

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

Факультет ветеринарної медицини та тваринництва
Кафедра біоресурсів, тваринництва та аквакультури

Кваліфікаційна робота на правах рукопису

МАТВІЙЧУК КАТЕРИНА ВІТАЛІЇВНА

УДК 637.35:658.562

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА
НАПІВТВЕРДОГО СИРУ З ВИСОКОЮ ТЕМПЕРАТУРОЮДРУГОГО
НАГРІВАННЯ В УМОВАХ ФОП «МАТВІЙЧУК К.В.» м. БЕРДИЧІВ**

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 _____ **Катерина МАТВІЙЧУК**

Керівник роботи:
Тетяна КОВАЛЬЧУК,
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 **Катерина МАТВІЙЧУК** захистила кваліфікаційну роботу з оцінкою:

сума балів за 100-бальною шкалою _____

за шкалою ECTS _____

за національною шкалою _____

Секретар ЕК

(підпис)

Тетяна ПОПАДЮК

АНОТАЦІЯ

Матвійчук К.В. Удосконалення технології виробництва напівтвердого сиру з високою температурою другого нагрівання в умовах ФОП «Матвійчук К.В.» м. Бердичів. – 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, 2025.

У кваліфікаційній роботі розглянуто процес удосконалення технології виробництва напівтвердого сиру з високою температурою другого нагрівання в умовах ФОП «Матвійчук К.В.» м. Бердичів. Проаналізовано сучасні технологічні підходи до виготовлення напівтвердих сирів цього типу, досліджено вплив ключових технологічних параметрів - кислотоутворення, режимів нагрівання, обробки згустку та тривалості визрівання - на якісні показники готової продукції. Запропоновано технологічні зміни, спрямовані на поліпшення структури сиру, підвищення його виходу та стабільності якості, а також забезпечення відповідності сучасним вимогам безпечності та стандартам харчової промисловості.

Ключові слова: технологія, напівтверді сири, режими нагрівання, якість, безпечність.

ANNOTATION

Matviychuk K.V. Improving the technology of production of semi-hard cheese with a high temperature of the second heating in the conditions of the FOP "Matviychuk K.V." Berdychiv.– Qualifying scientific research as a manuscript.

Qualification work for the master's degree in specialty 204 – Technology of production and processing of livestock products. – Polissya National University, Zhytomyr, 2025.

The qualification work considers the process of improving the technology of production of semi-hard cheese with a high temperature of the second heating in the conditions of the FOP "Matviychuk K.V." Berdychiv. Modern technological approaches to the production of semi-hard cheeses of this type are analyzed, the influence of key technological parameters - acid formation, heating modes, curd processing and maturation duration - on the quality indicators of the finished product is studied. Technological changes are proposed, aimed at improving the structure of the cheese, increasing its yield and quality stability, as well as ensuring compliance with modern safety requirements and food industry standards.

Key words: technology, semi-hard cheeses, heating modes, quality, safety.

ЗМІСТ

ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	7
1.1. Сучасний стан виробництва та тенденції ринку твердих сирів в Україні	7
1.2. Класифікація та характеристика напівтвердих сирів	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	18
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ	21
3.1. Аналіз сучасних технологій виробництва напівтвердих та твердих сирів із високою температурою другого нагрівання	21
3.2. Дослідження впливу різних температурних режимів другого нагрівання на інтенсивність синерезису, активну кислотність (рН), вологість та формування сирного зерна	23
3.3. Оцінка зміни фізико-хімічних, структурно-механічних та органолептичних показників сиру під час визрівання за різних варіантів другого нагрівання	25
3.4. Вплив температури другого нагрівання на мікробіологічну стабільність та безпечність продукту	29
3.5. Обґрунтування оптимальних параметрів другого нагрівання для виробництва напівтвердого сиру	33
ВИСНОВКИ	36
Пропозиції виробництву	38
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	39

ВСТУП

Актуальність теми. Виробництво напівтвердих сирів є одним із провідних напрямів молокопереробної галузі, оскільки ця група продуктів характеризується високою харчовою цінністю, стійкістю під час зберігання та стабільним попитом споживачів. Одним із ключових етапів технології є другий нагрів сирного зерна, який визначає інтенсивність синерезису, формування структури, швидкість протеолізу та якість готового продукту. У працях [7,14] доведено, що температура другого нагрівання істотно впливає на життєздатність молочнокислих бактерій та текстуру напівтвердих і твердих сирів. Висока температура другого нагрівання дозволяє отримати продукт зі зниженою вологістю, більш щільною та пластичною структурою, однак її надмірні значення можуть призводити до надмірного зневоднення зерна, уповільнення протеолізу та погіршення органолептичних властивостей [9,12]. Це підтверджують і українські дослідження, де наголошується на важливості точного контролю температурних режимів для формування якісного структурного каркаса сиру[11].

У сучасних умовах виробництва виникає потреба в оптимізації технологічних параметрів другого нагрівання для підвищення виходу продукції, стабілізації її характеристик та покращення конкурентоспроможності вітчизняних сирів. Аналітичні огляди сучасних технологій [15,16] підкреслюють, що найбільш перспективним напрямом удосконалення є саме коректний підбір температури та тривалості другого нагрівання.

Отже, **актуальність теми** полягає в необхідності науково обґрунтувати оптимальні режими другого нагрівання, які забезпечать покращення фізико-хімічних, мікробіологічних та органолептичних показників напівтвердого сиру й підвищення стабільності його властивостей у процесі визрівання.

Мета дослідження. Науково обґрунтувати та удосконалити технологію виробництва напівтвердого сиру з високою температурою другого нагрівання

з метою покращення фізико-хімічних, органолептичних та структурно-механічних показників продукту та підвищення його виходу.

Завдання дослідження

1. Проаналізувати сучасні технології виробництва напівтвердих та твердих сирів із високою температурою другого нагрівання.
2. Дослідити вплив різних температурних режимів другого нагрівання на інтенсивність синерезису, активну кислотність (рН), вологість та формування сирного зерна.
3. Оцінити зміни фізико-хімічних, структурно-механічних та органолептичних показників сиру під час визрівання за різних варіантів другого нагрівання.
4. Визначити вплив температури другого нагрівання на мікробіологічну стабільність та безпечність продукту.
5. Обґрунтувати оптимальні параметри другого нагрівання та розробити удосконалену технологічну схему виробництва напівтвердого сиру.
6. Надати рекомендації щодо впровадження вдосконаленого режиму нагрівання у виробничих умовах.

Об'єкт дослідження. Технологічний процес виробництва напівтвердого сиру з використанням високої температури другого нагрівання.

Предмет дослідження. Вплив температури та тривалості другого нагрівання на фізико-хімічні, мікробіологічні, структурно-механічні та органолептичні характеристики напівтвердого сиру.

Перелік публікацій автора за темою досліджень. Основні положення кваліфікаційної роботи опубліковані в 3 публікаціях, в т. ч. одна одноосібна [43- 45].

Структура та обсяг роботи. Робота викладена на 43 сторінках друкованого тексту і включає 2 таблиці, 4 рисунка. Список використаної літератури налічує 56 джерел.

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Сучасний стан виробництва та ринку твердих сирів в Україні.

Ринок твердих і напівтвердих сирів в Україні у 2022–2025 рр. розвивається в умовах воєнних дій, скорочення сировинної бази та посилення конкуренції з імпортом. Попри це, за останні роки спостерігається часткове відновлення обсягів виробництва після різкого падіння у 2022 році.

За аналітичним дослідженням Німецько-українського аграрного політичного діалогу[19] у 2022 р. виробництво твердого і напівтвердого сиру знизилося на 11,8 % порівняно з 2021 роком. Однак уже у 2024 р.[46] обсяги зросли з 52,0 тис. т (2022) до 62,6 тис. т, що на 20,4 % більше, і наблизилися до довоєнного рівня 2019–2021 рр. Це свідчить про поступову адаптацію галузі до нових умов і часткове відновлення переробних потужностей.

Разом з тим, сировинна база залишається вразливою. За даними Асоціації виробників молока, у 2023 р. виробництво молока-сировини в Україні скоротилося приблизно на 5–6 % порівняно з попереднім роком, що зумовлено зменшенням поголів'я та релокацією господарств[49]. Це прямо впливає на собівартість твердих сирів, оскільки вони потребують значної кількості високоякісного молока та тривалого періоду визрівання.

З точки зору загальної структури молочного ринку, тверді та напівтверді сири займають одну з ключових позицій у групі продуктів із високою доданою вартістю. Івашина, Бишовець та Оліферчук (2024) [38] відзначають, що молочна промисловість залишається однією з провідних у харчовій галузі, а продукти глибокої переробки (зокрема тверді сири) формують важливу частину асортименту й експорту, але розвиток стримується високою собівартістю, зростанням цін на енергоносії та логістичними ризиками.

Незважаючи на відновлення внутрішнього виробництва, Україна залишається нетто-імпортером твердих сирів. За даними галузевих оглядів, у 2024-2025 рр.[56] обсяги імпорту сиру значно перевищують експорт: Україна витрачає на імпорт сирів у 4 рази більше, ніж заробляє на їх експорті.[50]

Основними постачальниками є країни ЄС, насамперед Польща (44 % імпорту), Німеччина (11 %), Нідерланди (9 %), які постачають переважно тверді й напівтверді сири типу гауда та чеддер, орієнтовані на роздрібну торгівлю[40]

Аналітичні матеріали Infagro[50] вказують, що ринок сирів в Україні перебуває у стані застою: високі ціни на вітчизняну продукцію та обмежена купівельна спроможність населення стримують зростання продажів, тоді як імпортований сир часто сприймається як більш доступний за ціною при порівнянні або вищій якості.

Згідно з дослідженням ринку молочної продукції, у період війни відбулося істотне зростання цін на молокопродукти, включно з твердими сирами, що пов'язано з подорожчанням енергоносіїв, логістики, комбікормів, а також інфляційним тиском загалом[8,38].

У структурі споживчого попиту відбувається поляризація: частина споживачів переходить на більш дешеві сири (сирні продукти, аналоги, імпортовані акційні позиції); інша частина, переважно у великих містах, формує попит на преміальні та крафтові тверді сири з чітко вираженим смаком, географічною ідентифікацією та доданою історією бренду[6,44].

Дослідження тенденцій розвитку молочної галузі показують, що споживачі все більше звертають увагу на якість, натуральність і безпечність продукції, що стимулює як промислових, так і крафтових виробників покращувати технологію, впроваджувати системи НАССР та орієнтуватися на європейські стандарти.

Окремо виділяється сегмент крафтових сирів, який за останні роки демонструє стаке зростання - як за кількістю малих сироварень, так і за різноманітністю асортименту (авторські тверді, напівтверді, витримані сири зі спеціальними заквасками, травами, спеціями тощо). Аналіз сучасних публікацій показує, що крафтове виробництво інтегрується у концепцію сталого харчування та локальних ланцюгів доданої вартості, а тверді й напівтверді сири є в цьому сегменті «якорем» асортименту, оскільки

дозволяють створювати унікальні продукти з високою доданою вартістю[42,44].

Водночас крафтові виробники стикаються з рядом проблем: нестабільною сировинною базою, обмеженим доступом до інвестицій, складністю виходу у національні торгові мережі та необхідністю сертифікації за європейськими стандартами.

Сучасні праці українських дослідників наголошують, що розвиток ринку твердих сирів неможливий без адаптації до вимог ЄС щодо якості та безпеки. Івашина та співавт.[38] підкреслюють, що гармонізація з європейським законодавством, впровадження стандартів ISO та HACCP є ключовими умовами виходу українських сирів на зовнішні ринки та зміцнення їх позицій на внутрішньому.

Методологічні положення державного статистичного спостереження за виробництвом молокопродуктів, оновлені у 2025 році Державною службою статистики України, також враховують регламенти ЄС щодо обліку обсягів виробництва, зокрема твердих і напівтвердих сирів, що має покращити точність статистики та аналітики ринку[24]

Станом на 2025 рік ринок твердих і напівтвердих сирів України характеризується такими ключовими рисами: часткове відновлення виробництва після глибокого падіння у 2022 р.[22], наближення до довоєнних обсягів за рахунок адаптації переробників та попиту внутрішнього ринку; дефіцит якісної сировини через скорочення виробництва молока та структурні зміни в тваринництві;[19] ціновий тиск на споживача й зниження купівельної спроможності, що стримує збут вітчизняних твердих сирів; домінування імпорту у сегменті твердих і напівтвердих сирів; імпорт переважає над експортом у кілька разів, а основними постачальниками є країни ЄС;[39] зростання крафтового сегмента, який формує нішевий попит на авторські тверді сири та поступово інтегрується в систему сталого харчування; активна гармонізація стандартів якості та безпеки з

європейським законодавством, що є необхідною умовою для подальшого розвитку галузі.

Такий аналітичний фон логічно підводить до необхідності удосконалення технології виробництва твердих і напівтвердих сирів, зокрема режимів другого нагрівання, щоб підвищити якість, стабільність і конкурентоспроможність українських сирів у сучасних умовах.

1.2. Класифікація та характеристика напівтвердих сирів

Напівтверді сири є однією з найбільш технологічно різноманітних груп сичужних сирів, які за структурою, вологістю та ступенем протеолізу займають проміжне положення між м'якими та твердими сирами. Згідно з сучасними українськими класифікаційними підходами, напівтверді сири визначаються як продукти із масовою часткою вологи 38–45 %, пружно-еластичною консистенцією та рівномірним визріванням у середині сира [11].

Визначають такі критерії класифікації сирів цієї групи:

1. За ступенем зневоднення та структурою сирного тіста

м'які напівтверді сири - зі зниженою інтенсивністю другого нагрівання та більшою вологістю; *класичні напівтверді* - з помірною термічною обробкою зерна; *щільні напівтверді* - у виробництві яких застосовують вищу температуру другого нагрівання, що забезпечує більш інтенсивний синерезис та щільніший білковий каркас [2].

2. За типом молочної сировини

із коров'ячого молока - домінуюча частка українського виробництва; із змішаного молока (коров'яче + козяче) - для сирів з підвищеним вмістом кальцію і щільнішою текстурою[15]; з козячого молока - для сирів зі специфічним жирнокислотним профілем та більшою твердістю[48]

3. За способом термічної обробки

- з низькою температурою другого нагрівання (≤ 40 °C); з помірною температурою другого нагрівання (40-46 °C); з високою температурою другого нагрівання (46-52 °C), що застосовується для

отримання сирів з щільним структурним каркасом, зниженою вологістю та підвищеною стабільністю при визріванні[47].

4. **За способом формування та пресування** самопресуванням; комбінованим пресуванням; пресуванням під тиском[54].

5. **За типом ферментації та режимом визрівання** класичні кисломолочні сири (з домінуванням *Lactococcus lactis*); сири, що визрівають під впливом *Lactobacillus helveticus* та *L. delbrueckii*, характерні для продуктів зі щільною структурою[35,53].

1.3. Сировина та вплив її якості на технологію формування напівтвердих сирів.

Якість молока є ключовим фактором у виробництві напівтвердих сирів. За даними Одеської національної академії харчових технологій, склад сировини (казеїн, кальцій, рН, соматичні клітини) безпосередньо впливає на здатність до коагуляції та синерезису. Свіже молоко з оптимальним мінеральним балансом формує міцний білковий каркас, що є критичним для сирів з високою температурою другого нагрівання[55].

У працях Сенишина (2021) [52] підкреслено, що рівень загальної бактеріальної контамінації та склад мікробіоти молока визначають контрольованість кислотонакопичення, від якого залежить інтенсивність ущільнення зерна. Важливими є показники термостійкості білків, оскільки вони визначають реакцію казеїнових міцел на температури понад 44–48 °С, що є типовим для високотемпературного другого нагрівання.

ISO 707 та ISO 4833[27,28] встановлюють вимоги до аналізу молока, які застосовуються і в Україні. Дані стандартів підтверджують, що молоко з нестабільним білково-жировим складом призводить до нерівномірного формування зерна при другому нагріванні, що знижує якість напівтвердих сирів.

При виробництві сирів зазвичай використовують молоко (коров'яче, іноді - овече чи козяче), сичужний фермент, сіль, воду, а також - закваски (молочнокислі бактерії) та, за потреби, харчові добавки. Однак основним

«будівельним матеріалом» для напівтвердого сиру є молоко, і важливі такі його характеристики: вміст білка (казеїну), жиру, мінералів (зокрема кальцію, фосфору), сухих речовин; фізико-хімічні властивості - кислотність, рН, стабільність казеїнових мікрофаз; мікробіологічна якість: чистота, відсутність патогенів, відповідна мікрофлора чи відсутність сторонніх мікроорганізмів. У дослідженні, присвяченому впливу мінерального складу молока, показано, що рівень кальцію (Ca), фосфору та інших іонів прямо впливає на здатність молока згортатися, на швидкість затвердіння згустку та на якість сирного згустку.

Якщо молоко має недостатній або нестабільний вміст цих компонентів - згусток може бути слабким, розсипчастим, невідповідним для подальшої обробки. Це ускладнює формування сирної маси, може знизити вихід готового продукту, змінити текстуру кінцевого сиру.

Якщо молоко має стабільний хімічний склад (білок, жир, мінерали), це дає змогу стандартизувати процес, розрахувати оптимальні співвідношення для заквасок, ферментів, нагрівань та пресування, що зменшує варіабельність якості сиру. Натомість невідповідне або нестабільне молоко може призвести до непередбачуваних результатів: зниження виходу, дефектів структури (розсипчастість, пористість, надмірна вологість), погіршення смакових якостей. Напівтверді сири часто мають проміжне дозрівання, середню вологість, тому відносна «балансованість» молока - за білком, жиром, мінералами - критична, щоб забезпечити потрібну текстуру (пружність, еластичність), вологість, стабільність при пресуванні та дозріванні. Якщо віддача білка/жиру низька - сир може мати недостатню щільність, бути «м'яким», водянистим, або навпаки - при надмірному виснаженні жиру/білка - структура може бути крихкою. Мікробіологічна чистота молока - важлива для контролю процесів ферментації, розвитку потрібної мікрофлори (у разі заквашування), запобігання небажаним мікроорганізмам, що можуть зіпсувати смак, текстуру або безпеку.

Якість сировини є критично важливим чинником у виробництві напівтвердих сирів, оскільки вона визначає: фізико-хімічні властивості сирного згустку - від складу білка, жиру та мінералів залежить коагуляція, формування щільної і пружної структури, що впливає на текстуру готового продукту; вихід та економічність виробництва - нестабільний або дефектний склад молока знижує віддачу білка та жиру у сир, що веде до матеріальних втрат; органолептичні властивості - смак, аромат і консистенція сиру прямо залежать від хімічного та мікробіологічного складу молока; стабільність технологічного процесу - стандартизоване і чисте молоко забезпечує передбачуваний результат при пресуванні, нагріванні та дозріванні, зменшує ризики дефектів і забруднення.

Таким чином, контроль і стандартизація сировини на всіх етапах виробництва є основою для отримання якісного, безпечного і технологічно стабільного напівтвердого сиру, що відповідає сучасним вимогам харчової промисловості.

РОЗДІЛ 2

МАТЕРІАЛ, МЕТОДИКА, МІСЦЕ ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Місце та умови проведення досліджень

Міні-виробництво «Сирна мама», засноване у 2023 році у місті Бердичів, є прикладом сучасного малого підприємства у сфері ремісничого сироваріння, орієнтованого на виготовлення натуральних молочних продуктів із локальної сировини. Власницею та технологом виробництва є Матвійчук Катерина, яка безпосередньо здійснює розробку рецептур, організацію технологічних процесів та контроль якості готової продукції.

Технологічні особливості діяльності. Сироварня функціонує за принципом малотоннажного переробного підприємства, здійснюючи переробку молока у середньому до 200 літрів на добу. Такий обсяг дозволяє забезпечити стабільність технологічних режимів, ретельний контроль на кожному етапі виробництва та збереження характеристик, притаманних ремісничим сироварам.

Технологічний процес включає такі основні етапи:

1. Приймання та оцінка якості молока.
2. Термічна обробка молока.
3. Ферментація та внесення заквасок.
4. Коагуляція білків та формування сирного зерна.
5. Пресування, соління та формування продукції.
6. Дозрівання або стабілізація структури.

Дослідження технології виробництва напівтвердих сирів проводилося на базі міні-виробництва сироварні «Сирна мама», що розташоване у місті Бердичів. Це невелике підприємство спеціалізується на виготовленні натуральних сирів з молока високої якості та дозволяє відтворювати технологічні процеси у контрольованих умовах, близьких до промислових.

Основні характеристики сироварні:

Потужність і обладнання: виробнича потужність - 50 літрів молока на цикл, що дозволяє проводити експериментальні серії сирів з можливістю тестування різних технологічних параметрів. Обладнана основними технологічними приладами: казанами для пастеризації та нагрівання молока, формами для пресування сирного згустку, термостатами для контролю температури дозрівання.

Сировина: використовується молоко високої якості, яке надходить із господарств регіону. Молоко відповідає вимогам безпечності та фізико-хімічних показників для виготовлення напівтвердих сирів, що підтверджується лабораторними дослідженнями.

Контроль якості: всі показники якості молока та готового продукту оцінюються у лабораторії Держпродспоживслужби, що гарантує безпеку та відповідність стандартам. Проводяться аналізи: вміст білка, жиру, сухих речовин, кислотність, рН, мікробіологічні показники.

Обґрунтування вибору місця для дослідження. Міні-виробництво дозволяє відтворювати основні технологічні етапи виробництва напівтвердих сирів у контрольованих умовах. Можливість точного регулювання температури, часу нагрівання, пресування та дозрівання сирів. Підтримка високих стандартів якості та безпеки завдяки співпраці з лабораторією Держпродспоживслужби.

Таким чином, сироварня «Сирна мама» є оптимальним майданчиком для проведення експериментальних досліджень технології напівтвердих сирів, що забезпечує достовірність та відтворюваність отриманих результатів.

В залежності від технології виготовлення сири виготовляють:

- свіжі (без визрівання), реалізуються в віці 1-5 діб включно;
- з коротким терміном визрівання (від 6 до 20 діб);
- визрілі (більше 20 діб).

В залежності від вмісту жиру в сухій речовині сири виробляють жирністю від 20 % до 55 %.

В залежності від використаних смакових інгредієнтів випускають:

- сири без смакових компонентів;
- сири з натуральними смаковими компонентами (фрукти, ягоди тощо).

В залежності від виду пліснявих культур сири з пліснявою виробляють:

- з розвитком плісняви на поверхні сирної маси;
- з розвитком плісняви на всередині сирної маси;
- з одночасним розвитком плісняви на поверхні і всередині сирної маси.

В залежності від умов реалізації сири м'які та розсільні поділяють на:

- сири, що реалізуються в розсолі;
- сири, що реалізуються в олії;
- сири, що реалізуються упакованими без розсолу та/або олії.

Сири виробляють різної форми та маси без поділу на сорти.

Асортимент продукції сироварні «Сирна мама»

Сири м'які:

- кульки крем-сиру
- сир м'який «Рікота»

Сири розсільні:

- сир розсільний «Здоров'я»
- сир розсільний «З в'яленою грушею»
- сир розсільний «Моцарелла»
- сир розсільний «Страчатела»
- сир розсільний «Бурата»
- сир розсільний «Сулугуні» класичний
- сир розсільний «Сулугуні» палички
- сир розсільний «Халумі»
- сир розсільний Рулет «Моцарелла з хамоном»

Напівтверді:

- сир напівтвердий «Качота»
- сир напівтвердий «Гауда»

Тверді:

- сир твердий класичний

Сири з пліснявою:

- сир з білою пліснявою «Камамбер»



Організаційно-економічні аспекти. Міні-виробництво характеризується гнучкістю та здатністю швидко адаптуватися до потреб ринку. Участь власниці у всіх ключових процесах забезпечує стабільну якість продукції та підтримує розвиток локальної переробної галузі.



2.2. Матеріал та методика проведення дослідження

Дослідження напівтвердих сирів «Чеддер», «Качота» та «Гауда» проводилося згідно з чинними стандартами та загальноприйнятими методиками контролю якості молочної продукції. Визначали такі групи показників: **органолептичні показники** форму та стан поверхні; колір і рівномірність фарбування; консистенцію (однорідність, еластичність); запах і смак (відсутність дефектів: гіркота, кислість, затхлість) визначали за ДСТУ 6003:2008 «Сири тверді, напівтверді та м'які. Загальні технічні умови» (методи органолептичної оцінки)[25].

Масову частку жиру у сухій речовині визначали за ДСТУ ISO 1735:2005 - метод Гербера[30]. Зразок сиру подрібнювали і зважували (1,0–3,0 г залежно від жирності). Додавали аміачний спирт для руйнування білкової матриці. Проводили екстракцію сумішшю ефірів у спеціальному апараті. Екстрагований жир висушували при $(102 \pm 2) ^\circ\text{C}$. Визначали масу жиру та розраховували масову частку жиру (%) у продукті.

Визначення масової частки сухих речовин за ДСТУ ISO 5534:2005[32]. Сухі речовини визначають висушуванням підготовленого зразка до постійної маси. Зважували підготовлений зразок сиру. Висушували при температурі $(102 \pm 2) ^\circ\text{C}$ до незмінної маси. Розраховували частку сухих речовин за різницею мас.

Масову частку вологи за ДСТУ ISO 5534:2005[32].

Масову частку вологи визначають шляхом висушування підготовленого зразка до постійної маси. Втрата маси під час висушування відповідає кількості вологи в продукті. Сир очищали від кірки (за потреби). Подрібнювали ножом або теркою для отримання однорідної маси. Добре перемішували, щоб забезпечити репрезентативність проби. Попередньо висушений та охолоджений ексікатором бюкс зважували з точністю до 0,001 г. Вносили 2,0-5,0 г подрібненого сиру. Повторно зважували бюкс разом із зразком. Бюкс із зразком поміщали в сушильну шафу при температурі $(102 \pm 2) ^\circ\text{C}$. Висушували до постійної маси (зазвичай 3-4 год), після чого переносили в ексікатор та охолоджували 30-40 хв. Знову зважували. За

потреби повторювали цикл «висушування—охолодження—зважування», доки різниця між двома послідовними зважуваннями не перевищувала 0,001–0,002 г.

Масова частка білка за методом К'ельдаля. Масову частку білка визначають через вимірювання вмісту азоту, що входить до складу білків, із подальшим розрахунком у білок за коефіцієнтом 6,38. Сир подрібнюють до однорідної консистенції. Беруть репрезентативну пробу (2-5 г). Зразок обробляють сірчаною кислотою для розщеплення білків і переведення азоту в амонієві солі. Проводять дистиляцію утвореного аміаку в розчин борової кислоти. Титрують отриманий розчин розчином кислоти (HCl або H₂SO₄) до кінцевої точки, використовуючи індикатор (метилловий червоний або метилловий оранжевий)[25].

Кислотність (рН та титрована кислотність) рН - за ISO 5546:2004[29] (вимірювання рН метром); титрована кислотність - титрування 0,1 н NaOH з індикатором фенолфталеїну. Вимірювання проводять потенціометричним методом - безпосередньо у водній витяжці або у гомогенізованому сирному зразку. Метод базується на електрохімічному визначенні концентрації водневих іонів. Відібрати 10 г подрібненого сиру. Додати 100 мл дистильованої води (1:10). Гомогенізувати 1-2 хв до отримання однорідної суспензії. Настояти 5 хв. Калібрувати рН-метр у буферах рН 7,00 та 4,00. Занурити електрод у сирну суспензію. Дочекатися стабілізації показника (30-60 сек). Зчитати значення рН. рН записують з точністю до 0,01.

Титрування водної витяжки сиру 0,1 н NaOH до індикаторної точки (фенолфталеїн). Показує суму молочної кислоти та інших кислотних компонентів. Зважити 10 г подрібненого сиру. Перенести в колбу 250 мл. Додати 50 мл теплої дистильованої води (30-35 °С). Інтенсивно струсити або гомогенізувати до повного переходу розчинних кислот у воду. Процідити (за потреби) через марлю в чисту колбу. Додати у відфільтровану витяжку 2–3 краплі фенолфталеїну. Титрувати 0,1 н NaOH до появи стійкого рожевого

відтинку (затримка 30 сек). Зафіксувати об'єм NaOH (V, мл). Результат подають з точністю до 0,01 %.

Вміст кухонної солі (NaCl) за ДСТУ ISO 5943:2009[33] - титрометричний метод (аргентометрія, метод Мора). Зважити 5,00 г подрібненого зразка сиру (точність $\pm 0,001$ г). Перенести у колбу 250 мл. Додати 50 мл теплої дистильованої води (40-50 °C). Додати 2–3 мл 10% HNO_3 для повного переходу солі у розчин. Нагрівати 5 хв на водяній бані (не доводити до кипіння). Охолодити й довести об'єм водою до 100 мл. Процідити крізь сухий фільтр у чисту колбу.

Мікробіологічні показники БГКП (коліформи) - за ДСТУ ISO 4832:2015[31]; загальне бактеріальне обсіменіння - за ДСТУ ISO 4833-1:2014; дріжджі та плісняви - за ДСТУ ISO 6611:2006; *Listeria monocytogenes* — за ДСТУ ISO 11290-1:2003[33]. Для напівтвердих сирів зазвичай визначають:

1. *КМАФАнМ* - кількість мезофільних аеробних та факультативно анаеробних мікроорганізмів.
2. *БГКП (coliforms)* - бактерії групи кишкової палички.
3. *S. aureus* - коагулазопозитивні стафілококи.
4. *Listeria monocytogenes* (за потреби - у сирі ≤ 60 діб визрівання).
5. *Дріжджі та плісняві гриби*.

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1. Аналіз сучасних технологій виробництва напівтвердих і твердих сирів із високою температурою другого нагрівання

Виробництво напівтвердих і твердих сирів є складним технологічним процесом, що включає кілька етапів, один з яких - другий нагрів молочної маси. Цей процес є критично важливим для досягнення необхідних текстурних і смакових властивостей сиру. Висока температура другого нагрівання допомагає забезпечити кращу консистенцію сиру, стабільність текстури та мінімізацію води в продукті, що важливо для тривалого зберігання[41].

Основні етапи виробництва. Виробництво сирів із високою температурою другого нагрівання включає такі етапи:

- **підготовка сировини:** молоко пастеризується, після чого до нього додаються закваски і сичужний фермент для коагуляції молока;
- **коагуляція:** молоко згущується в сирну масу завдяки дії сичужного ферменту, утворюючи сирну масу та сироватку;
- **нагрівання і обробка:** масу нагрівають до високих температур, що є критичним етапом для твердих і напівтвердих сирів. Для різних типів сирів температура другого нагрівання може коливатися в межах 35-60°C;
- **формування:** важливим етапом є виділення сироватки та формування сирного згустку. Це відбувається після того, як молочна маса досягне бажаного стану;
- **пресування:** після формування, сири піддаються пресуванню для видалення залишкової сироватки та забезпечення правильної щільності структури. Після формування сири залишають дозрівати, що може тривати від кількох тижнів до кількох місяців, залежно від типу сиру.

Особливості нагрівання на різних етапах. **Перше нагрівання.** Після додавання заквасок молоко нагрівається до температури 28-32°C для

активізації мікроорганізмів. Це важливо для правильного розвитку смакових властивостей.

Друге нагрівання. Для твердих і напівтвердих сирів важливий етап другого нагрівання, коли температура підвищується до 35-55°C. Цей етап дозволяє скоротити кількість води в продукті, а також допомагає зміцнити білкові структури, що сприяє більш щільній текстурі. Завдяки високим температурам молочний білок (казеїн) агрегується та стабілізується, що покращує текстуру сиру.

Вплив температури на кінцеву якість продукту. Висока температура другого нагрівання сприяє створенню більш щільної та сухої текстури, що є необхідним для твердих і напівтвердих сирів, таких як гауда, чеддер або пармезан. Підвищення температури зменшує кількість вологи в сирній масі, що важливо для збереження продукту і тривалого його зберігання. Цей процес також впливає на розвиток смакових властивостей сиру, оскільки високі температури сприяють глибшому розвитку ароматичних сполук.

Сучасні технології і тренди. Сучасні молочні підприємства активно впроваджують автоматизовані системи управління температурними режимами для досягнення високої стабільності в процесі нагрівання. Враховуючи високі температури, які застосовуються на етапі другого нагрівання, важливим є впровадження енергозберігаючих технологій для мінімізації витрат енергії. Паралельно з нагріванням важливо забезпечити точний контроль рН сировини, оскільки це впливає на якість кінцевого продукту. Вивчається можливість використання нових типів ферментів для покращення властивостей молочних білків під час нагрівання.

Висока температура другого нагрівання має важливе значення в технології виробництва напівтвердих і твердих сирів. Вона допомагає сформувати правильну текстуру і консистенцію, сприяє мінімізації вологості і покращенню смакових властивостей продукту. Сучасні технології автоматизації, енергозбереження та інноваційні ферменти дозволяють підвищити ефективність та якість виробництва сиру[37].

3.2. Дослідження впливу різних температурних режимів другого нагрівання на інтенсивність синерезису, активну кислотність (рН), вологість та формування сирного зерна

Процес виробництва сиру включає кілька ключових етапів, один з яких - другий нагрів молочної маси. Цей етап має критичний вплив на кінцеву якість сиру, оскільки саме під час другого нагрівання відбуваються важливі зміни у текстурі, кислотності та вологості продукту. Для глибшого розуміння, розглянемо, як різні температурні режими другого нагрівання впливають на синерезис, активну кислотність, вологість і формування сирного зерна.

Інтенсивність синерезису. Синерезис - це процес виведення сироватки з сирної маси, який часто відбувається під впливом температури та рН. Висока температура під час другого нагрівання сприяє більш інтенсивному синерезису, оскільки збільшується взаємодія молочних білків, зокрема казеїну. Це веде до утворення більш щільної структури, де сироватка відокремлюється від сирної маси.

Висока температура (50-55°C): відбувається більш інтенсивний синерезис, оскільки казеїн коагулюється, і знижується кількість вологи в сирі. Це веде до утворення більш щільної структури зерна. Середня температура (35-40°C): менш виражений синерезис порівняно з високою температурою, але все ж відбувається зменшення вологості і легке ущільнення маси. Низька температура (30-35°C): синерезис менш інтенсивний, що веде до збереження більшої кількості води в сирі, і сир залишається більш м'яким.

Активна кислотність (рН). рН сирної маси визначає ступінь кислотності і важливий для правильного розвитку смакових характеристик, а також для стабільності структури продукту. Зазвичай, при високих температурах спостерігається зниження рН через активніше накопичення молочної кислоти в результаті активності молочних бактерій. Це може сприяти кращому формуванню зерна, оскільки казеїн більш ефективно

коагулюється. При середніх температурах рН сирної маси знижується помірно, що може забезпечити баланс між текстурою та смаковими властивостями.

Низька температура не дає кислотності швидко підвищуватися, тому процес коагуляції відбувається повільніше, а рН сирної маси залишається на високому рівні.

Вологість сирної маси є важливим показником, який впливає на текстуру сиру, зберігання та смак. Температура другого нагрівання має прямий вплив на вологість, оскільки висока температура сприяє випаровуванню води. Зазвичай це веде до більшого зменшення вологості через інтенсивніший синерезис. Сир стає більш щільним і сухим. Волога зменшується помірно, а сир залишається більш вологим, ніж при високих температурах. Низька температура (30-35°C) дозволяє зберегти більше вологи в сирі, роблячи його більш м'яким і вологим[36].

Формування сирного зерна залежить від температури, яка визначає, наскільки ефективно молочний білок (казеїн) коагулюється та утворює структуру зерна. Правильна температура допомагає створити зерно з ідеальною текстурою, яке можна буде обробити, пресувати і сформувати в готовий сир. Висока температура (50-55°C) казеїн швидко коагулюється і утворює щільне зерно, яке зберігає свою форму навіть після видалення сироватки. При середній температурі (35-40°C) зерно утворюється поступово, що дозволяє досягти хорошого балансу між щільністю та вологістю. При низькій температурі (30-35°C) формування зерна відбувається повільно, що дозволяє отримати більш м'яке і менш щільне зерно.

Висока температура нагрівання забезпечує більш інтенсивний синерезис, зниження вологості та формування щільного сирного зерна, але може призвести до зниження рН і занадто сухої текстури. Середня температура забезпечує хороший баланс між синерезисом, кислотністю і вологістю, що дозволяє отримати сир із більш м'якою текстурою, зберігаючи

більшу кількість води в продукті. Низька температура веде до менш інтенсивного синерезису, збереження більшої вологості та м'якшого сирного зерна, що робить сир менш щільним і з більшим вмістом води.

Таким чином, вибір температури другого нагрівання має суттєвий вплив на кінцеві характеристики сиру, і його треба визначати відповідно до бажаних властивостей продукту.

3.3.Оцінка змін фізико-хімічних, структурно-механічних та органолептичних показників сиру під час визрівання за різних варіантів другого нагрівання

Процес визрівання сиру має важливий вплив на його фізико-хімічні, структурно-механічні та органолептичні характеристики. Зміни, що відбуваються під час визрівання, залежать від багатьох факторів, зокрема від температури, при якій проводиться друге нагрівання, що визначає початкові властивості сиру. Оцінка цих змін дозволяє зрозуміти, як різні температурні режими другого нагрівання впливають на якість кінцевого продукту[35].

Оцінку змін фізико-хімічних, структурно-механічних та органолептичних показників сиру під час визрівання за різних варіантів другого нагрівання представлено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1.

Зміни фізико-хімічних, структурно-механічних та органолептичних показників сирів Гауда, Качота і Чеддер під час визрівання за різних варіантів другого нагрівання

Показники	Гауда	Качота	Чеддер
Висока температура (50-55°C)			
Вологість (%)	33-35	31-33	32-34
pH	4,7-4,9	4,6-4,8	4,8-5,0
Текстура/Твердість	Тверда, крихка	Тверда, крихка	Тверда, крихка
Зерно	Щільне, дрібне	Щільне, дрібне	Щільне, дрібне
Еластичність	Низька	Низька	Низька
Смак	Інтенсивний, гострий, кислий	Гострий, пікантний	Інтенсивний, різкий, кислий
Запах	Насичений, виразний	Виразний, насичений	Сильний, різкий

Колір	Золотистий	Глибокий жовтий	Яскраво-жовтий
Середня температура (35-40°C)			
Вологість (%)	38-40	36-38	37-39
pH	5,1-5,3	5,0-5,2	5,2-5,4
Текстура/Твердість	М'яка, помірно тверда	М'яка, помірно тверда	М'яка, помірно тверда
Зерно	Менш щільне, середнє	Середнє	Середнє
Еластичність	Середня	Середня	Середня
Смак	М'який, кремівий, менш кислий	Кремівий, менш кислий	М'який, менш гострий
Запах	М'якший, менш виражений	М'якший	М'якший
Колір	Світло-жовтий	Світло-жовтий	Світло-жовтий
Низька температура (30-35°C)			
Вологість (%)	42-44	41-43	40-42
pH	5,4-5,6	5,3-5,5	5,5-5,7
Текстура/Твердість	М'яка, кремівий	М'яка, кремівий	М'яка, кремівий
Зерно	Крупніше, м'яке	Крупніше, м'яке	Крупніше, м'яке
Еластичність	Висока	Висока	Висока
Смак	Легкий, малоокислий	Легкий, малоокислий	Легкий, малоокислий
Запах	Легкий, менш насичений	Легкий	Легкий
Колір	Світлий, рівномірний	Світлий, рівномірний	Світлий, рівномірний

Отже вища температура зменшує вологість, що призводить до більш твердих і сухих сирів. Низька температура дозволяє зберігати більше води, що робить сир м'якшим. Висока температура сприяє зниженню pH, що підвищує кислотність і дає більш виражений кислий смак. Висока температура дає твердішу текстуру, а низька температура - м'якішу. Вища температура дає дрібніше і щільніше зерно, тоді як низька температура формує крупніше зерно. Вища температура зменшує еластичність, роблячи сир більш крихким. Температури впливають на інтенсивність смаку. Висока температура дає більш гострий і кислий смак, низька - більш м'який і кремівий. Вища температура викликає більш виражений запах, тоді як

низька температура дає м'якший аромат. Вища температура надає сиром яскравий золотистий відтінок. Середня температура (35-40°C) дає більш м'який і кремовий смак та текстуру. Підходить для напівтвердих сирів, таких як Качота, де важлива еластичність і баланс між твердістю та м'якістю. Низька температура (30-35°C) використовується для виробництва сирів з більш м'якою текстурою та менш вираженим смаком, що підходить для сирів типу моцарела.

Таким чином, дослідження температурних режимів другого нагрівання дозволяє точно налаштувати процес виготовлення напівтвердих сирів для досягнення бажаних смакових, текстурних та органолептичних характеристик, які задовольняють потреби ринку і вимоги стандартів якості.

Ця таблиця дозволяє чітко побачити, як температура другого нагрівання впливає на різні характеристики сирів Гауда, Качота і Чеддер, що є корисним для оптимізації технологічного процесу і досягнення бажаних властивостей кінцевого продукту.

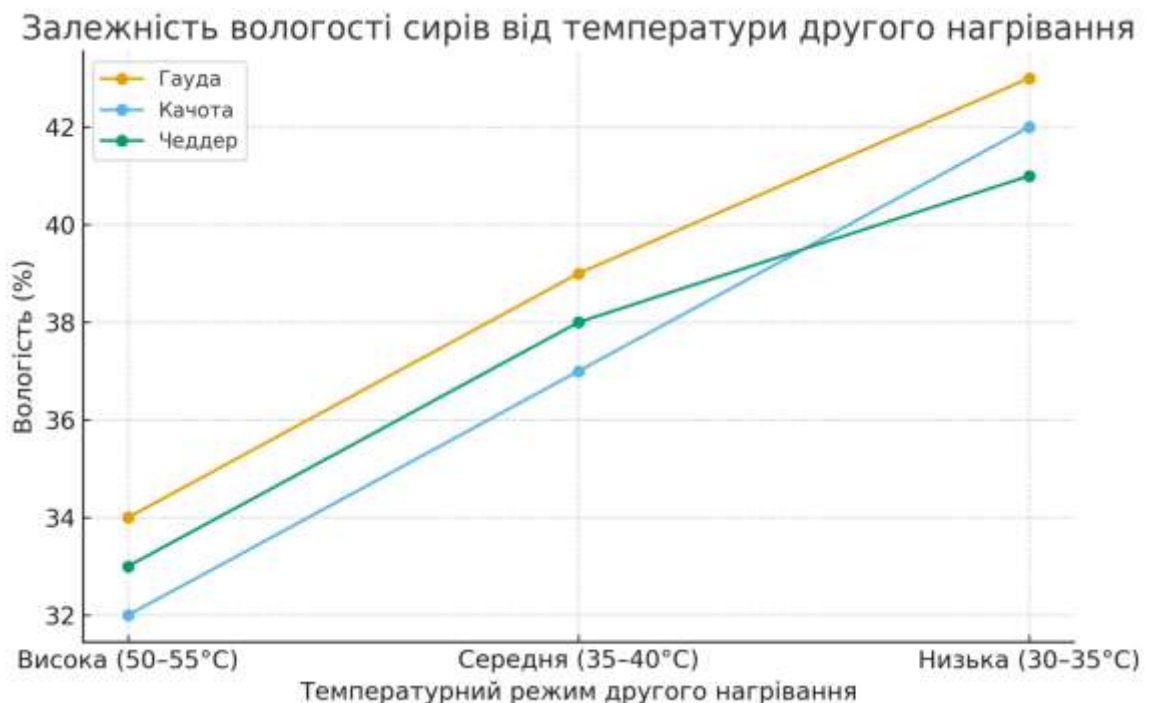


Рис. 1. Залежність вологості сирів від температури другого нагрівання

Графік демонструє чітку закономірність: зі зниженням температури другого нагрівання вологість сирів зростає для всіх трьох досліджуваних видів - Гауди, Качоти та Чеддера. Це пояснюється тим, що при високій температурі (50-55°C) сирне зерно інтенсивніше зневоднюється, ущільнюється та втрачає більше сироватки. У середньому ж при температурі 35-40 °C зберігається помірний рівень вологи, що характерно для сирів середньої твердості. Найвищий рівень вологості спостерігається у варіанті з низькою температурою нагрівання (30-35 °C), коли згусток менш ущільнений та утримує більше вологи.

Отже, температура другого нагрівання є ключовим фактором, що визначає кінцеву консистенцію та твердість сиру, дозволяючи регулювати властивості продукту відповідно до технологічних вимог.

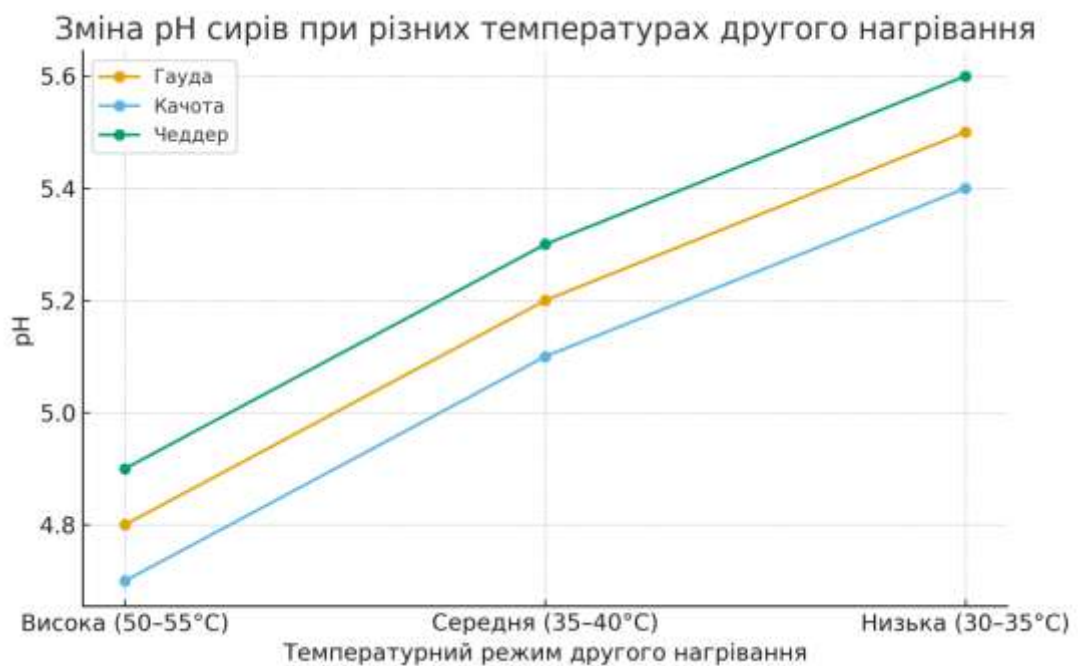


Рис. 2. Зміна рН сирів при різних температурах другого нагрівання

Графік показує, що показник рН зростає зі зниженням температури другого нагрівання. Це свідчить про менший ступінь кислототворення у м'якому варіанті процесу. При високій температурі (50-55 °C) активність заквашувальних культур зростає, прискорюється ферментативний розпад лактози та підвищується кислотність (нижчий рН). При середніх

температурах процес відбувається більш збалансовано, а при низькому нагріванні кислотність зменшується, що характерно для сирів із м'якою текстурою та ніжним смаком.

Таким чином, регулювання температури другого нагрівання дозволяє контролювати кислотність сиру, що впливає на смак, аромат і консистенцію кінцевого продукту.

3.4. Вплив температури другого нагрівання на мікробіологічну стабільність та безпечність продукту

Температури другого нагрівання сировини під час виробництва сиру значно впливають на мікробіологічну стабільність і безпечність продукту. Процес нагрівання може знищити або зменшити кількість мікроорганізмів, таких як патогенні бактерії, дріжджі і цвілі, що дозволяє запобігти розвитку небезпечних мікробів у кінцевому продукті.

Мікробіологічна стабільність продукту визначається здатністю продукту зберігати нормальну мікробіологічну флору та зменшувати ризик розвитку шкідливих мікроорганізмів. Процес нагрівання сирної маси при різних температурах впливає на мікробіологічну активність та здатність зберігати продукт.

Високі температури (50-55°C) ефективно знищують більшість патогенних мікроорганізмів, включаючи сальмонелу та інші патогенні бактерії. Це забезпечує мікробіологічну безпеку продукту і сприяє його довготривалому зберіганню. Однак при таких температурах також можуть знищуватися корисні молочні бактерії, які сприяють ферментації сиру, що може вплинути на його смакові та текстурні характеристики.

При середніх температурах (35-40°C) ефективність знищення патогенів також є високою, але менш інтенсивною порівняно з високими температурами. Це дозволяє зберігати більш стабільну корисну мікрофлору, яка важлива для процесу дозрівання сиру, не жертвуючи безпечністю[23].

Однак, при таких температурах є ризик, що певні патогенні мікроорганізми можуть не повністю знищуватися, тому важливо контролювати час і температуру.

Низькі температури (30-35°C) не здатні ефективно знищувати більшість патогенів, тому сир може бути більш уразливим до розвитку шкідливих мікробів. Однак, для деяких видів сиру з високим вмістом вологи, таких як моцарела, ця температура може бути оптимальною для збереження корисних мікроорганізмів, які потрібні для підтримки стабільності та розвитку смаку.

Безпечність продукту вимагає, щоб під час виробництва сиру усі патогенні бактерії були знищені до мінімального рівня, щоб продукт не став джерелом захворювань. Температури другого нагрівання можуть забезпечити безпечність сиру, оскільки вони мають вплив на патогени, такі як сальмонела, *L. monocytogenes* (листерія), *E. coli* та інші.

Висока температура (50-55°C) повністю знищує патогенні мікроорганізми, роблячи продукт безпечним для споживання. Висока температура також може зменшити ризик розвитку хвороб, пов'язаних з молочними продуктами, таких як туберкульоз чи бруцельоз.

Середня температура (35-40°C) ефективно знижує кількість патогенних бактерій, проте вони не є достатньо високими для повного знищення всіх мікробів. Це може бути небезпечно, якщо в сировину потрапляють особливо стійкі до температури патогени. Важливим є контроль температури і часу на цьому етапі, щоб гарантувати безпеку продукту.

Низька температура (30-35°C) не здатна знищити більшість патогенних бактерій, тому сир, що обробляється при такій температурі, може бути менш безпечним з точки зору мікробіологічної стабільності.

Важливо застосовувати додаткові заходи для гарантії безпеки, такі як швидке охолодження або додавання консервантів для уникнення розвитку небажаних мікроорганізмів.

Для забезпечення мікробіологічної безпеки та стабільності продукту потрібно використовувати високі температури для сирів, які мають тривалий термін зберігання, для гарантованого знищення патогенів. Для напівтвердих сирів (як-от Качота) і сирів з високим вмістом вологи можна використовувати середні температури, але необхідно ретельно контролювати час і температуру нагрівання. Низькі температури можуть використовуватись для м'яких сирів, але для безпеки потрібно застосовувати додаткові методи контролю якості, такі як перевірка на наявність патогенів або використання консервантів.

Для кожного виду сиру важливо точно контролювати температуру та час нагрівання, щоб забезпечити не тільки безпеку продукту, а й підтримати бажані смакові та текстурні характеристики.

Температура другого нагрівання має суттєвий вплив на мікробіологічну стабільність і безпечність продукту. Високі температури ефективно знищують патогенні мікроорганізми, що робить продукт більш безпечним. Однак для сирів з високим вмістом вологи необхідно використовувати середні температури і додаткові методи обробки для забезпечення безпеки і стабільності[21].

Вплив температури другого нагрівання на мікробіологічну стабільність та безпечність сирів представлено в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2.

Вплив температури другого нагрівання на мікробіологічну стабільність та безпечність сирів

Температурний режим	Гауда	Качота	Чеддер	Мікробіологічна стабільність	Знищення патогенів
Висока температура (50-55°C)	Повністю знищує патогени	Добре знищує патогени, але залишаються деякі	Повністю знищує патогени	Низький ризик мікробіологічного забруднення	Листерія, сальмонела, E. coli

		мікроорганізми			
Середня температура (35-40°C)	Низький ризик мікробіологічного забруднення	Помірний ризик, якщо температура зберігання не контролюється	Низький ризик мікробіологічного забруднення	Збереження корисної мікрофлори	Листерія, сальмонела, E. coli, дріжджі
Низька температура (30-35°C)	Низький ризик мікробіологічного забруднення	Високий ризик, якщо температура зберігання не контролюється	Низький ризик мікробіологічного забруднення	Не ефективно знищує патогени	Дріжджі, цвіль

Висока температура (50-55°C) є найефективнішою для забезпечення мікробіологічної безпеки та стабільності сиру, оскільки вона знищує патогени і забезпечує довгострокову безпеку продукту.

Середня температура (35-40°C) є ефективною для сирів, які не потребують тривалого зберігання, але для сирів з високим вмістом вологи, таких як Качота, потрібен додатковий контроль температури зберігання.

Низька температура (30-35°C) не ефективно знищує патогени, тому її слід використовувати тільки за умови ретельного контролю, зокрема для збереження корисних молочних бактерій в сирі.

Цей аналіз підкреслює важливість температурного контролю на кожному етапі виробництва та зберігання сиру, щоб забезпечити мікробіологічну безпеку та високу якість продукту.

3.5. Обґрунтування оптимальних параметрів другого нагрівання для виробництва напівтвердих сирів

Температура другого нагрівання є критичним етапом у виробництві сирів, оскільки вона впливає на мікробіологічну безпеку, текстуру, смакові

характеристики та тривалість дозрівання. Для досягнення бажаних результатів необхідно знайти оптимальну температуру та тривалість другого нагрівання, що забезпечать високу якість та безпеку продукту.

Висока температура (50-55°C)

Переваги: Знищення більшості патогенних мікроорганізмів (лістерія, сальмонела, E. coli), що забезпечує безпеку продукту. Прискорення процесу видалення сироватки, що дозволяє отримати більш щільну і суху текстуру сиру. Ідеальна для виробництва твердих сирів (наприклад, Гауда і Чеддер).

Недоліки: Можливе зниження корисних молочнокислих бактерій, що відповідають за ферментацію та розвиток смакових характеристик. Потрібен точний контроль часу та температури, оскільки занадто висока температура може призвести до перенагріву і погіршення якості.

Середня температура (35-40°C)

Переваги: Збереження активності молочнокислих бактерій, що сприяють розвитку характерного смаку. Підходить для напівтвердих сирів, таких як Качота, оскільки забезпечує збалансовану текстуру і смак. Температури на цьому рівні сприяють помірному видаленню сироватки і збереженню еластичності сиру.

Недоліки: Менше ефективне знищення патогенних мікроорганізмів порівняно з високими температурами. Для сирів з високим вмістом вологи, таких як Качота, потрібен додатковий контроль за мікробіологічною безпекою.

Низька температура (30-35°C)

Переваги: Збереження великої кількості корисних молочнокислих бактерій, що важливо для смаку і консистенції сиру. Підходить для виробництва м'яких сирів з високим вмістом вологи, таких як моцарела.

Недоліки: Високий ризик розвитку мікробіологічних проблем, якщо температура зберігання не контролюється (дріжджі, цвіль). Не ефективно знищення патогенних мікроорганізмів, що підвищує ризик забруднення.

Оптимальна технологічна схема для виробництва напівтвердого сиру повинна враховувати всі етапи виробництва, починаючи від підготовки молока до дозрівання сиру. Ось основні етапи цієї схеми:

Молоко повинно бути пастеризоване при температурі 65°C протягом 30 хвилин для знищення шкідливих мікроорганізмів. Охолодження до 32-36°C для подальшого додавання заквасок та ферментів. Додаємо молочнокислі бактерії для ферментації та сичужний фермент для утворення згустку. Залишити молоко при температурі 32-36°C на 30-60 хвилин для утворення згустку. Після утворення згустку, його необхідно нарізати на шматки (кубики розміром 1-2 см). Згусток нагрівають до 38-42°C, перемішують протягом 15-20 хвилин для досягнення потрібної консистенції. Після нагрівання згустку сироватку видаляють за допомогою центрифуги або преса.

Другий етап нагрівання (оптимізація температури): для напівтвердих сирів, таких як Качота, температура другого нагрівання повинна бути 35-40°C, щоб зберегти вологість і забезпечити еластичність сиру. Для твердих сирів, таких як Гауда та Чеддер, температура повинна бути 50-55°C, щоб видалити більше сироватки і зробити текстуру щільнішою.

Формуємо сир у потрібні форми та пресуємо для видалення залишкової сироватки. Пресування сирної маси проводиться при тиску 1-1,5 атм. для досягнення бажаної щільності. Сир обробляється соляним розчином або солиться в сухому вигляді. Це сприяє розвитку смаку та допомагає в утворенні корки.

Дозрівання сиру. Для твердих сирів (Гауда, Чеддер) дозрівання відбувається при температурі 12-15°C протягом 4-6 місяців. Для напівтвердих сирів (Качота) дозрівання може тривати від 2 до 4 тижнів при температурі 10-12°C.

Контроль якості та безпеки. Під час виготовлення та дозрівання проводиться постійний контроль на наявність патогенних мікроорганізмів, таких як лістерія, сальмонела, E. coli.

Сенсорний аналіз. Оцінка смакових характеристик та текстури сиру на кожному етапі.

Рекомендації для удосконаленої технології виробництва:

- *Температурний контроль:* Для кожного типу сиру потрібно чітко дотримуватися температурних режимів. Для Гауди та Чеддера підходять високі температури, для Качоти - середні.
- *Час нагрівання:* Важливо ретельно контролювати час на кожному етапі нагрівання, оскільки це впливає на текстуру і вологість сиру.
- *Мікробіологічна безпека:* Для забезпечення безпеки продукту необхідно використовувати високі температури для знищення патогенних мікроорганізмів, а також підтримувати належні умови зберігання для уникнення розвитку небажаних мікробів.

Ці удосконалення дозволять підвищити якість сиру, забезпечити його безпеку та покращити ефективність виробництва.

ВИСНОВКИ

1. Висока температура другого нагрівання є важливим етапом у технології виробництва напівтвердих сирів, оскільки вона сприяє досягненню бажаної текстури та консистенції сиру, а також покращує мікробіологічну стабільність продукту.

2. Підвищення температури другого нагрівання (50-55°C) дозволяє знизити вологість сиру та покращити його щільність, однак це може призвести до втрати вітамінів і мікроелементів, що є недоліком при використанні цього методу.

3. Висока температура другого нагрівання покращує вологовіддачу та зменшує вологість сиру, що підвищує його твердість. Проте надмірне підвищення температури може вплинути на кислотність сироватки та рН сиру, що потребує ретельного контролю.

4. Зниження рН на етапі пресування та після дозрівання сприяє досягненню оптимальної кислотності та текстури, що є важливим для отримання сиру з ідеальними органолептичними властивостями.

5. Процес нагрівання сприяє підвищенню мікробіологічної стабільності сиру, що дозволяє зменшити ризики патогенних мікроорганізмів і покращити термін зберігання продукту.

6. Однак при високих температурах нагрівання існує ризик денатурації білків, що може погіршити текстуру і зменшити якість сиру. Це вимагає точно налаштованих температурних режимів.

7. Напівтвердий сир з високою температурою другого нагрівання має більш щільну текстуру і знижений рівень вологи, що забезпечує високу бальну оцінку органолептики за рахунок правильно підбраного температурного режиму.

8. Висока температура нагрівання також може впливати на смакові якості сиру, надаючи йому більш виражений кисломолочний смак та менш м'яку консистенцію, що відрізняє цей вид сиру від м'якших сортів.

9. Удосконалення технології включає не тільки підвищення температури нагрівання, а й коригування інших параметрів процесу (наприклад, швидкість зсідання молока, час пресування, температура в процесі дозрівання), що дозволяє досягти бажаних фізико-хімічних характеристик та високу якість сиру.

Пропозиції виробництву

Для задоволення зростаючого попиту на продукцію рекомендується збільшення виробничих потужностей, відкриття нових ліній або навіть будівництво додаткових виробничих приміщень. Важливим етапом у модернізації виробництва є впровадження системи моніторингу якості, що дозволить на всіх етапах виробництва - від постачання сировини до готової продукції - контролювати відповідність продукту встановленим стандартам якості.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Codex Alimentarius. General Standard for Cheese (CODEX STAN 283-1978). Rome: FAO, 2020.
2. Delitskaya I.N., Mordvinova V.A. Temperature of second heating as a factor regulating syneresis and lactic acid process intensity in hard cheese production. *Cheese and Butter Making Industry Journal*. 2018. No. 4. P. 15–18.
3. EU–Ukraine Dairy Sector Report. Brussels, 2023. URL: <https://lnk.ua/geqK6kyN5> (дата звернення: 08.10.2025).
4. Everard C.D. Syneresis kinetics during cheese making. *International Journal of Dairy Technology*. 2016. Vol.63. P.123–131.
5. FAO Ukraine Dairy Outlook. Rome, 2022. URL: <https://lnk.ua/be8AgrkV5> (дата звернення: 12.09.2025).
6. Fox P.F., McSweeney P.L.H., Cogan T.M., Guinee T.P. *Fundamentals of Cheese Science*. New York: Springer, 2017. 811 p.
7. Gagnon M., Goulet C., LaPointe G., Chouinard P. Y., Roy D. Effect of two thermoresistant non-starter lactic acid bacteria strains on volatilome profile during Cheddar ripening simulation. *International Journal of Food Microbiology*. 2021. Vol. 357. P. 182-193.
8. Modern technologies for the ripening acceleration and flavor improvement of cheese. *Korean J Food Sci Anim Resour*. 2019. 8 (1). P. 46-57.
9. Ivens K. O., Baumert J. L, Hutkins R. L., Taylor S. L. Effect of proteolysis during Cheddar cheese aging on the detection of milk protein residues by ELISA. *Journal of Dairy Science*. 2017. № 100 (3). P. 1629-1639.
10. Khattab A. R, Guirguis H. A., Tawfik S. M., Farag M. A. Cheese ripening: A review on modern technologies towards flavor enhancement, process acceleration and improved quality assessment. *Trends in Food Science & Technology*. 2019. № 88. P. 343-360.
11. Kitchenko L.M., Kovalchuk Y.O. Improvement of the technology of semi-solid cheese with a high second-heating temperature for small enterprises.

Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies. 2018. Vol. 20, No. 87. P. 72–76.

12.Licitra G., Portoghese M., Pino A., Randazzo C.L. Effect of cooking temperature on alkaline phosphatase activity in curd during hard cheese manufacture. *Journal of Dairy Science*. 2023. Vol. 106(5). P. 2961–2970.

13.Murray N. M., O'Riordan D., Jacquier J.-C., O'Sullivan M., Holton T. A., Wynne K., Robinson R. C, Barile D., Nielsen S. D., Dallas D. C. Peptidomic screening of bitter and nonbitter casein hydrolysate fractions for insulinogenic peptides. *Journal of Dairy Science*. 2018. № 101 (4). P. 2826-2837.

14.Sheehan J.J., Guinee T.P., Wilkinson M.G. Effect of cook temperature on starter and non-starter lactic acid bacteria viability in Cheddar cheese. *International Dairy Journal*. 2017. Vol. 17. P. 262–272.

15.Vichko O. Modern biotechnological approaches in production of hard and semi-hard cheeses: analytical review. *Biotechnologia Acta*. 2023. Vol. 16(2). P. 45–55.

16.Vlasenko I.V. Research of heat treatment influence of milk on quality and safety of hard cheeses. *Technology Audit and Production Reserves*. 2019. Vol. 3/1(47). P. 22–27.

17.Walsh E. A., Diako C., Smith D. M., Ross C. F. Influence of storage time and elevated ripening temperature on the chemical and sensory properties of white Cheddar cheese. *J. Food Sci*. 2020. 85 (2). P. 268-278.

18.Агробізнес сьогодні. Аналітика ринку сирів. №4, 2023. URL: <https://lnk.ua/KVvd7Bd4E>(дата звернення: 12.10.2025).

19.Асоціація виробників молока. Аналітика молочного ринку України. Київ, 2024. URL:<https://lnk.ua/Y4Q9j5749>(дата звернення: 12.09.2025).

20.Бабенко В.Г. Технологія молока і молочних продуктів. Харків. 2014. 412 с.

21.Берник І. М., Фаріонік Т. В., Новгородська Н. В. Ветеринарно-санітарна експертиза продуктів тваринного і рослинного походження. Навчальний посібник. Вінниця. Видавничий центр ВНАУ, 2020. 232 с.

22.Всеукраїнський конгрес харчовиків. Матеріали конференції «Молочна галузь України», 2023. URL: <https://lnk.ua/jVWPxRRNk>(дата звернення: 11.09.2025).

23.Геліх А. Перетворення білкових структур у молочній сировині. Food Resources. 2020. С.22-29.

24.Державна служба статистики України. Виробництво сирів 2018–2024. URL:<https://lnk.ua/wVlz83x4P>(дата звернення: 10.09.2025).

25.ДСТУ 6003:2008. Сири тверді. Загальні технічні умови. [Чинний від 2008-12-28]. К. : ДП «УкрНДНЦ», 2008.21 с.

26.ДСТУ 8550:2015 Молоко та молочні продукти. Вимірювання рН потенціометричним методом. К. : ДП «УкрНДНЦ», 2017.12 с.

27.ДСТУ EN ISO 4833-1:2014 Мікробіологія харчового ланцюга. Горизонтальний метод підрахунку мікроорганізмів. К. : ДП «УкрНДНЦ», 2014.11 с.

28.ДСТУ EN ISO 707:2022 Молоко та молочні продукти. Настанови з відбирання проб [Чинний від 2022-12-28]. К. : ДП «УкрНДНЦ», 2022. 16 с.

29.ДСТУ ISO 11290-1:2003 Мікробіологія харчових продуктів та кормів для тварин. Горизонтальний метод виявлення та підрахування *Listeria monocytogenes*. Частина 1. Метод виявлення К. : ДП «УкрНДНЦ», 2003.12 с.

30.ДСТУ ISO 1735:2005. Сир і плавлений сир. Гравіметричний метод визначення вмісту жиру (контрольний метод). Вид. офіц. К.: ДП «УкрНДНЦ», 2007. 8 с.

31.ДСТУ ISO 4832:2015. Мікробіологія харчових продуктів. Метод підрахування колоній. [Текст]. Чинний від 2017.20 с.

32.ДСТУ ISO 5534:2005 Сир і плавлений сир. Визначення загального вмісту сухих речовин (контрольний метод). К. : ДП «УкрНДНЦ», 2007. 6 с.

33.ДСТУ ISO 5943/IDF 88:2007 «Сир та сири плавлені. Визначення вмісту хлориду. Метод потенціометричного титрування»

34.ДСТУ ISO 6611/IDF 94:2007 Молоко та молочні продукти. Визначення колонієутворювальних одиниць дріжджів та/чи плісені. К. : ДП «УкрНДНЦ», 2009.10 с.

35.Дяченко В.В. Роль термотолерантних лактобацил у сироробстві. Харчові технології та безпека продуктів. 2020. С.68–74.

36.Жук Л.О., Павлюк Р.Ю. Дослідження структурно-механічних властивостей білкових гелів. Обладнання та технології харчових виробництв. 2021. Вип.47. С.52-60.

37.Занора В. О. Стратегічне управління інноваційними проєктами розвитку підприємства: методологічні положення. Економіка. Фінанси. Менеджмент: актуальні питання науки і практики. 2021. № 1. С. 72-85.

38.Івашина Л.Л., Оліферчук О.Г. Тенденції розвитку молочної галузі. Науковий вісник НУХТ. 2024. Вип.28(1). С.81-89.

39.Інститут продовольчих ресурсів НААН України. Аналітичний огляд молочної промисловості. Київ, 2022.

40.Інфагро. Dairy Industry Report. Київ, 2023. URL: <https://surl.li/iqopcc>(дата звернення: 28.09.2025).

41.Козак Н.В. Вплив стабілізаторів на властивості білкових структур. Харчова наука і технологія. 2018. Вип.12(4). С.43-50.

42.Мардар М.Р. Фізико-хімічні зміни білкових систем при тепловій обробці. Проблеми харчування. 2019. Вип.4. С.78-83.

43.Матвійчук К., Вирвич Н., Коротун Т. Сучасний стан та перспективи розвитку молочної галузі України. *Наукові здобутки у вирішенні актуальних проблем виробництва і переробки продукції тваринництва*: зб. матер. VI Всеукр. наук.-прак. конф. молодих вчених та здобувачів освіти (18 груд. 2025 р.). Житомир: Поліський національний університет, 2025. С.

44.Матвійчук К.В., Вирвич Н.В. Крафтове сироваріння: від унікальних смаків до сталого розвитку локальних економік. Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва: науково-теоретичний збірник. Житомир : Поліський національний університет, 2025. Вип. 19. С.32-33.

45.Матвійчук К. Удосконалення технології виробництва напівтвердого сиру з високою температурою другого нагрівання. *Стан та перспективи виробництва, переробки і використання продукції тваринництва*: зб.мат. XII Міжнар. наук.-практ.конф. студент. та учнів. молоді. Кам'янець-Подільський, 2025. С.

46.Мінагрополітики. Огляд переробної галузі. Київ, 2024. URL:<https://surl.li/qnnjuy>(дата звернення: 22.10.2025).

47.Молоко-сировина коров'яче. Технічні умови: ДСТУ 3662:2018 [Чинний від 2017-01-01]. К. : ДП УкрНДНЦ», 2016. 16 с.

48.Напівтверді сири: відмінності і сорти. <https://surl.li/yoeabx>

49.Новини галузі. Асоціація виробників молока: веб-сайт. URL: <http://avm-ua.org/uk> (дата звернення: 12.09.2025).

50.Новини молочного ринку України та світу. Infagro: веб-сайт. URL: <https://infagro.com.ua> (дата звернення: 20.10.2025).

51.Плахотнюк О. Особливості теплової обробки молочних білків. Food Resources. 2021. С.50-57.

52.Сенишин О.С. Аналіз молочного сектору та технологій переробки. Вісник УжНУ. 2021. Вип.2. С.114-119.

53.Системи класифікації сирів. URL: <https://surl.li/ihnapz> (дата звернення 05.10.2025)

54.Сирна класифікація: світові підходи та гастрономічне відкриття. URL:

55.Скрипніченко, Д., Дец, Н., Ланженко, Л. Обґрунтування вибору сировинних інгредієнтів при виробництві сиркового десерту з наповнювачами. *Scientific Works*, 84(2), С.10-16.

56.Центр аграрної політики. Стратегія розвитку молокопереробки України. Київ, 2024. URL:<https://lnk.ua/YN3ayoEeJ>(дата звернення: 09.09.2025).