

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

Факультет ветеринарної медицини та тваринництва

Кафедра біоресурсів, тваринництва та аквакультури

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

ДЗЕНЗІЛОВСЬКА ОЛЬГА ОЛЕКСАНДРІВНА

УДК 637.143.6

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА СУХОГО МОЛОКА В УМОВАХ ДП
«СТАРОКОСТЯНТИНІВСЬКИЙ МОЛОЧНИЙ ЗАВОД» (М. ЖИТОМИР)**

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
_____ Ольга ДЗЕНЗІЛОВСЬКА

Керівник роботи:
Віта ТРОХИМЕНКО,
кандидат с.-г. наук, доцент

Житомир – 2025

Висновок кафедри біоресурсів, тваринництва та аквакультури

за результатами попереднього захисту:

Протокол засідання кафедри біоресурсів, тваринництва та аквакультури № ____
від « ____ » _____ 2025 р.

Завідувач кафедри біоресурсів,
тваринництва та аквакультури _____
_____ Діна ЛІСОГУРСЬКА

« ____ » _____ 2025 р.

Результати захисту кваліфікаційної роботи

Здобувач вищої освіти Ольга ДЗЕНЗІЛОВСЬКА захистила кваліфікаційну роботу з оцінкою:

сума балів за 100-бальною шкалою _____

за шкалою ECTS _____

за національною шкалою _____

Секретар ЕК

_____ (підпис)

АНОТАЦІЯ

Дзензіловська О.О. Технологія виробництва сухого молока в умовах ДП «Старокостянтинівський молочний завод» м. Житомир – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістр за спеціальністю 204 «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва». – Поліський національний університет, Житомир, 2025 рік.

У даній роботі досліджено технологію виробництва сухого молока в умовах ДП «Старокостянтинівський молочний завод», зокрема проаналізовано показники якості сировини та готового сухого молока відповідно до чинних нормативних документів.

Ключові слова: сухе молоко, молоко-сировина, розпилювальне сушіння, технологічний процес, мікробіологічні показники, ступінь теплової обробки.

ANNOTATION

Dzenzilovska O.O. Technology of powdered milk production in the conditions of se "Starokostyantynivsky dairy plant" Zhytomyr - Qualification work in the form of a manuscript.

Master's qualification thesis for the degree in specialty 204 "Technology of Production and Processing of Livestock Products." – Polissia National University, 2025.

This work investigates the technology of milk powder production in the conditions of the State Enterprise "Starokostyantynivka Dairy Plant", in particular, the quality indicators of cow's milk and finished milk powder were analyzed in accordance with current regulatory documents.

Key words: powdered milk, raw milk, spray drying, technological process, microbiological indicators, degree of heat treatment.

ЗМІСТ

ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. Огляд літератури	8
1.1. Характеристика сировини для виробництва сухого молока	8
1.2. Технологія виробництва сухого молока	9
1.3. Види сухого молока та їх властивостей	11
1.4. Фактори, що впливають на якість сухого молока	13
РОЗДІЛ 2. Матеріали, методика, місце та умови проведення досліджень	16
2.1. Місце та умови проведення досліджень	16
2.2. Матеріали та методика проведення досліджень	17
РОЗДІЛ 3. Результати досліджень	22
3.1. Оцінка сировини для виробництва сухого молока	22
3.2. Технологічна схема виробництва сухого молока	24
3.3. Органолептичні та фізико-хімічні показники якості дослідних зразків готового сухого молока	27
ВИСНОВКИ	30
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	32

ВСТУП

Молокопереробна промисловість України є однією з ключових секторів агропромислового комплексу. Особливе місце у напрямках переробки молока займає технологія виробництва сухого молока. Це високопоживний продукт, що має високу якість та тривалий термін зберігання. Сухий молочний порошок має широке використання у харчовій промисловості, а саме, у кондитерських, хлібобулочних виробках, дитячому харчуванні та у виробництві інших молочних продуктів[1;2]. Завдяки зручності у зберіганні, транспортуванні та використанні сухе молоко має неабиякий попит[3]. Також цей продукт є вагомою експортною позицією України[1].

Для отримання сухого молока високої якості необхідно забезпечити відповідні умови на усіх етапах технологічного процесу виробництва продукту[4]. Технологічний процес включає етапи від приймання та підготовки сировини до теплової обробки, сушіння та зберігання готового продукту. Ці етапи є ключовими при виробництві, адже напряду впливають на збереження білкової структури, попередження окислення жиру та запобігають зайвому мікробіологічному впливу[5;6]. Сухе молоко виготовляють у більшості розпилювальним методом, оскільки це забезпечує мінімальні зміни у поживному складі молока[6;9]. Також цей метод дозволяє отримати дрібнодисперсний порошок білого кольору з високою розчинністю та оптимальними функціональними і технологічними властивостями[4;10]. Тоді як методом вальцевого сушіння отримують порошок з дещо більшими частинками та кремовим відтінком.

ДП «Старокостянтинівський молочний завод» є провідним молокопереробним підприємством, що спеціалізується на виробництві молочних продуктів. Завод оснащений сучасними лініями нормалізації, пастеризації, вакуумного випаровування та розпилювальними сушарками, що дозволяє забезпечувати безперервний цикл виробництва сухих молочних продуктів (молоко, сироватка, казеїн). Аналіз технології виробництва сухого молока в умовах даного підприємства має важливе практичне значення,

оскільки дозволяє оцінити вплив виробничих чинників та режимів обробки на якість кінцевої продукції[8;9].

Метою роботи є комплексне вивчення технології виробництва сухого молока в умовах ДП «Старокостянтинівський молочний завод», визначення її особливостей, ефективності та проблемних аспектів, а також оцінювання показників якості готового молочного порошку відповідно до діючих стандартів.

Об'єктом дослідження є виробничий технологічний процес сушіння молока на підприємстві.

Предметом дослідження є фізико-хімічні, мікробіологічні, органолептичні та технологічні властивості сухого молока як кінцевого продукту промислової дегідратації.

Завданням дослідження є охарактеризувати сировинну базу з позицій придатності до сушіння, описати послідовність технологічних операцій на заводі, проаналізувати режими пастеризації та вакуумного концентрування, встановити переваги та недоліки застосованого способу сушіння, дослідити показники якості сухого молока та визначити можливості удосконалення технологічного процесу з метою підвищення стабільності та конкурентноспроможності продукції.

Отримані результати можуть бути використані для оптимізації виробничих режимів, покращення розчинності та зберігання молочного порошку, а також для технологічного контролю безпечності та якості продукції.

Перелік публікацій за темою досліджень:

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота викладена на 34 сторінках друкованого тексту і включає 4 таблиці, 1 рисунок. Список використаної літератури налічує 43 джерела, у тому числі – 11 іноземних видань.

РОЗДІЛ 1. Огляд літератури

1.1. Характеристика сировини для виробництва сухого молока

Сировина для виробництва сухого молока це молоко-сировина, яке повинно відповідати вимогам безпечності та технологічної придатності ДСТУ 3662:2018 Молоко-сировина коров'яче. Технічні умови [3, с.94;10]. Для сушіння потрібно використовувати молоко не нижче 1 гатунку, що отримане від клінічно здорових корів, без вмісту антибіотиків, мийно-дезінфікаційних засобів та інших механічних домішок [5;7, с.28].

Ключовим показником придатності молока є титрована кислотність. Цей показник має перебувати у межах 16-18 °Т. Підвищена кислотність зменшує термостійкість і спричиняє ризик коагуляції казеїну при впливі температури та концентруванні [4, с.35;14]. Термостійкість молока повинна бути не нижче 3 групи за алкогольною пробою (етанол 70-72%), яка гарантує витримування пастеризаційних температур без денатураційних зрушень білкової фракції [6, с.62;9].

Масова частка жиру у молоці, що використовується для виробництва сухого знежиреного молока зазвичай нормалізується до 2,5-3,2%. Для сухого незбираного молока цей показник має бути у межах від 3,2 до 3,6%. Такі показники забезпечують оптимальну дисперсність жирової фази та знижує ризик окиснення під час зберігання готового продукту [2;10;12, с.17].

Вміст білка в сировині має бути не менше 3%, адже білки формують основну структурну матрицю частинок, що залишаються після сушіння. Цей показник напряму впливає на розчинність, емульгування та відновлюваність готового продукту [3, с.100;7;20]. Нормативне значення густини молока має бути в межах 1027-1032 кг/м³. Густина є індикатором кількості сухих речовин молока [3;7].

Критично важливим показником для виробництва сухого молока є мікробіологічна чистота. Цей показник не може перевищувати: кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів 3×10^5 КУО/см³, кількість соматичних клітин $\leq 5 \times 10^5$ /см³, при цьому в 0,1 см³ молока

має бути відсутня бактерія групи кишкової палички. У 25 см³ не має бути патогенів, включно з *Salmonella* та *L. monocytogenes* [5; 11].

Молоко-сировину попередньо очищують на сепараторах-молокоочисниках для зменшення механічних домішок. Також не менш важливим є стабільність солей кальцію та фосфору, адже їх дисбаланс може зменшити розчинність і спричинити налипання порошку на поверхні обладнання під час термічного впливу.

Технологічно придатне молоко-сировина для виробництва сухого молока має відповідати нормативним показникам, а також бути безпечним для використання у харчовій промисловості. Стабільність усіх показників забезпечує правильний процес дегідратації та формування порошку з високими функціональними властивостями.

1.2. Технологія виробництва сухого молока

Усі методи сушіння молока формуються на основі теплової дегідратації рідини до стану порошку. Першим промисловим способом була вальцева (плівкова, контактна) сушка. Нормалізоване молоко наноситься тонким шаром на поверхню гарячих (120-150 °С) металевих вальців. Відбувається миттєве випаровування вологи. Суха плівка, що утворилась знімається ножами та подрібнюється у порошок [8, с.35; 18]. Це доволі простий метод, але він має свої недоліки: карамелізація лактози, руйнування сироваткових білків та присмак термічної обробки у готовому продукті [14;17].

Також ще одним класичним способом вважається камерна (тунельна) сушка гарячим повітрям. Через камери із лотками молока циркулюється гаряче повітря. Цей процес значно триваліший, ніж попередній, та має свої недоліки: часточки молока формуються менш пористими, тому відновлюваність готового продукту значно нижча [13].

Найбільш популярний зараз спосіб сушіння – розпилювальний. Суть: молоко проходить вакуумне випаровування, у результаті чого утворюється концентрований розчин (40-50% сухих речовин), який розпилюється через

спеціальні форсунки або дискові атомайзери у гаряче повітря (160-200 °C) [5;21]. Даний метод забезпечує формування достатньо пористої частинки, що має добру розчинність та відновлюваність, а також нижчі структурні зміни білка та жиру, ніж у контактних способів [6;21]. Розпилювання форсунками формує порошок розміром 10-60 мкм, у той час як дисковий атомайзер – 20-120 мкм. Другий варіант дає можливість регулювати гігроскопічність, розчинність та густину насипання [19].

Сучасні інноваційні підходи сушіння молока направлені на зниження енерговитрат, мінімізацію теплового впливу та підвищення харчової та технологічної цінності продукту.

Одним із таких підходів є сушіння у дві або три стадії. На першому етапі відбувається розпилювальне сушіння до 6-8% вологості. Далі відбувається досушування продукту у віброкиплячому шарі або в інтегрованих флюїд-бедерах до 2,5 – 4% вологості. Такий підхід підвищує розчинність, зменшує налипання продукту та покращує структурні особливості порошку [6, с.50; 23].

Низькотемпературна вакуумна сушка також є одним з сучасних методів. Головна особливість – це сушіння при температурі 40-70 °C та при зниженому тиску. За допомогою такої технології значно краще зберігається якість білку та знижується відсоток окислення жиру. Але цей спосіб є дороговартісним та тривалим у часі, тому використовується здебільшого для виробництва сухих молочних продуктів преміум якості [9; 10].

Мембранний метод концентрування перед сушінням продукту дозволяє збільшити відсоток сухих речовин без нагрівання до високих температур, регулювати співвідношення білку до лактози, а також зменшувати навантаження на вакуумні випаровувачі, що знижує енергоспоживання на етапі видалення вологи [6, с.55; 20; 24].

Рекуперація тепла відпрацьованого повітря, автоматизовані системи контролю температур, вологості на основі PLC-логіки, частотне регулювання двигунів вентиляторів та насосів дає змогу забезпечувати стабільний процес виробництва [25;26]. Застосування цих інноваційних підходів знижує відсоток

браку продукції та мінімізує людський фактор. У сфері якості сухих молочних продуктів існують такі сучасні підходи: застосування антиоксидантів для жиромістких порошків, газо-бар'єрне пакування з інертним середовищем [11;27].

Існує метод freeze-drying (ліофільне сушіння), під час якого вологу з продукту видаляють шляхом сублімації льоду при температурі від -40 до -20 °С у вакуумі. Даний метод забезпечує найвищу якість готового продукту. Порошок має високу харову цінність та добру розчинність. Проте спосіб є енерговитратним тому застосовується переважно для дитячого харчування [21; 28; 30].

1.3. Види сухого молока та їх властивостей

Сухе молоко є широкою групою продуктів, що відрізняються за складом, функціонально-технологічними характеристиками та призначенням. Основою для класифікації є масова частка жиру, ступінь денатурації білків, метод сушіння, дисперсність, розчинність, а також спеціальні властивості, сформовані технологічними модифікаціями або мембранною обробкою [31; 34].

Найпоширенішим видом є знежирене сухе молоко (ЗСМ), що містить до 1,5% жиру та 34-37% білка. Йому притаманна висока розчинність, світлий кремований колір та нейтральний смак. ЗСМ використовують у виробництві кисломолочної продукції, хлібобулочних виробів, кондитерських виробів, м'ясної продукції та як стабілізатор структури морозива. Збереження високої розчинності пов'язане з мінімальною термічною деструкцією білків та низьким рівнем реакцій меланоїдиноутворення. Останнє має важливе значення у формуванні кольору, смаку та запаху у готовому продукті (це реакція між амінокислотами та редукуючими цукрами під впливом високої температури) [35;36].

Цільне сухе молоко (ЦСМ) містить 26-28% жиру та характеризується підвищеною схильністю до окиснювальних змін. Для умовільнення прогіркання застосовують герметичне пакування, бар'єрні матеріали та

інертний газ (здебільшого азот), що мінімізує контакт з киснем [37]. Жирова фаза надає продукту насичений смак, однак одночасно знижує термостійкість та скорочує термін зберігання [33].

Серед технологічних різновидів виділяють інстантне (агломероване) сухе молоко, для якого характерне попереднє зволоження парою та формування пористих гранул. Унаслідок утворення агломератів продукт отримує підвищену змочуваність, покращене дисперсування та швидке розчинення без утворення грудочок [35;36]. Інстантні види широко застосовуються у побуті, а також для виробництва напоїв, какао-сумішей та сухих концентратів.

Важливою групою є модифіковані сухі молочні продукти, отримані шляхом мембранної фільтрації або ферментативної обробки. До них належать:

- Білково-збагачені сухі порошки (до 42-55% білка);
- Низьколактозні та безлактозні продукти, де лактоза гідролізована лактозою;
- Частково демінералізоване сухе молоко, яке має покращену розчинність і м'якший смак;
- Функціональні види, збагачені пребіотиками, вітамінами та мінералами.

Такі продукти широко застосовуються у виробництві дитячого харчування, спортивних сумішей та лікувально-профілактичних продуктів [39;40].

Окрему категорію становлять ліофільно висушене молоко, у якому вода видалена шляхом сублімації льоду. Такий спосіб дозволяє максимально зберегти структуру білків, ароматичні речовини, жиророзчинні вітаміни та ферменти. Ліофільний порошок має найвищу розчинність серед усіх видів сухого молока, проте висока собівартість обмежує його використання переважно фармацевтичними та спеціалізованими галузями [38].

Додатково класифікаційною ознакою є ступінь термічної обробки, який визначає поведінку білків під час сушки та подальшої обробки:

- ✓ Низькотемпературне сухе молоко має найвищу розчинність і зберігає нативні властивості сироваткових білків;
- ✓ Середньотемпературне застосовується у хлібопекарській промисловості завдяки підвищеній в'язкості після відновлення;
- ✓ Високотемпературне забезпечує кращу стабільність білкової матриці, тому використовується у виробництві морозива та кондитерських виробів [31;36].

Загалом, сучасна класифікація сухого молока охоплює широкий спектр продуктів, що дозволяє адаптувати їх до різних потреб харчової промисловості – від звичайного побутового використання до виготовлення високоспеціалізованих харчових сумішей та функціональних продуктів [37].

1.4. Фактори, що впливають на якість сухого молока

Якість сухого молока визначається сукупністю властивостей, що формуються в результаті взаємодії сировинних, технологічних, фізико-хімічних, мікробіологічних факторів, а також умов зберігання та використання. Кінцеві характеристики продукту значною мірою залежать від початкової якості молока-сировини, а також від точності дотримання параметрів технологічного процесу на усіх етапах виробництва. Згідно з вимогами міжнародних стандартів Codex Alimentarius та чинних національних нормативів (ДСТУ 2661:2010 «Молоко сухе», ДСТУ 3662:2018 «Молоко-сировина коров'яче. Технічні умови», якість сухого молока повинна відповідати встановленим межам за органолептичними, фізико-хімічними та мікробіологічними показниками [36].

Основною передумовою виготовлення високоякісного сухого молока є використання свіжого та безпечного коров'ячого молока з оптимальними технологічними характеристиками. До ключових чинників належать масова частка білка (не менше 2,8%) та жиру (від 0,05% у знежиреному до 3,4% у незбираному молоці). Не менш важливим є показник кислотності, що має бути в межах 16-18°Т, щільність (1027-1032 кг/м³). Також враховують

термостійкість білкового комплексу, вміст мінеральних речовин та сухих речовин загалом [40].

Якість молока за мікробіологічними показниками визначається за допомогою наступних показників: кількість мезофільних аеробних бактерій не повинна перевищувати $\leq 3 \times 10^5$ КУО/см³, соматичні клітини ≤ 400 тис./см³ [37]. Підвищений рівень бактерій чи залишки антибіотиків можуть спричинити дефекти смаку та зниження термостійкості білків, що ускладнює процес сушіння і погіршує якість порошку [41]. Тому відбір проб сировини для контролю цих показників, а також первинна обробка молока є критично важливими для формування стабільних властивостей готового продукту.

Технологічний процес виробництва сухого молока охоплює низку послідовних операцій, кожна з яких здатна впливати на формування дефектів або, навпаки, забезпечувати стабільність якості готового продукту.

До основних технологічних факторів належать термообробка, гомогенізація, згущення, сушіння та агломерація. Термообробка молока проходить шляхом його пастеризації. Зазвичай це миттєва обробка 15-20 секунд при температурі 85-95 °С. Важливо зберігати необхідні умови пастеризації, адже недостатня пастеризація не знизить мікробіологічних ризиків, а надмірна призведе до денатурації білків та зміни їх функціональних властивостей [36]. Ефективність Гомогенізації визначає структурні властивості жирової фази. Порушення на цьому етапі здатні спричинити розшарування жиру або утворення нерівномірних гранул під час сушіння [38].

Загущення та сушіння молока є найбільш критичними етапами, оскільки якість продукту формується під впливом температури повітря, швидкості випаровування вологи, тривалості сушіння та особливостей обладнання. Надмірне нагрівання викликає реакції Майара, що у подальшому проявляється потемнінням кольору, появою стороннього присмаку та загалом зменшує мікробіологічну цінність готового продукту [40]. Порушення процесу агломерації призводить до утворення порошку з пилоподібною фракцією або схильністю до грудкування. Цей процес відповідає за формування рівномірної

гранульованої структури та забезпечує миттєву розчинність готового сухого молока [41].

Дотримання встановлених нормативів щодо сировини та забезпечення усіх умов правильного технологічного процесу є ключовою умовою отримання стабільно високої якості готового продукту.

РОЗДІЛ 2. Матеріали, методика, місце та умови проведення досліджень

2.1. Місце та умови проведення досліджень

Дослідження проводилися на базі виробничих і лабораторних підрозділів ДП «Старокостянтинівський молочний завод», який є сучасним переробним підприємством повного циклу, що спеціалізується на випуску сухого молока, масла, казеїну та іншої молочної продукції.

Корпорація «Укрпродукт Груп» об'єднує 4 підприємства. Завод у місті Старокостянтинів, Хмельницької області, що спеціалізується на виробництві сухих молочних продуктів, твердого сиру, масла, спредів та інших молочних продуктів. Завод у селищі Летичів, Хмельницької області виробляє технічний казеїн. Завод у місті Житомир з виробництва плавлених сирів та продуктів з комбінованим складом сировини. А також, завод у місті Житомир, що виготовляє квас, комбучу та інші освіжаючі напої.

Дане підприємство вдало поєднує як традиційні, так і сучасні підходи у виробництві. Нещодавно проводилась одна з масштабних реконструкцій, яка дала змогу оновити обладнання та розширити виробничі приміщення. Також керівництво заводу збільшило фонд оплати праці та активно залучає нових працівників. Це свідчить, що підприємство зацікавлене у збереженні спеціалістів та готове гідно оплачувати їх працю, а також дає можливість новим працівникам здобувати досвід.

Завод оснащений високотехнологічним апаратами для досліджень, включаючи сепаратори-нормалізатори, пастеризаційні установки, вакуум-випарні апарати та розпилювальні сушарки закритого типу. Лабораторія підприємства акредитована відповідно до вимог ДСТУ ISO/IEC 17025 та забезпечена засобами контролю фізико-хімічних і мікробіологічних показників молочної сировини та готового сухого молока.

Умови проведення досліджень відповідали реальним виробничим режимам підприємства. Контрольні відбори проводилися протягом трьох виробничих циклів у період стабільної роботи сушильного обладнання та

нормального забезпечення підприємства молочною сировиною. Температурно-вологісні умови приміщень відповідали санітарним нормам: температура у зоні виробництва від +18 до +22°C, у лабораторії +20±2 °С, відносна вологість не перевищувала 65%.

2.2. Матеріали та методика проведення дослідження

Матеріалом для дослідження слугувало коров'яче молоко, що надходило від фермерських господарств Хмельницької області та відповідало вимогам ДСТУ 3662:2018 «Молоко-сировина коров'яче». В якості об'єктів вивчення було обрано:

- Молоко-сировину нормалізоване за масовою часткою жиру та білка;
- Проміжні продукти – згущене молоко після випарювання;
- Готове сухе знежирене та сухе незжирене молоко, отримане методом розпилювального сушіння.

Для досліджень також використовувалися реагенти та лабораторне обладнання: кислотно-лужні титратори, визначники жиру за Гербером, термостати, висушувальні шафи, рефрактометри, бактеріологічні чашки Петрі, серидовища МПА, МПБ та інші стандартні матеріали лабораторного контролю.

Для комплексної оцінки якості молока-сировини, проміжних продуктів та сухого молока застосовували **стандартизовані методи контролю**, регламентовані чинними ДСТУ та міжнародними методиками. Кожен із застосованих методів дозволяв отримати точні, відтворювальні результати, необхідні для подальшої оцінки технологічного процесу та якості кінцевого продукту.

Масову частку вологи визначали методом висушування до постійної маси згідно з ДСТУ ISO 3727-1. Суть методу полягає у видаленні води з проби сухого молока шляхом нагрівання при температурі 102± 2 °С у висушувальній

шафі. Проду попередньо зважували на аналітичних терезах із точністю до 0,001 г , після чого висушували протягом 2 годин. Після охолодження в ексикаторі проводили повторне зважування.

Масова частка вологи обчислювалася як різниця між початковою та кінцевою масою проби, виражена у відсотках. Цей метод є основним для контролю правильності режимів сушіння, оскільки надлишкова вологість може спричинити злипання порошку та погіршення стійкості під час зберігання.

Масову частку жиру визначали за класичним методом Гербера згідно ДСТУ ISO 1211. Метод базується на розчиненні білкової матриці концентрованою сірчаною кислотою та виділенні жиру під дією центрифугування. Для проведення аналізу у спеціальну приладову скляну колбк=у (жиромір Гербера) вносили певний об'єм проби, додавали сірчану кислоту (густина 1,815 г/см³) та аміловий спирт, після чого проби центрифугували.

В умовах високої температури розчинений жир піднімався у градуйовану частину жироміра, де його об'єм вимірювали безпосередньо у відсотках. Метод є швидким, точним та широко використовується на молокопереробних підприємствах для контролю нормалізації сировини.

Визначення білка проводили методом К'ельдаля, регламентованим ДСТУ ISO 8968-1. Метод включає три етапи:

1. Мінералізація проби у присутності каталізатора (калійний сульфат з мікродобавками міді). У результаті органічний азот переходив амонійних солей;
2. Дистиляція аміаку, що утворювався після додавання лугу;
3. Титрування отриманого розчину для визначення кількості азоту.

Отримане значення азоту перераховували у масову частку білка за загальноприйнятим коефіцієнтом 6,38, характерним для молочних білків. Метод К'ельдаля є еталоном для визначення білка і визначається високою точністю та відтворюваністю.

Масову частку лактози визначали рефрактометричним методом із подальшим перерахунком згідно з вимогами ДСТУ 12856. Метод ґрунтується на вимірюванні показника заломлення водного розчину проби сухого молока. Значення, отримане на рефрактометрі, порівнювали з тарувальною таблицею, після чого розраховували масову частку лактози у відсотках. Метод забезпечує високу оперативність, проте потребує дотримання стабільної температури (20°C), оскільки показник заломлення залежить від температурних коливань.

Розчинність сухого молока визначали методом оцінки нерозчинного осаду після відновлення порошку відповідно до ДСТУ 2661. Проба розчинялася в дистильованій воді при температурі 25-30 °С, після чого суспензію центрифугували. Нерозчинний осад висушували та зважували. Розчинність виражали у відсотках або як масу залишку (мг). Показник розчинності є одним із ключових критеріїв якості сухого молока, адже відображає ступінь денатурації білків і правильність режимів сушіння.

Ступінь теплової обробки визначали за вмістом розчинного азоту згідно з ДСТУ ISO 8968-3. Метод базується на порівнянні кількості азотистих речовин, що залишаються у розчиненій фракції після осадження білків. Чим менший показник розчинного азоту, тим більш інтенсивною була тепла обробка у процесі пастеризації та сушіння. Цей метод дозволяє оцінити вплив термічних навантажень на структуру білків і прогнозувати функціональні властивості сухого молока, зокрема розчинність та стійкість до повторної термообробки.

Мікробіологічний контроль є обов'язковим етапом дослідження якісних показників молока-сировини, проміжних продуктів та готового сухого молока. У роботі застосовували стандартизовані методики, що відповідають чинним вимогам ДСТУ та міжнародним стандартам.

Визначення кількості мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів (КМАФАнМ) проводиться згідно з ДСТУ ISO 4833-1. Суть методу полягає у підрахунку кількості колоній мікроорганізмів, що ростуть на поживному агарі при температурі 30 ± 1 °С протягом 72 ± 3 год.

Пробу серійно розводили у стерильному фізіологічному розчині, висівали на м'ясо-пептонний агар (МПА) та інкубували у термостаті. Після інкубації проводили підрахунок колоній, що вирости, та визначали кількість мікроорганізмів у 1 г зразка. Показник КМАФАНМ є загальною характеристикою санітарно-гігієнічного стану сировини та ефективності теплової обробки.

Дослідження на виявлення бактерій групи кишкової палички проводять відповідно до ДСТУ ISO 16649-2. Метод ґрунтується на здатності бактерій *Escherichia coli* ферментувати лактозу з утворенням кислоти та газу. Первинний посів здійснювали на агар Ендо. Підозрілі колонії пересівали на середовище Левіна та інкубували при температурі 37 °С протягом 24 год. Для підтвердження проводили біохімічні тести. Наявність БГКП є недопустимою.

Дослідження на виявлення дріжджів та пліснявих грибів здійснюють відповідно до ДСТУ ISO 21527-2. Проби висівали на картопляно-декстрозний агар із додаванням антибіотика для пригнічення бактеріального росту. Інкубація проводилась при температурі 25 °С протягом 5 діб. Після закінчення терміну інкубації підраховували кількість колоній. Плісняві гриби можуть продукувати мікотоксини, тому їх наявність у сухому молоці суворо регламентується.

У даній роботі окрім лабораторного контролю, проводили **оцінку технологічних параметрів** виробництва сухого молока з метою встановлення їхнього впливу на якість готової продукції. Дослідження охоплювали ключові етапи: пастеризацію, згущення, сушіння та охолодження продукту.

Контроль режимів пастеризації. Оцінювали відповідність фактичних режимів технологічним вимогам за температурою та тривалістю витримки. Визначення ефективності пастеризації проводили за активністю ферментів: пероксидази та фосфатази. Негативна реакція свідчить про достатню термообробку.

Ступінь згущення молока контролювали за вмістом сухих речовин за допомогою рефрактометричного методу та висушували до постійної маси.

Згущення у вакуум-апаратах оцінювали також за температурою кипіння продукту, яка залежить від рівня вакууму. Підвищений рівень сухих речовин впливає на ефективність подальшого сушіння та якість грануляції порошку.

У процесі сушіння контролювали такі параметри:

- Температуру повітря на вході у сушильну камеру (150-180°C);
- Температуру повітря на виході (70–80 °C);
- Швидкість подачі молочної суспензії;
- Тиск форсунок у розпилювачі (до 15 МПа).

Вимірювання проводили термометрами та манометрами. Вологість порошку після сушіння визначали методом висушування. Порушення режиму сушіння може призвести до карамелізації лактози, погіршення розчинності та підвищення вологості.

Після сушіння порошок проходив етап охолодження у псевдорозрідженому шарі. Температуру продукту вимірювали контактними термометрами, а вміст вологості – методом висушування. Неправильне охолодження може призвести до конденсації вологості та злежування порошку, тому контроль цього етапу є обов'язковим.

Використання стандартизованих фізико-хімічних і мікробіологічних методів аналізу дало змогу отримати достовірні результати, необхідні для оцінки впливу технологічних параметрів на формування властивостей кінцевого продукту. Дослідження технологічних режимів пастеризації, згущення та сушіння дозволили встановити їх взаємозв'язок з якісними показниками сухого молока. Отримані результати стали основою для подальших аналітичних узагальнень.

РОЗДІЛ 3. Результати досліджень

3.1. Оцінка сировини для виробництва сухого молока

Сировина для сухого молока, що надходить для переробки на ДП «Старокостянтинівський молочний завод» - це коров'яче молоко. Дослідження якості молока-сировини проводиться за вимогами ДСТУ3662:2018 «Молоко-сировина коров'яче». Для оцінки технологічної придатності молока було визначено низку показників, що мають безпосередній вплив на ефективність пастеризації, згущення та сушіння. Результати фізико-хімічної оцінки наведені в таблиці 3.1.

Фізико-хімічні показники досліджуваної сировини

Таблиця 3.1

Показник	Норма за ДСТУ	Фактичне значення	Відповідність нормам	Метод визначення
Масова частка жиру, %	3,2-3,8	3,6	Відповідає	Гербер метод
Масова частка білка, %	$\geq 3,0$	3,18	Відповідає	Метод К'едаля
Масова частка лактози, %	4,5-4,9	4,7	Відповідає	Оптична рефрактометрія
Масова частка сухих речовин, %	Менше 12,0	12,6	Відповідає	Висушування проби
Кислотність, °Т	16-18	17	Відповідає	Титрування
Щільність, кг/м ³	1028-1033	1030	Відповідає	Лактометр
Температура надходження, °С	6	Не більше 8	Відповідає	Контактний термометр
Температуростійкість	Не нижче II групи	I група	Відповідає	Етанолова проба

На етапі первинного контролю встановлено, що молоко має природні органолептичні властивості: білий з кремовим відтінком колір, запах чистий молочний, сторонні присмаки відсутні. Температура сировини на момент приймання не перевищує 10 °С, це є необхідною умовою для безпечного транспортування [44].

Отримані результати свідчать, що молоко-сировина відповідало нормативним вимогам за усіма основними параметрами. Оптимальний хімічний склад молока є передумовою формування необхідних властивостей сухого продукту, що напряму впливає на вихід і якість сухих речовин.

Мікробіологічну безпечність оцінювали за показниками КМАФАнМ, наявністю бактерій групи кишкової палички (БГКП), дріжджів і пліснявих грибів відповідно до ДСТУ 7357:2013. Результати оцінки наведені в таблиці 3.2.

Мікробіологічна оцінка молока-сировини

Таблиця 3.2

Показник	Результат	Норма	Відповідність
КМАФАнМ, КУО/см ³	4,2*10 ⁴	≤ 3,0×10 ⁵	Відповідає
БГКП в 0,1 см ³	Не виявлено	Не допускаються	Відповідає
Дріжджі, КУО/см ³	Менше 10	≤ 50	Відповідає
Плісняві гриби, КУО/см ³	Менше 10	≤ 50	Відповідає

Показники мікробіологічної чистоти свідчать про належний стан виробництва та дотримання умов охолодження під час збору і транспортування молока.

3.2. Технологічна схема виробництва сухого молока

Технологічна схема виробництва сухого молока на ДП «Старокостянтинівський молочний завод», є багатостадійним процесом, що включає послідовні операції механічної, теплової та фізико-хімічної обробки молока-сировини з метою отримання стабільного порошкоподібного продукту з тривалим терміном зберігання. Основні етапи технологічного процесу наведені нижче.

Першим етапом є підготовка сировини. Процес починається з приймання коров'ячого молока. Проводиться органолептична оцінка, визначення температури, кислотності, масової частки жиру та щільності. Молоко, що не відповідає вимогам ДСТУ3662:2018, до переробки не допускається. Прийняте молоко очищують від механічних домішок шляхом фільтрації та подають на охолодження до температури 4-6 °С з метою стримування розвитку мікрофлори.

Другим етапом є очищення та нормалізація молока. Очищення молока здійснюють у сепараторах-молокоочисниках, де видаляються механічні домішки та частина мікроорганізмів. Після очищення молоко направляють на нормалізацію за масовою часткою жиру. Для виробництва сухого знежиреного молока вміст жиру знижують до 1,5% і менше, а для сухого незбираного молока – встановлюють відповідно до нормативів. Нормалізація забезпечує стабільність складу та однорідність готового продукту [45].

Наступним етапом є пастеризація. Нормалізоване молоко піддають пастеризації з метою знищення патогенної та умовно-патогенної мікрофлори, а також інактивації ферментів. Залежно від технологічної схеми застосовують високотемпературну пастеризацію при температурі 85-95 °С з витримкою 15-25 секунд. Пастеризація є критично важливим етапом, оскільки впливає не лише на мікробіологічну безпеку, а й на функціональні властивості білків у готовому сухому молоці.

Після пастеризації молоко охолоджують до температури 55-65 °С, оптимальної для подальшого згущування. За необхідності допускається

короткочасне проміжне зберігання у герметичних резервуарах із мішалками для запобігання розшаруванню та осіданню компонентів.

Наступними етапами є загущення та гомогенізація (за потреби). Загущення проводять у вакуум-випарних апаратах, де з молока видаляється значна частина води при зниженій температурі кипіння. Завдяки створенню вакууму, процес відбувається за температури 55-65 °С, що дозволяє мінімізувати термічне пошкодження білків і лактози. У результаті згушення масова частка сухих речовин підвищується до 40-48%. Цей етап суттєво зменшує енерговитрати на сушіння та впливає на структуру частинок сухого молока.

Гомогенізацію застосовують для виробництва сухого незбираного молока або інстантних видів продукції перед сушінням. Вона сприяє подрібненню жирових кульок, що забезпечує стабільність жирової фази, покращує розчинність та запобігає відокремленню жиру у готовому продукті.

Найголовнішим етапом є сушіння молочного концентрату, що відбувається у спеціальних сушарках. Згущене молоко розпилюється у вигляді дрібнодисперсних крапель у потік гарячого повітря. Температура повітря на вході становить 150-180 °С, на виході – 70-80 °С. упродовж кількох секунд волога інтенсивно випаровується, а частинки молока перетворюються на сухий порошок. Правильний підбір режимів сушіння забезпечує низьку вологість продукту, високу розчинність та мінімальну денатурацію білків.

Після сушіння сухе молоко має підвищену температуру, тому його охолоджують у псевдорозрідженому шарі о 20-25 °С. цей етап є важливим для запобігання конденсації вологи, злежуванню порошку та розвитку мікрофлори під час зберігання. За необхідності готовий продукт просіюють для видалення грудочок та вирівнювання гранулометричного складу.

Завершальним етапом є пакування сухого молока у багат шарові паперові мішки з поліетиленовим вкладишем або герметичну споживчу тару. Пакування проводять у приміщеннях з контрольованою вологістю повітря.

Зберігання здійснюють у сухих, вентиляваних складських приміщеннях за температури не вище 20 °С та відносної вологості повітря не більше 75 %.

Загальна технологічна схема виробництва сухого молока зображена на рисунку 3.1.

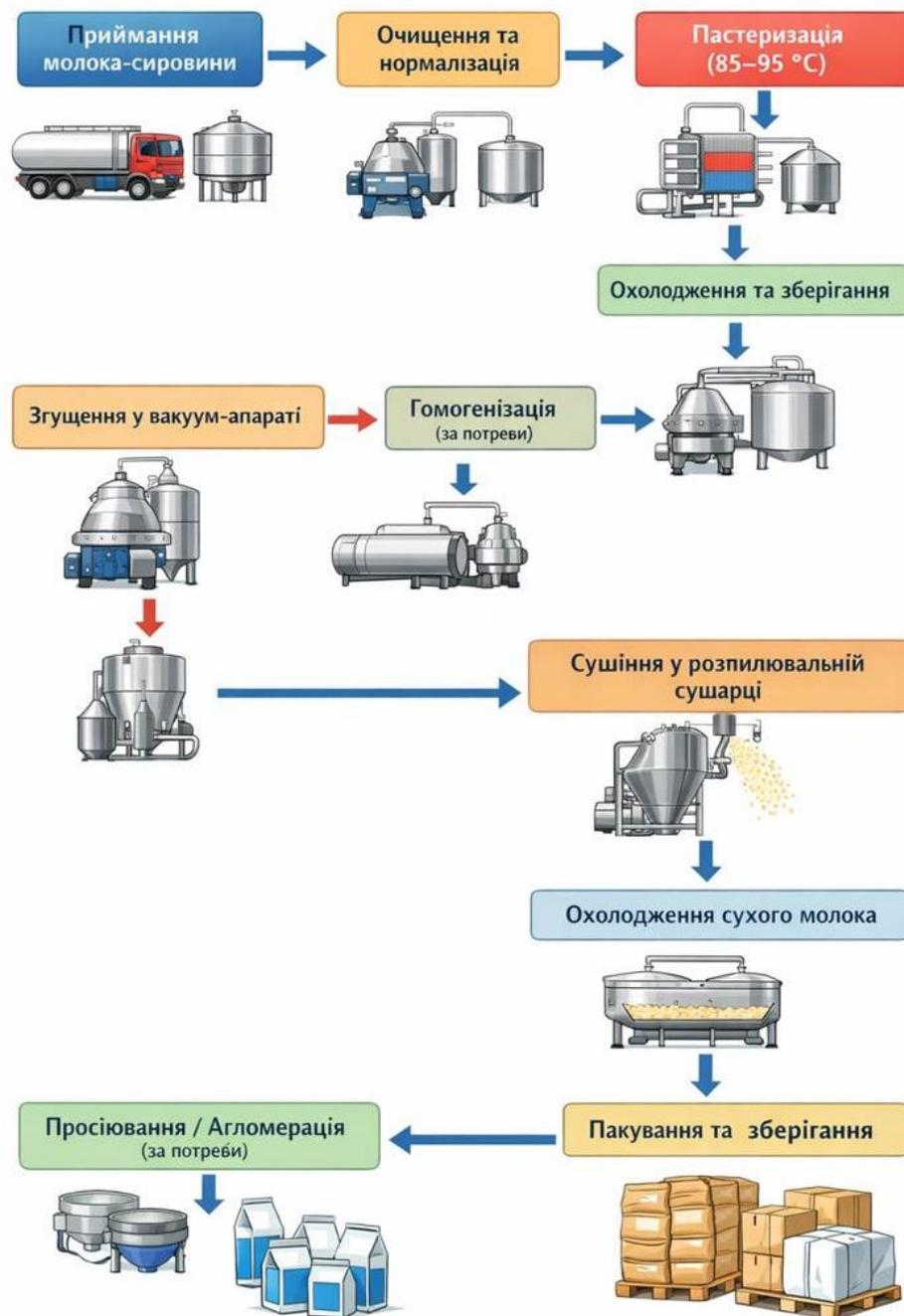


Рис. 3.1. Технологічна схема виробництва сухого молока

3.3. Органолептичні та фізико-хімічні показники якості дослідних зразків готового сухого молока

Під час процесу виготовлення сухого молока також проводилась оцінка показників на різних етапах. Контроль проміжних етапах є критично важливим, оскільки в'язкість, масова частка сухих речовин та температура згущеного молока є ключовими показниками у формуванні продукту під час сушіння.

Після нормалізації молока показники сировини були наступними:

- Масова частка жиру у нормальній суміші – 1,48%;
- Білок – 3,21%;
- Сухі речовини – 12,4%.

Отримані значення відповідають технологічним вимогам для подальших етапів технологічного процесу.

Під час пастеризації показники патогенної мікрофлори мають знижуватися. Тому з метою оцінки ефективності пастеризації було проведено повторні дослідження мікробіологічних показників. Пастеризація була миттєвою (95 °С, 20 с). Показники:

- КМАФАнМ – $2.1 \cdot 10^2$ КУО/см³;
- БГКП – не виявлено;
- Дріжджеві та плісняві гриби не виявлено.

У порівнянні з вихідною сировиною, загальна кількість мікроорганізмів знизилася у більше ніж 200 разів, тому пастеризація є ефективною.

Головною метою етапу згущення є збільшення концентрації сухих речовин до 40-48%. Отримані результати після згущення молока:

- Масова частка сухих речовин – 44,1%;
- В'язкість – 78 сПз;
- Кислотність – 20,3 °Т.

Отримані значення свідчать про правильний перебіг термічних процесів та відсутність ознак часткової денатурації білків.

Подальші дослідження проводились вже на готовому продукті. Сухе молоко досліджували за основними показниками, передбаченими ДСТУ4273:2003 «Молоко та вершки сухі. Загальні технічні умови». Отримані результати оформлені у таблиці 3.3.

Фізико-хімічні показники сухого молока

Таблиця 3.3

Показник	Результат	Норма	Відповідність
Масова частка вологи, %	3,2	$\leq 5,0$	Відповідає
Масова частка жиру, %	1,4	для СЗМ $\leq 1,5$	Відповідає
Масова частка білка, %	35,8	$\geq 34,0$	Відповідає
Масова частка лактози, %	49,3	48–52	Відповідає
Розчинність, %	99,2	≥ 97	Відповідає
Ступінь теплової обробки, мкг МРТ/г	366	300-500	Відповідає

Розчинність продукту свідчить про високий рівень збереження структури білків та правильні параметри сушіння. Низька волога забезпечує подовжений термін зберігання та стійкість продукту до мікробіологічних ризиків.

Мікробіологічний контроль готового продукту є надзвичайно важливим, оскільки показує безпечність продукції. Мікробіологічні показники сухого молока наведені у таблиці 3.4.

Мікробіологічний контроль сухого молока

Таблиця 3.4

Показник	Результат	Норма	Відповідність
КМАФАнМ, КУО/г	$2,4 \cdot 10^2$	$2,4 \cdot 10^2$	Відповідає
БГКП	Не виявлено	Не допускаються	Відповідає
Коагулазопозитивні стафілококи	Не виявлено	Не допускаються	Відповідає
Сальмонела у 25 г	Не виявлено	Не допускаються	Відповідає
Дріжджі, КУО/г	<10	≤ 50	Відповідає
Плісняві гриби, КУО/г	<10	≤ 50	Відповідає

Дані мікробіологічні показники свідчать про безпечність продукту та відповідність санітарно-гігієнічним нормам.

Проведені дослідження свідчать, що молоко-сировина, проміжні продукти та готове сухе молоко повністю відповідали нормативним вимогам. Усі технологічні параметри були витримані, порушень у режимах пастеризації, згущення та сушіння не виявлено.

Готовий продукт характеризувався високими показниками розчинності, низькою вологістю, оптимальним складом та високою мікробіологічною безпекою. Це підтверджує ефективність технологічного процесу виробництва сухого молока в умовах ДП «Старокостянтинівський молочний завод» та дає підстави вважати застосовану технологію стабільною, надійною та безпечною.

ВИСНОВКИ

У ході написання даної кваліфікаційної роботи було проведено комплексне дослідження технологічного процесу переробки коров'ячого молока у сухий молочний продукт, а також здійснено оцінку якості молока-сировини, проміжної сировини на різних етапах технологічного процесу, а також готового продукту.

Молоко коров'яче, як сировина для виробництва сухого молока, за своїми органолептичними, фізико-хімічними та мікробіологічними показниками відповідало чинним вимогам нормативних документів. Показники масової частки жиру, білка, лактози, кислотності та термостійкості забезпечували технологічну придатність молока до подальшої термічної обробки, загущення та сушіння без ризику коагуляції білків і погіршення функціональних властивостей продукту.

Дотримання оптимальних режимів пастеризації є ключовим фактором забезпечення мікробіологічної безпечності молока та стабільності білкової системи. Застосування високотемпературної короткочасної пастеризації дозволило ефективно знизити рівень мікробного забруднення без суттєвого негативного впливу на харчову цінність молока. Контроль температури та часу пастеризації сприяє отриманню проміжних продуктів із прогнозованими властивостями.

У ході дослідження процесу загущення встановлено, що використання вакуум-випарних апаратів із підтриманням стабільних параметрів (тиск, температура) забезпечує досягнення оптимальної масової частки сухих речовин загущеного молока. Отримане молоко характеризується однорідною консистенцією та високою технологічною стабільністю [46].

Фізико-хімічні показники готового сухого молока, зокрема масова частка вологи, білка, жиру, лактози відповідали нормативам чинного ДСТУ. Низький вміст вологи забезпечує тривалий термін зберігання продукту, а висока розчинність свідчить про правильний вибір режимів сушіння та відсутність надмірної денатурації білків.

Мікробіологічний аналіз сухого молока показав повну відповідність показників якості та безпечності за чинними санітарно-гігієнічними нормами. Значення КМАФАнМ знаходилися значно нижче гранично допустимих рівнів, бактерії групи кишкової палички, вміст дріжджів та пліснявих грибів не виявлено. Це свідчить про належний санітарний стан обладнання, ефективність термічної обробки, правильну організацію процесів охолодження та пакування.

Проаналізувавши технологічні параметри сушіння та охолодження можна зробити висновки, що стабільність температурних режимів у розпилювальній сушарці та своєчасне охолодження сухого молока є вирішальними чинниками формування сипкої структури порошку та запобігання його злежуванню. Дотримання встановлених параметрів дозволяє отримувати продукт із високими споживчими властивостями та зберігати його якість протягом усього терміну зберігання.

За результатами усіх проведених досліджень можна зробити висновок, що технологія виробництва сухого молока, застосована на ДП «Старокостянтинівський молочний завод», є ефективною, науково-обґрунтованою, безпечною та такою, що відповідає діючим вимогам якості та безпечності харчових продуктів.

СПИСОК ВИКРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Прокопенко О. В., Гаврилюк І. М. Сучасний стан молочної промисловості України та перспективи розвитку. Київ : Центр учбової літератури, 2022. 120 с.
2. Безпека і якість виробництво та переробки продукції тваринництва: навч. посіб. / Славов В. П. та ін. Житомир, 2018. 184 с.
3. Петрова Л. М. Технологія виробництва сухого молока. Харків : ХДУХТ, 2020. 340 с.
4. Ковальчук В. П., Онищенко Т. О. Якість молока-сировини та її вплив на властивості молочного порошку. Львів : Сполом, 2019. 180 с.
5. Гошкодер С. А. Науково-практичні основи технології переробки молока і молочних продуктів. Конспект лекцій. СНАУ, 2012. с. 36.
6. Єресько Г. О., Шинкарик М. М., Ворощук В. Я. Технологічне обладнання молочних виробництв. К.: «ІНКОС», 2007. 337 с.
7. Звіти господарської діяльності ДП «Старокостянтинівський молочний завод» за останні 3 роки.
8. Ткаченко М. В. Виробництво сухих молочних продуктів : монографія. Старокостянтинів : ДП «Старокостянтинівський молочний завод», 2023. 150 с.
9. Jones P. Vacuum Evaporation for Dairy Concentration. London : Food Engineering Library, 2020. 130 p.
10. Інноваційні технології переробки тваринницької сировини та виробництва харчових продуктів: навчальний посібник / Славов В. П. та ін.; за ред. В. П. Славова, О. В. Коваленко. Житомир : Видавництво ЖДУ ім. І. Франка, 2019. 356 с.
11. ДСТУ 4273:2015. Молоко сухе. Технічні умови. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2015. 16 с.
12. Rule D., Silva F. Thermal Processing Effects on Dairy Powders. Dairy Science and Technology. 2020. Vol.100, №2. P.15–27.

13. Мельник Л. М. Технологія розпилювального сушіння молочної сировини. Харків : ХДУХТ, 2020. 250 с.
14. Fox P. F., Uniacke-Lowe T., McSweeney P. L. H. Dairy Chemistry and Biochemistry. 2nd ed. Cham : Springer, 2021. 585 p.
15. Tamime A. Milk Powder Processing and Quality Control. Oxford : Blackwell Publishing, 2018. 312 p.
16. Машкін М.І., Париш Н.М. Технологія виробництва молока і молочних продуктів. Навчальне видання. К.: Вища освіта, 2006. 351 с.
17. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи здобувачами освітнього ступеня магістр спеціальності 204 «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва» / Піддубна Л. М. та ін. Житомир: видавництво Поліського університету, 2020. 22 с.
18. Дзензіловська О. О. Переваги використання сухого молока.: зб. наукових праць науково-практичної конф в рамках I туру Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт «Студентські наукові читання - 2025», 11 грудня 2025 р. м. Житомир : Поліський національний університет, 2025. С.
19. Дзензіловська О. О. Виробництво сухого молока. : зб. наукових праць V Всеукр. наук.-практ. конф., 18 грудня 2025 р. м. Житомир : Поліський національний університет, 2025. С.
20. Мікробіологія молока і молочних продуктів з основами ветеринарно-санітарної експертизи / Бергілевич О. М., Касянчук В. В., Салата В. З., Касянчук В. В. Суми :Університетська книга, 2023. 320 с.
21. Некрасов П. О. Інноваційна технологія біфідовмісних комбінованих кисломолочних напоїв функціонального призначення. Харчова наука і 82 технологія. № 2. 2014. С. 49 – 56.
22. Олабоді О. В. Молочна промисловість : традиції та інновації. Вітчизняний та світовий досвід. Київ : Національний університет харчових технологій, 2018. 240 с.
23. Поліщук Г. Є., Грек О. В., Скорченко Т. А. Технологія молочних продуктів: підруч. К.: НУХТ, 2013. с. 502.

24. Савченко О.А., Грек О.В., Красуля О.О. Сучасні технології молочних продуктів: підручник.. К.; ЦП «Компринт», 2017. 218 с.
25. Савченко О.А., Грек О.В., Красуля О.О. Актуальні питання технології молочно-білкових концентратів: теорія і практика: монографія К., 2015. 292 с.
26. Соломон А. М., Казмірук Н. М., Тузова С. Д. Мікробіологія харчових виробництв: навч. Посіб. Вінниця: РВВ ВНАУ, 2020. 312 с..
27. Технологія молока та молочних продуктів : навчальний посібник / Власенко В. В. Та ін. Харків : Харківський державний університет харчування та торгівлі. 2018. 202 с.
28. Технологія молочних продуктів : підручник / Г. Є. Поліщук, О. В. Грек, Т. А. Скорченко та ін.; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т харч. технол. Київ : НУХТ, 2013. 502 с .
29. Технологічні розрахунки у молочній промисловості : навч. посібник / Г. Є. Поліщук, О. В. Грек, Т. А. Скорченко та ін. ; Нац. ун-т харч. технол. Київ : НУХТ, 2013. 343 с.
30. Хімічний склад і фізичні характеристики молочних продуктів : довідник : навч. посібник / О. М. Скарбовійчук, О. В. Кочубей-Литвиненко, О. А. Чернюшок, В. Г. Федоров ; МОН України ; Нац. ун-т харч. технол. Київ НУХТ, 2012. 311 с.
31. Безпека і якість виробництво та переробки продукції тваринництва: навч. посіб. / Славов В. П. та ін. Житомир, 2018. 184 с.
32. Srivastava S., Datta N. Protein-rich milk powder production strategies. *Journal of Food Process Engineering*. 2023. Vol.46, №8. e14178.
33. Codex Alimentarius. Standard for Milk Powders and Cream Powder (CODEX STAN 207-1999).
34. Гурський В. П. Технологія сирного продукту замороженого з додаванням концентрату ядра арахісу. Суми: Університетська книга, 2016. 158 с.

35. Tamime A. Y. Dairy Powders and Concentrated Products. Wiley-Blackwell.
36. ДСТУ 2661:2010. Молоко сухе. Технічні умови.
37. Грек О.В., Скорченко Т.А. Технологія комбінованих продуктів на молочній основі: підруч. К.: НУХТ, 2012. 362 с.
38. FAO. Milk Hygiene and Quality Control Guidelines.
39. Інноваційні технології та обладнання галузі. Переробка продукції тваринництва / Самойчук К.О. та ін. Київ : Профкнига. 2020. 252 с.
40. International Dairy Federation (IDF) Standards for Milk Powder.
41. ISO 4833-1: Microbiology of food chain – Enumeration of microorganisms.
42. ISO 21527: Microbiology of food – Enumeration of yeast and molds.
43. Кітель, Н.Ф. Технології бактеріальних препаратів для функціональних молочних продуктів і біологічно активних добавок]: Дис. докт. техн. наук: 03.00.20. 2003. С. 425.
44. Дзензіловська О. О. Переваги використання сухого молока.: зб. наукових праць науково-практичної конф в рамках I туру Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт «Студентські наукові читання - 2025», 11 грудня 2025 р. м. Житомир : Поліський національний університет, 2025. С.
45. Дзензіловська О. О. Виробництво сухого молока. : зб. наукових праць V Всеукр. наук.-практ. конф., 18 грудня 2025 р. м. Житомир : Поліський національний університет, 2025. С.
46. Дзензіловська О. О. Харчові добавки, які використовуються при виробництві плавлених сирів. *Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва: науково-теоретичний збірник. Житомир: Поліський національний університет, 2024. Вип. 18. С. 57.*