ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОЧОГО ПРОЦЕСУ ОХОЛОДНИКА МОЛОКА

Методичні вказівки до лабораторної роботи № 3

Мета роботи - дослідження технологічного процесу охолодження молока з використанням результатів експерименту і оптимізації режимів роботи охолодника молока ОМ-1.

1 ВКАЗІВКИ З САМОПІДГОТОВКИ ДО РОБОТИ

1.1 Завдання для самостійної підготовки до роботи (Додаток А)

Вивчити:

- основні завдання первинної обробки молока. Ефективність температури охолодження молока [1, с. 162…163];
- технологічні вимоги до операцій первинної обробки молока [2, с. 90…91];
- технологічні схеми первинної обробки молока [2, с. 91…93].

Скласти звіт по роботі:

- номер, найменування та мета роботи;
- загальні теоретичні відомості за темою роботи.

1.2 Питання для самопідготовки (*тести* - Додаток Б)

1.2.1 Основні завдання первинної обробки молока.

1.2.2 Ефективність температури охолодження молока.

1.2.3 Які технологічні вимоги висуваються до операцій первинної обробки молока?

1.2.4 Технологічні схеми первинної обробки молока.

1.3 Рекомендована література

1 Дмитрів В.Т. Основи теорії машиновикористання у тваринництві / В.Т. Дмитрів. – Львів: Афіша, 2008. – 260 с.

2 Ревенко І.І. Проектування механізованих технологічних процесів тваринницьких підприємств / І.І. Ревенко, В.Д. Роговий, В.І. Кравчук, В.М. Манько, М.М. Чос. – К.: Урожай, 1999. – 190 с.

3 Методичні вказівки до лабораторної роботи №1 «Дослідження робочого процесу охолодника молока» / Кафедра ТСТТ: ТДАТУ – Мелітополь, 2013.

2 ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ РОБОТИ

2.1 Програма роботи

Виконуючи роботу студенту необхідно вивчити будову і принцип роботи експериментальної установки та провести експеримент для визначення взаємозв'язку між коефіцієнтом теплопередачі, масовою подачею молока і витратою холодоагента (охолоджувальної води).

Скласти звіт та захистити роботу.

2.2 Оснащення робочого місця

2.2.1 Експериментальна установка.

2.2.2 Секундомір, лінійка, інструкція установки ОМ-1.

2.2.3 Плакати.

2.2.4 Методичні вказівки.

2.3 Теоретичні відомості

2.3.1 Загальні положення

Технологічний процес охолодження молока базується на передачі тепла молока холодоагенту (охолоджувальній рідині).

Основним параметром теплопередачі є тепловий потік, що йде від продукту до холодоагента, який визначається за формулою

$$Q = M_1 \cdot c \cdot (t_{мп} - t_{мк}), \quad \text{Дж} \qquad (1)$$

де M_1 – маса молока, кг;

c – теплоємкість молока, с = 3852…3923 Дж/кг · град.;

$t_{мп}$, $t_{мк}$ – початкова і кінцева температура молока, град.

Основними технологічними параметрами охолодників молока є їх масова подача, кратність витрати холодоагента і коефіцієнт теплопередачі.

Масова подача M охолодника визначається за формулою

$$M = \frac{M_1 \cdot 3600}{\rho_м \cdot t}, \quad \text{кг/год.} \qquad (2)$$

де M_1 – маса молока, що охолодилась протягом досліду, кг;

$\rho_м$ – густина молока, $\rho_м$= 1027 кг/м^3;

t – час досліду, с.

Маса молока, що охолодилась протягом досліду, визначається за формулою

$$M_1 = Q_{нас.} \cdot t, \quad кг \tag{3}$$

де $Q_{нас.}$- подача насоса. За технічною характеристикою $Q_{нас.}$= 35 кг/хв. = 0,58 кг/с.

Коефіцієнт витрати холодоагента (води) $K_в$ визначається за формулою

$$K_в = \frac{B}{M}, \tag{4}$$

де B – масова витрата холодоагента, кг.

Величина B визначається за формулою

$$B = \frac{B_1 \cdot 3600}{\rho_в \cdot t}, \tag{5}$$

де B_1 – маса води, що витратилась протягом досліду, кг;
$\rho_в$ – густина холодоагента (води), $\rho_в$= 1000 кг/м^3.

Маса води, що витратилась протягом досліду, визначається за формулою

$$B_1 = Q_{нас.} \cdot t, \quad кг \tag{6}$$

де $Q_{нас.}$- подача насоса. За технічною характеристикою $Q_{нас.}$= 35 кг/хв. = 0,58 кг/с. Кратність витрати води по відношенню до молока дорівнює 3.

Параметром, який відображає ефективність технологічного процесу, є коефіцієнт теплопередачі K_c

$$K_c = \frac{M \cdot c \cdot (t_{mn} - t_{mк})}{\Delta t_{сер} \cdot F \cdot t}, \tag{7}$$

де $t_{мп}$ – початкова температура молока, град.;
$t_{мк}$ – кінцева температура молока, град.;
$\Delta t_{сер}$ – середня логарифмічна різниця температур, град.;
F – площа поверхні охолодження, м^2;
t – час досліду, с.

Середня логарифмічна різниця температур визначається за формулою

$$\Delta t_{сер} = \frac{\Delta t_n - \Delta t_к}{2{,}3 \cdot \lg \frac{\Delta t_n}{\Delta t_к}}, \quad \text{град.} \qquad (8)$$

де Δt_n– початкова різниця температур молока і води, $\Delta t_n = t_{мп} - t_{вп}$, град.;

$\Delta t_к$ – кінцева різниця температур води і молока, $\Delta t_к = t_{вк} - t_{мк}$, град.

Площа поверхні охолодження F визначається за формулою

$$F = f_{пл.} \cdot n, \ м^2 \qquad (9)$$

де $f_{пл.}$ – площа робочої поверхні однієї пластини, м^2;

n – кількість пластин охолодника молока ОМ-1, шт.

Як бачимо з наведеного, основним параметром, що обумовлює процес теплообміну, є коефіцієнт теплопередачі K_c, який залежить від температурного режиму процесу. У свою чергу температурний режим процесу залежить від масової подачі охолодника M і масової витрати холодоагента B.

Коефіцієнт теплопередачі при охолодженні (з урахуванням поправки на напрям теплового потоку) за М.А. Міхєєвим становить $K_c = 0{,}95$.

2.3.2 Порядок виконання роботи.

1. Виконання роботи починаємо з вивчення будови і роботи експериментальної установки (рис. 1). Установка складається з ванни 1 для неохолодженого молока, насоса молочного 2 типу 36 МЦБ-12, охолодника молока 3 типу ОМ-1, ванни 4 для охолодженого молока, резервуара 5 для води, насоса водяного 6, кранів управління 7-8, термометрів 9, 10, 11, 12.

2. Накреслити схему установки. Дати позначення елементів схеми.

3. Для визначення взаємозв’язку між коефіцієнтом теплопередачі, масовою подачею молока і витратою холодоагента (охолоджувальної води) необхідно провести експериментальні дослідження.

У нашому випадку результативною величиною (критерієм оптимізації) буде коефіцієнт теплопередачі, а факторами – масова подача молока і масова витрата холодоагента.

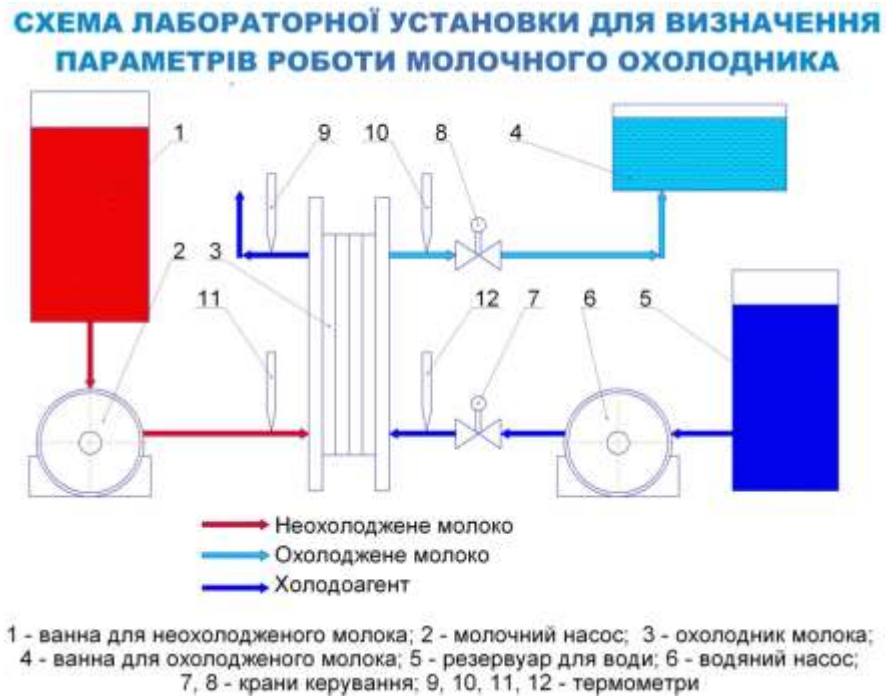


Рисунок 1 – Схема лабораторної установки.

4. У процесі проведення дослідів контролюються такі параметри, як початкова і кінцева температури молока і холодоагенту (води) $t_{мп}$, $t_{тк}$, $t_{вп}$, $t_{вк}$, час досліду t, подача молока M_1 і води B_1, необхідні для визначення коефіцієнта теплопередачі. Дані заносимо в таблицю 1.

Таблиця 1 – Результати замірів параметрів процесу

№ досліду	***t, с***	***M_1, кг***	***B_1, кг***	***$t_{мп}$, ^0C***	***$t_{тк}$, ^0C***	***$t_{вп}$, ^0C***	***$t_{вк}$, ^0C***
1							
2							
3							

5. За формулами (2) і (5) визначаємо масову подачу молока і холодоагенту. Результативну величину (критерій оптимізації) знаходимо, користуючись формулою (7).

2.4 Після виконання роботи, студент складає звіт, який вміщує дані:

1. Найменування, номер та мету роботи.
2. Загальні теоретичні відомості за темою роботи.
3. Схему експериментальної установки.
4. Таблицю результатів експерименту.
5. Розрахунок технологічних параметрів охолодника молока.
6. Висновки до роботи.

Пункти 1, 2 студент виконує самостійно, як підготовку до лабораторних занять.

2.5 Контрольні запитання

2.5.1 Як розраховується масова подача охолодника молока?

2.5.2 Як розраховується масова витрата холодоагента?

2.5.3 Що є основним параметром теплопередачі?

2.5.4 Що є результативною величиною (критерієм оптимізації) при охолодженні молока?

2.5.5 Як розраховується коефіцієнт теплопередачі?

ДОДАТОК А

(довідковий)

Основне завдання первинної обробки молока полягає у збереженні всіх його складових у такій формі, в якій ми одержали від корови до моменту використання людиною або подальшої переробки.

Практично під час машинного доїння (або ручного виведення молока з вимені) у молоці знаходиться 3200…5000 бактерій на 1 *мл.* За стандартом молоко класифікується на вищий, перший і другий сорти. Вимоги до сортності молока наведено в таблиці А.1.

Таблиця А.1 – ДСТУ 3662-97 «Молоко коров'яче незбиране (вимоги при заготівлі)»

Параметр	Вимоги до сортності молока		
	вищий сорт	I сорт	II сорт
Кислотність, ^{0}Т	16 - 17	$\leq$19	$\leq$20
Ступінь чистоти за еталоном, група	I	I	II
Бактеріальне осіменіння, тис./см^3	$\leq$300	$\leq$500	$\leq$3000
Температура, ^{0}С	$\leq$8	$\leq$10	$\leq$10
Масова частка сухих речовин, %	$\geq$11,8	$\geq$11,5	$\geq$10,6
Кількість соматичних клітин, тис./см^3	$\leq$400	$\leq$600	$\leq$800

Кислотність молока виражають у градусах Тернера (^{0}Т), які показують кількість (в мілілітрах (мл)) децинормального розчину лугу (КОН або NaOH), що іде на нейтралізацію 100 мл молока в присутності фенолфталеїну.

Забезпечується відповідна якість молока своєчасним охолодженням до температури, яка сповільнює ріст бактерій (таблиця А.2).

Таблиця А.2 – Ефективність температури охолодження молока

Параметр	Температура , ^{0}С		
Кількість основних груп мікроорганізмів, що не збільшується протягом всього часу зберігання, год.	3 - 5	8 - 10	13 – 16
	24 - 48	до 24	менше 24

Молоко з температурою вище 10 ^{0}С при здаванні приймається як неохолоджене. Крім бактеріального, молоку властиве механічне забруднення. Тому важливими операціями є очищення молока, охолодження і зберігання. За наявності в стаді захворювання (епізоотії) необхідно проводити пастеризацію молока, як додаткову операцію, що забезпечує однорідність молока при здаванні – нормалізацію.

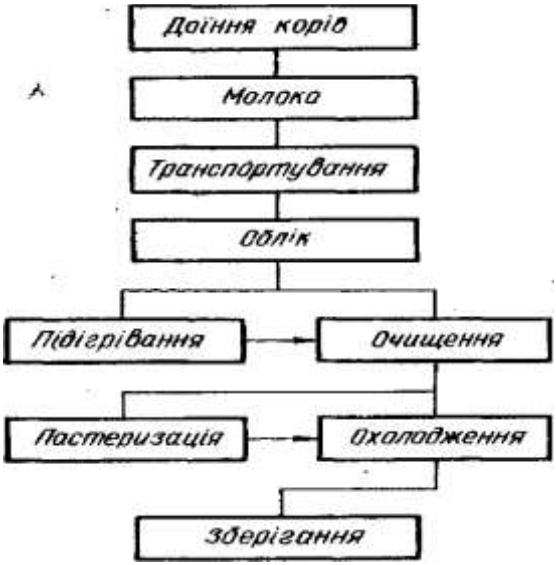


Рисунок А.1 – Структура операцій первинної обробки молока.

Технологічні вимоги до операцій первинної обробки молока. Якість молока та одержаних з нього в процесі переробки молочних продуктів суттєво залежать від своєчасної первинної обробки молока, яка є заключною ланкою процесу доїння тварин. Первинну обробку молока проводять з метою збереження його санітарно-гігієнічних, харчових і технологічних властивостей. Оптимальним є варіант, коли первинна обробка молока здійснюється послідовно з доїнням і протягом усього часу доїння. Серед операцій первинної обробки молока найбільшого поширення набули очищення, пастеризація та охолодження (рисунок А.1).

При очищенні з молока видаляються механічні і частково бактеріологічні домішки, чим покращується його якість, створюються передумови довшого зберігання.

У разі відцентрового очищення молоко на очисник бажано подавати підігрітим до 40-60 °С, завдяки чому виключається збивання молока та осідання жиру, а також істотно підвищується пропускна здатність сепаратора-очисника.

Після очищення молоко доцільно охолоджувати або пастеризувати з наступним охолодженням. Зберігати молоко до відправлення на молокоприймальні пункти потрібно лише в охолодженому стані.

Температура охолодження зумовлюється тривалістю зберігання молока. Якщо видоєне молоко без первинної обробки залишається свіжим завдяки своїм бактерицидним властивостям (здатність протидіяти розмноженню шкідливих мікроорганізмів) залежно від температури навколишнього середовища до 2-3 год., то охолоджене до 8-10°С можна зберігати без погіршення якості протягом доби, а при температурі 4-6°С - до 36 год.

Охолодження молока сповільнює розвиток наявних у ньому мікроорганізмів, подовжуючи термін зберігання. Пастеризація - більш радикальний спосіб обробки. Це знезараження, тобто знищення шкідливих мікроорганізмів без зміни смаку, запаху, консистенції та кольору молока.

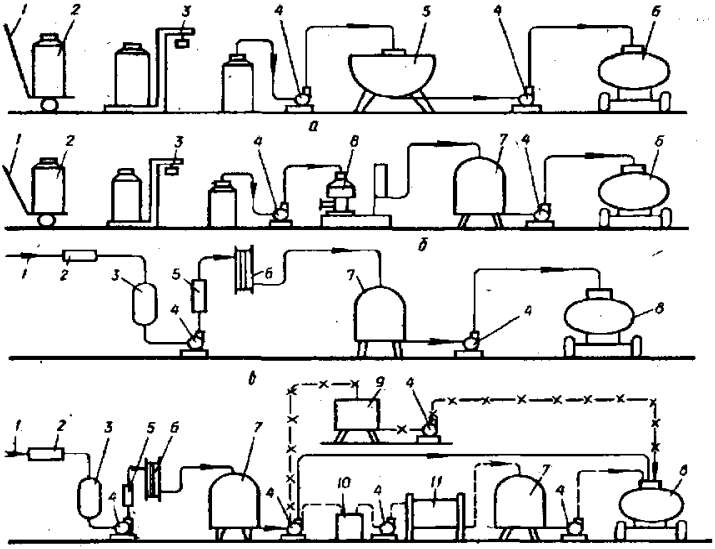
При тривалій пастеризації температуру молока доводять до 63-65°С і витримують при цій температурі протягом 30 хв.; при короткочасній - нагрівають до 71-76°С й витримують 20-30 с; при миттєвій - нагрівають до 85-90°С без витримки при цій температурі.

Аналіз технологічних схем первинної обробки молока. При розробці технологічних схем потокових ліній обробки молока необхідно враховувати виробничі умови конкретного господарства, передбачати максимальну механізацію й автоматизацію запланованих процесів та операцій, дотримання умов для одержання високоякісної продукції, скорочення виробничих втрат.

В умовах тваринницького підприємства, де не передбачається переробка молока, його первинна обробка здійснюється за одним із варіантів, наведених на рисунку А.2.

На невеликих фермах з прив'язним утриманням худоби і особливо при низькій продуктивності корів практикується доїння в

стійлах із збиранням молока в переносні відра. У цьому випадку первинна обробка молока, як правило, здійснюється в такій послідовності. Видоєне молоко у відрах або бідонах ручними візками доставляють у фермську молочну і насосом перекачують в резервуар-охолодник (рис. А.2,а) або через потоковий очисник-охолодник у резервуар-термос (рис. А.2,б). Очищення за схемою (а) здійснюється шляхом фільтрування при переливанні молока з доїльних відер у бідони та за допомогою фільтра-цідилки у горловині резервуара-охолодника.



а - при доїнні у переносні відра, очищенні молока та охолодженні його в резервуарі-охолоднику; б - при доїнні у переносні відра і первинній обробці молока в очищувально-охолодмому агрегаті: 1 - візок, для переміщення бідонів; 2 - бідон; 3 - платформенні ваги; 4 - молочний насос; 5 - резервуар-охолодник; 6 - молочна цистерна; 7 - резервуар-термос; 8 - очищувально-охолодний агрегат; *в - при доїнні в молокопровід із магістральними фільтром і пластинчастим охолодником; г - те ж, та пастеризації молока у випадках виникнення епізоотії:* 1 - молокопровід; 2 - груповий лічильник молока; 3 - повітровіддільник; 4 - молочний насос: 5 - магістральний фільтр; 6 - пластинчастий охолодник; 7 - резервуар-термос; 8 - молочна цистерна; 9 - ванна для тривалої пастеризації; 10 - вирівнювальний бак; 11 - пластинчастий пастеризаційно-охолодний агрегат

Рисунок А.2 – Основні варіанти ПТЛ фермських молочних.

В більшості випадків видоєне молоко, одержане від здорових корів, проходить первинну обробку на фермі за спрощеною схемою «очищення – охолодження». При доїнні в загальний молокопровід така схема може бути реалізована технологічним обладнанням, що входить до складу комплекту доїльної установки (рис. А.2, в).

У разі виникнення на тваринницькій фермі епізоотії або карантинної ситуації в регіоні розміщення господарства все молоко перед відправленням на молокоприймальні пункти чи переробні заводи повинно проходити теплову обробку – пастеризацію (рис. А.2, г).

Пастеризують молоко безпосередньо у тваринницькому підприємстві. Після цього молочну продукцію поставляють в торгову мережу чи споживачам.