій, серед яких можна виділити такі основні: приймання і зважування молока, очищення і сепарація молока, пастеризація молока та вершків, приготування закваски, сквашування молока та вершків, фасування продукції у тару тощо. Кожен з цих процесів містить свої небезпечні чинники, які можуть негативно вплинути на життя та здоров'я працівників при недотриманні правил техніки безпеки.

Під час роботи молокопереробного цеху виникають такі небезпечні чинники як механічний, враження електричним струмом та теплові опіки.

До механічних чинників виникнення небезпечних ситуацій належать машини та механізми, які мають рухомі та обертові робочі органи. До них також відносять всі види передач (ланцюгові, стрічкові, пасові тощо); сепаратори, пристрої з перемішувальними органами тощо. Ці небезпечні зони повинні бути недоступні для випадкового контакту з ними персоналу підприємства, тобто огорожені та захищені спеціальним захисним обладнанням.

Ураження електричним струмом виникають в результаті неполадок в електричних системах машин і апаратів, або при неправильній експлуатації електричних пристроїв цих машин. Для запобігання ураження електричним струмом необхідно вчасно проводити перевірки стану електрообладнання та заземлення.

Чинник теплового опіку може виникати при не укомплектуванні персоналу цеху, які працюють із пастеризаторами відповідними засобами індивідуального захисту та при порушенні технології виконання цієї операції.

Розробка моделі травмонебезпечних та аварійних ситуацій

В процесі виробництва кисломолочних продуктів в цеху можуть виникати травмонебезпечні та аварійні ситуації.

Розглянемо найбільш ймовірні ситуації, які можуть призвести до тяжких наслідків, пов'язаних з травмуванням обслуговуючого персоналу.

1. Операція: введення цеху в експлуатацію

- Небезпечна умова: не закритий захисною кришкою вал сепаратора НУ₁; до обертових частин мають доступ сторонні особи НУ₂.
- Небезпечна дія: оператор ввімкнув обладнання не оглянувши установку НД₁; до обертових органів підійшли сторонні особи НД₂.
- Небезпечна ситуація: намотування частин одягу або пошкодження кінцівок сторонніх осіб.
- Можливі наслідки: травма.
- Заходи запобігання: обертові частини установки повинні бути оснащені захисними кожухами, сторонні особи, що не пройшли інструктаж по експлуатації даного обладнання не повинні бути присутніми на установці.

2. Операція: перевірка електрообладнання

- Небезпечна умова: металеві частини електрифікованих машин і апаратів не заземлені згідно правил експлуатації НУ₁; до них є доступ людей НУ₂.
- Небезпечна дія: оператор ввімкнув двигуни машин НД₁; людина була в контакті з металевим обладнанням НД₂.
- Небезпечна ситуація: ураження електричним струмом людини внаслідок несправності електроживильних провідників НС.
- Можливі наслідки: травма.
- Заходи запобігання: металеві частини установки повинні бути заземлені згідно норм та правил експлуатації електроустановок.

Перелік потенційно-небезпечних і шкідливих виробничих факторів переробного цеху приведений в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 - Небезпечні і шкідливі виробничі фактори

Назва операції	Обертаючі частини машини	Небезпечний рівень напруги	Гаряча вода, пара	охолоджуюча рідину	Підвищена вологість повітря	Підвищений рівень вібрації	Недостатня освітленість	Нервово-психологічні навантаження	Пожежна небезпека
	Прийом сировини	+	-	-	-	-	-	+	+
Очистка	+	+	-	-	-	+	-	-	+
Пастеризація	-	+	+	+	+	-	-	+	+
Гомогенізація	+	+	+	-	-	-	-	-	-
Сквашування	-	-	+	-	-	-	-	-	-
Охолодження	-	-	+	-	-	+	-	-	-
Дозрівання	-	-	+	-	-	-	-	-	-
Фасування	+	+	-	-	-	+	-	+	-

Найбільш небезпечним фактором є присутність гарячої води або пари. Для запобігання травм і опіків усі трубопроводи гарячої води і пари необхідно ізолювати. Для зменшення і усунення шкідливих факторів необхідно покращити організацію роботи по охороні праці і виконувати вимоги по експлуатації машин.

На робочому місці повинні дотримуватись передбачені режими роботи обладнання, його огляд, ремонт, а також допустимі навантаження. Обладнання в якому може виникнути самозапалення повинно бути оснащеним контрольно-вимірною апаратурою.

4.2 Обґрунтування організаційно-технічних рекомендацій стосовно безпечного перебігу технологічного процесу

Загальний перелік заходів з безпеки життєдіяльності

Для забезпечення безпечних умов роботи на проектному підприємстві пропонуються проектні рішення, що викладені в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 - Заходи по покращенню безпеки життєдіяльності

Найменування заходів	Строк виконання	Відповідальні особи
Проведення додаткового заняття із працівниками на небезпечних місцях.	Щоквартально	Інженер по ОП
Складання інструкції по техніці безпеки на робочому місці.	Періодично	Начальник дільниці і інженер по ОП
Організувати виготовлення і встановлення кутка по техніці безпеки.	Кінець календарного року	Начальник дільниці
Перевірка засобів пожежегасіння.	Періодично	Інженер по ОП

Проектні рішення з безпеки життєдіяльності

Для розробки протипожежних заходів необхідно провести розрахунок об'єму води і числа резервуарів.

Кількість води для пожежегасіння розраховується за формулою:

$$Q = 3,6 \cdot q \cdot t \cdot z, \quad (4.1)$$

де q – розхід води, л/с;

t – час пожежегасіння, с;

z – кількість пожеж, шт.

$$Q = 3,6 \cdot 8 \cdot 120 \cdot 1 = 3456 \text{ л.}$$

Приймаємо два пожежних резервуари об'ємом 2 м³.

Для захисту цеху від грозових розрядів використовуються громовідводи. Висота одинарного громовідводу визначається за формулою:

$$h = \frac{r_x + 1,63h_x}{1,5}, \quad (4.2)$$

де r_x – необхідний радіус захисту, м;

h_x – висота захисної споруди, м;

$$h = \frac{17 + 1,63 \cdot 5}{1,5} = 16,2 \text{ м.}$$

Приймаємо громовідвід довжиною 16,5 м площиною зрізу 100 мм².

На молокопереробному підприємстві приймається природна вентиляція.

Перепад тисків, що забезпечує рух повітря за рахунок теплового напору визначається за формулою:

$$H_T = 9,8 \cdot h_n (\rho_{zn} - \rho_{vn}), \quad (4.3)$$

де h_n – відстань між серединами витяжних і приточуваних отворів, м;

ρ_{zn} – густина зовнішнього повітря, кг/м³;

ρ_{vn} – густина внутрішнього повітря, кг/м³.

$$H_T = 9,8 \cdot 5 \cdot (1,204 - 1,184) = 0,98 \text{ Па.}$$

Швидкість повітря визначається за формулою:

$$V = 1,42 \cdot \varphi_o \sqrt{\frac{H_T}{\rho_{zn}}}, \quad (4.4)$$

де φ_o – коефіцієнт, що враховує опір повітря в отворі.

$$V = 1,42 \cdot 0,5 \cdot \sqrt{\frac{0,98}{1,204}} = 0,64 \text{ м/с.}$$

Сумарну площу вихідних отворів і число витяжних пристроїв визначають за формулами:

$$S_o = \frac{w}{3600 \cdot V}, \quad (4.5)$$

$$n_6 = \frac{S_o}{f_o}, \quad (4.6)$$

де w – необхідний повітрообмін, м³/год;

f_o – площа перерізу витяжного отвору, м².

$$S_o = \frac{7000}{3600 \cdot 0,64} = 3,03 \text{ м}^2.$$

$$n_6 = \frac{3,03}{0,5} = 6 \text{ шт.}$$

Розрахунок кількості світильників зводиться до вибору типу світильників, їх числа і раціонального розміщення.

Необхідна кількість ламп розраховується за формулою:

$$N_{cv} = \frac{E_{min} \cdot k \cdot S \cdot z}{F_n \cdot \eta}, \quad (4.7)$$

де E_{min} – мінімально допустима освітленість по нормі, лк;

k – коефіцієнт мінімальної освітленості;

S – площа цеху, м²;

z – коефіцієнт запасу;

F_n – світловий потік прийнятої стандартної лампи, лк;

η – коефіцієнт світлового потоку.

$$N_{cv} = \frac{20 \cdot 1,25 \cdot 1,2 \cdot 576}{1640 \cdot 0,37} = 28,47 \approx 29.$$

Приймаємо 29 ламп, тип люмінесцентні ЛД – 30, Ф – 1640.

4.3 Захист цивільного населення

Актуальність проблеми щодо природно-техногенної безпеки населення і території зумовлена тенденціями зростання втрат людей, що спричиняються небезпечними природними явищами, промисловими аваріями і катастрофами.

На даному підприємстві цивільна оборона організовується з метою завчасної підготовки її до захисту від наслідків надзвичайних ситуацій, зниження втрат, створення умов для підвищення стійкості роботи підприємства та своєчасного проведення рятувальних та інших робіт.

Відповідальність за організацію та стан Цивільної оборони відповідно до Закону України “Про Цивільну оборону України” і Положення про органи управління в справах ЦО у господарстві несе керівник підприємства.

Керівництво підприємства забезпечує працівників засобами індивідуального та колективного захисту, організовує здійснення евакозаходів, створює сили для ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій та забезпечує їх готовність до практичних дій, виконує інші заходи цивільної оборони і несе, пов’язані з цим, матеріальні та фінансові витрати в порядку та обсягах, які передбачені законодавством України.

На території підприємства потенційно-небезпечних об’єктів немає і їх будівництво не передбачається.

У разі виникнення стихійних лих та надзвичайних ситуацій необхідно своєчасно оповістити населення, провести комплекс заходів, які повинні забезпечити укриття населення в захисних спорудах, його евакуацію, медичний, радіаційний і хімічний захист, а також захист від впливу біологічних засобів ураження.

Навчання з ЦО є загальним для усіх громадян і організовується як за місцем роботи, так і за місцем проживання. Воно включає підготовку керівного складу, робітників і службовців, населення, яке не зайняте у сфері виробництва та обслуговування, підготовку учнів та студентів. Навчання здійснюється за погодинними програмами.

При ліквідації наслідків аварій, стихійних лих проводяться рятувальні та інші невідкладні роботи щодо усунення безпосередньої загрози життю та здоров’ю людей, відновлення життєзабезпечення населення, запобігання або зменшення матеріальних збитків.

5. РОЗРАХУНОК ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

5.1. Визначення обсягу та структури витрат на виробництво продукції

Розрахунок техніко-економічних показників базується на визначенні показників: строку окупності капіталовкладень, річного економічного ефекту, рівня рентабельності виробництва, прибутку, економії затрат праці, рівня механізації, собівартості продукції, експлуатаційних і виробничих затрат.

Одним із основних критеріїв економічної оцінки технологічного рішення є строк окупності, який визначається як відношення сумарних капітальних витрат $K_{\text{кап}}$ (грн.) до річного прибутку Π (грн.):

$$T = \frac{K_{\text{кап}}}{\Pi} \quad (5.1)$$

Наступним показником, який може характеризувати економічну ефективність виробництва заданго виду продукції є рівень рентабельності. Він характеризує прибутковість підприємства. Рентабельність визначається відношенням прибутку Π до загальних затрат на виробництво продукції Z :

$$P_p = \frac{\Pi}{Z} \cdot 100 \quad (5.2)$$

Прибуток визначається як різниця грошових надходжень Γ_n і загальних затрат на виробництво продукції Z :

$$\Pi = \Gamma_n - Z \quad (5.3)$$

Грошові надходження від реалізації виробленої продукції визначаються як добуток кількості виробленої продукції Q_{np} (т) на її ціну Π_{np} (грн./т):

$$\Gamma_n = \sum Q_{np} \cdot \Pi_{np} \quad (5.4)$$

Грошові надходження від реалізації продукції різного гатунку (якості) визначатимуться як:

$$\Gamma_{нвг} = Q_{нвг} \cdot Ц_{нвг} \quad (5.5)$$

$$\Gamma_{нвг} = 95,34 * 80000 = 7627200 \text{ грн.}$$

$$\Gamma_{н1г} = Q_{н1г} \cdot Ц_{н1г} \quad (5.6)$$

$$\Gamma_{н1г} = 585,66 * 25000 = 14641500 \text{ грн.}$$

Сумарні грошові надходження

$$\Gamma_{н} = 7627200 + 14641500 = 22268700 \text{ грн.}$$

Загальні затрати на виробництво продукції визначаються за формулою:

$$З = З_n + З_{н} \quad (5.7)$$

де $З_n$ - прямі затрати на виробництво продукції, грн.;

$З_{н}$ - непрямі затрати на виробництво продукції, грн.

Прямі затрати на виробництво продукції визначаються як

$$З_n = З_e + A_{б} + A_o + B_c + B_m \quad (5.8)$$

де $З_e$ - експлуатаційні затрати на виробництво продукції, грн.
(вибирається з технологічної карти);

$A_{б}$ - амортизаційні відрахування на будівлі і споруди, грн.;

A_o - амортизаційні відрахування на відновлення і ремонт обладнання, що не ввійшло в технологічну карту, грн.;

B_c - вартість сировини, що необхідна для виробництва продукції, грн.;

Амортизаційні відрахування на будівлі визначаються за формулою:

$$A_{б} = \frac{B_{б}}{T_e} \quad (5.9)$$

де $B_{б}$ - балансова вартість будівлі, грн.;

T_e - строк експлуатації будівлі, років (приймається 50 років).

Балансова вартість будівлі вибирається з довідників, нормативних документів, або розраховується за формулою:

$$B_{\delta} = V_{\delta} \cdot Z_{\delta} \quad (5.10)$$

де V_{δ} - будівельний об'єм, м³;

Z_{δ} - будівельні затрати на 1 м³.

$$B_{\delta} = 2304 * 1500 = 3456000 \text{ грн.}$$

Тоді

$$A_{\delta} = \frac{3456000}{50} = 69120 \text{ грн.}$$

Вартість сировини, яка використовується для виробництва продукції визначається за формулою:

$$B_c = \sum W_c \cdot C_c \quad (5.11)$$

де W_c - кількість кожного компонента в загальній рецептурі, кг;

C_c - вартість кожного компонента рецептури, грн/кг.

$$B_c = 656,4 * 26000 = 17066400 \text{ грн.}$$

Вартість тари, необхідної для пакування виробленої продукції визначатиметься як

$$B_m = N_m \cdot C_m \quad (5.12)$$

де N_m - кількість одиниць тари, шт;

C_m - ціна тари, грн./шт.

Тоді,

$$B_m = 5448 * 0,55 = 2996,4 \text{ грн.}$$

Тоді прямі затрати будуть становити

$$Z_n = 138685,2 + 69120 + 1607,833 + 17066400 + 2996,4 = 17278809,43 \text{ грн.}$$

Непрямі затрати на виробництво продукції становлять 10 % від прямих, тому їх розмір визначатиметься за формулою:

$$Z_n = 0,1 \cdot Z_n \quad (5.13)$$

$$Z_n = 0,1 * 17278809,43 = 1727880,94 \text{ грн.}$$

Загальні затрати на виробництво продукції будуть становити

$$Z = 17278809,43 + 1727880,94 = 19006690,38 \text{ грн.}$$

Тоді прибуток від реалізації виробленої продукції буде рівним

$$П = 22268700 - 19006690,38 = 3262009,62 \text{ грн.}$$

Собівартість одиниці продукції визначається за формулою:

$$C_{np} = \frac{Z}{Q_{np}} \quad (5.14)$$

$$C_{np} = \frac{19006690,38}{681} = 27909,97 \text{ грн/т.}$$

5.2 Визначення рентабельності підприємства, цеху та строк окупності додаткових капіталовкладень

За умови відомих значень прибутку і загальних затрат на виробництво продукції можна визначити рівень рентабельності виробництва.

$$P_p = \frac{3262009,62 * 100}{19006690,38} = 17,16 \text{ \%}$$

Для визначення строку окупності капітальних вкладень необхідно визначити їх розмір за формулою

$$K_{kan} = B_o + B_{\sigma} \quad (5.15)$$

де B_o - вартість технологічного обладнання, грн.

$$K_{kan} = 118000 + 3456000 = 3574000 \text{ грн.}$$

Тоді строк окупності капітальних вкладень буде становити

$$T_{ок} = \frac{3574000,00}{3262009,62} = 1,1 \text{ років.}$$

Таблиця 5.1- Економічні показники запропонованої технології виробництва

Показник	Умовні позн	Одиниці виміру	Параметр
1	2	3	4
Експлуатаційні затрати	<i>Ze</i>	грн.	138685,2
в.т. числі:			
заробітна плата	<i>Zn</i>	грн.	14820,33
амортизація машин	<i>Am</i>	грн.	5759,07
поточний ремонт машин	<i>Anp</i>	грн.	10319,26
вартість паливо-мастильних матеріалів	<i>Bпмм</i>	грн.	38976
вартість електроенергії	<i>Be</i>	грн.	55443,87
вартість роботи автотранспорту	<i>Bat</i>	грн.	13366,67
Амортизаційні відрахування на будівлі	<i>Ab</i>	грн.	69120,00
Вартість сировини	<i>Bc</i>	грн.	17066400,00
Собівартість 1 т продукції	<i>Спр</i>	грн.	27909,97
Реалізаційна ціна 1 т сметани	<i>Цсм</i>	грн.	80000,00
Реалізаційна ціна 1 т кефіру	<i>Цтв</i>	грн.	25000,00
Грошові надходження від реалізації сметани	<i>Гнсм</i>	грн.	7627200,00
Грошові надходження від реалізації кефіру	<i>Гнтв</i>	грн.	14641500,00
Прибуток	<i>П</i>	грн.	3262009,62
Рівень рентабельності	<i>Рр</i>	%	17,16
Строк окупності капіталовкладень	<i>Ток</i>	років	1,10

ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ

Проаналізувавши виробничо-економічну діяльність сільськогосподарських підприємств, місце розташування переробного цеху та споживчий попит на кисломолочні продукти, можна зробити висновок, що підприємство з переробки молока на сметану і кефір буде в повному об'ємі забезпечене сировиною, а також є достатня кількість споживачів для реалізації виробленої продукції.

В технологічній частині дипломного проекту здійснено огляд технологій виробництва кисломолочних продуктів, на основі чого обґрунтовано проектну технологію виробництва. Для запропонованої технологічної схеми виробництва кисломолочних продуктів проведено технологічний розрахунок потокових ліній, визначено продуктивність і кількість технологічного обладнання та здійснено його вибір. Розраховано площу виробничого і допоміжних приміщень. Визначено витрату енергоносіїв для діяльності підприємства.

В конструктивній частині проведено розробку заквашувального апарата з проведенням відповідних технологічних, конструктивних та енергетичних розрахунків.

Проаналізовано стан охорони праці розроблено заходи забезпечення нормальних умов праці тощо. Розглянуто захист цивільного населення.

В економічній частині на основі розробленої технологічної карти на виробництво кисломолочної продукції проведено розрахунок економічної ефективності діяльності підприємства.

Бібліографічний список

1. Відомчі норми технологічного проектування підприємств по переробці молока. Мінсільгосппрод України ВНТП-АПК-24.06. К. – 2006. – 105 с.
2. Вознюк О.І. Умови одержання молочних продуктів високої якості. Аграрна наука та харчові технології. 2015. Вип. 1(90). С. 141–152. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/anxt_2015_1_17.
3. Гулий І.С., Пушанко М.М., Орлов Л.О. та ін. Обладнання підприємств переробної і харчової промисловості За ред. Гулого І.С.. – Вінниця: Нова книга, 2001. –576с.
4. Грек О.В., Ющенко Н.М., Осьмак Т.Г., Онопрійчук О.О., Рибак О.М., Тимчук А.В., Красуля О.О. Практикум з технології молока та молочних продуктів: навч. посіб. - К. : НУХТ, 2015. - 431 с.
5. Грек О.В., Скорченко Т.А. Технологія сиру кисломолочного та виробів з нього: навч. посіб. – К.: НУХТ, 2009. – 235 с.
6. Гришин М. А., КарповичА. А. Комплексна переробка молочної сировини. Київ : УМК ВО, 2001. 76 с.
7. Г. Є. Поліщук, О. В. Грек, Т. А. Скорченко та ін. Технологія молочних продуктів: підруч. - К. : НУХТ, 2013. - 502 с.
8. Кочубей-Литвиненко О.В., Ющенко Н.М. Технологія отримання та первинного оброблення молока: підруч. — К.: НУХТ, 2013. — 211 с.
9. Курочкін А.А., Ляшенко В.В. Технологічне обладнання для переробки продукції тваринництва (Під редакцією В. М. Баутіно), 2001 - 440с.
10. Кодра Ю.В., Стоцько З.А. Технологічні машини. Розрахунок і конструювання: Навч. посібник. –Львів: Бескид Біт, 2004. -466с.

11. Маньківський А.Я., Скалецька Л.Ф., Подпряттов Г.І., Сеньків А.М. Технологія зберігання і переробки сільськогосподарської продукції. –Ніжин: Аспект, 1999. –383с.
12. Механічні процеси і обладнання переробного та харчового виробництва: Навч. посібник/ П.С. Берник, З.А.Стоцько, І.П.Паламарчук та ін. –Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2004. -336с.
13. Молокопереробка. Інновації : підручник / О. В. Грек, О. О. Красуля ; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т харч. технол. - Київ : НУХТ, 2017. - 390 с.
14. Молокопереробка. Промисловий інжиніринг : підручник / С. В. Іванов, О. В. Грек, Т. Г. Осьмак ; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т харч. технол. - Київ : НУХТ, 2017. - 275 с. - ISBN 978-966-612-194-6.
15. Поліщук Г.Є., Грек О.В., Скорченко Т.А. та ін. Технологічні розрахунки у молочній промисловості: навч. посіб. –К.: НУХТ, 2013. – 394 с.
16. ТОВАЖНЯНСЬКИЙ Л.Л., БУХКАЛО С.І., КАПУСТЕНКО П.О., ОРЛОВА Є.І. Загальна технологія харчових виробництв у прикладах і задачах: Підручник. –К.: Центр навчальної літератури, 2005. -496с.
17. Сучасні технології молочних продуктів: підручник/ О.А. Савченко, О.В. Грек, О.О. Красуля. – К.; ЦП «Компринт», 2017.– 218 с.
18. Скарбовійчук О. М., Кочубей-Литвиненко О. В., Чернюшок О. А., Федоров В. Г. Хімічний склад і фізичні характеристики молочних продуктів: довідник. - К. : НУХТ, 2012. - 311 с.
19. Технологія виробництва молочних продуктів спеціального призначення: підручник/ О.А. Савченко, О.В. Грек, О.О. Красуля. – К.; ЦП «Компринт», 2017.– 218 с.