

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Технологічний факультет

Кафедра технологій виробництва, переробки та якості продукції тваринництва

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

ПИЛИПЧУК НАЗАР МИКОЛАЙОВИЧ

УДК :637.142.2(477.42)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**ІННОВАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА СУХОЇ
МОЛОЧНОЇ СИРОВАТКИ В УМОВАХ ВАТ «ОМКА» М. ОВРУЧ**

204 «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва»

Подається на здобуття освітнього ступеня магістр

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело _____ Назар ПИЛИПЧУК

Керівник роботи:
Тетяна ВЕРБЕЛЬЧУК,
кандидат с.-г. наук, доцент

Житомир – 2022

Висновок кафедри годівлі, розведення тварин та збереження біорізноманіття

за результатами попереднього захисту: _____

Протокол засідання кафедри годівлі, розведення тварин та збереження біорізноманіття

№ __ від «__» _____ 2022 р.

Завідувач годівлі, розведення тварин
та збереження біорізноманіття

Діна ЛІСОГУРСЬКА

«__» _____ 2022 р.

Результати захисту кваліфікаційної роботи

Здобувач вищої освіти **Назар ПИЛИПЧУК** захистив
кваліфікаційну роботу з оцінкою:

сума балів за 100-бальною шкалою _____

за шкалою ECTS _____

за національною шкалою _____

Секретар ЕК

підпис

Оксана ГАВРИЛЮК

АНОТАЦІЯ

Пилипчук Н. М. Інноваційна технологія виробництва сухої молочної сироватки в умовах ВАТ «Омка» м. Овруч. – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 204 – Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва. – Поліський національний університет, Житомир, 2022.

В умовах ВАТ «Омка» сироватка молочна суха виробляється згідно ТУ ДСТУ 4552:2006. Техніко-хімічний контроль виробництва сироватки молочної сухої проводиться згідно ТУ У 10.5-35293993-012:2014.

Пропонуємо при виробництві сухої молочної сироватки використовувати перспективний напрямок повного використання сухих речовин сироватки – метод розпилювального сушіння, який можна вважати методом консервації, заснованому на принципі мінімізації впливу вологи на продукт в цілому. Сухі молочні продукти, вироблені розпилювальними сушильними установками, мають високу розчинність, що обумовлює їх широке застосування. Наразі альтернативи їм за якістю продукції немає.

Ключові слова: сироватка молочна суха, технологія, біологічна цінність, переробка, сушіння.

ANNOTATION

Pylypchuk N. M. Innovative technology of production of dried whey in the conditions of OJSC "Omka" m. Ovruch. – Qualification work on the rights of the manuscript.

Qualification work for a master's degree in specialty 204 – Technology of production and processing of livestock products. – Polissya National University, Zhytomyr, 2022.

In the conditions of OJSC "Omka" dry whey milk is produced according to TU DSTU 4552: 2006. The technical and chemical control of the production of whey dry whey is carried out according to TU 10.5-35293993-012: 2014.

We propose to use a promising direction of full use of whey solids in the production of dried whey – the method of spray drying, which can be considered a method of preservation based on the principle of minimizing the impact of moisture on the product as a whole. Dry dairy products produced by spray drying plants have high solubility, which determines their wide application. Currently, there is no alternative to them in terms of product quality.

Keywords: whey milk powder, technology, biological value, processing, drying.

ЗМІСТ

ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	7
1.1. Перспективи використання продуктів переробки молочної сироватки	7
1.2. Сироватка молочна – біологічно цінний продукт та технологічні аспекти переробки	10
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛ, МЕТОДИКА, МІСЦЕ ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	14
2.1. Місце та умови проведення досліджень	14
2.2. Матеріал та методика проведення досліджень	16
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ	18
3.1. Обґрунтування технології виробництва молочної сироватки	18
3.2. Технологічні аспекти виробництва молочної сироватки	24
3.2.1. Вилучення білка з молочної сироватки за допомогою ультрафільтрації	24
3.2.2. Технологія виробництва молочної сироватки методом розпилювального сушіння	27
3.4. Продуктовий розрахунок	33
3.5. Економічна ефективність досліджень	35
ВИСНОВКИ	36
ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	37
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	38
ДОДАТКИ	43

ВСТУП

Історично склалося так, що молочна сироватка вважалася дуже малоцінною для молочної промисловості [4]. Однак сироватка містить близько 50% загальної кількості сухих речовин молока, в тому числі майже 100% лактози і близько 20% загального білка. Чудова поживна цінність сироваткових білків та покращені функціональні властивості інгредієнтів на основі молочної сироватки сьогодні широко визнані. З роками науково-технічний прогрес перетворив сироватку з неприємного відходу на цінний молочний інгредієнт. Сироватка більше не є «побічним продуктом», а скоріше розглядається як цінний «супутній продукт» виробництва сиру та казеїну [15].

Серед загального обсягу стічних вод вітчизняних молокопереробних підприємств 60 % займає сироватка [3; 19].

Одним з важливих резервів збільшення виробництва товарної продукції є молочна сироватка [3]. Недостатня кількість використання молочної сироватки для промислової переробки пов'язано для молочної промисловості зі значними втратами цінних поживних речовин, збільшенням витрат на сировину, зниженням ефективності виробництва та втратою конкурентоспроможності [10].

Сучасний технологічний рівень у молочній промисловості здатний забезпечити повне використання усіх складових молока для виробництва високоякісних продуктів або подальшу переробку побічних продуктів з метою виділення їх цінних складових. Все більш поширеними і економічно обґрунтованими стають технології, що базуються на застосуванні сучасних методів переробки молочної сироватки [11; 24].

Метою роботи було дослідити аспекти удосконалення технології виробництва сироватки молочної сухої в умовах ВАТ «Овруцький молочноконсервний комбінат» Житомирської області.

В завдання досліджень входило:

- провести теоретичне обґрунтування теми на основі вивчення літературних першоджерел;
- вивчити технологію виробництва сироватки молочної сухої в умовах підприємства;
- визначити вибір і обґрунтування технологічних процесів;
- вивчити вимоги до сировини, яка використовується для виробництва молочної сироватки;
- визначити економічну ефективність;
- зробити висновки і пропозиції виробництву.

Об’єкт дослідження – сироватка молочна суха.

Предмет дослідження – технологія виробництва сироватки молочної сухої.

Методи дослідження: Для досягнення мети використовували методи: аналітичний, розрахунковий, порівняльний. Сушіння молочної сироватки проводили на установці розпилювального сушіння А1-ОР2Ч.

Публікації. За матеріалами кваліфікаційної роботи опубліковано 3 наукових праці.

Обсяг та структура роботи. Робота викладена на 37 сторінках комп’ютерного набору та включає наступні розділи: вступ, огляд літератури, матеріал і методика проведення досліджень, результати досліджень, висновки та пропозиції, список використаних джерел, додатки. Робота містить 6 таблиць, 6 рисунків, 6 додатків. Список літератури включає 49 джерел, з яких 10 іноземними мовами.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Сироватка молочна – біологічно цінний продукт

Молочна продукція – це така продукція, в собівартість якої входять від 80 до 85 % витрати на сировинні та матеріальні ресурси [26]. Основними компонентами молока є вода, жир, білки, лактоза (молочний цукор) та мінеральні речовини (солі) [1; 37].

Важливим резервом отримання додаткового тваринного білка є раціональне використання вторинної молочної сировини [27].

Сироватка, рідкий залишок виробництва сиру, казеїну та йогуртів, є одним з найбільших джерел харчових білків, доступних на сьогоднішній день. Світовий обсяг виробництва сироватки у 2020 році склав близько 180 млн. тонн, що містить близько 1,5 млн. тонн все більш цінного білка та 8,6 млн. тонн лактози, яка є дуже важливим джерелом вуглеводів для всього світу, що є більшим на 21,5 % порівняно з попереднім роком [22].

Останні дослідження [22; 32] показують, що сироватковий білок є, мабуть, найбільш поживним білком з усіх доступних; не дивно, що ринки харчування, такі як спортивне, клінічне та дитяче харчування, стимулюють безпрецедентний рівень інвестицій у виробництво молочних продуктів.

Насичена «натуральними смаколиками», такими як b-лактоглобулін з високим ступенем гелеутворення, еквівалентний материнському молоку білок а-лактальбумін, лактоферин та імуноглобулін, а також як попередник пробіотичних галактоолігосахаридів (GOS), молочна сироватка виявляється одним з найцікавіших джерел поживних речовин, доступних на сьогоднішній день [24].

Сироватка молочна – натуральний побічний продукт переробки кисломолочного та сичужного твердих сирів та казеїну, який містить 6,3% сухих речовин (з них 4,5% лактози), 0,3% молочного жиру, 0,9% білка [30].

Вона характеризується збалансованим вмістом незамінних амінокислот (метіонін, лізин, гістидин, триптофан та ін.), які забезпечують регенерацію білків печінки, плазми крові та гемоглобіну [34].

Сироватка також багата на вітаміни: групи В, А, С, Е, ніотинову та фолієву кислоти, холін, біотин та ін.; на мінеральні речовини – кальцій, калій, магній, фосфор, на які припадає 0,6% [42]. Щоденне споживання одного літра молочної сироватки забезпечує 2/3 добової потреби організму в кальції, 80% – у вітаміні В₂, 1/3 – у вітамінах В₁, В₆, В₁₂, 40% – у калії [40]. Високий вміст молочного цукру є одним з факторів нормального травлення та збереження здорової мікрофлори кишечника. З білків молока альбумін і глобулін майже повністю переходять в сироватку, а казеїн залишається в сирі. Крім того, сироватка є найменш калорійним молочним продуктом, енергетична цінність якого майже втричі нижча, ніж у молока [2; 28].

Високу біологічну цінність молочної сироватки обумовлює збалансований вміст всіх незамінних амінокислот, ряд вітамінів і мікроелементів, що дозволяє використовувати її як універсальну сировину в різних галузях харчової промисловості. Можливість і необхідність організації раціонального використання молочної сироватки на молокопереробних підприємствах обумовлена екологічними та економічними факторами [21].

Натуральна молочна сироватка досить широко використовується при виготовленні хліба та хлібобулочних виробів, сироваткових напоїв та інших продуктів. При цьому харчові продукти, зокрема хліб, хліб збагачується її повноцінними компонентами, що покращує його біологічні і смакові властивості [38].

Біологічна цінність молочної сироватки зумовлена вмістом в ній значної кількості життєво необхідних речовин (табл. 1.1).

Вміст лактози в молочній сироватці постійний і складає 3,2...5,1 %. Він залежить від індивідуальних властивостей і фізіологічного стану тварин [47].

Білки – це складні азотисті полімери що складаються з амінокислот. В людському організмі вони становлять до 20 % маси організму і більше 50 % сухої маси клітини [1, 37].

Таблиця 1.1

Хімічний склад сироватки молочної [37], %

Показник	Молочна сироватка (з під сиру кисломолочного)
Вміст сухих речовин	4,2...7,4
В тому числі:	
лактози	3,2...5,1
білку	0,5...1,4
мінеральних речовин	0,5...0,8
молочного жиру	0,05...0,4

Загальноприйнята добова фізіологічна норма білка для дорослої людини в середньому 80–100 г, у тому числі найбільш цінного білка – тваринного походження близько 50 г [31].

Інтерес вчених та промисловців усього світу до пошуку найбільш раціональних способів переробки та використання молочної сироватки не лише не послаблюється, але з року в рік підвищується [27]. Одним з перспективних напрямів переробки молочної сироватки у Європі та світі вважається виробництво сироваткових напоїв, збагачених смакоароматичними та іншими харчовими добавками [41].

Слід зазначити, що обсяги виробництва сухої молочної сироватки залишаються практично на тому ж рівні, оскільки наразі значно більший інтерес викликає високотехнологічна переробка молочної сироватки. І ці тенденції стосуються всіх основних молочних країн світу [14].

Підвищення ефективності виробництва є запорукою стабільного функціонування молочної галузі в Україні. Насамперед, це питання економії ресурсів, адже вартість сировини сягає 80% собівартості молочної продукції.

Проблему дефіциту сировини можна вирішити, якщо ми на повну потужність будемо використовувати молочну сироватку, ресурси якої в нашій країні є значними та складають понад 2 млн. тон на рік [3; 12; 32].

1.2. Сироватка молочна – біологічно цінний продукт та технологічні аспекти переробки

Сироватка становить 80–90 % від загального обсягу молока, що надходить на переробку, і містить близько 50 % поживних речовин, що містяться у вихідному молоці: розчинний білок, лактозу, вітаміни і мінерали [13; 33].

Сироватка як побічний продукт при виробництві твердих, напівтвердих або м'яких сирів і сичужного казеїну відома як солодка сироватка і має рН 5,9–6,6 [48]. При виробництві казеїну, осадженого мінеральною кислотою, отримують кислу сироватку з рН 4,3–4,6. У таблиці 1.2. наведено приблизні показники складу сироватки від виробництва сиру та казеїну.

Таблиця 1.2

Орієнтовний склад відокремленої молочної сироватки, % [48]

Показник	Сирна сироватка, %	НСІ кислотна казеїнова сироватка, %
Загальна кількість сухих речовин	6,0	6,4
Вода	94	93,6
Жир	0,05	0,05
Чистий білок	0,60	0,60
NPN (небілковий азот)	0,20	0,20
Лактоза	4,5	4,6
Зола (мінеральні речовини)	0,5	0,8
Кальцій	0,035	0,12
Фосфор	0,040	0,065
Натрій	0,045	0,050
Калій	0,14	0,16
Хлорид	0,09	0,11
Молочна кислота	0,05	0,05

Узагальнюючи різні процеси, що використовуються під час обробки сироватки та її кінцевих продуктів необхідно відмітити, що першим етапом є фільтрація частинок сиру, що залишилися в сироватці, після чого слідує сепарація дрібних залишків жиру та казеїну частково, щоб збільшити економічний ефект, та частково, тому що такі компоненти впливають на подальшу обробку [35].

При переробці молочної сировини у продукцію тваринництва, ми одержуємо молочну сироватку, що містить сухі речовини, переробка їх зазвичай, обмежується виробництвом лактози, сухої та безлактозної сироватки [46]. Однак, зростаючий попит на сироватковий білок призвів до того, що приблизно 40% переробленої сухої сироватки спрямовується на побічні продукти КСБ-35-80, ізолят сироваткового білка (ІСБ), лактозу та пермеат.

Закінчився перехід від сприйняття сироватки як непотрібного відходу виробництва до визнання її ролі як найціннішого джерела поживних речовин [23].

Різні способи переробки сироватки. Сироватка повинна бути перероблена якомога швидше після того, як вона була отримана з сирного згустку, оскільки її температура і склад сприяють росту бактерій, які призводять до розщеплення білка і утворення молочної кислоти [22].

Рекомендується відбирати сироватку безпосередньо з процесу виробництва сиру в короткочасні буферні сховища, потім освітлювати, сепарувати, пастеризувати, охолоджувати та направляти на зберігання для подальшої переробки [36]. При транспортуванні сироватку можна концентрувати за допомогою мембранної фільтрації для зменшення транспортних витрат [43].

На сьогодні молочна промисловість при переробці молочної сироватки застосовує різні методи сушіння – рис. 1.1.



Рис. 1.1. Методи сушіння, що використовуються у молочній промисловості [30].

Незалежно від методу, необхідно подбати про те, щоб сушіння відбувалося під час:

- досягнення заданого вмісту води в кінцевому продукті;
- плинності;
- мінімального вмісту вільного поверхневого жиру;
- необхідної повноти і швидкості розчинення продуктів з

найменшими можливими втратами.

Сушка – це специфічна операція, суть якої полягає у видаленні вільної води від продукту [31].

Наявність вільної води в продукті неприпустима з наступних причин [31]:

1. вільна вода сприяє відновленню життєдіяльності небажаних організмів мікроорганізми;
2. за наявності вільної води відбувається розчинення солей, концентровані розчини яких викликають денатурацію білків, знижуючи таким чином розчинність сухих продуктів розчинність сухих продуктів;

3. Лактоза розчиняється у вільній волозі, яка частково кристалізується, а сухий продукт «спікається»;

4. У присутності вільної вологи молочна кислота розчиняється.

Кислота, концентровані розчини якої викликають денатурацію білків і це спричиняє руйнування мембран жирових кульок, що призводить до утворення вільних жирних кислот та в кінцевому випадку до окислювального псування жиру в продукті [43].

Зазвичай сироватку сушать так само, як молоко, тобто в барабанних або розпилювальних сушарках [37].

При використанні барабанних сушарок виникає проблема: складно зняти шар сухої сироватки з поверхні барабана. Тому перед сушінням із сироваткою змішується наповнювач (наприклад, пшеничні або житні висівки), щоб полегшити процес видалення сухого продукту [20].

Встановлено, що розпилювальне сушіння сироватки є найбільш широко використовуваним методом [23; 44]. Перед сушінням концентрат сироватки обробляється, як було описано раніше, з метою утворення невеликих об'ємів кристалів лактози. Дана технологічна операція перетворює підготовлений продукт для переробки в негігроскопічний, що в подальшому гарантує відсутність грудочок під час вбирання вологи [12; 24; 28].

РОЗДІЛ 2

МАТЕРІАЛ, МЕТОДИКА, МІСЦЕ ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Місце та умови проведення досліджень

Відкрите акціонерне товариство «Овруцький молочноконсервний комбінат» («Омка») знаходиться в м. Овруч Житомирської обл., віддалене від м. Житомира на 140 км, м. Київ – 180 км та на 45 км від м. Коростень.

Головне представництво ВАТ «Омка» розташоване в Полтавській області, м. Гадяч, вул. Героїв Майдану, буд. 82.

Форма власності – приватна.

Генеральний директор – Кушнерчук Анатолій Степанович.

Свідоцтво на торговельну марку № 38759

Підприємство до 26 листопада 2013 року випускало свою продукцію під брендом «ОМКА» та називалося «Відкрите акціонерне товариство» (ВАТ).

З 27 листопада 2013 року по 20 квітня 2014 року молочний завод було зареєстровано як сільськогосподарське товариство з обмеженою відповідальністю «Білогір'я молокопродукт».

У червні 2004 р. СТОВ «Білогір'я молокопродукт» увійшов до складу ЗАТ «Гадячсир». Було припинено виробництво цільномолочної продукції та морозива на застарілому обладнанні. Основним напрямком роботи підприємства стало виробництво згущеного молока з цукром, твердих сирів і сироватки молочної сухої.

З 13 вересня 2014 року і по теперішній час виробляє свою продукцію під брендом «Омка».

Історія комбінату починається в 1949 році, коли було прийняте рішення про будівництво заводу. Вересень 1952 року є початком довгої історії, так як

завод було прийнято в експлуатацію з виробничою потужністю 5 мільйонів умовних банок у рік (15 тисяч умовних банок за зміну).

Вже в 1954 році проєктована потужність була перевищена, з цього часу проводиться постійна заміна обладнання виробничих процесів на нові.

Виробництво на комбінаті налагоджено за принципом безвідходності та екологічного контролю, де не останню відіграє модернізована за останніми зразками технологічна база та суворий санітарно-епідеміологічний контроль. З огляду на це продукція комбінату відповідає не тільки національним стандартам, але й має сертифікат ISO 9001:2000.

Якість молока забезпечується мережею заготівельних пунктів на території де здійснюється заготівля, що дозволяє доправити його на комбінат вчасно та з мінімальними втратами в кількості, а особливо в якості.

Підприємство має міжгосподарські зв'язки з 98 сільськогосподарськими підприємствами.

Сьогодні до складу підприємства входять основні цехи з виробництва та переробки молочної продукції: цех молочних консервів, цех незбираного молока, цех масла, цех сухої молочної сироватки, консервний цех, цех готової продукції та інші допоміжні цехи і служби.

ВАТ «Омка» у своєму розпорядженні має 2 фірмових магазини, їдальню та бібліотеку.

Овруцький молочноконсервний комбінат є потужним підприємством молокопереробного підкомплексу АПК, тому розробляються заходи по підвищенню ефективності його діяльності.

ВАТ «Овруцький молочноконсервний комбінат» проводить активну зовнішньоекономічну діяльність. Головним партнером по експорту молочної продукції за кордон є Молдова, Сполучені Штати Америки, Болгарія, Естонія, Канада.

При здійсненні зовнішньоекономічної діяльності підприємство використовує майже всі умови поставки, але в основному це умови CIF, CIP та EXW.

У сучасних умовах відкритого ринку функціонування підприємств характеризується зміною принципів формування конкурентоспроможності товарів і послуг, а отже й підвищенням вимог до управління якістю продукції. Оскільки найвагомішою складовою конкурентоспроможності стає якість продукції, необхідно визначати нові критерії розвитку та функціонування систем управління якістю. Стратегічним напрямом успішного функціонування підприємства стає створення на ньому такої системи управління якістю, яка б дозволила не тільки забезпечувати оптимальний рівень якості продукції, а й сприяла б адаптації системи якості до вимог зовнішнього середовища, що швидко змінюються.

2.2. Матеріал та методика проведення досліджень

Наші дослідження виконано в умовах ВАТ «Овруцький молочноконсервний комбінат» м. Овруч Коростенського району Житомирської області.

Сироватка повинна відповідати вимогами стандарту «Сироватка молочна суха». Технічні умови. ДСТУ 4552:2006 [9]. Вона виробляється за затвердженою технологічною інструкцією в порядку, передбаченому Державними санітарними правилами для молокопереробних підприємств ДСП 4.4.4.011 [6].

Техніко-хімічний контроль виробництва сироватки молочної на ПАТ «Омка» проводили згідно ТУ У 10.5-35293993-012:2014 (додаток Б).

Основними функціями техніко-хімічного контролю на виробництві є:

- контроль якості вхідної сировини;
- контроль технологічних процесів при виготовленні молочної продукції;
- контроль якості готової продукції;
- контроль якості миття та дезінфекції обладнання, тари та апаратів;
- контроль миючих, дезінфікуючих засобів та реагентів;
- контроль лабораторних приладів;

- контроль витрат сировини та виробництва готової продукції.

При виробництві молочної сухої сироватки здійснюється мікробіологічний контроль, основними функціями якого є:

- контроль якості сировини та запасів готової продукції;
- контроль технологічних прийомів виробництва для визначення ступеня мікробіологічного обсіменіння;
- контролювання санітарного та гігієнічного стану цехів відповідно до вимог;
- контроль води та повітря.

Техніко-хімічний та мікробіологічний контроль має завдання забезпечити виробництво молочних продуктів у суворій відповідності до вимог стандарту, технічних умов та технологічних інструкцій [29].

Суша молочна сироватка повинна відповідати вимогам ТУ У 10.5-35293993-012:2014, затвердженим в установленому порядку відповідно до Державних санітарних правил для підприємств молочної промисловості ДСанПіН 4.4.4.011.

За показниками органолептики, суха молочна сироватка повинна відповідати характеристикам: за зовнішнім виглядом та консистенцією це є тонкодисперсний порошок, в якому дозволяється наявність грудочок, що стають легко розсипними при впливі механічної дії; за смаком і запахом вона солодкувато-солонувата, без сторонніх присмаків та запахів та забарвленням від білого до світло-жовтого (фото 2.1–2.2.).



Фото 2.1–2.2. Суша молочна сироватка демінералізована.

За фізико-хімічними показниками сироватка демінералізована повинна відповідати вимогам, наведеним у додатку К.

Кваліфікаційна робота виконана згідно методичних вказівок [25].

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1. Обґрунтування технології виробництва молочної сухої сироватки

При промисловій переробці молока з його основних компонентів використовується до 98% молочного жиру, 59% білка і близько 40% молочного цукру, решта залишається у складі вторинної молочної сировини [16–18].

Тому вторинною сировиною є знежирене молоко, оскільки сироватка зберігає більшість поживних і лікувальних властивостей незбираного коров'ячого молока.

Найбільш перспективною вторинною сировиною є знежирене молоко, яке отримують шляхом сепарування незбираного коров'ячого молока. Це складна полідисперсна система, до складу якої входять білки, жири, вуглеводи, вітаміни [13].

За хімічним складом молоко знежирене відрізняється від молока знежиреного (табл. 3.1.).

Таблиця 3.1

Хімічний склад молока знежиреного та незбираного [15]

Вид молока	Вода, %	Сухі речовини, %	Масова частка жиру, %	Масова частка білку, %	Молочний цукор (лактоза), %	Мінеральні речовини, %
Знежирене	90-91	8,5-9,0	0,05-0,08	3,5-3,6	4,7-4,8	0,7-0,8
Незбиране	87-89	11-13	3,0-4,2	2,7-3,7	4,8-5,0	0,7-0,9

Основні фізичні показники молока знежиреного: густина – 1029–1032 кг/м³ в'язкість 1,71–1,75 сП, теплоємність – 3,978 кДж, теплопровідність – 0,429 Вт/м. градусів [21].

Фізико-хімічні показники різних видів сироватки наведено в табл. 3.2.

Таблиця 3.2

Фізико-хімічні показники різних видів сироватки

Сироватка	Масова частка вологи, не більше, %	Кислот- ність ° T	Індекс розчинності, см ³ сирого осаду
Молочна суха підсирна плівкового сушіння	5	20	1,5
Молочна суха підсирна розпилювальної сушки	5	20	0,8
Молочна суха сирна плівкового сушіння	5	75	1,5
Молочна суха сирна розпилювальної сушки	5	75	0,8

Повна переробка компонентів молочної сироватки базується на зневодненні та сушінні вакуум-випарним методом [24]. Цікаво згущувати сироватку до високих концентрацій (понад 70% сухих речовин), оскільки витрати на сушіння значно вищі, ніж на випарювання. При цьому можливе отримання продукції з проміжною вологістю.

Перед сушінням, сировинна призначена для переробки повинна направлятися на зменшення кількості молочної кислоти і перетворення лактози сироватки з аморфного в кристалічний стан [39].

Це дозволить значно поліпшити і полегшити процес сушіння сироватки; збільшити продуктивність сушильної установки; отримати продукт високої якості з хорошою текучістю (сипучість), малою

гігроскопічністю, що не піддається злежуванню при зберіганні; збільшення виходу кінцевого готового продукту.

Технологічна схема виробництва сухих молочних продуктів представлена на рис. 3.1.

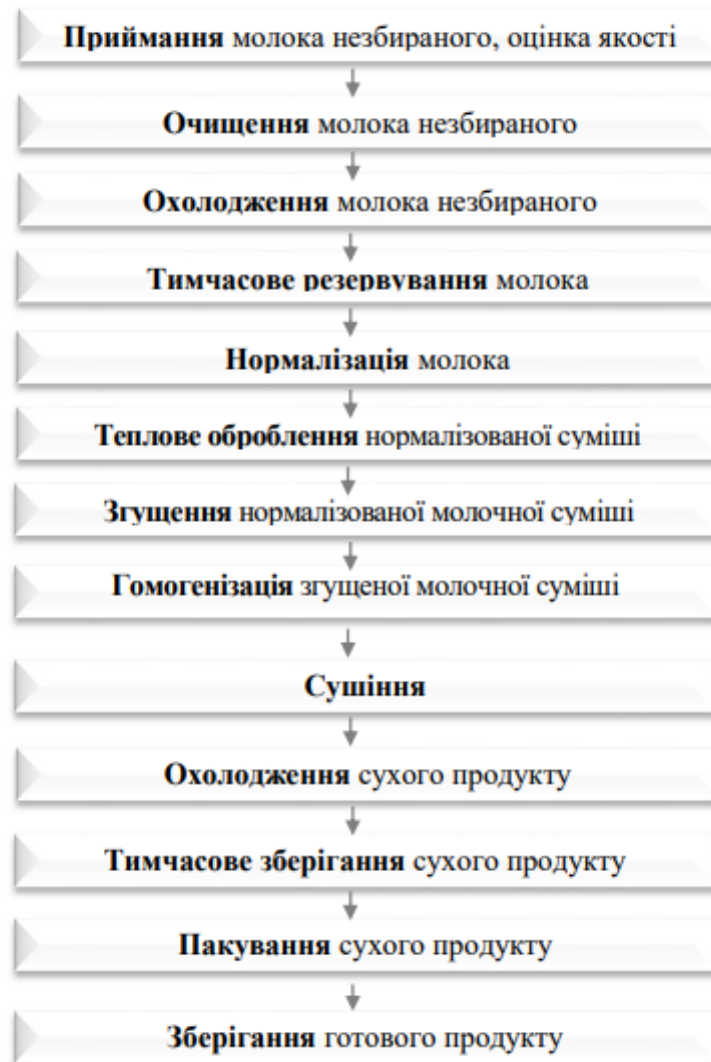


Рис 3.1. Схема виробництва сухого молочного продукту.

Принципова технологічна схема виробництва сухої сироватки зображена на рисунку 3.2. (Додаток А.).

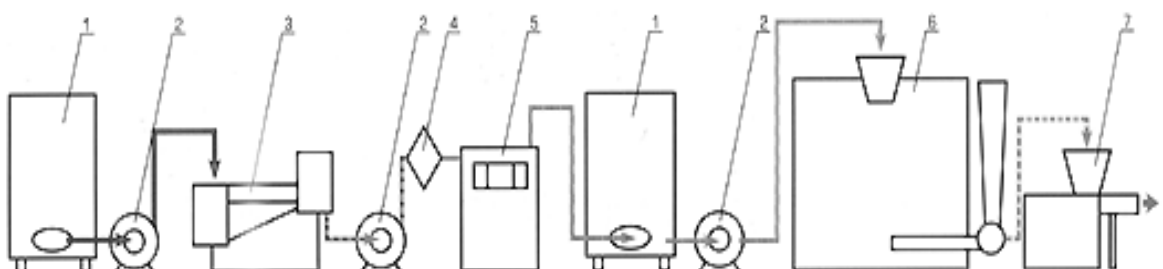


Рис. 3.2. Принципова технологічна схема виробництва сухої сироватки [30]:

1 – ємність для збирання знежиреної сироватки, 2 – насос, 3 – вакуум-випарна установка, 4 – фільтр, 5 – гомогенізатор 6 – сушильна установка, 7 – автомат для фасування.

Основні технологічні операції виробництва сироватки молочної сухої:

1. Збір сироватки.
2. Видалення казеїнового пилу.
3. Охолодження ($t = 8-10\text{ }^{\circ}\text{C}$).
4. Резервування (накопичення) (при $t = 8-10\text{ }^{\circ}\text{C}$).
5. Сепарування з метою знежирення ($t = 40-45\text{ }^{\circ}\text{C}$).
6. Пастеризація ($t = 72-74\text{ }^{\circ}\text{C}$; $\tau = 15-20\text{ сек.}$ – для солодкої сироватки; $58-62\text{ }^{\circ}\text{C}$, $15-20\text{ сек.}$ – для кислої сироватки).
7. Охолодження ($t = 8-10\text{ }^{\circ}\text{C}$).
8. Підзгущення на мембранній установці (до змісту СВ = 18–24 %).
9. Охолодження ($t = 8-10\text{ }^{\circ}\text{C}$).
10. Згущення в ВВУ (до СВ = 55 %).
11. Кристалізація (ступінь кристалізації 60–70 %).
12. Охолодження до температури кристалізації ($t = 30-32\text{ }^{\circ}\text{C}$).
13. Сушіння.
14. Пакування, зберігання.

Під час технологічного процесу сушіння є необов'язкові операції. Так, для збереження початкової якості сироватки перед переробкою її охолоджують відразу після надходження до $8-10^{\circ}\text{C}$; а якщо температуру збільшувати понад 10°C , то резервувати необхідно не більше 60 хвилин.

Якість концентрату для розпилювального сушіння повинна відповідати наступним вимогам (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

Якість концентрату для розпилювального сушіння

Показник	Значення
Ступінь кристалізації присутності лактози, %	60– 70
Середній розмір кристалів, мкм	20
Розмір кристалів максимально, мкм	30
pH	6,2– 6,3
Температура концентрату, °C	15– 18

Після закінчення процесу кристалізації сироватковий концентрат направляється на сушку в розпилювальну сушильну установку А1-ОР2Ч, яка обладнана для переробки сироватки. Установка має спеціальну конструкцію рідинного днища, систему обдування стінок, необхідну потужність вентилятора і розпилювальний пристрій, оснащений рукавними фільтрами для забезпечення екологічності виробництва [36].

Параметри сушіння сировини визначають за наступними факторами:

- дотримання вимог до вмісту води в готовому продукті;
- вмісту сухих речовин перед сушінням в концентраті;
- ступеню рівня кристалізації лактози в концентраті;
- вмісту молочної кислоти сироватки (титрована, активна кислотність);
- в'язкість самого концентрату.

При сушінні концентрату з низькими вмістами сухих речовин відбувається збільшення втрат порошку у відпрацьоване повітря, так як частинки порошку є меншими за масою та розмірами, тому має гіршу розчинність готовий продукт (дрібненькі часточки мають менші змочуваність і занурення).

Продуктивність сушильної установки під час сушіння сироватки з некристалізованою лактозою зменшується на 20-30 %, одночасно

відбувається і зниження якостей готового продукту (підвищення гігроскопічності, зниження варіння, розчинності і плинності).

При розпилювальному сушінні висококислотної сироватки проходить налипання виготовленого продукту до стінок циклонів та камери сушіння [33]. Накопичення порошкових відкладень в циклонах і розвантажувальних пристроях проводить зупинку сушильного устаткування з метою її подальшого очищення, нестабільності процесу сушіння, збільшення гігроскопічності і згортання сухої сироватки, зниження розчинності [14].

На показник розчинності впливають наступні фактори:

- неякісна сировина з підвищеним вмістом молочної кислоти (через високу бактеріальну активність), яка потребує інтенсивної теплової обробки, що призводить до незворотної денатурації білків
- висока температура концентрату при випаровуванні, що викликає виражене згущення, внаслідок чого підвищується в'язкість і погіршується дисперсність, що підвищує температуру сушіння;
- чим буде вище температура і в'язкість при переробці, тим більше буде очікуваний показник розчинності [20].

Температура на виході є показником ефективності роботи сушильної установки. Висока температура на виході свідчить, що повітря для сушіння використовується не оптимально, що може бути викликано поганим розпиленням, поганим розподілом повітря, високою в'язкістю концентрату, кислотністю тощо.

3.2. Технологічні аспекти виробництва молочної сироватки

3.2.1. Вилучення білка з молочної сироватки за допомогою ультрафільтрації

Концентрат білка має дуже хороший спектр амінокислот із високим вмістом доступного лізину та цистеїну.

Концентрати сироваткових білків (КСБ) – це порошки, одержувані під час висушування ультраконцентрату, що утворюється під час ультрафільтрації сироватки [30]. Вони характеризуються вмістом у них білка (відсоток білка в сухій речовині), який коливається від 35 до 85 %. Для отримання продукту, що містить 35 % білка, рідку сироватку необхідно сконцентрувати за вмістом білка приблизно в 6 разів до досягнення рівня вмісту сухих речовин 9 %.

Приклад: 100 кг сироватки дає вихід приблизно 17 кг ультраконцентрату і 83 кг пермеату після концентрування в 6 разів (5,88). У таблиці 3.4 наведено склад сироватки на вході та одержуваних ультраконцентрату і пермеату.

Таблиця 3.4

Склад сироватки та одержуваних ультраконцентрату й пермеату

Компонент	Вміст у 100 кг вихідної сироватки %	Вміст у 16.7 кг ультраконцентрату %	Вміст у 83.3 кг пермеату %
Чистий білок	0.55	3.25	0.01
Лактоза	4.80	5.34	4.69
Зола	0.55	0.76	0.51
НАС*	0.18	0.24	0.17
Жир	0.03	0.18	сліди
Усього сухих речовин DM	6.11	9.77	5.38

ВБК**35.72	35.72
------------	-------

Примітка: *НАС – Небілкові азотисті сполуки;

** ВБК = Усього білків за К'ельдалем

Вміст білка (%) у сухому залишку, обчислений за даними таблиці 3.4.

У процесі концентрації зберігається більша частина протеїну, зазвичай >99 % разом із практично 100 % жиру. Концентрації лактози, небілкових азотистих сполук і мінеральних речовин у ретентаті та пермеаті практично такі самі, як і у вихідній сироватці, за винятком незначного зниження їхнього вмісту в пермеаті.

Кінцеві дані щодо вмісту багато в чому залежать від:

- типу мембрани;
- параметрів потоку;
- типу вихідної сироватки (розбавлена водою, попередньо концентрована після демінералізації тощо).

Таблиця 3.5

Склад деяких сухих концентратів сироваткового білка у % [45]

Показник	Продукт			
	1	2	3	4
Білок у сухому залишку	35	50	65	80
Волога	3.8	3.8	3.8	3.8
Неочищений білок (Nx6.38)	36.2	52.1	63.0	81.0
Чистий білок	29.7	40.9	59.4	75.0
Лактоза	46.5	30.9	21.1	3.5
Лактоза	2.1	3.7	5.6	7.2
Зола	7.8	6.4	3.9	3.1
Молочна кислота	2.8	2.6	2.2	1.2

Для отримання концентрації протеїну вище 80 % рідка сироватка спочатку концентрується у 20-30 разів за білком шляхом ультрафільтрації до

вмісту сухих речовин 25 %; така концентрація вважається найбільш прийнятною з економічної точки зору для виробництва. Потім необхідно провести діафільтрацію концентрату, щоб видалити якомога більше лактози та мінералів і збільшити концентрацію білка відносно загального вмісту сухих речовин. Діафільтрація – це процедура, під час якої під час фільтрації до продукту додається вода, щоб вимити низькомолекулярні речовини, зазвичай лактозу та мінеральні солі, які пройдуть через мембрану.

Специфікація продуктів:

1. Замінник знежиреного молока, 35% білка в сухому залишку
2. Білкова добавка в інші харчові продукти, 50% білка в сухому залишку
3. Практична межа концентрації білка при використанні тільки ультрафільтрації, 65% білка в сухому залишку
4. Продукт після ультрафільтрації та діафільтрації, 80% білка в сухому залишку.

У таблиці 15.4 наведено склади деяких типових сухих концентратів сироваткових білків (КСБ).

Лінія з виробництва сухих концентратів сироваткових білків за допомогою УФ показана на рис. 3.3. Близько 95 % сироватки переходить у пермеат, при цьому в сухому продукті концентрація білка може сягати 80-85 % (з розрахунку на вміст сухих речовин). Зазвичай при підвищенні концентрації білків вище 60 % від сухої речовини випаровувач не застосовується, щоб знизити до мінімуму теплове пошкодження білків. Розвиток нанофільтрації для підвищення концентрації дозволяє підвищувати концентрацію цих продуктів перед сушінням вище 35 % за сухою речовиною.

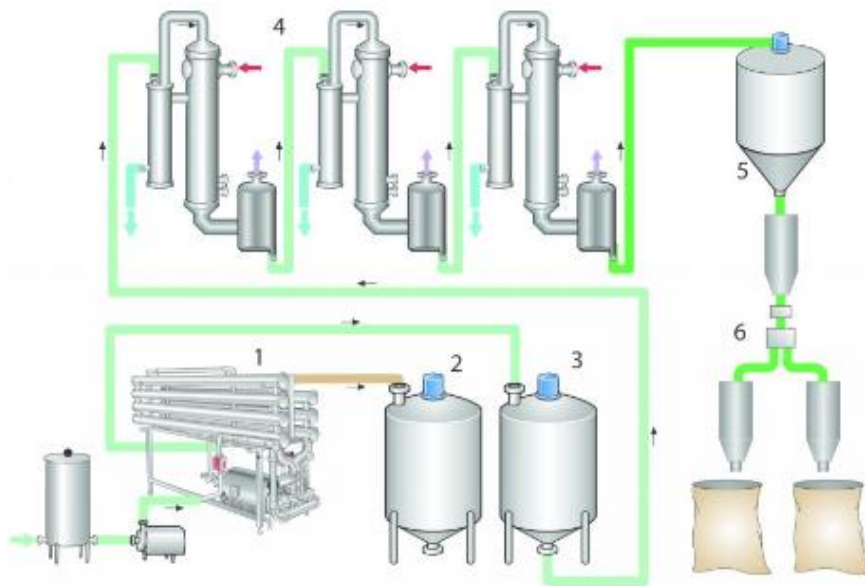


Рис. 3.3. Процес вилучення сухого протеїну за допомогою ультрафільтрації (УФ).

1 – установка для ультрафільтрації; 2 – буферний танк для сироваткового пермеату; 3 – буферний танк для УФ-ретентату; 4 – випарювач; 5 – розпилювальна сушарка; 6 – фасування.

3.2.2. Технологія виробництва молочної сироватки методом розпилювального сушіння

Сушіння використовується для виробництва сироватки і може розглядатися як метод консервування, заснований на принципі мінімізації впливу вологи на продукт в цілому. Результат сушіння по відношенню до кінцевого продукту становить :

- уповільнення мікробіологічних процесів
- зменшення хімічних реакцій;
- зменшення витрат на зберігання та транспортування продукту.

Після процесу сушіння властивості продукту

- необхідно зберігати до моменту використання продукту в харчових продуктах.

Суша молочна сироватка розпилювального сушіння має вищу якість і розчинність, оскільки практично миттєва сушка виключає локальне нагрівання продукту і денатурацію білків.

Сушіння – один з найбільш енергоємних процесів. Якщо при згущенні молока на кожний 1 кг випареної води витрачається 0,1+0,4 кг пари, то в розпилювальній сушарці на цю мету витрачається 3,0-3,8 кг пари, особливо в розпилювальній.

Розпилювальні сушильні установки. Сухі молочні продукти, що отримують за допомогою розпилювальних сушильних установок, котрі володіють високою розчинністю, що є підставою для їх використання. На сьогодні не існує машин, які були б аналогами до розпилювальних сушильних установок.

Сушіння крапель в сушильній багні розподіляють на 2 періоди:

- перший період є з постійними швидкостями сушіння;
- другий період із пониженням швидкостей сушіння.

Перший період можна спостерігати перед та початку процесу сушіння, тоді якщо кількість тепла, що надходить до частинок, витрачається на процес випаровування вологості, але температура частинок залишається стабільною становить близько 100°C.

Другий період починається через деякий час, коли кількість тепла, що надходить до частинок, є більшою, ніж є потреба його для випаровування води. У цей період температура частинки починає підвищуватися, що може призвести до небажаних фізико-хімічних змін.

Існує багато способів збільшення якості готового продукту та збільшення економії енергетичних ресурсів в процесі сушіння, що на сьогодні є дуже актуальним питанням, тому одним із таких способів є сушіння в дві та три стадії: перша стадія в розпилювальній сушарці, друга та третя стадії – сушіння в псевдокип'яченому шарі на поверхні, яка розміщена безпосередньо в сушильній камері або за її межами.

Додатковим важливим процесом при розпилювальному сушінні є агломерація (перезволоження і об'єднання дрібних частинок в агрегат) молочних продуктів, що дозволяє поліпшити такі показники, як розчинність, спікання, текучість [23].

Кожен з цих етапів сушіння вимагає конкретного технічного рішення з урахуванням особливостей молочних продуктів, таких як їх здатність до грудкування, прилипання до поверхні, займання.

Основним конструктивним елементом установок розпилювального сушіння є сушильна камера (башта), в яку вводиться обприскуваний продукт, а в якості сушильного агента використовується нагріте повітря.

Залежно від способу розпилення продукту сушарки розподіляються на дискові та форсункові [23]. У дискових сушарках продукт розпилюється під дією відцентрової сили, в форсункових – за рахунок сильного перепаду тиску при виході продукту з форсунки або під дією повітря. Напевно, підтверджується алгоритм, що занадто тонке розпилення швидше піддається висушуванню. Розподіл крапель за розміром повинен бути якомога вужчим, щоб забезпечити однаковий процес сушіння і, отже, однакову термічну обробку.

Етапи технологічного процесу сушіння продукту в розпилювальних установках проілюстровано на рисунку 3.4.

Кожен з цих етапів сушіння вимагає певного технічного рішення з урахуванням особливостей молочних продуктів, таких як їх здатність до злежування, прилипання до поверхні та самозаймання.

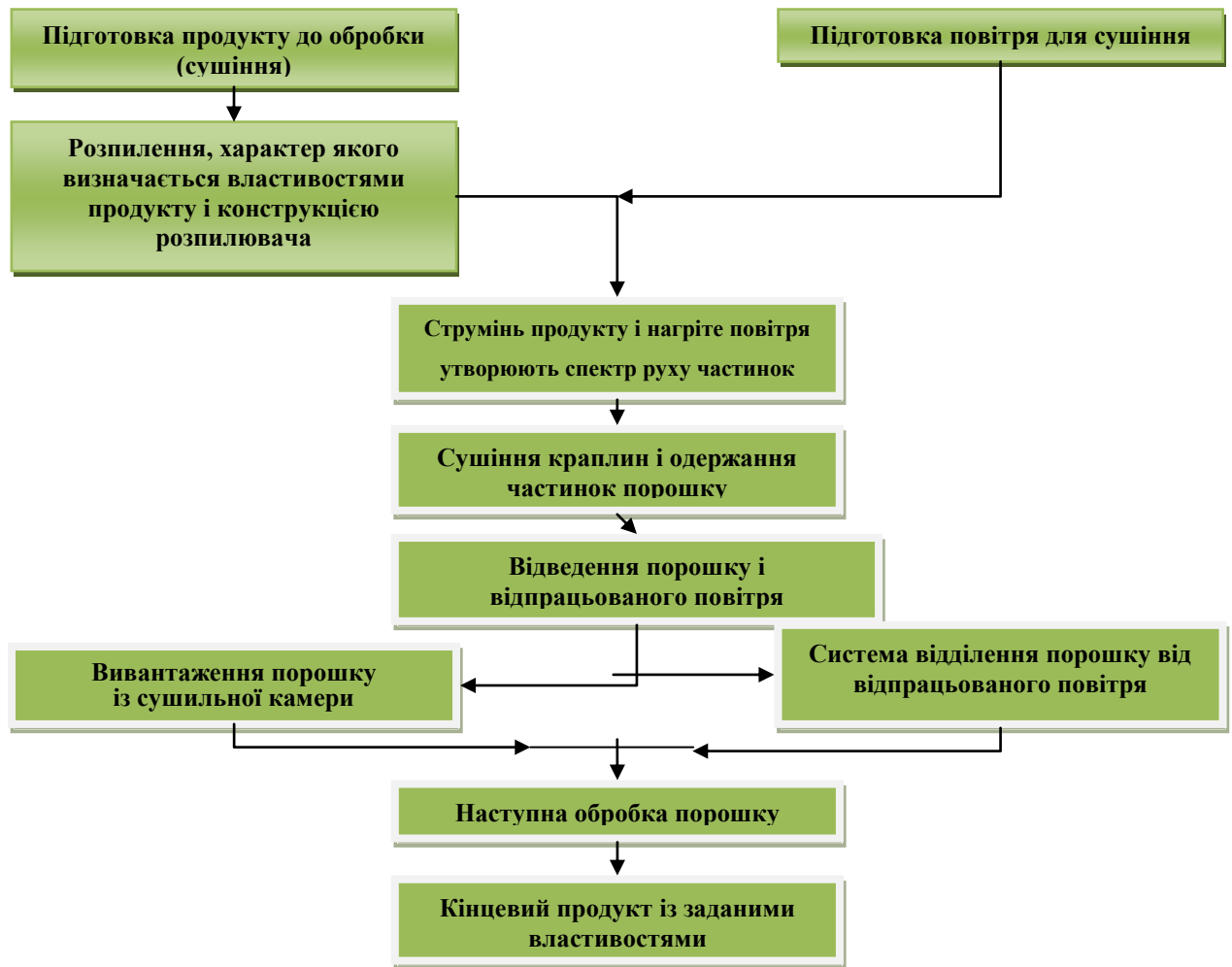


Рис. 3.4. Стадії технологічного процесу сушіння молочної сироватки на розпилювальних установках.

До здійснення процесу сушіння в сушильній установці пред'являються наступні вимоги:

- на достатньому рівні використання об'ємів камери сушіння;
- наймінімальніша кількість налипання на стіни порошку;
- у висушеного продукту відсутній контакт з гарячим повітрям;
- готовий сухий продукт необхідно вивантажити з камери сушіння

чим найшвидше.

Повітря, що надходить в сушарку, нагрівається до температури $160 + 200^{\circ}\text{C}$ на парових калориферах або за допомогою теплогенераторів прямого нагрівання.

По закінченню сушіння перед виходом із сушарки повітря відпрацьоване має температуру від 70 до 90°C і містить 110 ± 200 мг молока на 1 кг відпрацьованого повітря [2]. Для очищення повітря використовуються рукавні фільтри з матерії, очищення в циклонах, устаткування з дією мокрого очищення.

Продукт видаляється з сушильної башти скребковими механізмами, пневмосистемою, стрічковим, шнековим або вібраційним транспортером.

Переробне підприємство ВАТ «Омка» для сушіння молочної сироватки придбало вітчизняну систему сушіння А1-ОР2Ч, виробництва ПАТ «Калинівський машинобудівний завод», який спеціалізується на поставках та інсталяції обладнання для харчової та переробної промисловості (рис. 3.5-3.6.).

За технологічними характеристиками установка А1-ОР2Ч дозволяє отримувати продукт високої якості при низьких енерговитратах. Зниження якості продукції при розпилювальному сушінні найчастіше пов'язано з утворенням турбулентних потоків повітря в розпилювальній камері сушарки, високими температурами при виході продукту з сушарки і високими температурами на другому етапі сушіння.

Установка сушильна розпилювальна А1-ОР2Ч (має назви: сушка, сушарка, сушарка розпилювальна) призначений для сушіння незбираного і знежиреного згущеного молока, вершків натуральних і вершків, що містять рослинні жири, замінників незбираного молока, молока і молоковмісних сумішей – жирністю до 50%, а також концентрованої молочної сироватки, сирної і казеїнової сироватки.

Перевагою А1-ОР2Ч є те, що при сушінні строго дотримуються рекомендовані режими сушіння для конкретного продукту.

Сушіння продукту в установці здійснюється за триступеневою схемою (додаток Д).

Першим етапом установки є розпилювальна сушарка, де продукт розпилюється повітрям через механічні форсунки. Повітря рухається потоком паралельно продукту.



Рис. 3.5. Сушильна установка **A1-OP2Ч**



Рис. 3.6. Вакуум-випарна установка.

Високі температури продукту можуть бути використані для підвищення енергоефективності, оскільки продукт добре захищений вологою навколишнього повітря протягом усього періоду сушіння.

У нижній частині розпилювальної сушарки встановлений стрічковий конвеєр, по якому продукт рухається у вигляді напівсухої маси (Додаток Б). Коли продукт знаходиться на конвеєрі, проводиться другий етап сушіння.

Сухе повітря з більше низькими температурними режимами проходить через шари продукту, видаляючи вологу. Після продукт по конвеєрній стрічці потрапляє в камеру витримки, куди, в залежності від технології сушіння, повітря може взагалі не подаватися.

Рухаючись по транспортеру до камери сушіння, де подається гаряче повітря і в камеру охолодження.

Установка складається із наступних основних складальних одиниць:

1. Камера сушильна.
2. Система подачі продукту.
3. Установка теплогенераторна.
4. Система сепарування продукту (циклони, рукавний фільтр).

5. Система пневматичного транспортування продукту.
6. Система обдування камери сушильної.
7. Площини обслуговування.
8. Трап висувний.
9. Віброохолоджувач.
10. Установка відсмоктувального вентилятора.
11. Система обдування віброохолоджувача.
12. Система обдування даху.
13. Система обдування дна киплячого шару.
14. Система транспортування та упаковки продукту.
15. Таль електрична.
16. Магнітно-імпульсна установка звідоруйнування.
17. Автоматизована система та пункт електрообладнання.

Загалом, система А1-ОР2Ч є сушильною розпилювальною установкою, котра укомплектована комплексними системами, призначеними для фасування та пакування сухих молочних продуктів [49].

Щоб забезпечити найкращу якість та продуктивність технологічного обладнання при виробництві сухої молочної сироватки на етапі сушіння, пропонуємо в умовах ВАТ «Омка» використовувати розпилювальну установку А1-ОР2Ч.

3.4. Продуктовий розрахунок

На ВАТ «Омка» переробці підлягає вся молочна сироватка після виготовлення асортименту молочної продукції. На виході вона має вміст жиру – 0,1 % та масову частку сухих речовин – 6,5 %.

Тому, вихідними даними для визначення планових обсягів сироватки молочної сухої за основу беремо: знежирена сироватка з масовою часткою жиру 0,1 % та масовою часткою сухих речовин – 6,5 %.

Стандарти європейських виробників. Суха сироватка молочна

виготовляється з несолоної підсирної сироватки шляхом згущення і висушування.

Норма витрати: на отримання 1 тони сироватки сухої у виробництво йде 16,5 тони підсирної сироватки.

З 1 тони підсирної сироватки вихід сухої сироватки становить 60,6 кг.

Розрахунок норм витрати молочної сироватки на 1 тону 0,1%-ної жирності сухої молочної сироватки визначимо за формулою 3.1:

$$R_{\text{сиров.}} = (100 - B) \times 1000 / \text{СМЗ} \times (1 - 0,01 \times \Pi), \quad (3.1)$$

де $R_{\text{сиров.}}$ – норма витрат рідкої молочної сироватки на 1 тону сухої сироватки, тон;

B – масова частина вологи, яка міститься в сухій сироватці, %;

СМЗ – масова частина сухих речовин, яка знаходиться у рідкій сироватці, %;

Π – нормативи витрати сухих речовин в %, від маси сухих речовин на розпилювальних сушарках (для сироватки складає – 0,7 %).

$$R_{\text{сиров.}} = (100 - 4) \times 1000 / 6,5 \times (1 - 0,01 \times 0,7) = 14,7 \text{ тони}$$

3.5. Економічна ефективність досліджень

Висушування молочної сироватки є одним із способів повного використання усіх її сухих компонентів на основі промислової переробки. При цьому, готовий продукт може зберігатися практично необмежений час. Висушувати молочну сироватку, як і іншу молочну сировину, можна в основному двома способами – розпилювальним та плівковим [30].

Тому економічну ефективність визначали по витратах пов'язаних з переробкою молочної сироватки, залежно від методу сушіння. Результати наведено в табл. 3.6.

Таблиця 3.6

Економічна ефективність виробництва сироватки молочної сухої

Показник	Метод висушування молочної сироватки	
	плівковий	розпилювальний
Сировина і матеріали, грн.	25444	23759,2
Виробництво продукції, кг	1000	1000
Ціна реалізації 1 кг (без ПДВ), грн.	31,0	31,0
Виручка від реалізації, грн.	31000	31000
Валовий прибуток, грн.	5556	7240,8
Податок на прибуток (30 %), грн.	1666,8	2172,24
Чистий прибуток, грн.	3889,2	5068,56
Рентабельність, %	15,3	21,3

Рівень рентабельності виробництва сироватки молочної сухої розпилювального сушіння становить – 21,3 % і є вищим, ніж при плівковому сушінні на 6 %.

Проведені розрахунки показують, що виробництво сироватки молочної сухої методом розпилювання є доцільним та економічно вигідним в порівнянні з плівковим сушінням.

Це можна пояснити зменшенням вартості сировини, енерговитрат та меншою кількістю обслуговуючого персоналу.

ВИСНОВКИ

1. Переробка молочної сироватки є однією з основних проблем молокопереробних підприємств. Постійне збільшення виробництва молочної сироватки, її харчової та біологічної цінності вимагає пошуку новітніх, економічно обґрунтованих та енергозберігаючих методів переробки.

2. Відкрите акціонерне товариство «Овруцький молочноконсервний комбінат» знаходиться в м. Овруч Житомирської області та є сучасним підприємством по виробництву молочних продуктів. До складу підприємства входять виробничі цехи: молочних консервів, цільномолочний, маслоцех, цех виробництва сироватки та казеїну, а також жестянобаночний та цех готової продукції, інші допоміжні підрозділи і служби.

3. Суха сироватка молочна виготовляється з несолоної підсирної сироватки шляхом згущення і висушування. Норма витрати на отримання 1 т сироватки сухої у виробництво йде 16,5 т підсирної сироватки. З 1 т підсирної сироватки вихід сухої сироватки становить 60,6 кг.

4. За проведеними розрахунками встановлено, що при застосуванні розпилювальної сушильної установки на отримання 1 т сироватки витрачається 14,7 т підсирної сироватки, що менше на 10,9 % в порівнянні з виготовленням на плівковій сушильній установці.

5. Встановлено, що виробництво сироватки молочної сухої методом розпилювання є доцільним та економічно вигідним в порівнянні з плівковим. Рівень рентабельності виробництва сироватки молочної підсирної демінералізованої сухої розпилювального сушіння становить – 21,3 % і є вищим, ніж при плівковому сушінні на 6 %.

6. Виробництво на комбінаті налагоджено за принципом безвідходності та екологічного контролю, де не останню відіграє модернізована за останніми зразками технологічна база та суворий санітарно-епідеміологічний контроль. З огляду на це продукція комбінату відповідає стандартам і сертифікована за ISO 9001:2000.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

В умовах ТОВ «Овруцький молочноконсервний комбінат» пропонуємо при виробництві сироватки молочної підсирної демінералізованої сухої (СД-НФ) з рівнем демінералізації 40 %», виготовленої згідно з ТУ У 10.5-35293993-012:2014 замінити плівкову сушильну установку на розпилувальну, що дасть можливість затратити на 10,9 % підсирної сироватки менше для виробництва 1 тони готового продукту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Грек О. В., Скорченко Т. А. Технологія комбінованих продуктів на молочній основі : підручник. Нац. ун-т харч. технол. Київ : НУХТ, 2012. 362 с.
2. Грек О. В., Поліщук Г. Є., Онопрійчук О. О. Технологія продуктів зі знежиреного молока, молочної сироватки і маслянки : навч. посібник. Київ : НУХТ, 2011. 210 с.
3. Група компаній «Молочний альянс»: веб-сайт. URL: <http://milkalliance.com.ua/news.php> (дата звернення: 24.11.2022).
4. Дыкало Н. Еще раз о молочной сыворотке. *Молочная промышленность*. 2006. № 10. С. 72–73.
5. Доброхотова Т. Н. Новые идеи – новые технологии. *Сыроделие и маслоделие*. 2006. № 2. С. 22–23.
6. ДСТУ 2212:2003. Молочна промисловість. Виробництво молока та кисломолочних продуктів. Терміни та визначення понять. Київ : Держспоживстандарт України; Державний комітет стандартизації метрології і сертифікації України. 2008. 19 с.
7. ДСТУ 3662–97. Молоко коров'яче незбиране. Вимоги при закупівлі. Київ : Держспоживстандарт України; Державний комітет стандартизації метрології і сертифікації України. 2007. 13 с.
8. ДСТУ 4273–2003. Молоко та вершки сухі. Загальні технічні умови закупівлі. Київ : Держспоживстандарт України; Державний комітет стандартизації метрології і сертифікації України. 2008. 17 с.
9. ДСТУ 4552:2006. Сироватка молочна суха. Технічні умови. Київ: Держстандарт України. 14 с. [Чинний від 2007-01-01] : веб-сайт. URL http://ukrapk.com/gosts/milk/dsty_45522006_sirovatka_molochna_syha.html (дата звернення: 21.10.2022).

10. Евдокимов И. А. Современное состояние и перспективы переработки молочной сыворотки. *Молочная промышленность*. 2006. № 2. С. 34–36.
11. Золотарева М. С., Михнева В. А., Евдокимов И. А., Чаблин Б. В. Молочная сыворотка в технологии выработки цельномолочных продуктов. *Переработка молока*. 2010. №5. С. 6–8.
12. Кравченко Э. Ф., Яковлева О. А. Рациональное использования молочной сыворотки. *Молочная промышленность*. 2007. № 8. С.46.
13. Кочубей-Литвиненко О. В., Ющенко Н. М. Технологія отримання та первинного оброблення молока : підручник. Київ : НУХТ, 2013. 211 с.
14. Кузьмін Є. С. Ефективність інвестицій підприємств молочної промисловості : монографія. Київ : ІАЕ, 2015. 254 с.
15. Маньковський А. Я., Кравців Р. Й., Богданов Г. О. Технологія переробки молока. Львів, 2003. 451 с.
16. Молоко та молочні продукти. Нормативні документи: довід. / За заг. ред. В. Л. Иванова. Львів : НІЦ “Леонорм”, 2000. Т.1. 402 с.
17. Молоко та молочні продукти. Нормативні документи: довід. / За заг. ред. В. Л. Иванова. Львів : НІЦ “Леонорм”, 2000. Т.2. 344 с.
18. Молоко та молочні продукти. Нормативні документи: довід. / За заг. ред. В. Л. Иванова. Львів : НІЦ “Леонорм”, 2000. Т.3. 308 с.
19. Міністерство аграрної політики України: веб-сайт. URL: <http://www.minagro.gov.ua/> (дата звернення: 12.12.2021).
20. Мінорова А.В., Романчук, О.П. Недорізанюк, Н.Л. Крушельницька Застосування електродіалісної обробки для знесолювання молочної сироватки. *Вісник аграрної науки*. 2010. №3. С. 58–60.
21. Молоко та молочні продукти. Нормативні документи: довідн. / За заг. ред. В. Л. Иванова. Львів : НІЦ “Леонорм”, Т.4. 290 с.
22. Молоко та молочні продукти: географія продажів, імпортери, обсяг експорту і виробництва. URL: <https://kurkul.com/spetsproekty/1179-moloko-ta-molochni-produkti-geografiya-prodajiv-importeri-obsyag-eksportu-i-virobnitstva> (дата звернення: 29.11.2022).

23. Обладнання для виробництва сухого молока, сироватки. веб-сайт. URL: <http://www.palladium-milk.com.ua/ukr/catalog/oborudovanie-suhoe-moloko/> (дата звернення: 18.11.2022).
24. Павлоцкая Л. Ф., Дуденко Н. В., Евлаш В. В. Пищевая, биологическая ценность и безопасность сырья и продуктов его переработки: учебник. Киев : Фирма «ИНКОС», 2007. 287 с.
25. Піддубна Л. М., Ковальчук І. В., Лісогурська Д. В. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційних робіт студентами технологічного факультету. Житомир: В-во ЖНАЕУ, 2019. 28 с.
26. Перцевий Ф. В., Гурський П. В. Технологія переробки молока: навч. посіб. Харків: ХДУХТ, 2006. 378 с.
27. Переробка відходів молочного виробництва: веб-сайт. URL: <http://molprom.com.ua/docs/dairy-industry-2008-issue-03-page-22-25.pdf> (дата звернення: 20.10.2022).
28. Продукты, получаемые с помощью методов мембранной фильтрации. /автор текста ООО «ГЕА Процессный инжиниринг. *Молочная промышленность*. 2010. №1. С. 38–39.
29. Ромоданова В. О., Костенко Т. П. Лабораторний практикум з технохімічного контролю підприємств молочної промисловості. К.: УДУХТ, 1997. 101 с.
30. Скорченко Т. А., Поліщук Г. Є., Грек О. В., Кочубей О. В. Технологія незбираномолочних продуктів: навч. посіб. Вінниця : Нова книга, 2005. 264 с.
31. Скорченко Т. А. Аналіз факторів, що формують якість сухих молочних продуктів. *Молокопереробка*. 2010. 31 с.
32. Сучасний стан і місце підприємств молочної промисловості на продовольчому ринку України: веб-сайт. URL: http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/3622/1/2012_2.pdf (дата звернення: 28.10.2022).
33. Технологічне обладнання молочних виробництв : навч. посіб. / Г. О. Єресько, М. М. Шинкарик, В. Я. Ворощук. Київ : Інкос, Центр навч. літ.,

2007. 344 с.

34. Товажнянский Л. Л., Бухкало С. І., Капустенко П. О. Загальна технологія харчових виробництв у прикладах і задачах: підручн. Київ: Центр навчальної літератури, 2005. 496 с.

35. Токаев Э. С., Баженова Е. Н., Мироедов Р. Ю. Сывороточные белки для функциональных напитков. *Молочная промышленность*. 2007. № 10. С. 55.

36. Установки для сушіння молока і молочних продуктів: веб-сайт. URL: <http://tovar.dt-kt.net/books/book-8/chapter-782/> (дата звернення: 24.11.2022).

37. Хімічний склад і фізичні характеристики молочних продуктів: довідник: навч. посіб. / О. М. Скарбовійчук, О. В. Кочубей-Литвиненко, О. А. Чернюшок, В. Г. Федоров. К.: НУХТ, 2012. 311 с.

38. Чуян Т. С. Технологія виробництва сироватки розпилювального сушіння. *Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва*: наук.-теор. зб. Житомир: ЖНАЕУ, 2019. Вип. 12. С. 199–201.

39. Adlerova L, Bartoskova A, Faldyna M (2008) Lactoferrin: a review. *Vet Med (Praha)* 53:457–468.

40. Aldrich ND, Reicks MM, Sibley SD, Redmon JB, Thomas W, Raatz SK (2011) Varying protein source and quantity do not significantly improve weight loss, fat loss, or satiety in reduced energy diets among midlife adults. *Nutr Res* 31:104–112.

41. Althouse PJ, Dinakar P, Kilara A (1995) Screening of proteolytic enzymes to enhance foaming of whey protein isolates. *J Food Sci* 60:1110–1112.

42. Bazinet L (2005) Electrodialytic phenomena and their applications in the dairy industry: a review. *Crit Rev Food Sci Nutr* 44:525–544.

43. Fox PF (2011) Milk|introduction. In: *Fuquay JW (ed) Encyclopedia of dairy sciences, 2nd edn*. Academic, San Diego, pp 458–466.

44. Gernigon G, Schuck P, Jeantet R, Burling H (2011) Whey processing|demineralization. In: *Fuquay JW (ed) Encyclopedia of dairy sciences, 2nd edn*. Academic, San Diego, pp 738–743.

45. Gesan-Guiziou G (2010) Separation technologies in dairy and egg processing. In: Rizvi SSH (ed) *Separation, extraction and concentration processes in the food, beverage and nutraceutical industries*. Woodhead, Cambridge, pp 341–380.

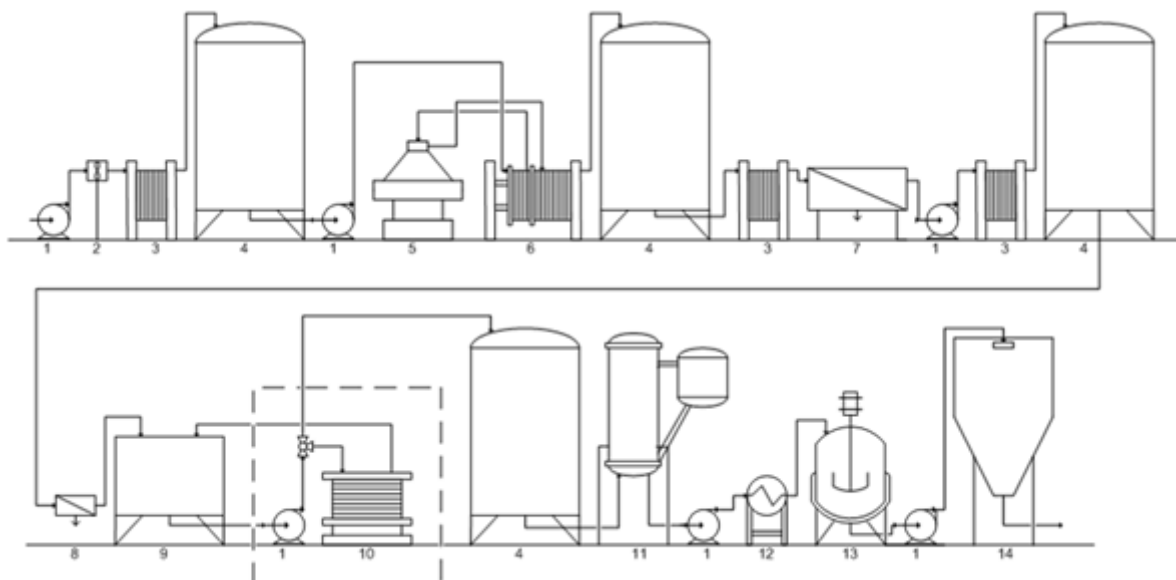
46. Indrani D., Prabhasankar P. Influence of whey protein concentrate on the rheological characteristics of dough, microstructure and quality of unleavened flat bread (parotta). *Food Research International*. 2007. Vol.14. P.1254–1260.

47. Singh H (2011) Aspects of milk-protein-stabilised emulsions. *Food Hydrocoll.* 25:1938–1944.

48. Sodini I., Mattas J., Tong P. Influence of pH and heat treatment of whey on the functional properties of whey protein concentrates in yoghurt. *Int. Dairy Journal*. 2006. Vol.16. P.1464–1469.

49. Калинівський машинобудівний завод. Сушільні установки. URL: <https://kmbp.com.ua/produksiya/rishennia-dlia-molochnoi-promyslovosti/sushilni-ustanovki> (дата звернення: 23.05.2022).

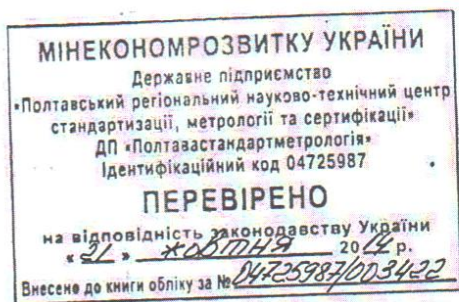
Технологічна схема виробництва демінералізованої молочної сироватки з використанням мембранної установки і електродіаліз



1 – насос; 2 – лічильник; 3 – охолоджувач; 4 – резервуар; 5 – сепаратор-очисник Ж5-ОХ2-С; 6 – пастеризаційно-охолоджувальна установка; 7 – баромембранна установка; 8 – фільтр для грубого очищення; 9 – резервуар; 10 – електродіалізна установка; 11 – вакуум-випарна установка; 12 – трубчатий теплообмінник; 13 – кристалізатор-охолоджувач; 14 – розпилювальна установка.

ДКПШ 10.51.55-30.00

УКНД 67.100



**СИРОВАТКА МОЛОЧНА
ДЕМІНЕРАЛІЗОВАНА СУХА
ТЕХНІЧНІ УМОВИ
ТУ У 10.5-35293993-012:2014**

(Уведено вперше)

Дата надання чинності 21.10.2014Чинні до 21.10.2019**ПОГОДЖЕНО**Державна санітарно-епідеміологічна
служба УкраїниВисновок державної санітарно -
епідеміологічної експертизи№ 05.02.02-06/62857від 13.10.2014**РОЗРОБЛЕНО**

Головний технолог

ТОВ «ТЕХМОЛПРОМ»

Л.С. Година

«30» 07 2014 р.





Фото. 1-2. Розпилювальна установка.

Сироватка молочна підсирна демінералізована суха (СД-НФ) з рівнем демінералізації 40 % розпилювального сушіння» згідно з ТУ У 10.5-35293993-012:2014.



Сироватка молочна

Сегмент:	Харчові інгредієнти
Ринки і застосування:	Дієтичні добавки, харчові продукти
Склад	Суха демінералізована молочна сироватка – продукт, отриманий в результаті висушування сирної, підсирної або казеїнової сироваток, з якої вилучена частина мінеральних солей. Від натуральної сироватки демінералізовану суха речовина відрізняється поліпшеними органолептичними характеристиками, більшою розчинністю і меншою кислотністю. Виділяють кілька ступенів демінералізації від 20 до 90 %.
Опис	Сироватка має солодкий молочний смак, іноді з солонуватим або кислуватим присмаком. Являє собою тонкодисперсний порошок, допускається наявність грудочок, які легко розсипаються при механічному впливі. Колір від білого до кремового. Продукт характеризується високим вмістом білка і лактози.
Функції (застосування)	На сьогоднішній день встановлено сфери використання демінералізованої молочної сироватки в харчовій промисловості: – для виробництва молочних продуктів (морозиво, сирні пасти, дитяче харчування, плавлені сири); – для кондитерських і хлібобулочних виробів (пряники, торти, печиво, цукерки, здобний хліб); – для м'ясних продуктів (ковбаси варені, шинка, паштети); – для лікарських препаратів.

Додаток 3

Фізико-хімічні показники сироватки

Показник	Норма для		Метод контролювання
	молочної	молочно-кислої	
Масова частка води, %, не більше	5,0	4,5	Згідно з ГОСТ 29246
Масова частка лактози, %, не менше	60,0	60,0	Згідно з ГОСТ 29248
Масова частка жиру, %, не більше	2,0	2,0	Згідно з ГОСТ 29247
Кислотність титрована сироватки, відновленої до масової частки сухих речовин 6,5 %, °Т, не більше	20	Від 75 до 95	Згідно з ГОСТ 30305.3
Індекс розчинності, см ³ сирого осаду, не більше	0,8 (1,6)	0,8	Згідно з ГОСТ 30305.4

Примітка 1. Масова частка білка повинна бути не меншою ніж:
 для сироватки молочної сухої — 10 %;
 для сироватки молочної кислої сухої – 7 %.