МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра технологічних процесів та обладнання переробних і харчових виробництв

Допущень до захисту
завідувач кафедри
к.т.н., доцент. Токарчук О.А.
_____
(Підпис, вчене звання, прізвище, ініціалі)
"__" _____ 2023 р.

ОБГРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА СИРУ

Робота на здобуття освітнього ступеня «Магістр»
за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування»

Виконавши: студент групи 61-АІ-маг
Задорожний Вадим Васильович
_____

Керівник: PhD, ст. викл.
Бурлака Сергій Андрійович
_____

Вінниця - 2023

ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет
Кафедра технологічних процесів та обладнання переробних і харчових виробництв

ЗАТВЕРДЖУЮ:
завідувач кафедри ТОПХВ
к.т.н., доц. Токарчук О.А.

_____

«__» _____ 2022 р.

ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ

студенту **Задорожний Вадим Васильович**

на тему

«ОБГРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА СИРУ»

Затверджено Наказом по університету №187м від 2 грудня 2022 р.

Вихідні дані для підготовки роботи:

1. Методичні вказівки з виконання магістерської роботи.
2. План-проспект магістерської роботи.
3. Підручники та навчально-методичні посібники, статистичні дані.
4. Наукові видання (монографії, книги, збірники, журнали, методики, матеріали ЦНТІ).
5. Методика економічної оцінки результатів досліджень.
6. Дані власних досліджень, одержаних за попередній період.

Календарний план виконання магістерської роботи

Структура роботи		**Об'єм, стор.**	**Термін підготовки**	**Підпис керівника**
Анотація		1	Травень 2023 року	
Вступ		3	Червень 2023 року	
Розділ 1	АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ВИРОБНИЦТВА СИРУ	26	Липень 2023 року	
Розділ 2	ПІДБІР І РОЗРАХУНОК ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ	14	Серпень 2023 року	
Розділ 3	ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ПІДТВЕРДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОБРАНОГО ОБЛАДНАННЯ	17	Вересень 2023 року	
Розділ 4	РЕЗУЛЬТАТІ ЕКСПЕРИМЕНТІВ ТА САНІТАРНІ СТАНДАРТИ	13	Жовтень 2023 року	
Висновки		2	Листопад 2023 року	
Список використаної літератури		4	Квітень 2023 року – листопад 2023 року	

Термін подання роботи на кафедру

для попередньої захисту « » _____2023р.

Завдання видано «___» _____2022р.

Завдання прийнявши до виконання_____ В.В. Задорожний

Керівник_____ С.А. Бурлака, PhD, ст. викл.

АНОТАЦІЯ

Магістерська робота містить 70 сторінок машинописного тексту. Текст записки включає вступ, чотири розділи, висновки та список літературних джерел, у тому числі 7 таблиць та 31 малюнок, використано 43 формули. Список використаних джерел містить 79 першоджерела.

Робота спрямована на дослідження та обгрунтування оптимальних конструктивних параметрів технологічного обладнання для ефективного виробництва сиру. Метою дослідження є виявлення та аналіз впливу різних параметрів обладнання на якість та ефективність виробничих процесів. Результати цього дослідження можуть бути корисними для розробників обладнання та виробників сиру з метою покращення виробничих технологій та підвищення якості продукції.

Представлена робота присвячена дослідженню та аргументації вибору конструктивних параметрів технологічного обладнання для оптимального виробництва сиру. Дослідження охоплює аналіз впливу різних конструкційних рішень на продуктивність, якість та вартість виробництва сиру. Отримані результати можуть бути важливими при розробці нового обладнання або модернізації існуючого для оптимізації процесів виробництва та підвищення конкурентоспроможності на ринку.

Ключові слова: виробництво сиру, конструктивні параметри, оптимізація, продуктивність, вартість виробництва, технологічне обладнання.

ABSTRACT

The master's thesis contains 70 pages of typewritten text. The text of the note includes an introduction, four chapters, conclusions and a list of literary sources, including 7 tables and 31 figures, 43 formulas are used. The list of used sources contains 79 primary sources.

The work is aimed at research and substantiation of optimal design parameters of technological equipment for effective cheese production. The purpose of the study is to identify and analyze the influence of various equipment parameters on the quality and efficiency of production processes. The results of this study can be useful for equipment developers and cheese producers in order to improve production technologies and improve product quality.

The presented work is devoted to the research and argumentation of the choice of design parameters of technological equipment for optimal cheese production. The study covers the analysis of the impact of various design solutions on the productivity, quality and cost of cheese production. The obtained results can be important in the development of new equipment or modernization of existing equipment to optimize production processes and increase competitiveness in the market.

Key words: cheese production, design parameters, optimization, productivity, production cost, technological equipment.

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ 3

ВСТУП 6

1. АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ВИРОБНИЦТВА СИРУ 8

1.1 Огляд існуючих технологій та обладнання для виробництва сиру 8

1.1.1 Технологічна схема виробництва сирів 8

1.2 Пристрій, принцип роботи обладнання для виробітку натуральних сирів 14

2. ПІДБІР І РОЗРАХУНОК ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ 35

2.1 Вибір та обґрунтування схем технологічних процесів 35

2.2 Продуктовий розрахунок виробництва сиру 39

2.3 Технологічний та мікробіологічний контроль виробництва 41

2.3.1 Технохімічний контроль 41

2.3.2 Розрахунок площ виробничого корпусу 43

3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ПІДТВЕРДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОБРАНОГО ОБЛАДНАННЯ 49

3.1 Підбір та розрахунок технологічного обладнання 49

3.2 Графік роботи устаткування 50

4. РЕЗУЛЬТАТІ ЕКСПЕРИМЕНТІВ ТА САНІТАРНІ СТАНДАРТИ 54

4.1 Санітарно-гігієнічний контроль 54

4.2 Санітарна обробка обладнання для виробництва сирів 55

4.3 Результати експериментальних досліджень 57

Висновок 67

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 69

ДОДАТКИ 77

ВСТУП

Сучасне молочне виробництво – це велика галузь харчової промисловості. На сучасних підприємствах молочної промисловості експлуатується високопродуктивне вітчизняне та зарубіжне обладнання, більшість з яких автоматизовано, а деяке комп'ютеризовано.

Загальними основними завданнями, що стоять перед молочною промисловістю, на сьогоднішній день є:

- переозброєння молочної промисловості на новій технологічній основі, що забезпечує підвищення технічного рівня, якості та надійність використовуваних машин та апаратів.

- поліпшення якості продукції, яка безпосередньо залежить від якості сировини, що поставляється з господарств сировинної зони підприємства.

- збільшення обсягу продукції, розширення її асортименту задоволення попиту населення як міста, де розташоване підприємство, а й країни.

Збільшення обсягів виробництва молочних продуктів пов'язане зі збільшенням попиту на вітчизняні продукти, які є привабливішими для покупців як за ціною, так і за якістю.

У нинішніх умовах продукція реалізується на внутрішній ринок України. Тому стабільне збільшення виробництва молочних продуктів можливе за умови купівельної спроможності населення та реалізації молочних продуктів на ринках держав ближнього зарубіжжя, головним чином країни СНД. Однак водночас необхідно освоювати і європейський ринок. Це стосується таких реалізованих продуктів, зокрема, як ферментативний сир.

Мета: Дослідити та обґрунтувати оптимальні конструктивні параметри технологічного обладнання для виробництва сиру з метою підвищення ефективності виробничих процесів та покращення якості продукції.

Об'єкт дослідження: Технологічне обладнання, використовуване у виробництві сиру.

Предмет дослідження: Конструктивні параметри технологічного

обладнання для оптимального виробництва сиру.

Завдання:

1. Провести огляд літературних джерел існуючих конструкцій технологічного обладнання для сироваріння.
2. Визначити ключові параметри та критерії оцінки ефективності обладнання в контексті виробництва сиру.
3. Провести аналіз впливу різних конструктивних рішень на якість продукції та ефективність виробництва.
4. Обґрунтувати оптимальні параметри технологічного обладнання для досягнення найкращих результатів у виробництві сиру.

Наукова новизна: Дослідження спрямоване на ретельний аналіз та обґрунтування конструктивних параметрів обладнання для виробництва сиру, що може сприяти вдосконаленню технологічних процесів у галузі харчової промисловості та покращенню якості продукції. Впровадження рекомендацій, отриманих у результаті дослідження, може мати значний вплив на підвищення ефективності виробництва сиру.

1. АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ВИРОБНИЦТВА СИРУ

1.1 Огляд існуючих технологій та обладнання для виробництва сиру

До твердих сичужних сирів з низькою температурою другого нагрівання відносять костромський, голландський брусковий, голландський круглий, пошехонський, степовий, ярославський уніфікований, естонський, Станіславський, дністровський, буковинський, північний .

Основними факторами, що визначають видові особливості сирів цієї групи, є:

застосування бактеріальних заквасок, що складаються в основному з мезофільних молочнокислих стрептококів, при виробленні дністровського та сусаніського сирів додають болгарську паличку, Станіславського – ацидофільну паличку, естонського – біопрепарат;

температура другого нагрівання сирного зерна 36-42 ° С залежно від виду сиру та здатності зерна до зневоднення;

забезпечення вологості сиру після пресування (43-48%);

певний рівень активної кислотності сирної маси кожному етапі виробництва;

у сирі після пресування pH 5,3-5,6, тридобовому віці 5,2-5,25, у зрілому сирі 5,1-5,4;

помірний вміст у сирах кухонної солі (1,5—2,5%), окремих видів знижений вміст солі (дністровський і сусанинский сири);

застосування в процесі дозрівання кількох температурних режимів (10-12, 14-16 і 10-12 ° С) для групи сирів типу костромського та голландського.

1.1.1 Технологічна схема виробництва сирів

При виробленні сирів з низькою температурою другого нагрівання підготовка молока до згортання полягає в пастеризації та попередньому дозріванні його протягом 10-14 год при температурі 8-12 ° з внесенням до

нього 0,15 - 0,3% бактеріальної стрептококової закваски.

Пастеризоване при 71-72 або 74-76 ° С з витримкою 20-25 з дозріле молоко нормалізується по жирності і охолоджується до температури згортання. У підготовлене для згортання молоко (суміш) вносять 40% розчин хлористого кальцію, бактеріальну закваску або бактеріальний препарат, гідролізати або біологічні препарати, а потім воно згортається сичужним ферментом протягом 30-35 хв.

Отриманий потік нормальної міцності за допомогою різальних і вимішують механічних ножів і пристроїв ріжуть і дроблять з метою отримання сирного зерна необхідного розміру і щільності, що добре виділяє сироватку.

Після розрізування згустку видаляють із апарату вироблення сирного зерна сироватку (30% від початкової кількості суміші).

При нормальному розвитку молочнокислого процесу кислотність сироватки перед другим нагріванням має бути 11—12° Т, а кінці обробки 13—14° Т. При підвищенні кислотності сироватки проти нормальної на 1 Т необхідно внести пастеризовану воду в кількості 5% від початкової кількості суміші, при підвищенні на 2-3 ° Т - 10-15%.

Перед другим нагріванням видаляється ще 20-30% сироватки. Мета проведення другого нагрівання сирного зерна - регулювання розвитку молочнокислого процесу, прискорення виділення зайвої сироватки із сирного зерна та забезпечення оптимального вмісту вологи в сирі після пресування (43-53%).

Після другого нагрівання проводять часткову посолку зерна із сироваткою із розрахунку внесення 200-300 г солі на 100 кг молока.

Розмір пласта встановлюють залежно від кількості молока, що переробляється, і числа головок з розрахунку. Пласт спочатку підпресовується , а потім розрізається на шматки однакового розміру. Сири маркують під час самопресування після першого перевертання.

Сири пресують із розрахунку тиску від 10 (спочатку) до 40 кг (в кінці) на 1 кг продукту, або 10-40 кПа. Після пресування сири направляють на

посолку .

Коли встановлюється схильність сирів до зайвого бродіння (спучування), температуру розсолу рекомендується знизити до 6-8 ° С, тривалість посолки сиру при цьому збільшується не більше ніж на 10-12 год. При необхідності інтенсифікувати розвиток молочнокислого процесу застосовується ступінчастий режим. У міру появи іа сирах плісняв нлі слизу (але не пізніше ніж через 10-12 діб після посолки) їх миють у теплій воді (30-40" С). Після миття проводять теплову обробку сирів і обсушування.

Під час дозрівання сири необхідно перевертати протягом перших 2-3 тижнів 2-3 рази, а наступного періоду через кожні 10-15 днів. При правильному догляді в нормальних умовах дозрівання до 12-15-денного віку на сирі утворюється міцна тонка скоринка. Після цього сири миють, обсушують, маркують, покривають парафінополімерним сплавом або упаковують у полімерні плівки.

Костромський та пошехонський сири. Особливість технології цих сирів полягає в інтенсифікації молочнокислого бродіння при виробленні сиру. У цих сирах вміст вологи після пресування досягає 44-46%, у зрілому 40-41%. Температура дозрівання сиру після 20-денного віку підвищується до 14-16 ° С. Оптимальна активна кислотність сирної маси досягає наступних значень: після пресування pH 5,4-5,6, 3-5-добового сиру 5,15-5,25; зрілого 5,3-5,4. Вміст кухонної солі становить середньому 2%. Дотримання зазначених параметрів технології інтенсифікація молочнокислого бродіння гарантують прискорене дозрівання цих сирів протягом 45 днів. Сири виробляються із вмістом 45% жиру в сухій речовині препарату.[1]

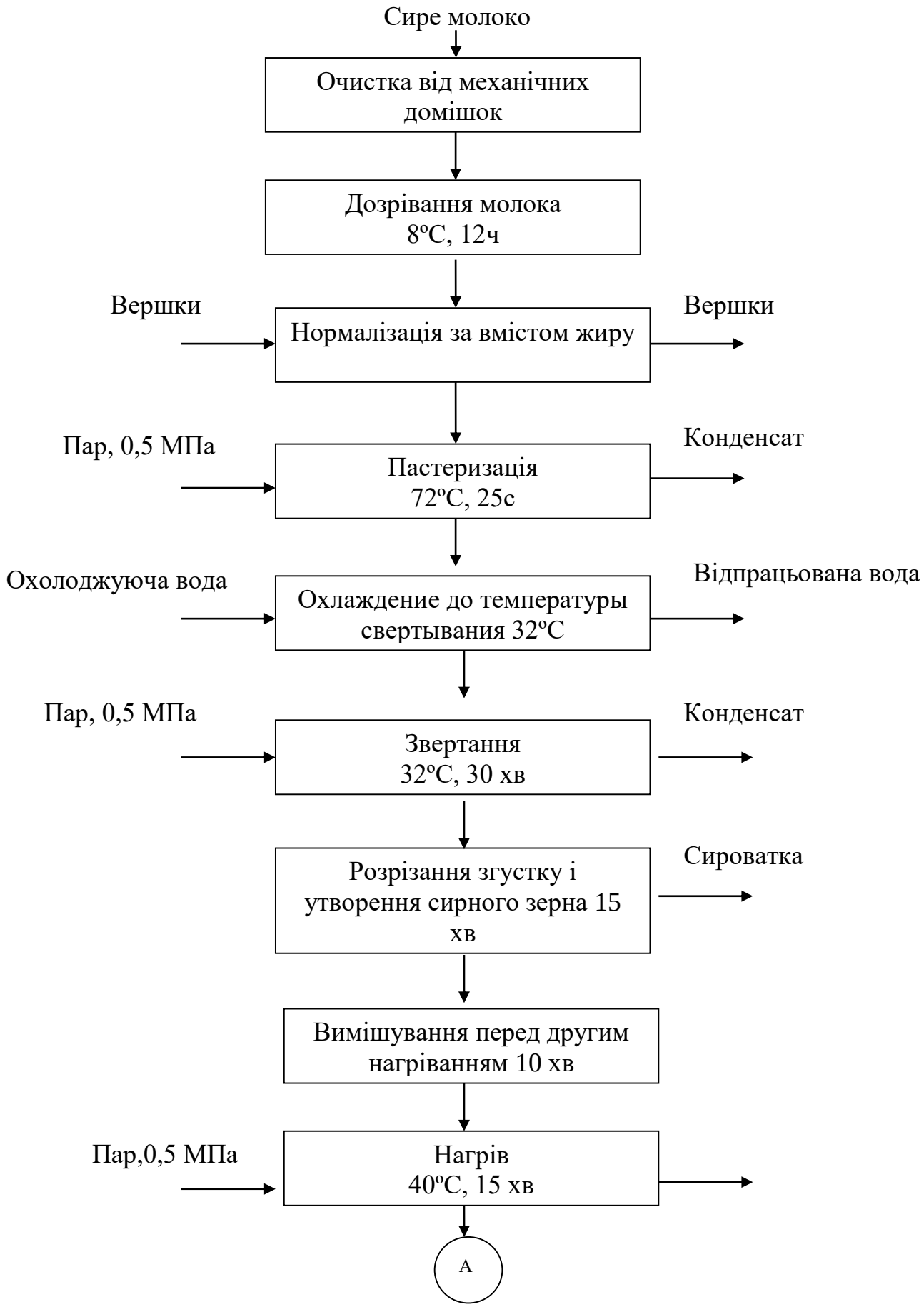


Рис. 1.1 Ескізна технологічна схема виробництва

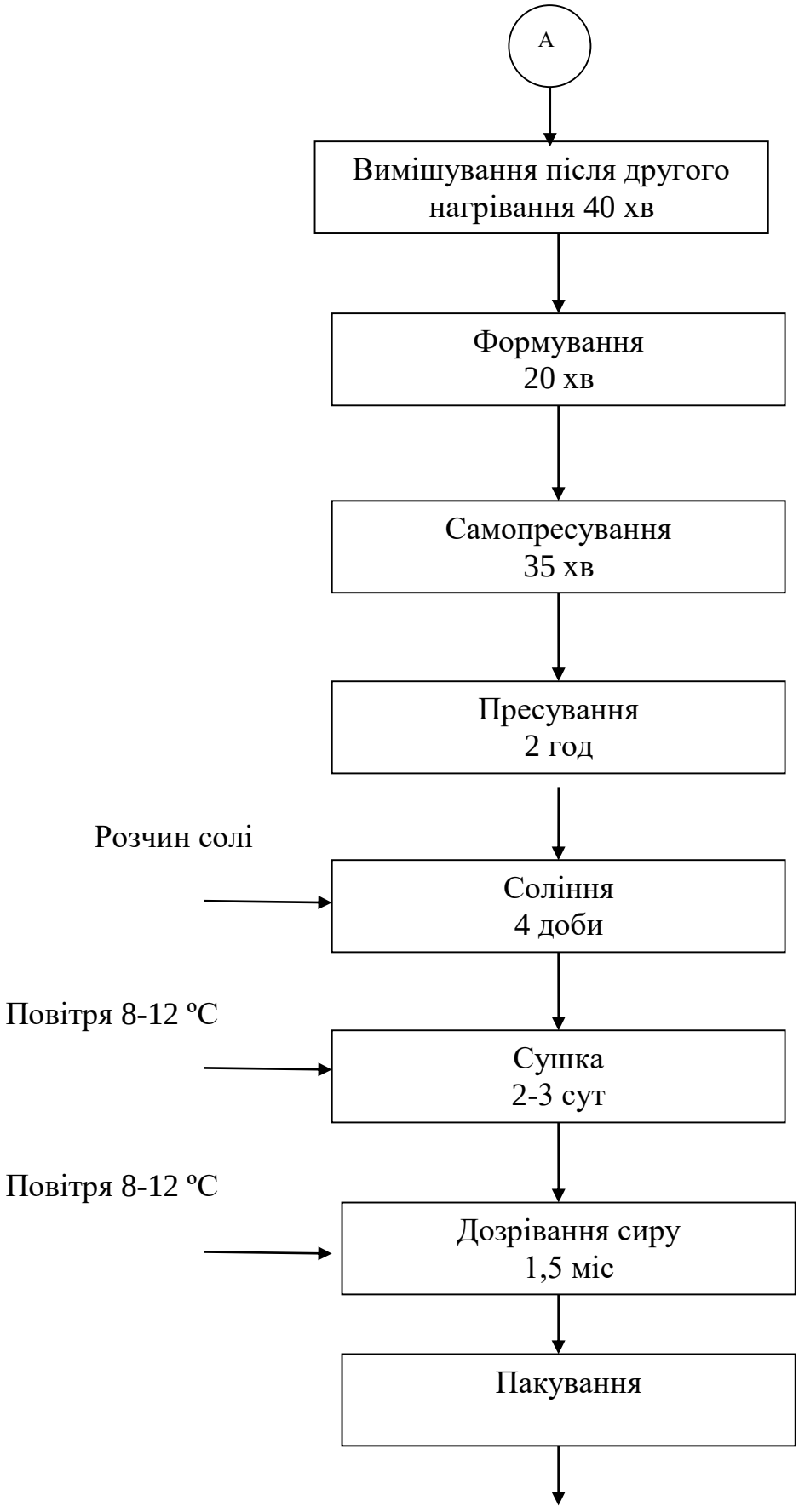


Рис. 1.2 Ескізна схема виробництва сиру

Молоко, що надходить на завод, подають насосом, що самоусмоктує, через фільтр, повітроохолоджувач і лічильник у проміжну ємність зберігання.

Необхідна кількість свіжого, незрілого молока надходить на дозрівання після його пастеризації або непастеризованим. Для дозрівання пастеризованого молока воно з ємності зберігання самопливом або насосом направляється в зрівняльний бачок, звідки насосом подається регенеративну секцію пластинчастого пастеризатора для нагрівання. Підігріте молоко надходить у сепаратор- нормалізатор для нормалізації молока по жиру. Нормалізоване молоко направляють до секції пастеризації і, нарешті, до секції охолодження. Нормалізоване пастеризоване молоко насосом подається в підігрівач, а потім через лічильник 4 - в апарат вироблення сирного зерна.

При дозріванні непастеризованого молока I сорту воно з ємності зберігання насосом подається в підігрівач 6, сепаратор- молокоочисник, охолоджувач і направляється в ємності для дозрівання. Дозріле сире молоко насосом направляється в зрівняльний бачок, звідки насосом подається регенеративну секцію пластинчастого пастеризатора для нагрівання. Підігріте молоко нормалізується за жиром у сепараторі- нормалізаторі. Нормалізоване молоко надходить у секцію пастеризації, а потім у секцію охолодження пастеризатора. Охолоджене до температури згортання пастеризоване нормалізоване молоко надходить через лічильник в апарат вироблення сирного зерна, де воно згортається, а отриманий потік ріжуть і обробляють з метою отримання сирного зерна.

Готове сирне зерно насосом 1 (або самопливом) подається в апарат формування сирної маси для утворення пласта та різання його на шматки необхідного розміру. Покладені у форми шматки сиру подають у преси. Відпресований сир зважують, укладають у контейнери та поміщають у солільні басейни. Посолений сир розміщують на стелажах- контейнерах , які електронавантажувачем подаються в камери дозрівання сиру. Форми, що звільнилися, направляються по транспортеру в мийне приміщення.

Сир після миття та обсушування в машинах і покривають спеціальним

сплавом або упаковують у плівки і направляють на дозрівання. Зрілий сир упаковують у тару.

1.2 Пристрій, принцип роботи обладнання для виробітку натуральних сирів

Апарати для вироблення сирного зерна поділяються на відкриті – сирні ванни та закриті – сировиробники. Перевагами сировиробників є конструктивні особливості, що дозволяють виключити контакт продукту з атмосферою та автоматизувати більшість технологічних операцій при виробленні сирного зерна, включаючи санітарну обробку.

За розташуванням ріжучо-вимішуючого інструменту (РВІ) сировиробники поділяються на вертикальні та горизонтальні. Горизонтальні апарати бувають з одним валом, двома та більше. В апаратах з двома валами забезпечується більш дбайлива обробка згустку, оскільки зменшується довжина РВІ, викликаючи зниження моменту опору на валу та окружної швидкості інструменту на периферії, що спричиняє зниження потужності та частоти обертання приводу. Висота стовпа сирної маси, а отже , і тиск на нижні шари в таких апаратах мінімальні, що зменшує стеження та комкування зерна.

Форма корпусу *горизонтального сировиробника* в перерізі схожа на еліптичну (рис. 1.3), що дозволяє звести дно до однієї прямої лінії. Це у поєднанні з нахилом резервуару до горизонту забезпечує повне видалення продукту із сировиробника самопливом. Крім цього, нахил резервуара забезпечує більш якісне перемішування, так як продукт не тільки обертається під дією мішалок, але і рухається зворотно-поступально вздовж валу за рахунок взаємодії мішалок та гравітаційних сил.

Сироватка відбирається з поверхневого шару, що запобігає забиванню фільтра та знижує втрати продукту із сирним пилом. Робочий процес може здійснюватися при різному обсязі заповнення сировиробника .

Санітарна обробка сировиробника проводиться за допомогою миючих головок, що забезпечують повне охоплення внутрішніх поверхонь і інструмент, що ріжуче-вимішує.

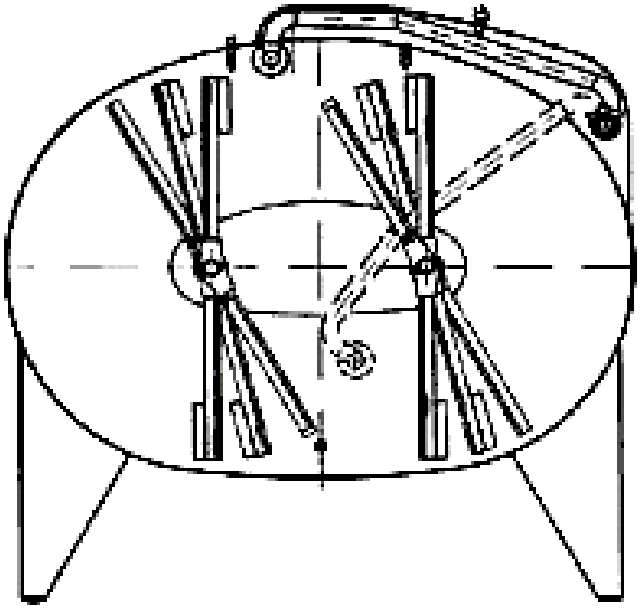


Рис. 1.3 Горизонтальний сировиробник

Секції ріжучо-вимішуючого інструменту (рис. 1.3) розташовані на валах у шаховому порядку зі зміщенням, що знижує момент опору та дозволяє знизити потужність приводу до 3 кВт. Обертання валів назустріч один одному створює протитечії, що перешкоджають обертанню згустку при розрізанні. Це дозволяє значно знизити частоту обертання інструменту та забезпечує дбайливе розрізання та перемішування з утворенням меншої кількості сирного пилу. Максимальна частота обертання становить 10 хв $^{-1}$.

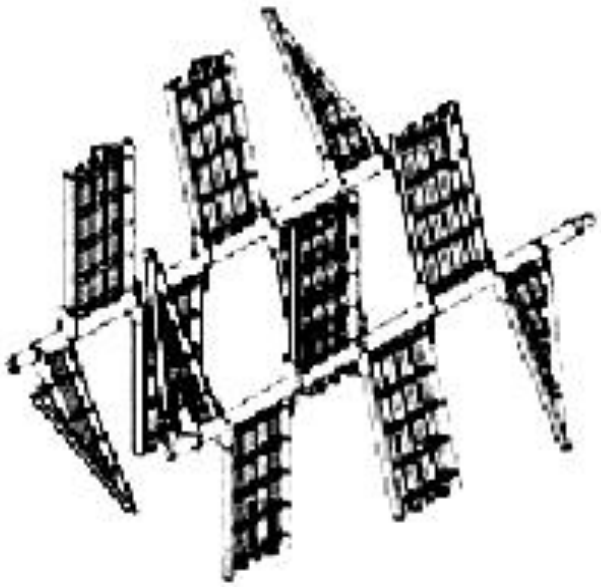


Рис. 1.4 Схема розташування РВІ на валах

Апарат для вироблення сирного зерна з повним циклом обробки (періодичного впливу) представлений на рис. 100.

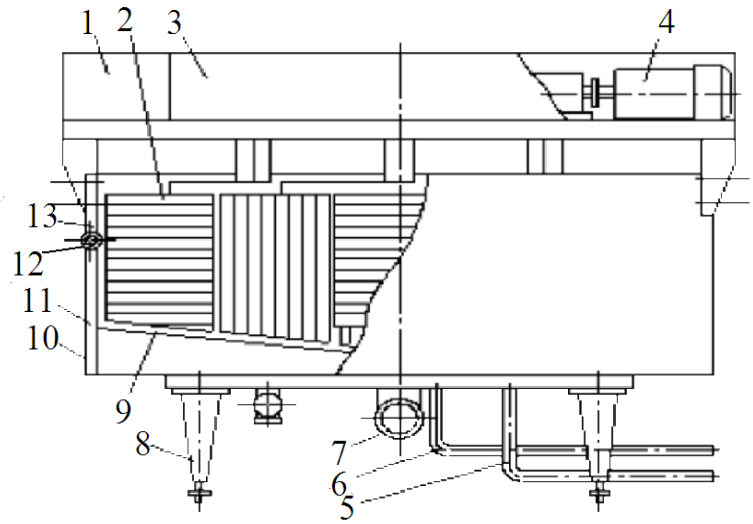


Рис. 1. 5 Сировиробник Я5-ОСЖ-1:

1 – пульт управління; 2 - ріжучо-вимішуючий інструмент; 3 – траверса; 4 – привід; 5 – трубопровід для відведення теплоносія; 6 – трубопровід для підведення теплоносія; 7 - патрубок для вивантаження сирного зерна; 8 – опори; 9 – днище; 10 – ванна; 11 – теплообмінна сорочка; 12 – колектор для подачі теплоносія; 13 – внутрішній резервуар

При згортанні молока в сировиробнику воно підігрівається гарячою водою або парою, що подається в сорочку. Для вивантаження сирного зерна із сироваткою в прес самопливом сировиробник встановлюється на майданчику заввишки не менше 1,5 м. Санітарну обробку установки здійснюють безрозбірно шляхом наповнення робочої ємності гарячою водою або миючими розчинами.

Сировиробник СІ-01 (рис. 101) призначений для отримання сирного зерна із цільного молока для виробництва сирів, а також казеїнового сиру. Технічні характеристики сировиробника СІ-01 представлені у таблиці 2.1.

Основні особливості сировиробника СІ-01:

- планетарний рух ріжучого сиромішувального інструменту;
- оригінальна конструкція електромеханічного

приводу сировиробника забезпечує ефективне вимішування та розрізання 96% обсягу оброблюваного сирного згустку при практично повній відсутності сирного пилу;

- автоматизація технологічних операцій.

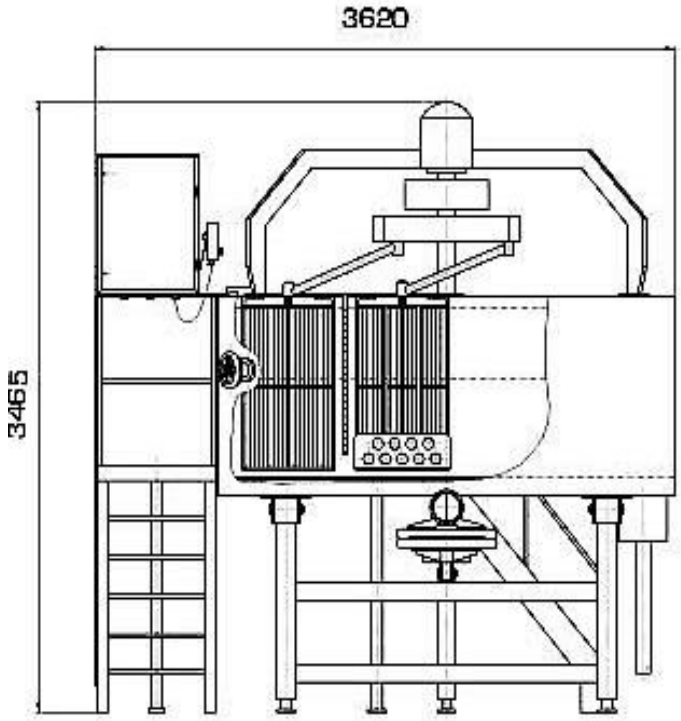


Рис. 1.6 Сировиробник СІ-01

Таблиця 1.1 Технічні характеристики сировиробника СІ-01

Об'єм ванни, м ^{3}	5,0
Розрахунковий час обсушування, хв	8
Кут нахилу ванни під час зливу сирного зерна, град.	5,0
Потужність електродвигуна електромеханічного приводу, кВт	1,5
Напруга трифазного змінного струму з частотою 50 Гц,	380
Номінальна частота обертання електродвигуна, з $^{-1}$	25
Частота обертання планетарного редуктора електромеханічного приводу, з $^{-1}$	0...1/15
Частота обертання ріжучо-вимішувального інструменту, з $^{-1}$	0...6/15
Максимально допустимий тиск пари, МПа	0,02
Витрата пари при нагріванні продукту, кг/год	170
маса, кг	2354
Габаритні розміри (включаючи майданчик обслуговування), мм	4170x3620x3465

Сирні ванни відносять до апаратів періодичної дії. Їхній загальний пристрій майже не відрізняється від сировиробників. Винятком є конструкція ріжучо-вимішувальних інструментів у сирних ваннах великої місткості та наявність різних (гідравлічних або пневматичних) пристроїв для нахилу ванни при перекачуванні продукту або миття.

Сировильна ванна Д7-ОСА-1 (Рис. 1.7) призначена для вироблення сирного зерна при виробництві твердих і м'яких сирів. Складається з двостінної ванни, запірного клапана для спуску зерна із сироваткою, колон мостової конструкції, ріжучо-вимішуючого інструменту та його приводу, електроустаткування, домкрата для нахилу ванни та сита для відбору сироватки.

Двостінна ванна є жорсткою звареною конструкцією, внутрішня частина якої виготовлена з нержавіючої сталі. Внутрішня ванна укладена в кожух із вуглецевої сталі. Простір між ванною та кожухом заповнений термоізоляційним матеріалом, що закривається зверху листами з нержавіючої сталі. Охолодна вода підводиться через патрубо до . Вода через перфоровану

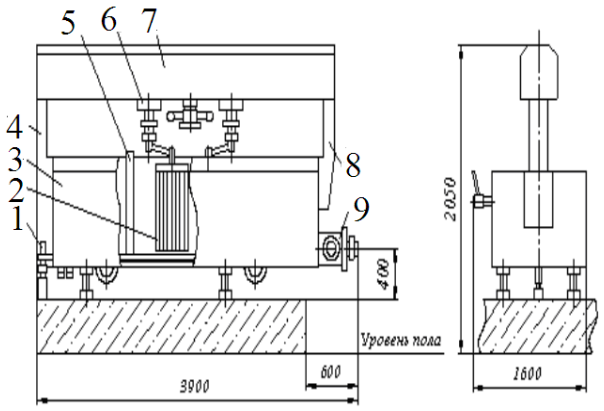


Рис. 1.7 Сировильна ванна Д7-ОСА-1:

1 – патрубок для підведення охолоджувальної води; 2 – ножі; 3 – ванна; 4 – термоізоляційний матеріал; 5 – перфорована труба; 6 - ріжучо-вимішуючий інструмент; 7 – міст; 8 – колони бруківки; 9 – запірний клапан

трубу, що є бортом ванни, стікає між двома бічними стінками, омиваючи при цьому внутрішню ванну. Клапан 9 для спуску з ванни зерна в суміші з сироваткою розташований з боку, протилежної патрубкам води, що підводить, пара, зливу води з сорочки. Контроль над наповненням ємності молоком здійснюється візуально з допомогою мірної лінійки. Нахил ванни при миття і

перекачування з неї вмісту здійснюється гідравлічним домкратом, встановленим у колоні.

Ріжучо-вимішуючий інструмент є ножовою рамою з вертикальними поворотними ножами. Привід ріжуче-вимішуючого інструменту переміщається всередині моста на направляючих, приварених до балок. Весь привід монтується на коритоподібній платформі, що повністю виключає можливість потрапляння забруднень із приводу у ванну.

Для повідомлення платформі зворотно-поступального руху призначений втулково-роликовий ланцюг. В одній з ланок ланцюга замість осі закріплений у важелі палець із роликом. Це забезпечує обертальний рух зірочок та рівномірний зворотно-поступальний рух каретки.

Електрообладнання сироварної ванни складається з горизонтально розташованого чотиришвидкісного двигуна, що має можливість переміщатися вздовж каретки за допомогою рейки та шестерні, безступінчастого варіатора швидкості, черв'ячного редуктора та ланцюгової передачі.

Ванну заповнюють молоком зверху, потім включають привід. Швидкість обертання ріжучо-вимішувального інструменту вибирає майстер. При безперервному перемішуванні підігрівають молоко до температури згортання 28...30 ^{0} С. Потім у підігріте молоко вносять бактеріальну закваску, розчин ферменту та інші компоненти. При цьому суміш перемішують продовжують до отримання однорідної маси. Після закінчення перемішування відключають двигун, після чого відбувається згортання.

Коли потік досягає бажаної щільності, включають привід і ріжучо-вимішуючим інструментом розрізають сирний потік. Для розрізання згустку ріжучо-вимішуючий інструмент обертають за годинниковою стрілкою. Процес починають із найменшого числа оборотів. Після закінчення розрізання згустку та часткової постановки сирного зерна відбирають необхідну кількість сироватки. Відбір сироватки проводиться через патрубок 9 вварений в бічну стінку ванни, при зупиненому ріжучо-вимішуючий інструмент.

Після відбору сироватки виконують друге нагрівання при ріжуче-

вимішувальному інструменті, що обертається, і підсушують зерно, після чого припиняють подачу пари, а сирне зерно в суміші з сироваткою при похилому положенні ванни перекачують насосом або самопливом у формувальні пристрої або відділювачі сироватки.

Установки безперервної дії розрізняють:

1. Для отримання згустку у потоці молока.

Аналогічно з конструкцією коагулятора для сиру ВНИМИ (молоко концентроване до масової частки сухих речовин 36% впорскується через спеціальну форсунку в потік гарячої води, миттєво нагрівається, внаслідок чого утворюються зерна згустку- мікрозерна).

Основними елементами установки є камера коагуляції; камера агломерації; камера синьорезису згустку; секція повного зневоднення.

Переваги: невелика тривалість процесу – 10 хв, відсутність контакту з повітрям та ручних операцій.

2. З транспортером, що рухається (10000 л/год).

Після додавання сичужного ферменту, заквасок молоко прямує до зони змішування (рис. 1.8).

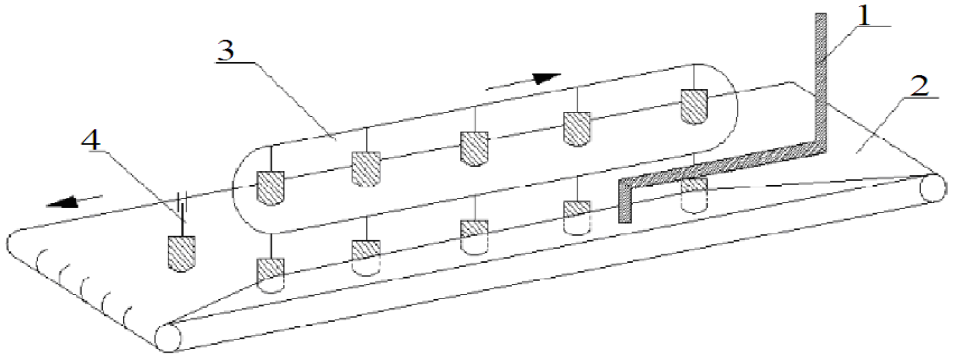


Рис. 1.8 Установка для розрізання сирного пласта безперервного дії: 1 - впускна труба; 2 – стрічковий транспортер; 3 – конвеєр із розділовими перегородками; 4 - пристрій для поперечного розрізу пласта

Потік молока між перегородками заспокоюється. Згортання відбувається в умовах, що виключають струс продукту в коритоподібному стрічковому транспортері 2. Перед дробленням згустку перегородки виймаються. Пристрій 4 подрібнює потік на рівномірні кубічної форми зерна.

До установок обробки сирної маси відносяться установки формувальні ФАБ-1; ФАБ-2; ФАБ-3.

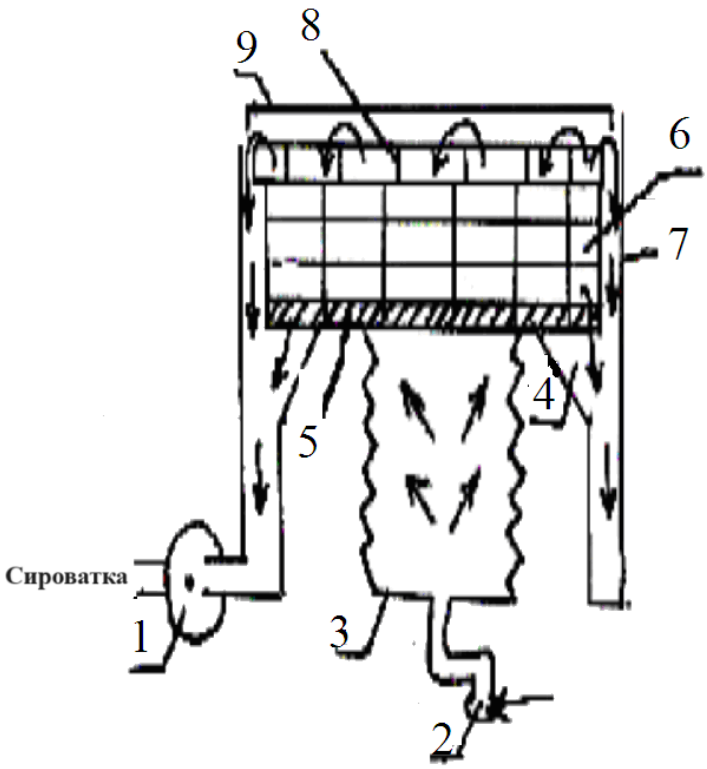


Рис. 1.9 Установка формувальна:

1 – насос відведення сироватки; 2 - компресор (0,2 ... 0, 5) · 10 ^{5} Па; 3 – сильфон (тонкостінна циліндрична оболонка з поперечною гофрованою бічною поверхнею, розширюється або стискається вздовж осі під дією різниці тиску); 4 – збірка сироватки; 5 – рухоме днище; 6 – пласт сирний (240мм); 7 – стік сироватки через отвори кришки; 8 – ножова рама; 9 – кришка з отворами для виходу сироватки

Дані установки використовуються для надання форми сирної маси, що надходить з апарату вироблення сирного зерна і розрізання пласта на шматки з подальшим направленням їх у пресування форми.

Дно 5 формувальної ванни спирається на сильфон 3. Сильфон приводиться в дію стислим повітрям від компрессора 2. Рухоме днище притискає сирну масу до кришок 9. Тиск збільшується поступово, сироватка витісняється в збірник 4 і відкачується насосом 1. Загальна продовжувач

розвантаження (залежно від виду сиру) – 15…25 хв.

Установки чеддаризації сирної маси

Устаткування для виробництва сиру чеддер складається з чеддеризатора та охолоджувальної ванни, призначене для температурної обробки сирного зерна з подальшим охолодженням, в результаті чого сир набуває волокнистої структури.

Сировиною для вироблення сиру чеддер є зріле молоко та підвищені дози закваски. Готове сирне зерно разом із сироваткою перекачується в візок, у якому витримується протягом 25...30 хвилин. Пласт розрізають на блоки і завантажують в ріжучий модуль, де дробиться в середовищі сольового розчину, який подається в зону різання насосом. Після цього подрібнена сирна маса і гарячий соляний розчин потрапляють на барабан, де відбувається відділення сирної маси від соляного розчину. Сирна маса потрапляє у формувальну камеру. Під дією гарячого соляного розчину сирна маса набуває шарувато-волокнисту структуру. У формувальній камері під дією шнеків маса подається в об'ємний дозатор, де дозується вагою від 0,25 до 1,0 кг. Фасований продукт може мати такі форми: коло, соломка, кіска. Після формування продукт потрапляє у ванну з соляним розчином, де проходить охолодження.

До складу чеддеризатора входять:

- формувальна камера з двошнековим механізмом;
- високочастотний різальний модуль з мотор-редуктором, з гостро заточеними ножами та можливістю регулювання їх по висоті та напрямку;
- відокремлювальний барабан;
- теплообмінник типу труба в трубі для підігріву та підтримки певної температури сольового розчину ;
- ємність для зберігання сольового розчину;
- насос циркуляції сольового розчину;
- клапанний кран для точного регулювання рівня сольового розчину;
- пульт керування;
- об'ємний дозатор;

- регульована висота стійок.

Охолоджувальна ванна призначена для охолодження та посолки сиру і складається з ємності для охолодження довжиною 2400 ммта відбірного транспортера формувальних блоків.

Преси

Пристрій вертикального преса наведено на рис. 1.10 .

Сирні форми встановлюють на полицях, що пресують. Питому величину тиску пресування регулюють поворотом ручки регулятора тиску.

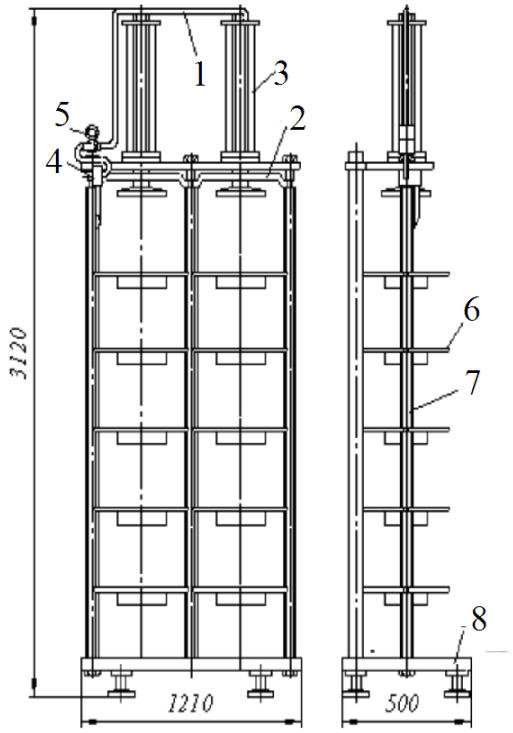


Рис. 1.10 Вертикальний прес Е8-ОПД:

1 – пневматична система; 2 – траверса; 3 – пневмоциліндр ;

4 – кран для підйому (опускання) полиць; 5 – регулятор тиску; 6 - пресуючі полиці; 7 – вертикальна стійка; 8 – основа

Пресування сиру починають із мінімальних навантажень, та був поступово (плавно чи ступінчасто) підвищують до максимального значення. Залежно від виду виробленого сиру навантаження коливається від 20 до 85 кПа, тривалість пресування від 1,5 до 18 год.

Преси тунельні (рис. 1.11) призначені для пресування сиру у формах.

Прес призначений для циліндричних, круглих та прямокутних форм, розміри яких вказані в таблиці 30. У процесі пресування видаляється частина сироватки з сиру та формується його кінцева форма.

Таблиця 1.2 Технічні характеристики

Тип виконання	Виріб	Тип форми	Габаритні розміри форми, мм	Кількість форм, що одночасно використовуються, шт.
Виконання I	Прес тунельний ПТК-01	Циліндрична двоелементна	*d* = 278; *h* = 165 (200)	40
	Прес тунельний ПТК-40/80	Циліндрична двоелементна Прямокутна двоелементна	*d* = 278; *h* = 165 (200) 278x139x165	40 80
Виконання II _	Прес тунельний ПТП-01	Прямокутна двоелементна	297x152x165	76
	Прес тунельний ПТК-76/133	Прямокутна двоелементна Куляста триелементна	278x139x165 *d* = 152; *h* = 165 (200)	76 133
Робочий тиск стисненого повітря в мережі, бар				6
Витрата стисненого повітря, м ^{3}/год				5
Діапазон регулювання часу пресування, год				0…3,5
Напруга живлення,				220
Габаритні розміри, мм				3350x1519x1394
маса, кг				948

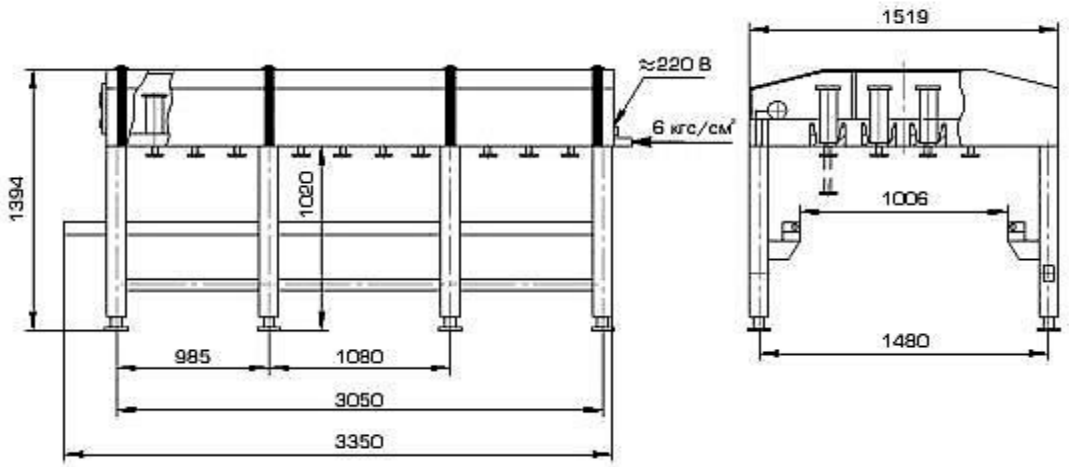


Рис. 1.11 . Прес тунельний

Установки для посолки сирів

Більшість сортів сирів солять у насиченому розчині кухонної солі при 10…12 ^{0} С протягом 5…10 діб. Басейн роблять бетонним з облицюванням керамічною плиткою. Кількість відсіків та загальну площу басейну встановлюють відповідно до навантаження заводу. При глибині басейну 0,8-1,2 м навантаження на 1 м^{2}площі приймають: при посоле великих сирів - 300-350 кг, дрібних - 180-250 кг. Для економії площі басейни роблять глибшими.

При посолці сирів змінюється концентрація солі в розсолі, температура сиру та розчину; кислотність сиру та розчину.

У міру дифузії солі у сир концентрація розсолу зменшується. Температура розсолу за рахунок тепла знову завантаженого сиру підвищується. Внаслідок дифузії молочної кислоти із сирів у розсіл кислотність розсолу збільшується. Тому для регенерації розсолу в басейні існує відсік із ґратами: фільтрувальною тканиною, крейдою та кухонною сіллю. Розсіл, проходячи через відсік з решітками, фільтрується, нейтралізується, насичується сіллю і прямує насосом в охолоджувач. (Продуктивність насоса - 5...10 м ^{3} /год і напір - 7...8 м). Після завершення посолки поверхери піднімають із басейну на транспортер для передачі їх на дозрівання.

Контейнер для посолки сиру (рис. 1.12) призначений для розміщення

сичужних сирів заввишки до 160 мм при посолці в умовах сироварних заводів та цехів. Є металевою конструкцією, в якій поміщаються полиці з нержавіючої сталі. Його технічні характеристики зазначені у таблиці 1.3 .

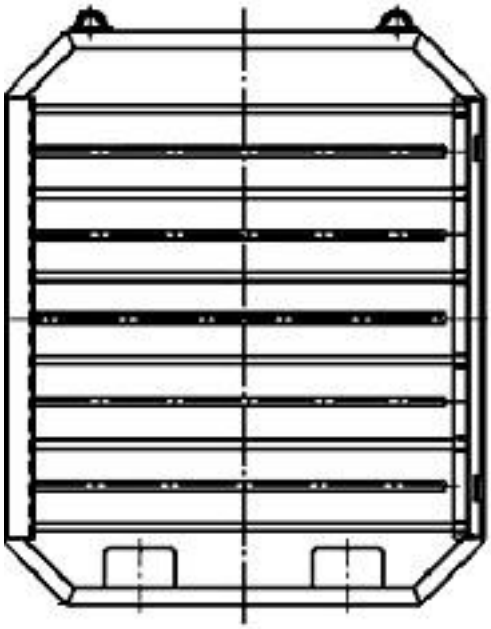


Рис. 1.12 . Контейнер для посолки сиру

Таблиця 1.3 Технічні характеристики

Маса сиру, що розміщується на одній полиці, кг	90
Висота сирів, що розміщуються в контейнері, мм (найбільша/найменша)	160/50
Розміри полиці, мм	1740-4640
Число робочих полиць	5
Відстань між полицями, мм	170
Займана площа, м ^{2}	0,964
Габаритні розміри, мм	1090x884x1345
маса, кг	125

Установки (камери) для дозрівання сирів є :

- Камери зі стаціонарними стелажами.

Стелажі можуть бути з дерев'яними чи металевими стійками.

Недоліки:

- Низький коефіцієнт використання площі камер;

- Утруднено використання засобів механізації;

- миття та парафінування в міжстелажних проходах.

Переваги:

- Простота пристрою;

- Відносна дешевизна для виробництва.

- Камери з пересувними стелажами.

Існують такі види камер з пересувними стелажами:

- стелажі- поверхери на колесах (переміщувані вручну або тягачом);

- Стелажі, що обертаються на колесах;

- стелажі- поверхери , що переміщуються за допомогою тягача або вручну рейками;

- Стелажі-контейнери, що переміщуються за допомогою електронавантажувача .

Недолік - порівняно висока собівартість виготовлення, порівняно зі стаціонарними.

Переваги:

- миття стелажів здійснюється у спеціальних мийних приміщеннях;

- мають відносно малі розміри;

- мають добрі показники маневреності;

- Високий коефіцієнт використання площі.

- Сиросховища з каркасними контейнерами.

Недолік – необхідність використання широких проходів (до 3м) для маневру електронавантажувачів .

Переваги:

- повна механізація вантажно-розвантажувальних робіт (ПРР);

- Високий коефіцієнт використання площі (обсягу);

- можливість перевозити сири у незапакованому вигляді з виробничих приміщень заводу-виробника на бази.

- розбірність (за потреби) конструкції, при поверненні скорочуються транспортні витрати.

- Засоби транспортування.

У приміщеннях із стаціонарними стелажами використовуються ручні візки, електрокари.

Для переміщення пересувних стелажів та контейнерів використовуються електронавантажувачі з вільчастим захопленням вантажопідйомністю до 1т, висота підйому захоплення – 2,8 м(Дає можливість встановити контейнери в два-три яруси). Один електронавантажувач із такою характеристикою може переробити до 80 т вантажів, тобто. замінює роботу 3-4 робочих при користуванні ручними візками, якби сир перебував на стаціонарних стелажах.

Установки для миття, обсушування та парафінування сиру

У процесі дозрівання сирів поверхню їх необхідно змочувати, мити, обсушувати, протирати, наносити захисні покриття.

У машину для миття сиру (рис. 108) входить ванна місткістю 1200 лі збірка стічно-промивних вод, вмонтована в металевий каркас. У ванні кран для спуску води. Над каркасом ванни встановлений транспортер із чотирьох рядів ланцюгової стрічки. Цим транспортером головки сиру пересуваються тунелем мийної машини. У першій – душовій секції – водою температурою 90…95 ^{0} З видаляють парафін. Потім сир миють і обполіскують проточною водою. Душова секція виконана з металевих труб діаметром 80 мм, каркас секції – діаметром 50 мм, форсунки – діаметром 12 мм. Форсунки встановлені під кутом, що забезпечує миття сиру з усіх боків, і мають щілинні прорізи шириною 0,3...0,5 мм.

Душова секція має запобіжний кожух з дюралюмінію завтовшки 1,5 ммі має ванну, виготовлену з нержавіючої сталі. Насос для води продуктивністю 36 м ^{3} /год приєднаний до ванни трубопроводом, що всмоктує, а до душової секції - нагнітальним. Ланцюги транспортера рухаються від електродвигуна через редуктор. Швидкість руху транспортера – 1 м/хв.

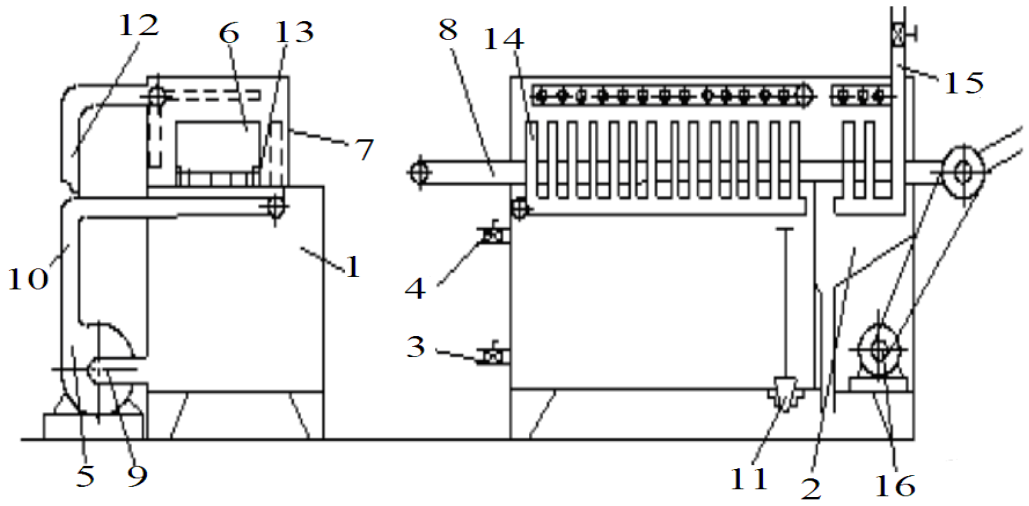


Рис. 1.13 . Машина для миття сиру:

1 – ванна; 2 – збірка стічної води; 3 – паровий вентиль; 4 – водяний вентиль; 5 – насос; 6 – душова секція; 7 – запобіжний кожух; 8 – транспортер; 9 - всмоктуючий трубопровід; 10, 12 – нагнітальні трубопроводи; 11 – кран для спуску води; 13 – рама транспортера; 14 – форсунки; 15 – трубопровід для холодної води; 16 – електродвигун

До машини підведено паропровід для підігріву води та водопровід для заповнення ванни водою та ополіскування сиру. Воду у ванні змінюють у міру забруднення. Машина розрахована на миття всіх видів сиру, крім швейцарського. Бруски сиру, пройшовши секції гарячого і душі, що ополіскує, надходять на подрібнення у дзигу.

Після миття поверхня сирів має бути обсушена.

Принциповий пристрій для обсушування сиру представлений на рис. 1.14 .

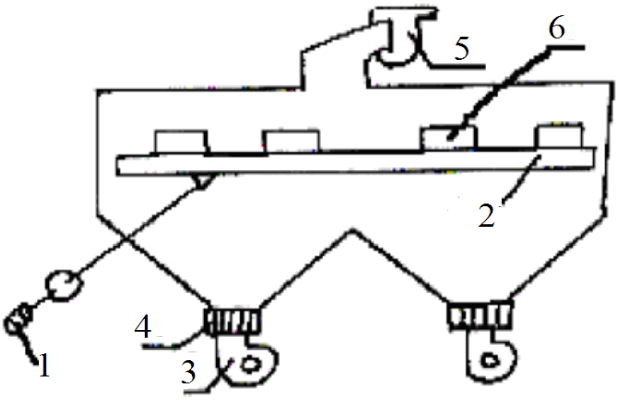


Рис. 1.14 . Установка для обсушування сиру:
1 - ексцентриковий привід площини, що транспортує; 2 – транспортер; 3 – вентилятор нагнітальний; 4 – калорифер; 5 – вентилятор витяжний; 6 – голівка сиру

Поворотно-поступальний рух конвеєра дозволяє за один хід переміщати голівку сиру на 70 мм. Тривалість обсушування 3-5 хв.

Установка для парафінування сиру

Парафінування сирів (парафін 60% + петролатум 40%) виробляють з метою запобігання зайвому усиханню сиру, спрощення догляду за ним та захисту його кірки від плісняви та інших мікробів.

Для нанесення захисного покриття сирну головку вручну укладають на рамний пристрій завантаження і занурюють у розплав на 2...3 с, а потім виймають і витримують 2...3 с над парафіном для стікання надлишків розплаву та його застигання, після чого обережно знімають сир з утримувача. Температура розплавленого парафіну становить 160...170 ^{0}С (рис. 110).

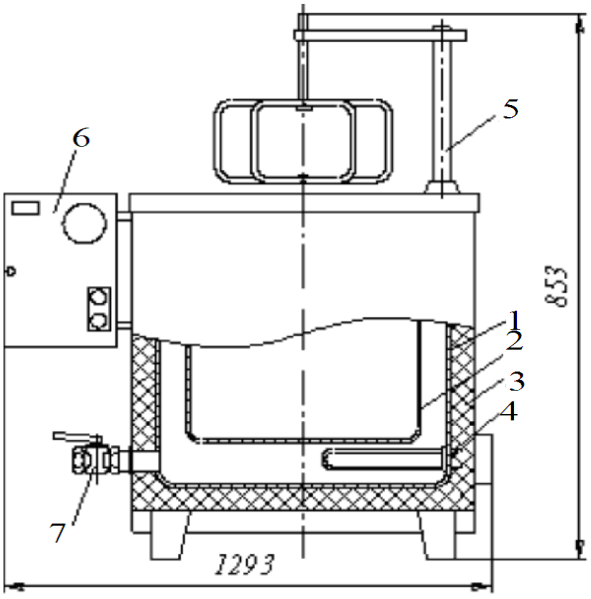


Рис. 1.14 . Парафінер ІПКС-073-03 :

1 – ванна; 2 – водяна сорочка; 3 – теплоізоляційний матеріал;

4 – ТЕНи ; 5 - пристрій завантаження головок сиру; 6 – блок управління; 7 – вентиль

Машина термозбіжна МТУ-01 (рис. 1.15) призначена для щільного обтиснення плівкою сиру за допомогою температурного впливу.

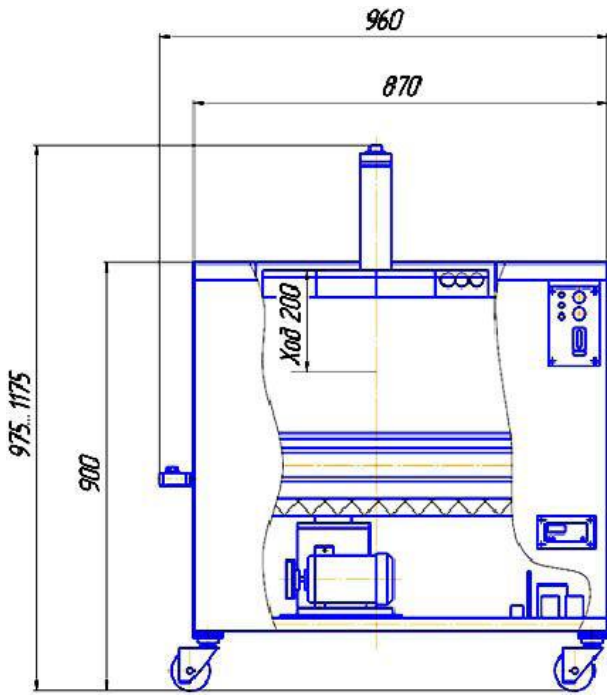


Рис. 1.15 . Машина термозбіжна МТУ-01

Таблиця 1.4 Технічні характеристики термозбіжної машини

Місткість бака, л	1740-4640
Умовна продуктивність термоусадки , шт./хв (шт./год)	4...6 (240...360)
Навантаження на платформу, прямокутна голівка сиру, шт.	3
Навантаження на платформу, кругла голівка сиру, шт.	2
Тривалість циклу термоусадки , з	10…15
Живлення 3-х фазне, напруга,	380
Потужність, кВт	9,82
Габаритні розміри, мм	960x610x975...1175
Маса з водою (без води), кг	200 (152)

За функціональним призначенням обладнання для вироблення плавлених сирів поділяється на такі групи:

1. Обладнання для підготовки натуральних сирів до плавлення (машини для зняття кірки; сиророзділювальні машини; вовчки; вальцювання).

2. Устаткування для плавлення сирної маси:

- апарати для плавлення сирної маси з поворотною кришкою, що піднімається;

- апарати для плавлення сирної маси з ємністю, що опускається;

- Апарати для плавлення сирної маси з двома ємностями;

- агрегат для одночасного подрібнення сиру та плавлення сирної маси.

Пристрій, принцип роботи обладнання для вироблення плавлених сирів

Апарат для плавлення сирної маси (рис. 1.16) складається з станини, двох котлів, кришки котла, пристрою, що перемішує, комунікацій з фільтрами для очищення пари, вакуум-насосної установки та електрообладнання.

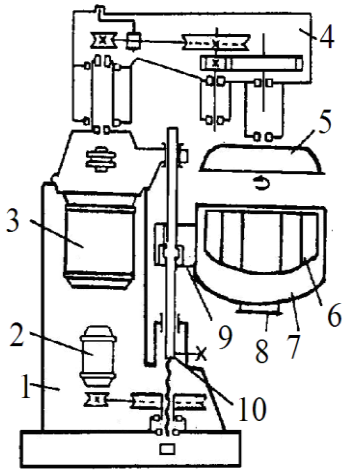


Рис. 1.16 Апарат для плавлення сирної маси Б6-ОПЕ-400:
1 – станина; 2, 3 – електродвигуни; 4 – поворотний кронштейн;
5 – кришка котла; 6 - пристрій, що перемішує; 7 – котел;
8 – зливний отвір; 9 – тримач; 10 – порожнистий шток

Подрібнену сирну масу завантажують у котел, герметично закривають кришкою, включають пристрій, що перемішує, і в теплообмінну сорочку подають пару під тиском 300 кПа. Сирна маса нагрівається до 85...90 ^{0} С. Плавлення здійснюється при перемішуванні сирної маси протягом 15...18 хвилин. Після закінчення процесу з котла виливають розплавлену сирну масу, другий котел заповнюють вихідним продуктом і повертають до нього кришку з мішалкою. Процес плавлення повторюється.

2. ПІДБІР І РОЗРАХУНОК ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

2.1 Вибір та обґрунтування схем технологічних процесів

Технологічний процес виробництва сиру «Український» здійснюється у наступній послідовності.

Технологічний процес приймання молока

Молоко коров'яче - сировина ГОСТ н заготовлюване молоко

Очищення молока Т=40+-50С

Охолодження та дозрівання молока Т=40С 2 год, Т=500С

Підігрів, очищення та сепарування молока Т = 40-450С, Жсл = 1,2% - 2,4% Пастеризація Т = 74-800 С, час вид . = 20-25 з

Внесення компонентів, перемішування закваски. CaCl2, сичужний фермент, час перем . = від 10 до 25 хв.,

Згортання Т = 37-390 С, Час св. = 30-40с, К = 71 + -50С, До сив . = 35 + -50С

Обробка згустку (розрізка , видалення сироватки, витримування, вимішування) Час вид . = 20 + -5 хв. видалення 40% сироватки

Відділення сироватки Видалення сироватки, що залишилася.

Самопресування Час прес. = 3-4 год Охолодження Т = 7 + -10С

Змішування компонентів 18-21Упаковка та маркування Полістиролові коробочки по 0,25 кг

Технологія виробництва м'яких сирів.

Процес виробництва сирів складається з наступних стадій та технологічних операцій: приймання та сортування молока, дозрівання молока та його підготовка до згортання, отримання та обробка згустку та сирного зерна, самопресування та пресування сиру, посол сиру, його дозрівання, остаточне оздоблення.

Дозрівання молока полягає у витримці його при температурі + 10 ... 12 ° С протягом 12-14 год з додаванням або без додавання закваски молочнокислих

бактерій. Під час дозрівання змінюються склад та властивості молока, які позитивно впливають на згортання молока, активніше розвивається мікрофлора закваски, що забезпечує нормальну обробку згустку. При цьому прискорюється виділення сироватки із зерна та енергійніше наростає кислотність, прискорюються процеси вироблення та дозрівання сиру.

Гранична кислотність молока після дозрівання має перевищувати 20 °Т.

Процес підготовки молока до зсідання складається з наступних операцій: нормалізація, пастеризація молока, внесення добавок та підготовка сичужного ферменту. Пастеризація молока здійснюється за температури +63...65 °С протягом 20 хв.

Пастеризація при вищій температурі (+74... 80 °С) знижує якість продукту (альбумін, що згорнувся, несприятливо впливає на консистенцію сиру). Високу пастеризацію (+85 ° С і вище) застосовують лише при виробництві м'яких сирів.

Для згортання молока в сироробництві застосовують молокозгортаючі ферменти тваринного походження та ферментні препарати на їх основі. Препарат вносять у молоко у вигляді розчину, для їх рівномірного розподілу по всьому об'єму вміст ретельно перемішують протягом 6-7 хв, а потім дають спокій до утворення згустку.

Тривалість зсідання молока встановлюють залежно від виду сиру, при виробленні твердих сирів - 30-35 хв, для сирів зниженої жирності - 35-40 хв, для м'яких сирів 50-90 хв.

Згортання молока проводять за нормальної температури 37-39 °З. При зниженій здатності молока до згортання температуру підвищують у допустимих кожному за виду сиру межах.

Готовність згустку визначають за його щільністю та міцністю на злам.

Мета обробки згустку полягає у видаленні сироватки з розчиненими в ній складовими частинами молока шляхом вимішування. У процесі вимішування виділяється сироватка, зменшується обсяг зерна (воно стає

округлим). Наприкінці вимішування зерно характеризується пружністю, достатньою міцністю та втратою первісної клейкості.

На тривалість вимішування впливає температура, коли він вимішують зерно. Вона визначається температурою згортання молока в залежності від виду сиру, що випускається. Після вимішування зерна проводять теплову обробку, тобто. друге нагрівання для прискорення зневоднення. Чим вище температура другого нагрівання, тим краще обсихає сирне зерно після попереднього видалення від 20 до 30% сироватки. Теплоносієм при другому нагріванні використовують пару чи гарячу воду.

При нагріванні сирного зерна та сироватки підвищується клейкість, легко утворюються грудки. Тому в процесі другого нагрівання сирну масу постійно перемішують, не допускаючи утворення грудок, які обсушуються значно повільніше, ніж зерно.

Вимішування зерна після другого нагрівання називається обсушуванням. Тривалість обсушування збільшується, якщо потрібно виділити більше вологи з сирної маси і залежить від кислотності. З підвищенням кислотності процес обсушування пришвидшується. У міру вимішування із зерна видаляється зайва сироватка, зерно обсихає, стискається, набуває округлої форми.

Важливим моментом у технології сиру є правильне встановлення закінчення обсушування зерна. Достатньо обсушене зерно при стисканні склеюється, при легкому струшуванні грудки розсипаються, а при розтиранні між долонями зерна роз'єднуються. Зерно готове до формування, тобто. одержання щільної маси.

Головним фактором формування є температура, тому щоб сирна маса не охолоджувалася, формувати її треба швидко, а в приміщенні підтримувати температуру + 18...20 °С. Пресування та посол сирів

Формування проводиться наливом продовжується 15-20 хв. Мета самопресування і пресування сиру полягає у видаленні надлишків сироватки і максимально допустимому для кожного виду сиру ущільненні сирної маси.

Самопресування здійснюється під впливом маси сиру, а пресування – під впливом зовнішнього тиску. Попереднє самопресування , а потім пресування з поступовим збільшенням тиску сприяють більш повному зневодненню сиру.

Пресування сиру відбувається у спеціальних формах, його починають із мінімальних навантажень, та був їх поступово підвищують до максимального значення.

Різні види сирів виробляють у формі кулі, прямокутного бруска, циліндра, усіченого конуса та ін. Тривалість пресування 3-4 год. Важливою умовою, що впливає на процес пресування сиру, є підтримання температури сирної маси. Найбільш сприятлива температура повітря у приміщенні – +18...22 °С. Відпресований сир повинен мати рівну, гладку поверхню без зморшок, пір та тріщин. У процесі пресування проводиться перше маркування сиру.

Можна проводити посол як несформованого , так і сформованого сиру. Найпоширенішим способом є посол у розсолі, який здійснюється шляхом занурення сиру в розчин кухонної солі. У період посолу, коли у сирі протікає інтенсивний процес бродіння та можливе надлишкове газоутворення та спукування, сири витримують за низької температури – на рівні +8...12 °С.

Тривалість посолу залежить від швидкості проникнення солі всередину сиру та його питомої поверхні 3-6 год. На швидкість проникнення солі впливають склад та властивості сиру (вологість сирної маси після пресування, щільність зовнішнього шару) та параметри розсолу (концентрація та температура).

Процес обсушування та охолодження сиру

М'які сири солять менш тривалий час 48-72 год, тверді кілька діб. Після посолу сир спочатку обсушують на стелажах у сольному приміщенні протягом 2-3 діб при температурі + 8...10 °С, потім поміщають у спеціальні камери для дозрівання, де сир повинен досягти оптимальної для кожного виду кислотності.

Процес дозрівання сиру залежить від зовнішніх умов: температури, відносної вологості повітря у камері дозрівання. Температура в камері під час дозрівання повинна бути не нижчою від +12... 15 °С, до кінця дозрівання знижується до +10 °С, відносна вологість повітря 85 %.

Для рівномірного осідання сири періодично залежно від стану сирів та умов дозрівання перевертають через 7–15 діб. У міру появи цвілі чи слизу сири миють, обсушують та повертають на дозрівання.

Сир готовий до реалізації повинен мати масову частку жиру 47 %, масову частку вологи 58 %, масову частку солі 2,5 %, активну кислотність від 5,4 до 5,2 pH.

2.2 Продуктовий розрахунок виробництва сиру

При продуктовому розрахунку виробництва сиру молоко нормалізують по жиру з урахуванням вмісту в ньому білка, а також вмісту жиру в сухій речовині сиру, що виробляється. При цьому жирність нормалізованої суміші знаходять за формулою:

$$Ж_{СМ} = \frac{К \cdot Б_М Ж_{св}}{100} \qquad (2.1)$$

$Ж_{СМ}$ - масова частка жиру в нормалізованому молоці (кг)

К - коефіцієнт використання жиру та казеїну, який для сирів із вмістом жиру в сухій речовині 50%=2,07

$Б_М$ - масова частка білка в молоці %

$Ж_{СВ}$ - масова частка жиру в сухій речовині сиру %

$$Ж_{СМ} = \frac{2,07 \cdot 3,0 \cdot 51}{100} = 3,1 \text{ кг}$$

Витрата нормалізованого молока на виробництво 1т сиру обчислюється за такою формулою:

$$М_{СМ} = \frac{Ж \cdot (100 - W) \cdot К \cdot 0,01 \cdot (1 + 0,01 \cdot Q_{ОСМ}) - Ж_{СЫВ}}{Ж_{СМ} \cdot (1 - 0,01 \cdot Q_Ж) - Ж_{СЫВ}} \qquad (2.2)$$

Ж - нормативна маса жиру в сухій речовині (зрілого сиру %)

W - нормативна масова частка для вологи у сирі %

К - коефіцієнт (для тб . сирів 1,036)

$Ж_{СМ}$ - масова частка жиру в нормалізованому молоці

$Q_{Ж}$ - межа допустимих втрат жиру

$Ж_{СЫВ}$ - норма відходу жиру в сироватку %

$Q_{ОСМ}$ – норма відходу сирної маси % від маси виробленого сиру

$$М_{СМ} = \frac{51(100-38,5)\cdot 1,036\cdot 0,01(1+0,01\cdot 0,5)-0,6}{3,1\cdot(1-0,01\cdot 5)-0,6} = 13,3 \text{ тонни молока на 1т сиру}$$

Витрата незбираного молока на 1тонну зрілого сиру при нормалізації в лотку знаходиться за формулою (3)

$$М_{Ц} = \frac{М_{СМ}(Ж_С - Ж_{СМ})}{(Ж_С - Ж_Ц)} \qquad (2.3)$$

$М_{Ц}$ - витрата незбираного молока на 1 т сиру

$М_{СМ}$ - витрата нормалізованого молока на 1 т сиру

Ж - масова частка жиру у вершках

$М_{Ц}$ - масова частка жиру в цілісному молоці

$$М_{Ц} = \frac{13300(35-3,1)}{(35-3,4)} = 13422 \text{ кг}$$

Масу вершків отриманих у результаті нормалізації молока на сепаруванні визначають за формулою (4)

$$М_{С} = \frac{М_{Ц}\cdot(Ж_Ц - Ж_{СМ})}{(Ж_С - Ж_{СМ})} \qquad (2.4)$$

$$М_{С} = \frac{13422(3,4-3,1)}{(35-3,1)} = 126,2 \text{ кг}$$

Масу закваски приготовленої з нормалізованої суміші, що йде на вироблення сиру, обчислюється за формулою (2.5)

$$М_{З} = \frac{М_{СМ}\cdot 1,5}{100}\cdot\frac{100-П}{100} \qquad (2.5)$$

Відповідно до технічної інструкції доза внесення закваски під час виробництва сиру становить 0,5-2,0

$$М_{з} = \frac{13300 \cdot 0,8}{100} \cdot \frac{100}{100 - 0,3} = 106,7 \text{ кг}$$

Кількість сироватки становить 80% кількості норми молока під час виробництва сирів. Звідси випливає, що маса сироватки

$$М_{сыв} = 13300 \cdot 0,80 = 10640 \text{кг}$$

Масу підсирних вершків визначають за формулою (6)

$$М_{пс} = \frac{М_{сыв} \cdot (Ж_{сыв} - Ж_{осыв})}{(Ж_{пс} - Ж_{осыв})} \cdot \frac{100 - П}{100} \qquad (2.6)$$

$М_{сыв}$ – маса сироватки

$Ж_{пс}$ - масова частка жиру в підсирних вершках %

$Ж_{осыв}$ - масова частка жиру в знежиреній сироватці %

Гранично допустимі втрати жиру при сепаруванні (П=0,4)

$$М_{пс} = \frac{10640 \cdot (0,6 - 0,1)}{(35 - 0,1)} \cdot \frac{100 - 0,4}{100} = 151 \text{кг}$$

Масу знежиреної підсирної сироватки обчислюють за формулою (2. 7)

$$М_{осыв} = (М_{сыв} - М_{пс}) \cdot \frac{100 \cdot П}{100} \qquad (2.7)$$

$$М_{осыв} = (10640 - 151) \cdot \frac{100 - 0,4}{100} = 10447 \text{кг}.$$

2.3 Технологічний та мікробіологічний контроль виробництва

2.3.1 Технохімічний контроль

Технохімічний контроль включає:

-контроль якості молока, що надходить, харчових компонентів, допоміжних матеріалів;

-контроль технологічних процесів обробки молока, вершків, знежиреного молока, харчових компонентів та виробництва продуктів;

-контроль якості готової продукції, тари, упаковки, маркування та порядку випуску готової продукції з підприємства;

-контроль витрати сировини та виходу готової продукції;

-контроль якості продукції, харчових компонентів, запасів та матеріалів під час зберігання на складах;

-контроль режиму та якості миття, дезінфекції посуду, апаратів та обладнання;

-контроль реактивів, що застосовуються для аналізу та умов їх зберігання;

-Контроль стану вимірювальних приладів;

На проектованому підприємстві буде організовано як виробничий, так і лабораторний технохімічний контроль. Виробничий контроль виконуватиметься працівниками. Безпосередньо беруть участь у проведенні процесів (апаратник , майстер, змінний інженер). Лабораторний контроль здійснюватиметься працівниками лабораторії.

Приймання молока здійснюється на лінії приймання (SMZ - 2P) молока по 3 години на зміну, потім молоко надходить на термізацію та охолодження на установку (А1-ОКЛ-15), очищення за допомогою сепаратора-молокоочисника та направляється в резервуари для проміжного зберігання (В2 -ОХР-50). Молоко, що надійшло у другу зміну, у резервуарах піддається термізації, охолодженню, дозріванню та використовується у першу зміну наступного дня. З резервуарів для проміжного зберігання та дозрівання молоко направляється на пастеризацію та охолодження на установку (А1-ОКЛ-15), нормалізацію за допомогою сепаратора - нормалізатора (Alpha-Laval) і направляється в сировиробники марки СІ-12. Вершки, що залишилися від нормалізації, охолоджуються та резервуються в резервуарах Я1-ОСВ-2.

Варіння сирів здійснюється з 13 до 22 години. Формування сирів здійснюється насипом із використанням двох відділників сироватки Р3-ОО3 (2-2/2). Сирне зерно надходить до прес-форм для пресування, преса тунельного типу марки ОПЕ.

Сир з-під преса укладається в контейнери і прямує до солільних басейнів для посолки. Сир після посолки обсушується, упаковується в плівку та дозріває у спеціальних камерах.

2.3.2 Розрахунок площ виробничого корпусу

Площа основних виробничих цехів: ділянки розливу, камер дозрівання та зберігання сирів, сирцеху, приймально-апаратної ділянки визначені комбінованим методом відповідно до методичних вказівок.

Площі допоміжних служб-лабораторій, адміністративно-господарських та інших допоміжних приміщень визначено за нормами проектування відповідно до санітарних вимог до підприємств молочної промисловості, виходячи з обсягу виробництва та виду підприємства.

Площа F, м2 визначають за формулою 8:

$$F=K*\sum f, \quad (2.8)$$

де К - коефіцієнт запасу площі, що враховує майданчики та проходи для обслуговування технологічного обладнання (К = 3-5); f - сумарна площа, зайнята технологічним обладнанням у цьому цеху без урахування майданчиків обслуговування, м ^{2}.

Розрахунок площі камер дозрівання сирів (формула 2.9):

$$F = (m * Z) / (q * K), \quad (2.9)$$

де т – кількість продукції, вироблена за добу, кг; Z – тривалість дозрівання сиру, зберігання готової продукції, доба;

q – навантаження сировини, готової продукції, сиру на 1 м площі камери, кг/м;

К =1

(255 * 1) = 2117,65 м ^{2}

де F - площа для сиру «Російський» 50% жирності.

Приймаємо камеру зберігання площею 2117,65 м2.

Розрахунок площі солільного відділення

Кількість головок сиру, що одночасно знаходиться в басейні (формула

2.10):

$$Мобщ = Мс * Z \quad (2.10)$$

де: Мс-кількість сиру, вироблена на добу, кг або гол;

Z-тривалість посолки, сушіння.

Враховуємо, що одна голівка сиру важить близько 10 кг.

Мс = 9000

Z = 3

Мзаг = 27000

Враховуючи розміри сиру, на 1 полиці у контейнері розташовується 9 головок сиру. Всього в контейнері 6 полиць, отже, в 1 контейнері знаходиться 54 голівки сиру

Кількість контейнерів, необхідних для завантаження всього сиру (формула 11):

$$Nконт = Мобщ / Мк \quad (2.11)$$

де: Мк-кількість головок сиру в 1 контейнері

Мзаг = 27000

Мк = 54 Nконт = 500

Площа дзеркала солільного басейну (формула 2.12):

$$Fз = Fконт * Nконт \quad (2.12)$$

де: Fконт - площа, зайнята одним контейнером, м2

К - коефіцієнт використання площі солільного басейну

К = 0,8

Fконт = 0,9558 м2

Дл конт = 1,080

Шир конт = 0,885

Fз = 597,4 м2

Площу солільного відділення визначають за формулою 2. 13:

$$F = Fз * До \quad (2.13)$$

де К - коефіцієнт запасу площі = 2,5

F = 1493,4 м2

При розрахунку площі солільного відділення необхідно визначити геометричні розміри солільного басейну

Загальна довжина басейну визначається за формулою 2.14:

$$Lзаг = Fз / b = 506,3 \text{ м} \quad (2.14)$$

b-ширина басейну

b=довжина конт+0,1

1,180 м

Таким чином, отримуємо такі значення:

Площа солільного відділення = 1493,4 м2

Загальна довжина солільного басейну = 506,3 м

Ширина солільного басейну = 1,180 м

Площі виробничих приміщень зведено до таблиці 2.1 .

Таблиця 2.1 Зведена таблиця площ виробничого корпусу

назва приміщення	Площа		
	Розрахункова нормативна, м2	Компонувальна	
		у м2	у будує. квадр.36м2
1 Приймально-мийне відділення	432	432	12
2 Прийомно-апаратний цех	535,4	216	6
3 Приміщення для зберігання миючих засобів	72	72	2
4 Сирцех	144,5	324	9
5 Камера зберігання сиру	144	144	4
6 Відділення посолки та обсушування сиру	1493,4	432	12
7 Камери дозрівання сиру	2117,65	576	16
8 Відділення миття форм	36	36	1

9 Експедиція	18	18	0,5
10 Приймальна лабораторія	18	18	0,5
11 Хімічна лабораторія	36	25,2	0,7
12 Бактеріологічна лабораторія	18	28,8	0,8
13 Бокс у лабораторії	4	7,2	0,2
14 Мийна хім-баклабораторія	12	10,8	0,3
15 Заквасувальна	54	36	1
16 Трансформаторна підстанція	72	72	2
17 Централізоване CIP миття	72	72	2
18 Тепловий пункт	72	90	2,5
19 Вентиляційна камера	216	216	6
20 Електрощитова	-	36	1
21 Кімната майстрів	-	18	0,5

Приміщення виробничого корпусу розташовані таким чином, щоб максимально сприяти правильній організації технологічного процесу.

При компонуванні приміщень дотримано потоку руху сировини, напівфабрикатів, готової продукції, виключено, перетин вантажних і людських потоків.

Сиродельний завод спроектований в одноповерховому виконанні з сіткою колон 6х12 м.

Вентиляційні камери розташовані з краю у виробничому корпусі з метою більшої економії виробничих приміщень та кращого забору повітря.

Конфігурація будівлі спроектована у вигляді правильної геометричної прямокутної форми у виконанні одноповерховому, без підвалів з розмірами в осях 108000*36000м. Рівень підлоги першого поверху передбачено на позначці ±0.000.

У виробничому корпусі розташовані наступні приміщення: приймально-мийне відділення, приймальна лабораторія, хімічна лабораторія, бактеріологічна лабораторія, теплопункт, трансформаторна, електрощитова,

відділення централізованої мийної, приймально-апаратний цех, заквасочне відділення сирцеху, сироробна ділянка, формово форм, камери обсушування, дозрівання та зберігання сиру.

У середній частині проектованого підприємства розміщуються камери для дозрівання та зберігання сирів, сольне приміщення, камера для обсушування сиру.

Приміщення лабораторії, приймально-мийне відділення, апаратна ділянка розміщуються з південної сторони, а камери зберігання готової продукції розташовані з північної сторони будівлі з метою зниження втрат холоду та потрапляння прямого сонячного світла. Глибина приміщення трохи більше 24 м, оскільки велика глибина цехів погіршує природне освітлення робочих місць у денний час. Аміачна та повітряна компресорні розташовані з північно-східної сторони виробничого корпусу. Теплопункт розташовується в протилежному боці камер зберігання, щоб знизити витрату холоду в них.

Розташування входів і виходів прийнято, виходячи із завдань організації правильного ведення технологічного процесу, забезпечення потоків руху сировини, напівфабрикатів, готової продукції та з урахуванням можливості евакуації людей, що перебувають у будівлі, відповідно до протипожежних та санітарних вимог. У проекті передбачено відкриття дверей із приміщень назовні з урахуванням найкоротшого шляху евакуації. У будівлі виробничого корпусу передбачені туалети, умивальники.

Незважаючи на значні габаритні розміри головного корпусу, виконаного одноповерховим, всі приміщення функціонально взаємопов'язані, що покращує організацію виробництва та скорочує витрати ручної праці на розвантажувальних та вантажних операціях /3/.

Розташування машин та апаратів у виробничих цехах має максимальну компактність у поєднанні із зручностями обслуговування, монтажу та ремонту.

Компонування технологічного обладнання задовольняє вимогам охорони праці та правил безпеки щодо їх експлуатації. Розташування

обладнання обумовлюється напрямом технологічного потоку. Для обслуговування сепараторів, пастеризаційних установок враховано площу для їх розбирання та миття.

На підприємстві для переміщення тари та готової продукції передбачені електронавантажувач, підвісна монорейкова дорога. Використання електронавантажувачів дозволяє звільнити виробничу площу камер зберігання від стаціонарних транспортерів, забезпечує підвищену маневреність.

Автоматизовані пластинчасті установки для термізації та охолодження молока розміщені у приймально-апаратному цеху в безпосередній близькості від місця приймання, проміжного зберігання та дозрівання охолодженого молока.

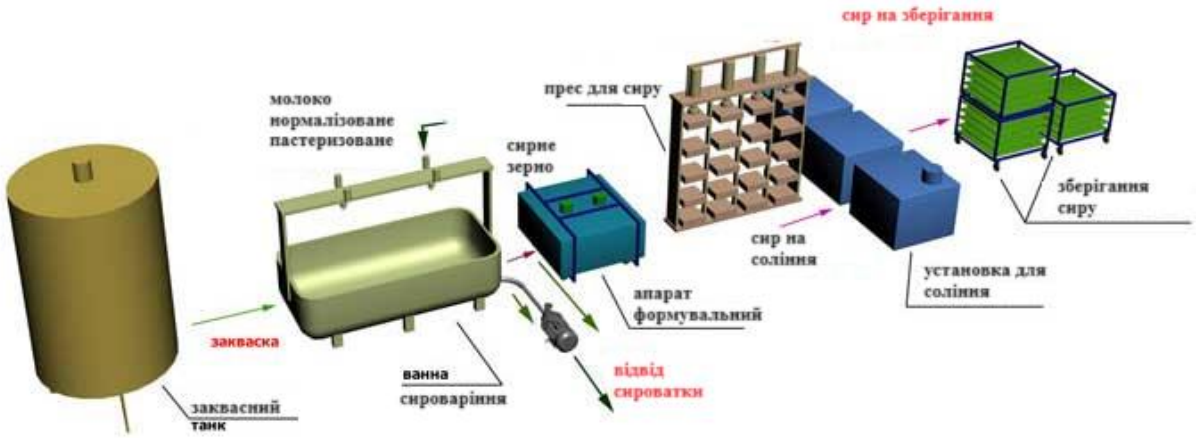
Технологічне обладнання для теплової та механічної обробки молока та молочних продуктів розташоване у суворій послідовності, по осьовій лінії, оскільки є пристрої у вигляді тельферної установки для підняття барабанів сепараторів. Паралельно осі розміщення пастеризаційно-охолоджувальних установок розташовані та резервуари для вироблення молочних продуктів. При цьому люки резервуарів спрямовані у бік проходу між обладнанням, що покращує їхнє обслуговування. Для економії виробничих площ використовують вертикальні резервуари.

У сироварному цеху встановлені сировиробники місткістю по 12т, відокремлювачі сироватки. Для пресування сирів використовуються тунельні пневматичні преси. Для більшої автоматизації сировиробники забезпечені програмним керуванням.

3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ПІДТВЕРДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОБРАНОГО ОБЛАДНАННЯ

3.1 Підбір та розрахунок технологічного обладнання

При підборі обладнання необхідно прагнути до того, щоб забезпечити безперебійну роботу заводу або цеху та здійснення всіх технологічних процесів за прийнятою технологічною схемою; передбачити високу продуктивність і максимальне використання обладнання, кращі умови праці, хорошу якість та низьку собівартість продукції, що випускається.



Мал . 3.1 Склад лінії для виробництва сиру. (Обладнання для виробництва сиру)

За цим проектом молоко, яке приймається на завод, зважують на терезах. Молоко, що надходить у повних автоцистернах, приймають за обсягом без зважування.

Проміжні ємності застосовують для зберігання молока за заданого режиму. Тривалість зберігання залежить від інтенсивності наступних технологічних операцій, пов'язаних з тепловою та механічною обробкою молока. Розраховують ці ємності за часом затримки у яких сировини.

Добове надходження молока 13000 кг. За необхідною місткістю підходить у 3 резервуари В2-ОМВ-6,3.

Для перекачування молока, пахти та сироватки найчастіше застосовують відцентрові насоси. Їх підбирають за годинною продуктивністю згідно з графіком організації технологічних процесів з урахуванням напору створюваного насосом.

Теплообмінні апарати підбираються за годинниковою продуктивністю з урахуванням графіка технологічних процесів. Як теплообмінні апарати використовуємо наступне обладнання: пластинчастий охолоджувач марки А1-ООЛ-5, підігрівач пластинчастий марки А1-ОНЛ-5 продуктивністю 5000кг/год і пастеризаційно-охолоджувальну установку марки А1-ОЛК-5 продуктивністю 5000кг/год.

Сепаратори молокоочисники та нормалізатори підбирають за годинною продуктивністю з урахуванням продуктивності пластинчастої пастеризаційно -охолоджувальної установки. Кількість сепараторів розраховують залежно кількості сировини. Продуктивність пастеризаційно -охолоджувальної установки дорівнює 5000кг/год, відповідно і сепаратори беремо тій же продуктивності: сепаратор молокоочисник марки Г9-ОМА-5 з частковим пульсуючим вивантаженням осаду і сепаратор- нормалізатор марки А1-ОЛР-5. Сиродельні ванни підбирають після визначення тривалості одного циклу виробництва сиру, кількості циклів за зміну та добу з урахуванням графіка технологічних процесів виробництва даного виду.

3.2 Графік роботи устаткування

Графік роботи машин та апаратів будують у повній відповідності до графіка технологічних процесів.

За графіком встановлюють тривалість та черговість роботи машин, перевіряють правильність їх підбору та розрахунку; він є підставою визначення витрати електроенергії, пари, води, холоду на технологічні потреби.

Технологічний час роботи обладнання розраховують з урахуванням технічної продуктивності обладнання, кількості продукту, що виробляється за зміну.

Графік технологічних процесів поєднаний із графіком роботи обладнання, і виконується на міліметровому папері. Характерною особливістю суміщеного графіка є те, що він показує одночасно і операції технологічного процесу, і роботу машин та апаратів з кожної операції технологічного процесу протягом зміни.

Технологічні операції у графіку показують у вигляді ліній із зазначенням інтенсивності обробки та переробки молока, а роботу машин та апаратів – у вигляді прямокутників з умовними позначеннями: підготовка до роботи, технологічний час, час наповнення, спорожнення та миття. При цьому на горизонтальній прямій відкладають час роботи в масштабі 1 ч. – 2 см, а на вертикальній – проставляють найменування машин та апаратів у суворій відповідності до операцій технологічного процесу із зазначенням типу або марки, продуктивності обладнання. Запис найменування машин та апаратів слід вести знизу вгору . У зведеній таблиці устаткування наводиться необхідне розрахунку устаткування, що є цьому підприємстві.

Таблиця 3.1 Зведена таблиця устаткування

Найменування обладнання	К-ть	Марка	Продуктивність, м3	Габаритні розміри, мм	маса, кг	S займаного обладнання .
Насос відцентровий	1	36МЦП-12	6000	480×250×390	21	0,12
Терези	1	УІМ-500	0,500	1710×1300× 1810	350	2,21
Резервуар	3	В2-ОМВ-6,3М	6,300	2324×2280×2856	1200	5,24
Пластинчастий охолоджувач	1	А1-ООЛ-5	5000	1050×400×900	230	0,42
Установка теплообмінна пластинчаста	1	А1-ОНЛ-5	5000	1625 ×1550 ×1600	470	2,48
Сепаратор - молокоочисник	1	А1-ОЦМ-5	5000	1320×880×1210	443	1,05
Сепаратор - нормалізатор	1	А1-ОЛР-5	5000	1238 ×783 ×1400	1140	0,95
Заквасочник	2	Л5-ОЗУ-0,35	2500	1850×1000	360	1,85
Сировинна ванна	2	Д7-ОСА-1	0,200	3900×1600×2050	1550	6,24
Стіл візок для формування	5	Я7-ОКС-0,2		2050×975×990	88	1,95
Ванна для посолки сиру	1			1100 ×951 ×1454		1,05
Формувальний апарат	1	Я5-ОФІ	500	4500×1400×1920	1950	6,3
Прес	2	Е8-ОПГ	250	2260×500×3120	773	1,13

Сировильна ванна Д7-ОСА-1

Призначення

Сиродельні ванни призначені для вироблення сирного зерна при виробництві твердих та м'яких сирів.

Опис

Сировильна ванна - основний елемент сироварного цеху. Ванна являє собою двостінну еліпсовидну посудину з плоским дном і відкритим або закритим верхом. У міжстінний простір, залежно від технологічної операції, що виконується, подається пара, гаряча або крижана вода. Ванна забезпечена ріжучо-вимішуючим пристроєм для розрізання та подрібнення сирного згустку.

Рис. 3.2 Сировильна ванна Д7-ОСА-1

Технологічні операції

Технологічні операції, що здійснюються в сироварній ванні:

- підігрів молока до температури заквашування при безперервному перемішуванні;

- Внесення бактеріальної закваски, розчину ферменту;

- Згортання молока;

- обробка отриманого згустку ріжучо-вимішуючим пристроєм;

- Постановка зерна;

- відбір частини сироватки;

- друге нагрівання при інструменті, що обертається, підсушування зерна;

- Видалення суміші сирного зерна з сироваткою з ванни.

4. РЕЗУЛЬТАТІ ЕКСПЕРИМЕНТІВ ТА САНІТАРНІ СТАНДАРТИ

4.1 Санітарно-гігієнічний контроль

Обладнання, апаратура, інвентар, молокопроводи повинні зазнавати ретельного миття та дезінфекції відповідно до "Інструкції з санітарної обробки обладнання на підприємствах молочної промисловості" та "Інструкції з санітарної обробки обладнання при виробництві рідких, сухих та пастоподібних молочних продуктів дитячого харчування". Допускається використання сертифікованих імпортних миючих та дезінфікуючих засобів.

Для строгого виконання встановленої періодичності санітарної обробки обладнання та апаратури у кожному цеху має бути щомісячний графік миття та дезінфекції.

Устаткування, яке не використовується після миття та дезінфекції більше 6 год, вдруге дезінфікується перед початком роботи. Мікробіологічний контроль якості миття та дезінфекції здійснюється лабораторіями підприємства та територіальних центрів держсанепіднагляду безпосередньо перед початком роботи.

Санітарну обробку резервуарів для виробництва та зберігання молока та молочних продуктів слід проводити після кожного їх спорожнення.

Для миття обладнання має бути передбачене централізоване приготування миючих та дезінфікуючих розчинів, для чого можуть бути використані мийні установки В2-ОЦ2- У для підприємств, що переробляють 25 - 50 тонн молока за зміну, В2-ОЦА - для підприємств, що переробляють 100 - 150 тонн молока за зміну, В2-ОЦП - для підприємств, що переробляють 200 і більше тонн молока за зміну.

За відсутності пристрою для автоматичного контролю та концентрації миючих розчинів, вона повинна контролюватись лабораторією не менше 2 - 3 разів на зміну та, при необхідності, доводитися до встановленої норми.

Фільтруючі матеріали необхідно промивати та дезінфікувати після кожного застосування. Миття та дезінфекція їх здійснюється відповідно до

"Інструкції з санітарної обробки обладнання на підприємствах молочної промисловості".

При прийманні молока від окремих господарств фільтруючі матеріали повинні промиватися та дезінфікуватися після приймання молока від кожного здавача.

При безперервному прийманні молока через автоматичні лічильники миття та дезінфекція фільтрів у них повинна проводитися не рідше 1 разу на зміну. При періодичному прийманні молока мийка та дезінфекція фільтрів повинна проводитися після кожної перерви у прийманні молока.

Мікробіологічний контроль вимитого обладнання повинен здійснюватись лабораторією підприємства та територіальних центрів держсанепіднагляду без попередження з урахуванням записів у журналі миття обладнання.

Результати бактеріологічних досліджень змивів, що свідчать про незадовільне миття та дезінфекцію обладнання, повинні вивішуватися працівниками лабораторії на дошці показників із зазначенням особи, відповідальної за санітарний стан цієї ділянки.

4.2 Санітарна обробка обладнання для виробництва сирів

1. Санітарну обробку сирних ванн, сировиробників, формувальних апаратів, відокремлювачів сироватки проводять після кожного спорожнення ручним або механізованим способом.

Механізований спосіб полягає у використанні пересувних мийних та розпилювальних пристроїв відповідно до інструкцій з експлуатації.

Ручним способом санітарну обробку проводять у наступній послідовності:

- проминути водою до відсутності залишків продукту;

- промити лужним розчином температурою 45-50 ^{0} С протягом 10-15 хвилин;

- проминути водою (25-45 ^{0} С), до повної відсутності залишків лужного розчину;

- продезінфікувати розчином дезінфекційного при температурі 35-40 ^{0} С (5- 10 лна одиницю обладнання) протягом 5-7 хвилин;

- обполоснути водою до повної відсутності залишків дезінфекцанта ;

2. Санітарну обробку сирних форм механізованим способом здійснюють на машинах тунельного або карусельного типу в наступній послідовності:

- обполоснути водою до відсутності залишків продукту;

- промити лужним розчином температурою $^{45\text{-}500C}$;

- обполоснути водою (25-45 ^{0} С) до повної відсутності лужного розчину (контроль за індикаторним папером);

- пропарити гострим паром (115-130 ^{0} С) при тиску 0,3 атм протягом 2-3 хвилин або продезінфікувати розчином дезінфектанту при температурі 20-40 ^{0} С протягом 5-7 хвилин;

- обполоснути водою до повної відсутності залишків дезінфектанту .

3. Ручний спосіб санітарної обробки сирних форм:

- обполоснути форми від залишків продукту у ванні з теплою водою;

- перенести форми у ванну з лужним розчином (45-50 ^{0} С) та промити їх за допомогою щіток та йоржів протягом 10-15 хвилин;

- проминути від залишків лужного розчину шляхом занурення у ванну з водою (25-45 ^{0} С);

- Продезінфікувати шляхом занурення форм у ванну з дезінфектантом на 5-6 хвилин;

- обполоснути водою до повної відсутності дезінфектанта та висушити на спеціальних стелажах;

4. Санітарну обробку солільних басейнів проводять механізованим та ручним способами при заміні розсолу та послідовності зазначеної в п. 1.

5. Санітарну обробку столів, пресів, полиць та стелажів проводять щодня після закінчення технологічного процесу на виробництві:

- обполоснути гарячою водою (55-60 ^{0} С);

- промити лужним розчином температурою 45-50 ^{0} З допомогою щіток і йоржів протягом 5-7 хвилин;

- сполоснути водою (25-45 ^{0} С) до повної відсутності лужного розчину (контроль за індикаторним папером);

- продезінфікувати розчином дезінфектанту протягом 5-7 хвилин;

- обполоснути теплою водою до повної відсутності залишків дезінфектанту

4.3 Результати експериментальних досліджень

В якості основних незалежних параметрів, які змінюються і суттєво впливають на вихідні оптимальні показники технологічного процесу при виробництві твердих сичужних сирів определили: температуру іншого нагрівання - x1 (*T*) , кількість доданої води для розкислення - *x2* (V) (N). Вихідними параметрами оптимізації означили масову долю вологості - *y* (W) та вміст розчинного азоту – *y* (P). Основні рівні та інтервалі зміни показників основних параметрів вибрали на основі попередньо проведених досліджень. При виробництві сирів було обрано температуру іншого нагрівання в межах від 40 до 42°С, кількість доданої води – від 5 до 15 %, масову частку солі у сирі – від 1,3 до 2,5 %. Як параметр, який має фіксоване значення, вибрали тривалість соління сиру у розсолі – 2 доби.

Отримані результати залежності вмісту вологи у продукті від технологічних факторів наведено на рис. 4.1 – 4.7.

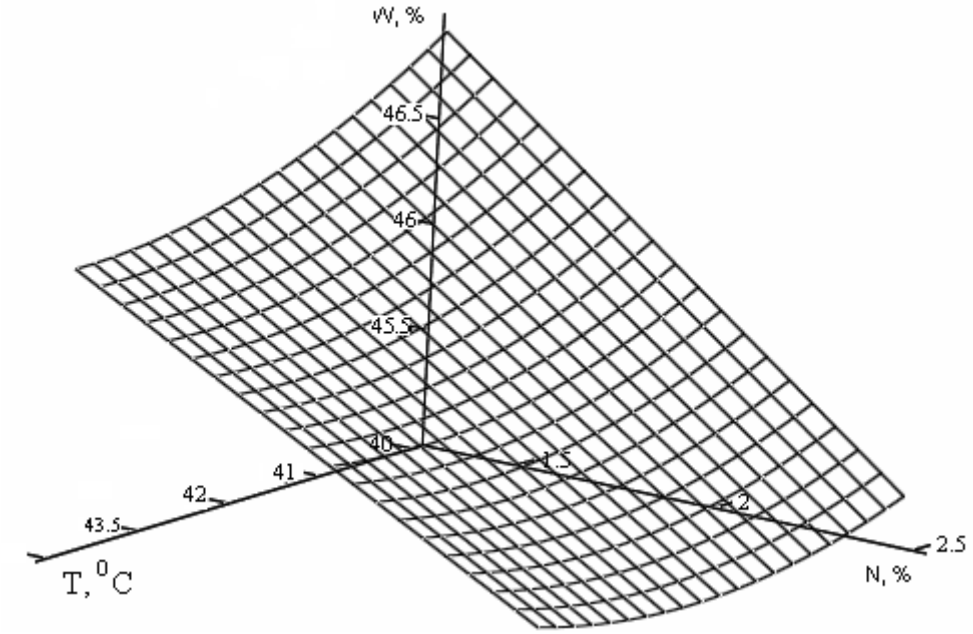


Рис. 4.1 Залежність вмісту вологості у сирі (W) від концентрації солі (N) при температурі іншого нагрівання (T) при кількості доданої води 15 %

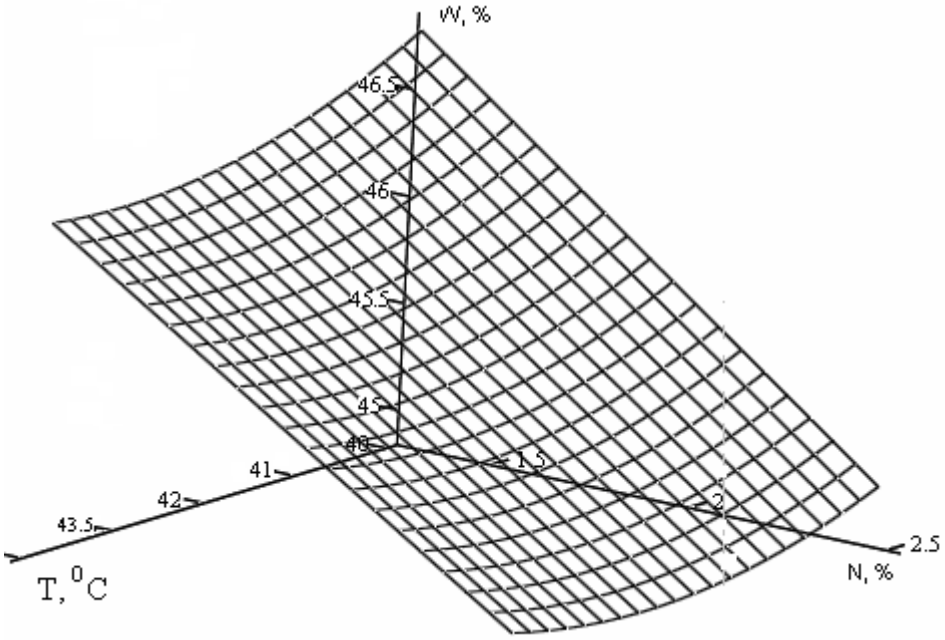


Рис. 4.2 Залежність вмісту вологи у сирі (W) від концентрації солі (N) при температурі іншого нагрівання (T) та кількості доданої води 10 %

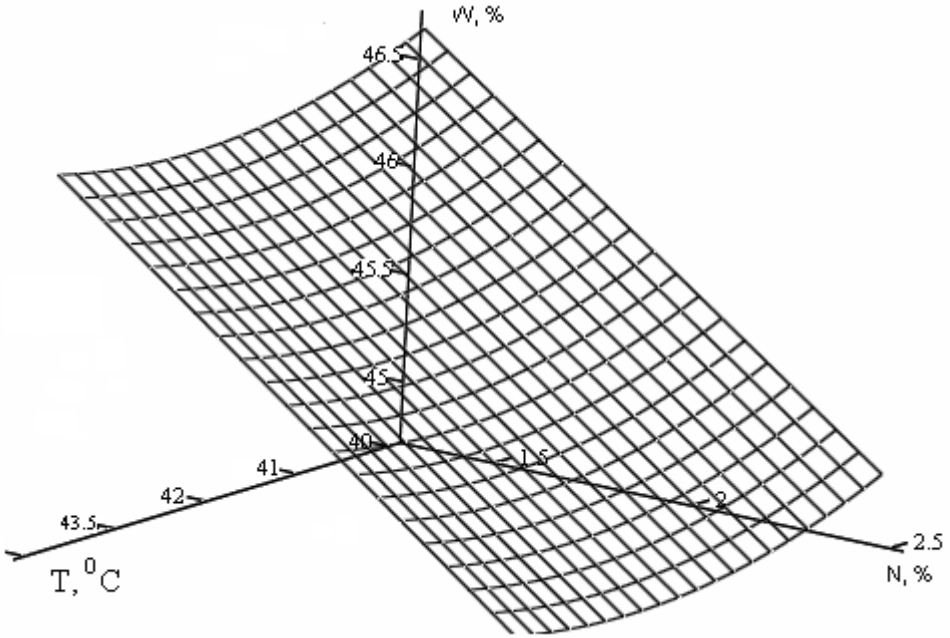


Рис. 4.3. Залежність вмісту вологості у сирі (W) від концентрації солі (N) при температурі іншого нагрівання (T) та кількості доданої води 5 %

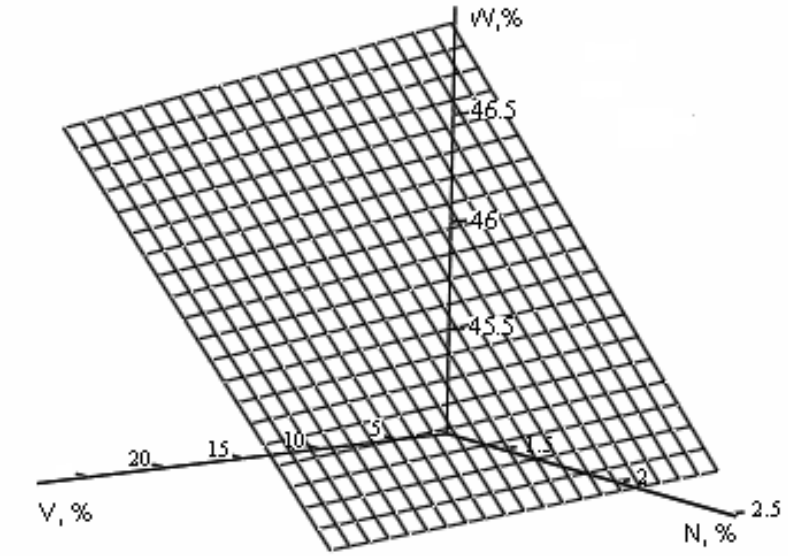


Рис. 4.4 Залежність вмісту вологи у сирі (W) від кількості доданої води (V), концентрації солі (N) при температурі іншого нагрівання 41 ₀C

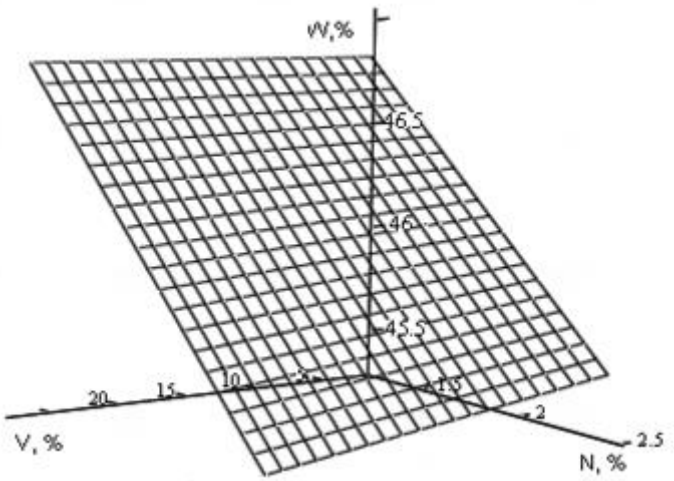


Рис. 4.5 Залежність вмісту вологи у сирі (W) від кількості доданої води (V), концентрації солі (N) при температурі іншого нагрівання 42 ° С

Наведені графіки свідчать, що у варіанті, де температура іншого нагрівання становила 40 оС , масова частка вологи в сирах знаходиться в межах від 46,5 % до 46,8 %. Додавання води у кількості від 5 до 15 % для розкислення сироватки впливає на вміст вологи у сирах несуттєво. Основним критерієм, який активно впливає на умови розвитку мікрофлори у сирі, є масова частка солі у воді, що міститься у сирі. Оскільки средою існування молочнокислих бактерій є вода, то регулюючи осмотичний тиск шляхом соління, можливо регулювати вологість сиру та розвиток мікрофлори під час його визрівання. Масову частку солі регулювали шляхом зміни тривалості витримки сиру у розсолі. Для виробництва сиру використали молоко, яке пройшло ВТ та УВТ оброблення.

Вплив технологічних факторів на рівень протеолізу білків у сирі визначали, контролюючи вміст загального розчинного азоту (Р) в залежності від температури іншого нагрівання (Т) – від 40 до 42°С, масової частки солі у продукті (N) – від 2,3 до 2,5 % та кількості доданої води (V) – від 5 до 10 %.

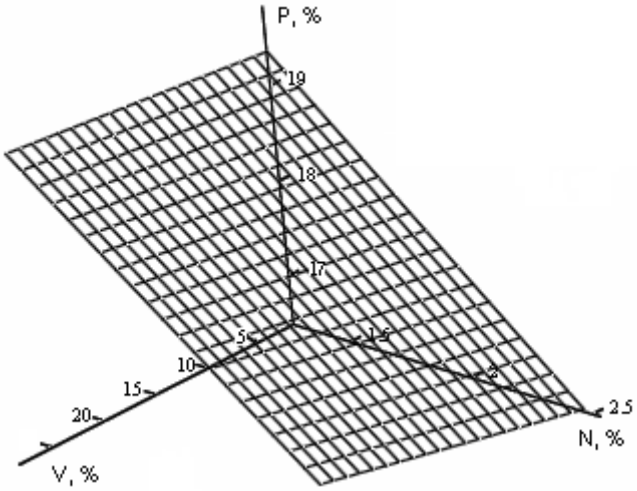


Рис. 4.6 Залежність кількості загального розчинного азоту у сирі (Р) виготовленому з молока після ВТ оброблення (82 оС) від кількості доданої води (V) та концентрації солі (N) при температурі іншого нагрівання (Т) 40 оС

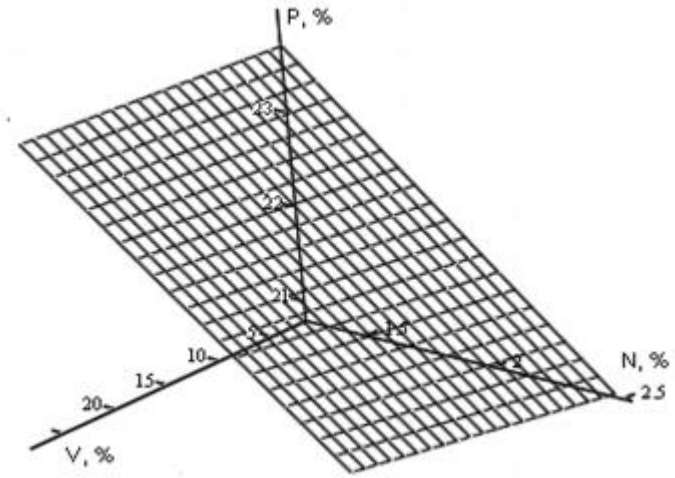


Рис. 4.7 Залежність кількості загального розчинного азоту у сирі (Р) виготовленому з молока після УВТ оброблення (120 оС) від кількості води (V), концентрації солі (N) при температурі іншого нагрівання (Т) 42оС

Для визначення оптимальних параметрів процесу визрівання твердого сичужного сиру з низькою температурою іншого нагрівання, використали метод «крутого сходження», в основі якого лежить проведення дослідів зі значеннями технологічних факторів , які поступово підвищують ефективність процесу визрівання сиру. Умови проведення дослідів установили після

визначення кроків зміни параметрів технологічних факторів, що впливають на процес визрівання сиру. В результаті проведених досліджень встановлено наступні оптимальні параметри процесу виготовлення твердого сиру сичужного з молока після ВТ і УВТ обробки: температура іншого нагрівання 42 оС , кількість доданої води для розкислення сироватки – 10 %, масова частка солі –2,3 %.

В асортименті сичужних сирів переважають тверді сичужні сири із тривалим рядком визрівання. До найважливіших напрямків удосконалення технологій виробництва сичужних сирів є визначення впливу технологічних та мікробіологічних факторів на процес виробництва з метою скорочення терміну визрівання та формування високоякісної продукції за рахунок удосконалення технології та апаратурно-технологічного обладнання .

В якості сировини для виробництва твердих сичужних сирів з низькою температурою іншого нагрівання використали молоко, яке за сичужнобродильною пробою відносилося до третього класу, тобто було несиропридатним . Теплове оброблення сировини для виробництва сиру проводили на удосконаленому технологічному обладнанні з запропонованим нами пароконтактним нагрівом молока при температура 120°С з витримкою 5 с, на відміну від традиційного, в якому пастеризація сировини відбувається на установках з непрямим нагрівом (через стінку) при тепловому режимі 7 -82 ° С з витримкою 15-25 с.

Після завершення процесу пресування проводили соління сиру в розсолі з масовою частиною солі 18-21 % при температурі 10 °С протягом 2 діб. По закінченні соління та обсушування сиру при температурі повітря 10-12 °С, сири у віці 5 діб пакували під вакуумом у пакети з термозсідаючої плівки. Для визначення впливу температури зберігання на процес визрівання сиру отримані сири ділили на три партії, які зберігали при трьох температурних варіантах

режимів:

- варіант 1 – 10-12 °С (85…87%) протягом усього терміну визрівання; -

варіант 2 – 10-12 °С (85…87%) протягом перших 10 діб і 14-16 °С до кінця терміну визрівання; - варіант 3 – 14-16 °С (86…90%) після соління та закінчення обсушування сиру до кінця визрівання. Дослідження кількості молочнокислих бактерій сиру при досвідчених температурних режимах визрівання показали, що зміна температурних умов зберігання не чинить значного впливу на загальний об'єм мікрофлори, як видно у варіанті перших 5 днів змін не має. Тому що пропіонові закваски мають більшу лактофазу (рис. 4.8).

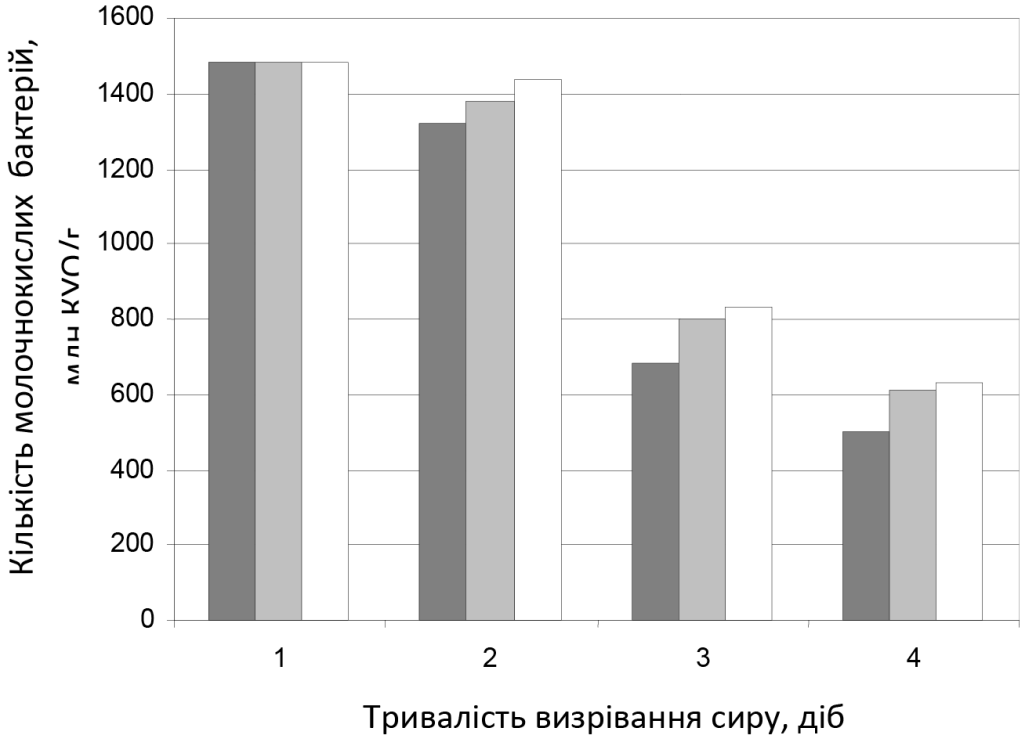


Рис. 4.8. Зміни кількості молочнокислих бактерій у сирах при різних температурних режимах визрівання протягом *: 1 – 5 діб, 2 – 10 діб, 3 – 20 діб, 4 – 30 діб. - Варіант 1; - Варіант 2; - Варіант 3.*

Отримані дані свідчать, що у сирах з більшою кількістю молочнокислих паличок, які визрівали при більш високих температурах, спостерігається значно глибший протеоліз білка, про що свидетельствует зростання розчинних форм азоту і, передусім, небілкового азоту. Вміст небілкового азоту в сирах варіантів 2 і 3 виявився в 1,2 і 1,4 рази більше, відповідно ніж у сирі варіанта I.

Для оцінки консистенції сиру перед закладенням на зберігання було проведено оцінку реологічних властивостей сирів, виготовлених з молока, яке пройшло ВТ та УВТ оброблення. Нами досліджено реологічні характеристики сирів шляхом визначення граничного напруження зсуву. Зусилля, докладені до зразків сиру, вимірювали в режимах визначення граничної напруги зсуву та розрізання на універсальній машині "Instron-1122". Величина механічної напруги при використанні індентора у вигляді конуса для зразків сиру виготовленого з молока після УВТ обробки (варіант 2) зафіксовано в межах від 23,54 до 25,35 kN /m2, а для зразків сиру виготовленого з молока після ВТ обробки (варіант 1) – від 27,65 до 36,54 kN /m2. Характеристика реологічних властивостей сирів за зміною прикладеного зусилля в залежності від глибини проникнення конуса у сиру варіанта 1 і варіанта 2 при визначенні граничної напруги зрушення наведені на рис. 5.3.

При визначенні прикладеного зусилля під час різання дослідних зразків сиру індентором у вигляді пластини-ножа були отримані величини, які для сирів варіанта 2 були в межах від 21,95 до 23,56 kN /m2, а для сирів варіанту 1 -від 19,52 до 21,79 kN /m2. Залежність зміни прикладеного зусилля від глибини проникнення пластини-ножа представлена на рис. 5.4.

Отримані результати дослідження реологічних властивостей дослідних зразків сирів засвідчили, що сирі варіанта 2, порівняно з сирами варіанту 1, відрізнялися меншими величинами зусиль, які були прикладені при проникненні конуса і пластини-ножа у сирну масу. Іншими словами сирі варіанта 2 мали менш тверду консистенцію, ніж сирі варіанту 1, що можна пояснити вищим вмістом вологи у сирах варіанту 2, які були виготовлені з молока, що пройшло УВТ оброблення.

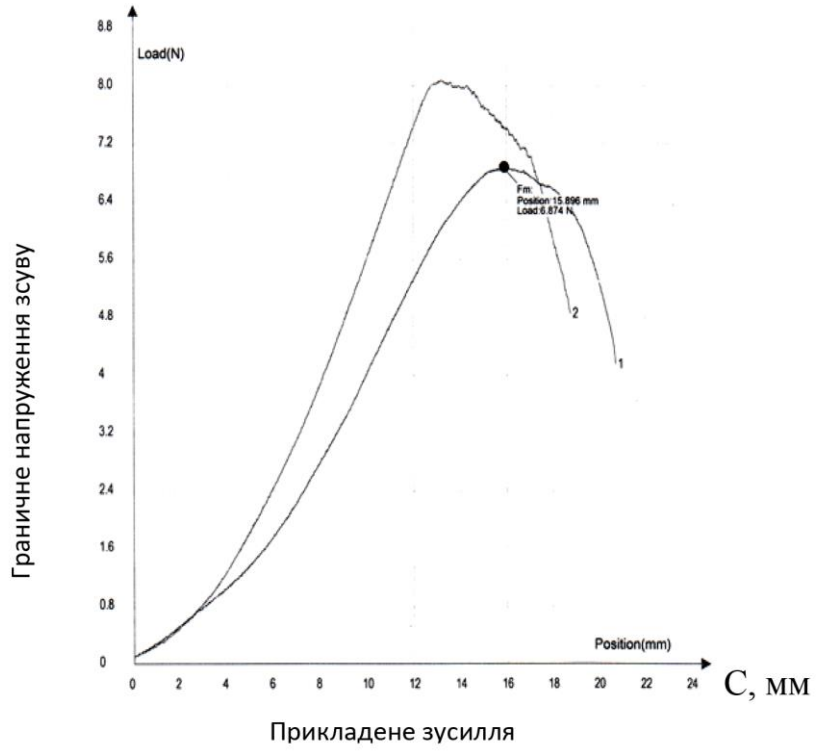


Рис. 4.9. Залежність граничного напруження зсуву від прикладеного зусилля у зразках сирів перед закладанням на зберігання: *1 - варіант; 2-варіант 1.*

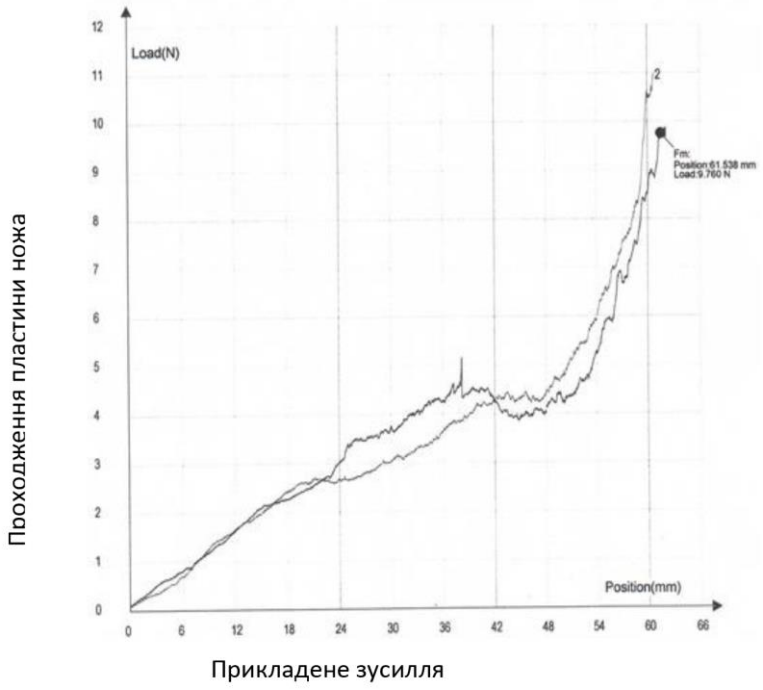


Рис. 4.10. Залежність проходження пластини-ножа при розрізанні зразків сирів від прикладеного зусилля перед закладанням на зберігання: *1- варіант 2; 2 - варіант 1.*

На підставі отриманих результатів можна зробити висновок, що зберігання нового виду сиру при низьких плюсових температурах (4±1) °С можливе без істотних змін якості до 30 діб, незалежно від застосованих режимів теплового обробітку молока. Далі зберігання, до 60 діб, супроводжується значним погіршенням смаку та запаху, особливо у сирів, які були вироблені з молока, що пройшло УВТ обробку.

ВИСНОВОК

Розроблено технологічний процес виробництва 4,5 т сиру за зміну. Сиродільне підприємство оснащене високопродуктивним обладнанням, яке відповідає сучасним напрямкам розвитку техніки та дозволяє безперервно та якісно організувати виробничий процес. Будівля основного виробничого корпусу спроектована у двоповерховому виконанні, при цьому комбіноване розташування всіх приміщень сприяє поточній організації виробництва, забезпечує необхідні санітарно-гігієнічні вимоги та норми, відповідає вимогам технічної естетики та забезпечує зменшення будівельних площ будівлі, а також забезпечує створення зручних освітлених робочих місць. При компонуванні приміщень та технічного обладнання враховано простоту плану та обсяг будівлі, а також можливість розширення підприємства з орієнтацією цехів, що добудовуються в перспективі.

Огляд літературних джерел показав широкий спектр існуючих конструкцій технологічного обладнання для виробництва сиру. Відмічено різноманітність рішень з використанням різних технологій та матеріалів, що впливають на ефективність та якість продукції.

Виділені ключові параметри, такі як продуктивність, енергоефективність, гігієна, технологічність та надійність, що визначають якість та ефективність обладнання для виробництва сиру.

Проведений аналіз різних конструктивних рішень показав, що різні параметри обладнання можуть впливати на якість продукції та ефективність виробництва. Деякі параметри можуть сприяти зменшенню витрат енергії та покращенню якості продукції, в той час як інші можуть вимагати компромісів.

На основі проведеного аналізу обґрунтовано оптимальні параметри технологічного обладнання для виробництва сиру. Окреслені пріоритетні характеристики, які враховуються при виборі обладнання для оптимізації процесів виробництва та підвищення якості продукції.

Отже, результати дослідження підтверджують важливість обґрунтованого вибору конструктивних параметрів технологічного

обладнання для досягнення найкращих результатів у виробництві сиру. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на практичну імплементацію визначених оптимальних параметрів для покращення ефективності та якості продукції сиру.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДСТУ 4554-2006. Сир кисломолочний. Технічні умови. [чинний від 2007-01-01]. Перегляд. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2007.

2. ДСТУ 3662-2018. Молоко-сировина коров'яче. Технічні умови. [На заміну ДСТУ 3662:2015; чинний від 2019-01-01]. Перегляд. офіц. Київ: Державне підприємство «Український науково-дослідний та навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості», 2018.

3. Поліщук Г.Є., Грек О.В., Скорченко Т.О., Кочубей -Литвиненко О.В., Ющенко Н.М., Онопрійчук О.О. Технологія молочних продуктів: навч. підручник. К. НУХТ, 2013. 91с.

4. ДСТУ 4623:2006. Цукор білий. Технічні умови. [На заміну ДСТУ 2316-93 (ГОСТ 21-94), ДСТУ 2213-93 (ГОСТ 22-94); чинний від 2007-07-01]. Перегляд. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2007.

5. ДСТУ 8549:2015. Напої із сіруватки. Технічні умови. Перегляд. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2007.

6. ДСТУ 4394:2005. Кава натуральна розчинна. Загальні технічні умови. [На заміну ГОСТ 6805-97 Кава натуральна смажена. Загальні технічні умови (Кава натуральна змажена. Загальні технічні умови)]

7. Поліщук Г.Є., Грек О.В., Скорченко Т.О., Кочубей -Литвиненко О.В., Ющенко Н.М., Онопрійчук О.О. Технологічні розрахунки у молочній промисловості навч. посібник. К. НУХТ, 2013. 343 с.

8. ДСТУ 4503:2005. Вироби сиркові. Загальні технічні умови. [чинний вид 2006-10-01]. Перегляд. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2006.

9. Грек О.В., Поліщук Г.Є., Онопрійчук О.О. Технологія продуктів зі знежиреного молока, молочної сироватки та маслянки: Навч. посіб. К. НУХТ, 2011. 210 с.

10. Власенко В. В., Головко М. П., Семко Т. В. Технологія молока та молочних продуктів: навчальний посібник. Харків. ХДУХТ, 2018. 202 с.

11. Грек О.В., Скорченко Т.О. Технологія сиру кисломолочного та сиркових виробів: Навч. Посібник. К. НУХТ, 2009. 235 с.

12. Купчик М.П., Гандзюк М.П., Степанець І.Ф. Основи охорони праці. К.: Основа, 2000. 416 с.

13. Ткачук К.М., Халімовський Н.О. Основи охорони праці. К. Основа, 2006. 448 с.

14. Ціхановська В. М. Стан та перспективи розвитку ринку молока та молочних продуктів України. Економіка. Управління. Інновації, 2016. Випуск 1 (16), С. 61-64.

15. Шаблій Л.М. Технологія переробки молока: навчальний посібник. Національний педагогічний університет імені М.П. Драгоманова. Київ: Видавничий дім "Кондор", 2019. 308с.

16. Соломон А.М., Новгородська Н.В., Бондар М.М. Кисломолочні десерти з продовженим терміном зберігання: монографія. Вінниця: РВВ ВНАУ. 2019. 155.

17. Соломон А.М., Тузова С.Д., Казмірук Н.М. Мікробіологія харчових виробництв: навчальний посібник для студентів напряму підготовки «Харчові технології». Вінниця: РВВ ВНАУ. 2020. 312 с.

18. Semko T., Palamarchuk V., Ivanishcheva O., Vasylyshyna O., Andrusenko N., Kryzhak L., Pahomska O., Solomon A. Виробництво інноваційного кафе "Anchan". Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences. 2022. Vol. 16. P. 705-720.

19. Берник І.М., Новгородська Н.В., Соломон О.М., Коляновська Л.М., Овсієнко С.М. Методичні вказівки для виконання кваліфікаційної бакалаврської роботи для студентів спеціальність 181 «Харчові технології. Вінниця: ВНАУ, 2015. 31 с.

20. Берник І.М., Новгородська Н.В., Соломон А.М., Овсієнко С.М., Бондар М.М. Інноваційні технології харчових виробництв: монографія. Вінниця: Видавець ФОП Кушнір Ю.В., 2022. 300 с.

21.
ISO 13366-1/IDF 148-1:2014 Молоко. Підрахування соматичних клітин Частина 1. Мікроскопічний (контрольний) метод (ISO13366-1:2008/IDF 148-1:2008, ISO 13366-1:2008/Cor 1:2009, IDT).

22. ДСТУ ISO 6731:2007 Молоко, вершки та згущене молоко. Визначення масової частки сухих речовин (контрольний метод) (ISO6731:1989, IDT).

23. * ДСТУ ГОСТ 30562-2003 Молоко. Визначення точки замерзання. Термісторний кріоскопічний метод (ГОСТ 30562-97, ISO 5764-87, IDT).

24. Єресько, Г.О. Жукова Я.Ф., Насірова Г.Ф. Залежність виходу твердих сичужних сирів від якості молочної сировини. Молочна промисловість. 2005. № 10(25). с.30-31.

25. І.Г. Власенко, Т.В. Сьомко, С.В. Гирич. Інновації у виробництві твердих сирів Вінниця, РВВ ВТЕІ КНТЕУ, 2018. 144 с.

26. Кочубей – Литвиненко О.В., Ющенко Н.М. Технологія отримання та первичного оброблення молока: Підруч. К.: НУХТ, 2013. 211 с.

27. Малова В. В., Кігель Н. Ф., Шульга М. М. Дослідження β-галактозидазної активності заквашувальних культур промисловоцінних штамів молочнокислих та біфідобактерій. Харчова промисловість. Матеріали IX Міжнародної науково-технічної конференції. К.: НУХТ.2004. с. 64-65.

28. Новгородська Н. В., Блащук В. В. Проблеми якості молока в Україна. Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С.З. Гжицького. Львів. 2015. Т. 17, № 1 (61). с. 72 -76.

29. Ножечкіна Г.М. Вимоги до якості молока у сировиробництві та рекомендації щодо поліпшення його сиропридатності Молочна промисловість. 2006. № 8 (33). с. 46-49.

30. Остап'юк С. Д. Вдосконалення методології впровадження системи НАССР, як системи управління якістю на молокопереробних підприємствах : дис. кандидата техн. наук. Львів, 2017. 142 с.

31. Про молоко та молочні продукти: Закон України від 24.06.2004 р. №1870-IV: https://zakon.rada.gov.ua

32. Семко Т.В., Соломон О. М. Що таке якість. Видавничо-редакційний відділ ВТЕІ КНТЕУ. 2016. с. 270-278.

33. Семко, Т.В., Власенко, В.В., Гавриш, О.М. Активність заквасок прямого внесення – передумова швидкості обертання молока при виробництві твердих сичужних сирів із низькою температурою іншого нагрівання. Матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції 2011. с. 105-110.

34. Соломон О. М. Нові підходи до удосконалення якості та безпеки молока. Зб. наукових праць ВДАУ «Сучасні проблеми підвищення якості, безпеки виробництва та переробки продукції тваринництва». Вінниця. 2008. Віп. 34. т. 1. с. 221 – 225.

35. Соломон А. М., Бондар М. М. Закваски та їх види у сировиробництві. Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С.З. Гжицького. Серія «Харчові технології». Львів, 2016. Т. 18. №2 (68). с.157-160.

36. Соломон А.М., Казмірук Н.М., Тузова С.Д. Мікробіологія харчових виробництв: підручник для студентів напряму підготовки «Харчові технології». Вінниця: РВВ ВНАУ, 2020. 311 с.

37. Соломон А.М., Полєвода Ю.А. Вплив показників якості молока на продукти харчування. Техніка, енергетика, транспорт АПК. Вінниця. 2019. Випуск No4 (107). с. 33-39.

38. Шурчкова, Ю.П. Фракційний склад білків та термостійкість молока в залежності від різних способів обробки. Молочна промисловість. 2008. №2. с. 57-59.

39. Системи управління безпечністю харчових продуктів. Вимоги до будь-яких організацій харчової цепочки (ISO 22000:2005, IDT): ДСТУ ISO22000:2007 [чинний від 01.08.2007] Київ: Держспоживстандарт України, 2007, 39 с. (Державний центр інформаційних ресурсів України).

40. Рижкова Т.М. Вплив органічних кислот на підвищення поліненасичених жирних кислот у сирі, виготовленому з козиного молока. Харчова та переробна промисловість. 2010. № 1 (365). С. 18-20.

41. Рижкова Т.М. Дослідження порівняльних показників небілкових азотистих з'єднань коров'ячого та козиного молока. Молочна промисловість.

2009. № 1 (50). С. 44-47.

42. Рижкова Т.М. Підвищення ефективності мікробіологічного контролю за якістю молока та молочних продуктів за допомогою пластин. Молочна промисловість. 2008. № 4 (47). С. 46 – 48.

43. Рижкова Т.М. та ін. Підвищення біологічної цінності сичужних сирів, виготовлених із козиного молока за допомогою органічних кислот. Вісник Національного технічного університету «ХПІ»: збірка наукових праць. 2008. № 43. С.29 – 32.

44. Рижкова Т.М., Дюкарьова Г.І. Раціональне використання білкових мас, одержаних у процесі виготовлення біопрепаратів. Обладнання та технології харчових виробництв: тематичний збірник наукових праць. 2008. Віп. 18. С. 267-270.

45. Рижкова Т.М., Омельченко О.В., Кігель Н.Ф. Зміни реологічних показників козиної пасти під впливом харчових добавок. Наукова праця SWorld. 2016. Том 3, Вип. №1 (42) З. 93 – 99.

46. Рижкова Т.М., Бондаренко Т.О. Порівняльна характеристика розміру міцел казеїну козиного та коров'ячого молока. Прогресивна техніка технології харчових виробництв ресторанного господарства та торгівлі: збірник наукових праць Харківського державного університету харчування та торгівлі. 2011. Віп. 1(13). З. 378-383.

47. Система аналізу ризиків та критичних точок ХАССП. Рекомендації для молокозаводів зі зразками програм ХАССП для молочних продуктів. Міжнародна асоціація виробників молочної продукції. Підручник. 2018. 306 с.

48. Славов В.П., Шубенко О.І., Ковальчук Т.І. Біохімія молока та молочних продуктів: Навчальний посібник. Вінниця. – Вид-во ЖДУ Ім.. І.Франка 2013. 208 с.

49. Снігір Н. В., Величко С. О., Сірик В. О. Безпека харчових продуктів – мікробіологічні ризики. Медичний журнал. 2015. № 4 (190). З. 15-19.

50. Солона О.В., Спірін О.В., Рудницький Б.О. Цивільний захист. Практикум. Вінниця: ВНАУ, 2016. 158 с.

51. Спірін О.В., Твердохліб І.В., Борисюк Д.В. Охорона праці в галузі. Практикум. Вінниця: РВВ ВНАУ, 2015. 127 с.

52. Чорнуха Т. Є., Ємцев В. І. Тенденції та проблеми розвитку ринку молочної продукції в Україна. Молоді вчення. 2018. № 6 (1). С. 219-223.

53. Шкромада О. та ін. Розробка заходів підвищення якості та безпеки молока на виробництві. Eastern-European Journal of Enterprise Технології. 2019. Vol. 3/11 (99). P. 30-39.

54. Кухтын М., Кравченюк К., Beyko L., Horiuk Y., Skliar O., Kernychnyi S. Modeling process microbial biofilm formation on stainless steel with different surface roughness. Eastern-European journal of Enterprise Технології. 2019. № 2/11, 98. P. 14-21.

55. Ryzhokova TN, Kigel NF, Ivanov SV Розробка технологій goat's cheese of «Swiss» group. Nauka i Studia. 2014. Vol. 3(113) P. 68-75.

56. Yu Horiuk, M Кухтын, V Ковальенко, L Kornienko, V Horiuk, N. Лініюк. Biofilm формування в bovine mastitis pathogens and effect on them of antimicrobial drugs. Незважаючи на journal of management and production. 2019. (IJM&P). №7 (10). P. 897-910.

57. S. Shargorodsky, V. Turych, N. Veselovska, V. Rutkevveh. Investigation of the process of thread extrusion using the ultrasound. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. № 6/1 (97). 2017. Pp. 60 - 68

58. Smailys V., Senčila V., Marchenko A., Prochorenko A., Osetrov A., Bereišienė K. Assessment of chemmotological properties and problems of practical implementation of vegetable oils derived fuels. *Jura Ir Aplinka*. 2004. № 2(11). P. 65-75.

59. Бурлака С.А. Розробка змішувача біодизельного палива та моделюванням процесу змішування. *Вісник машинобудування та транспорту*. 2020. №1 (11). С. 11-17.

60. Іванов М.І., Переяславський О.М., Шаргородський С.А.. Закревський В.П., Гречко Р.О. Статичні характеристики насосів типу PVC 1. *Промислова гідравліка і пневматика*. 2018. №1. С. 79-92

61. Адамчук В.В., Булгаков В.М., Іванишин В.В. Про розробку та створення в Україні сільськогосподарських машин сучасного рівня. Зб. наук. Праць Вінницького національного. аграрний. ун-ту. Серія: Технічні науки. 2012. Віп. 11. -Т. 2 (66). С. 8-14.

62. Булгаков В.М., Адамчук В.В. Стан та перспективи створення в Україні сучасних сільськогосподарських машин. наук. вісник Луганського нац. аграр. ун-ту. 2011. No 29. С. 252-260.

63. Kaletnik H., Adamchuk V., Bulgakov V., Kyurchev V., Nadykto V.Майн проблем в області сільськогосподарської техніки в Україні Всеукраїнський науково-технічний журнал «Техніка, енергетика, транспорт АПК» No3 (95) 2016. 4

64. Грибик Р.І. Аналіз комбінованих агрегатів для передпосівного обробітку ґрунту Техніка, енергетика, транспорт АПК. 2019. No2(105). С. 93 - 99.

65. Нагорна О. Біодеструктор стерні – запорука родючості ґрунтів. Техніка та технології АПК.2017. No 5. С. 19–20.

66. Войтюк Д.Г., Барановський М.В., Булгаков В.М. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку. К.: Вища освіта, 2005. 464 с.

67. Веселовська Н.Р., Руткевич В.С., Шаргородський С.А. Технологічні засади сільськогосподарського машинобудування: навч. посіб. Вінниця: 2019. 234 с.

68. Іванов М.І., Веселовська Н.Р., Руткевич В.С., Шаргородський С.А. Гідравліка: навч. посіб. Вінниця: 2019. 222 с.

69. Руткевич В.С. Експериментальний стенд для ресурсного дослідження золотникового роздільника потоку. Техніка, енергетика, транспорт АПК. 2019. No3 (106). С. 80-86.

70. Ivanov MI, Rutkevych VS, Kolisnyk OM, Lisovoy IO Research на блок-портіон separator параметри influence на регулюючому рівні оперативних

елементів швидкості. INMATEH - Agricultural Engineering. 2019. Vol. 57/1. P. 37-44.

71. Мельника І.І. Практикум із машиновикористання в рослинництві: навч. посіб. К.: Кондор. 2004. 284 с.

72. Погорілій В.В., Шустік Л.П. Перспективне орудня для обробки ґрунту та догляду за рослиннами. Техніка АПК. 2002. No1. С. 16-27.

73. Сосновська Л.В. Техніка, енергетика, транспорт АПК. 2019. No2(105). С. 100 - 106.

74. Веселовська Н.Р., Руткевич В.С., Шаргородський С.А. Технологічні засади сільськогосподарського машинобудування: навч. посіб. Вінниця: 2019. 234 с.

75. Іванов М.І., Веселовська Н.Р., Руткевич В.С., Шаргородський С.А. Гідравліка: навч. посіб. Вінниця: 2019. 222 с.

76. Rutkevych V., Kupchuk I., Yaropud V., Hraniak V., Burlaka S. Нумерічне simulation of liquid distribution problem by adaptive flow distributor. Przegląd Elektrotechniczny. 2022. Vol. 98, No 2. 64–69.

77. Руткевич В.С. Експериментальний стенд для ресурсного дослідження золотникового роздільника потоку. Техніка, енергетика, транспорт АПК. 2019. No3 (106). С. 80-86.

78. Мельника І.І. Практикум із машиновикористання в рослинництві: навч. посіб. К.: Кондор. 2004. 284 с.

79. Калетнік Г.М., Чаусов М.Г., Швайко В.М., Пришляк В.М. Основи інженерних методів розрахунків на міцність та жорсткість. Ч.ІІІ: Підручник. Київ.: «Хай-Тек-Прес», 2013. 528 с.

ДОДАТКИ