

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

КАЛМИКОВА ГАННА ФЕОДОСІЇВНА



УДК 637. 525

**РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ СИРУ ТЕРМОКИСЛОТНОГО,
ЗБАГАЧЕНОГО МОЛОЧНОКИСЛОЮ МІКРОФЛОРОЮ**

05.18.04 – технологія м'ясних, молочних продуктів
і продуктів з гідробіонтів

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Київ - 2016

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана у відділі сироробства Інституту продовольчих ресурсів Національної академії аграрних наук України

Науковий керівник: кандидат технічних наук, старший науковий співробітник
Орлюк Юрій Тимофійович,
Інститут продовольчих ресурсів НААН,
завідувач відділу масло- та сироробства

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Перцевий Федір Всеволодович,
Сумський національний аграрний університет
МОН України,
завідувач кафедри технології харчування

кандидат технічних наук, доцент
Ющенко Наталія Михайлівна,
Національний університет харчових технологій
МОН України,
доцент кафедри технології молока і молочних продуктів

Захист відбудеться « 16 » березня 2016 року о 14⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.058.03 Національного університету харчових технологій за адресою: 01601, м. Київ вул. Володимирська, 68 , аудиторія A-311

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Національного університету харчових технологій за адресою: 01601, м. Київ, вул. Володимирська, 68.

Автореферат розісланий « 10 » лютого 2016 року

Учений секретар
спеціалізованої вченої ради



Н.О. Бублієнко

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Сироробна галузь є однією з найдинамічніших споживчих сегментів зі стійким зростанням обсягів виробництва і споживання. Проте аналіз вітчизняного ринку термокислотних сирів показав тенденцію до підвищення споживання, в основному, за рахунок сирів імпортного виробництва, через обмежений вітчизняний асортимент сирів цього виду. Зростання обсягів загального імпорту сирів почало істотно впливати на обсяг пропозиції внутрішнього ринку України, який за 2014 р., у порівнянні з 2013 р., зріс на 6 % і досяг 124,3 тис. т. Водночас в 2014 р. в Україні було вироблено 164 тис. т сиру, з яких на сир термокислотний припало лише 0,05 % або 82,8 т.

Серед сирів термокислотних імпортного виробництва популярністю у споживачів користуються Рікотта, Рікотоне, Маскарпоне (Італія) та Цігер (Словацька Республіка). В Україні виробляється лише сир Адигейський. Для розширення асортименту сирів термокислотних перспективною є розробка технологій, що передбачають використання як білків молока, так і вторинної молочної сировини – підсирної сироватки. Сири, виготовлені термокислотним зсіданням білків молока, дають можливість раціонально перероблювати молочну сировину, менш вибагливі до її якості та не потребують істотного технологічного переоснащення на будь-якому діючому сироробному підприємстві молочної промисловості.

Розробленню технологій сирів способом термокислотного зсідання білків молока присвячені численні дослідження [Козлов, 1988, Раманаускас, 2005, Шингарьова, 2001, Fox, 2004, Kosikovski, 1997, McKenna, 1996, Nilson, 1981].

Зазвичай, ця технологія не передбачає використання молочнокислої мікрофлори. Проте, завдяки залученню сироваткових білків у виробництво сирів, виготовлених термокислотним способом зсідання білків молока, підвищується біологічна цінність та поліпшуються смако-ароматичні властивості продукту. З огляду на це, перспективним є введення додаткової технологічної операції – ферментація сирної маси. Вивчення закономірностей ферментації термокислотної сирної маси висвітлено в наукових працях [Смирнова, 2003, Бугаєва, 2003]. Однак в цих роботах не визначено детальний вплив режимів ферментації на структурно-механічні характеристики готового продукту, показники якості і безпечності, що потребують наукових досліджень та обґрунтування.

Отже, наукове обґрунтування і розроблення технології нового різновиду сиру термокислотного, збагаченого молочнокислою мікрофлорою та дослідження показників його якості, є актуальним.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконана у відділі сироробства Інституту продовольчих ресурсів у межах науково-технічної програми НААН «Технології та обладнання для ефективно переробки м'ясної, молочної сировини та птиці і виробництва повноцінних продуктів харчування» на 2006-2010 р.р. та є розділом комплексної теми «Дослідити процес масообміну при утворенні

казеїново-альбумінових комплексів в молочно-сироваткових сумішах» (номер державної реєстрації 0108U002072).

Мета і задачі досліджень. Метою роботи є наукове обґрунтування закономірностей збагачення молочнокислою мікрофлорою термокислотної сирної маси та розроблення технології сиру термокислотного з підвищеною біологічною цінністю.

Відповідно до поставленої мети було визначено такі **задачі**:

- обґрунтувати спосіб збагачення молочнокислою мікрофлорою сиру, отриманого термокислотним зсіданням білків молока;
- відібрати заквашувальну культуру для отримання середовища ферментації;
- визначити та дослідити вплив технологічних параметрів ферментації термокислотної сирної маси на її фізико-хімічні та мікробіологічні показники;
- визначити вплив технологічних параметрів ферментації на вихід сиру, граничне напруження зсуву сирної маси та органолептичні показники готового продукту;
- дослідити зміни фізико-хімічних, мікробіологічних, біохімічних та органолептичних показників нового різновиду сиру термокислотного під час визрівання та визначити гарантійний термін до споживання;
- провести оцінку економічної ефективності та соціальної значимості виробництва нового різновиду сиру термокислотного за розробленою технологією;
- розробити та затвердити нормативну документацію на виробництво нового різновиду сиру термокислотного та апробувати технологію у промислових умовах.

Об'єкт дослідження – технологія сиру термокислотного, збагаченого молочнокислою мікрофлорою.

Предмет дослідження – термокислотна сирна маса до та після збагачення молочнокислою мікрофлорою, новий різновид сиру термокислотного під час визрівання та зберігання, білки нового різновиду сиру термокислотного, показники якості та безпеки досліджуваного продукту.

Методи дослідження. Для реалізації мети були використані стандартні та загальноприйняті фізико-хімічні (масова частка вологи, масова частка хлориду натрію, активна кислотність, титрована кислотність, маса), реологічні (граничне напруження зсуву), біохімічні (вміст амінокислот, жирних кислот, фракцій білків, загального розчинного нітрогену, розчинного небілкового нітрогену), мікробіологічні (загальна чисельність мікрофлори, бактерії групи кишкової палички (коліформи), патогенних мікроорганізмів) й органолептичні (смак, запах, консистенція) методи досліджень.

Наукова новизна одержаних результатів. Вперше науково обґрунтовано технологічні параметри ферментації термокислотної сирної маси штамом *L. acidophilus* у виробництві сирів термокислотних:

- досліджено процес дифузії *L. acidophilus* в термокислотній сирній масі та визначено раціональні режими її ферментації;

- встановлено закономірності біохімічних і фізико-хімічних перетворень в сирній масі;

- експериментально підтверджено, що введення біотехнологічного прийому – ферментації ацидофільною паличкою дозволяє інтенсифікувати мікробіологічні та біохімічні процеси. Ступінь утворення пептидів збільшувався пропорційно тривалості визрівання, що пов'язано з дією молочнокислих бактерій під час її ферментації та визрівання;

- експериментально визначено, що застосування ферментації у виробництві сирів термокислотних підвищує їх харчову та біологічну цінність на 2 %, збільшує вміст вільних амінокислот у 2,3 рази та покращує органолептичні показники готового продукту.

Практичне значення одержаних результатів. Визначено раціональні режими виробництва сиру термокислотного, збагаченого молочнокислою мікрофлорою. За результатами дисертаційної роботи розроблено нормативну документацію на «Сир «Осінній» (ТУ У 10.5-00419880-120:2013).

Встановлено і експериментально підтверджено, що застосування ферментації у виробництві сиру термокислотного забезпечує належні показники якості та подовжує термін зберігання готового продукту.

Новизну розробленої технології підтверджено патентом України на винахід № 96890 від 12 грудня 2011 р. «Спосіб виробництва термокислотного сиру».

Апробацію технології сиру «Осінній» проведено на ПрАТ «Літинський молочний завод» Вінницької обл. та ТОВ «Органік мілк» м. Баранівка, Житомирської обл.

Особистий внесок здобувача полягає у підборі, систематизації та аналізі літературних даних за темою дисертаційної роботи, постановці задач, плануванні та проведенні експериментальних досліджень, обробленні та узагальненні отриманих результатів, підготовці матеріалів до публікацій, розробленні проекту нормативної документації й оформленні патенту. Автором проведена апробація розробленої технології на діючих підприємствах молочної промисловості України. Аналіз та узагальнення результатів досліджень проведено разом з науковим керівником к.т.н., ст. н. сп. Ю.Т. Орлюком.

Окремі фрагменти роботи виконано у співавторстві зі співробітниками Інституту продовольчих ресурсів НААН: к.т.н. Ф.А. Федіним, Л.М. Головань, В.В. Гужвою, Ю.І. Феденко (технологічні параметри виробництва сирів з термокислотним зсіданням білків молока); к.т.н. Я.Ф. Жуковою (біохімічні дослідження сирів з термокислотним зсіданням білків молока), к.т.н. О.В. Боднарчук (мікробіологічні дослідження сирів з термокислотним зсіданням білків молока, збагачених молочнокислою мікрофлорою та середовища ферментації).

Особистий внесок здобувача підтверджується представленими документами й науковими публікаціями.

Апробація результатів дисертації. Матеріали дисертаційної роботи освітлювались і обговорювались на 77-й науковій конференції молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем

харчування людства у XXI столітті» (Київ, НУХТ, 2011); Міжнародній науково-практичній конференції «Прогресивна техніка та технології харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі. Економічна стратегія і перспективи розвитку сфери торгівлі та послуг» (Харків, ХДУХТ, 2011); Міжнародній науково-практичній конференції «Молодєжь и инновации – 2013» (Горки, УО «БГСХА», 2013); Всеукраїнській науково-технічній конференції «Актуальні проблеми харчової промисловості» (Тернопіль, ТНТУ ім. Пулюя, 2013), Міжнародній науковій конференції, присвяченій 130-річчю Національного університету харчових технологій «Нові ідеї в харчовій науці – нові продукти харчової промисловості» (Київ, НУХТ, 2014), Международной научно-практической и научно-методической конференции профессорско-преподавательского состава и аспирантов «Актуальные проблемы развития общественного питания и пищевой промышленности» (Белгород, АНОВПО «БУКСП», 2014), XV Всеукраїнській науково-технічній конференції молодих учених та студентів «Еколого-енергетичні проблеми сучасності» (Одеса, ОНАХТ, 2015).

Публікації. За матеріалами дисертаційної роботи опубліковано 14 наукових праць: з них 4 статті у фахових наукових виданнях України, 1 стаття у науковому періодичному виданні Республіки Білорусь, 1 стаття – у виданні Російської Федерації та матеріали 7 конференцій і 1 патент України на винахід.

Структура дисертації. Дисертацію викладено на 134 сторінках машинописного тексту. Вона складається зі вступу, огляду літератури, експериментальної частини, висновків, списку використаної літератури зі 169 найменувань та додатків. Робота містить 30 таблиць, 32 рисунків, 10 додатків.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність дисертаційної роботи, її зв'язок з науковими програмами, сформульовано мету і задачі досліджень, висвітлено наукову новизну і практичне значення одержаних результатів та особистий внесок дисертанта. Наведено дані щодо апробації результатів роботи, охарактеризовано структуру роботи.

У першому розділі «Виробництво сирів з термокислотним зсіданням білків молока» проведено аналітичний огляд вітчизняних і зарубіжних авторів щодо технологічних особливостей сиру термокислотного і способу зсідання білків молока; розглянуто фізико-хімічні показники і властивості сироватки різних видів та доведено раціональність використання сироватки з-під сиру термокислотного; розглянуто роль заквашувальної мікрофлори та її вплив на біохімічні перетворення в сирі під час визрівання та зберігання, а також на формування органолептичних показників готового продукту.

На основі аналізу наукових доробок вчених зроблено висновок щодо можливості розробки технології нового виду сиру термокислотного за рахунок збагачення сирної маси молочнокислою мікрофлорою та оптимізації параметрів процесу ферментації, яка дозволить максимально залучати цінні компоненти в продукт.

У другому розділі «Методика проведення досліджень» розроблено схему досліджень (рис.1) представлено перелік загальноприйнятих, аналітичних, експериментальних та математичних методів досліджень.



Рисунок 1 – Схема проведення досліджень

Масові частки вологи і хлориду натрію, рівень активної та титрованої кислотності встановлювали загальноприйнятими стандартизованими методами; загальну чисельність молочнокислої мікрофлори та вміст бактерій групи кишкової палички – висіванням серійних розведень на відповідні селективні середовища. Загальний вміст білка та кількість нітровмісних сполук оцінювали за методом К'ельдаля; кількісний та якісний склад вільних амінокислот у сирах визначали на амінокислотному аналізаторі «Купол 55» методом іонообмінної хроматографії.

Органолептичну оцінку сирів проводили у відділі сироробства ІПР згідно розробленої шкали та дегустаційними комісіями молокопереробних підприємств. Реологічні показники сирів досліджували на універсальній тест-машині «SANS» серії СМТ згідно з відповідними методичними рекомендаціями.

Виявлення і усунення вагомих помилок, визначення коефіцієнтів рівняння регресії, перевірка значимості коефіцієнтів регресії та дисперсії адекватності рівняння регресії, а також графічну обробку одержаних результатів здійснювали за допомогою програм Microsoft Office Excel 2010.Ink, Mathsoft Mathcad Enterprise Edition ON V11.A.

Третій розділ «Дослідження фізико-хімічних, мікробіологічних та біохімічних процесів у технології сиру термокислотного, збагаченого молочнокислою мікрофлорою» висвітлює результати експериментальних досліджень щодо впливу процесу ферментації сиру термокислотного на біохімічні, мікробіологічні та органолептичні показники готового продукту.

Традиційна технологія сиру термокислотного не передбачає застосування заквашувальних препаратів, а готовому продукту притаманні присмак пастеризації та гумоподібна, щільна консистенція. Протеолітичні процеси, у разі визрівання сиру «Адигейський», можуть відбуватися в основному за рахунок ферментів залишкової та контамінантної мікрофлори, що не забезпечує стабільність якісних показників готового продукту. Відомо, що застосування заквашувальних препаратів у виробництві сиру сприяє прискоренню протеолітичних процесів, позитивно впливає на формування органолептичних показників і підвищує його біологічну цінність.

Тому на першому етапі досліджень здійснювали відбір заквашувальної культури для приготування середовища ферментації сирної маси. Порівняльний аналіз термофільних лактобацил видів *Lactobacillus helveticus* і *Lactobacillus acidophilus*, які характеризуються високим рівнем кислотоутворення та термофільного стрептококу в процесі сквашування сироватки показав перевагу в застосуванні *Lactobacillus acidophilus* у кількості 3 % від об'єму сироватки.

Середовище ферментації отримували сквашуванням пастеризованої сироватки з-під сиру термокислотного молочнокислими бактеріями за температури 39 ± 1 °С.

Ефективність використання ацидофільної палички підтверджується швидким зростанням чисельності молочнокислих бактерій до $1,9 \cdot 10^8$ КУО/г та забезпеченням високого рівня титрованої кислотності 120 °Т за 10...12 год, що є основною умовою готовності середовища ферментації.

Було досліджено процес збагачення сиру *L. acidophilus* і визначено його вплив на біохімічні, мікробіологічні та органолептичні показники готового продукту. Для виробництва сиру контрольного варіанту використовували термокислотний спосіб зсідання білків молока за традиційною технологією сиру «Адигейський». Збагачення молочнокислою мікрофлорою сиру термокислотного здійснювали у сквашеній ацидофільною паличкою сироватці шляхом занурення за різних технологічних режимів (температури, тривалості, титрованої кислотності).

Дослідження технологічних параметрів ферментації сирної маси дозволили визначити їх вплив на фізико-хімічні, мікробіологічні та органолептичні показники готового продукту. В процесі дослідження були обрані наступні технологічні параметри: температура і титрована кислотність середовища ферментації, тривалість процесу ферментації та співвідношення сирної маси до маси середовища ферментації (табл. 1).

Таблиця 1 – Фізико-хімічні показники сиру термокислотного, збагаченого молочнокислими бактеріями (n=3, P≥0,95)

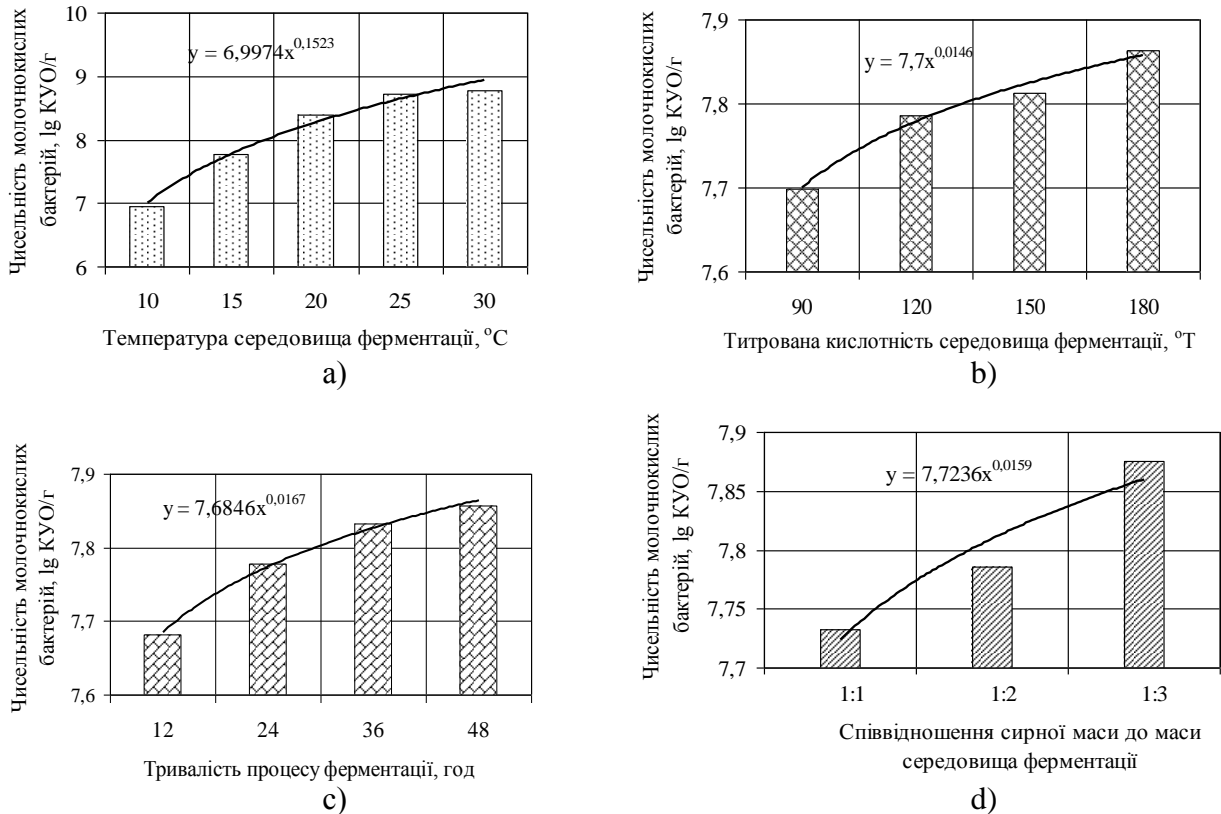
| Технологічні параметри | Показники | | |
|--|-------------------------|---------------------------------|-----------------------------|
| | Масова частка вологи, % | Масова частка хлориду натрію, % | Активна кислотність, од. рН |
| Контроль (сир «Адигейський») | | | |
| - | 57,8±0,4 | 2,00±0,06 | 5,90±0,07 |
| Температура ферментації, °С | | | |
| 10±1 | 58,3±0,3 | 1,90±0,06 | 5,82±0,08 |
| 15±1 | 59,6±0,6 | 1,80±0,06 | 5,65±0,08 |
| 20±1 | 60,4±0,6 | 1,60±0,09 | 5,57±0,08 |
| 25±1 | 61,8±0,5 | 1,40±0,09 | 5,41±0,09 |
| 30±1 | 62,7±0,5 | 1,20±0,06 | 5,33±0,07 |
| Титрована кислотність середовища ферментації, °Т | | | |
| 90±1 | 61,3±0,2 | 1,50±0,06 | 5,83±0,06 |
| 120±1 | 59,8±0,6 | 1,60±0,09 | 5,72±0,09 |
| 150±1 | 59,1±0,5 | 1,70±0,08 | 5,64±0,07 |
| 180±1 | 58,3±0,5 | 1,80±0,09 | 5,59±0,10 |
| Тривалості процесу ферментації (годин) | | | |
| 12±0,5 | 59,1±0,4 | 1,80±0,07 | 5,73±0,06 |
| 24±0,5 | 60,0±0,4 | 1,70±0,06 | 5,61±0,09 |
| 36±0,5 | 60,7±0,6 | 1,50±0,05 | 5,47±0,08 |
| 48±0,5 | 61,2±0,5 | 1,30±0,06 | 5,39±0,06 |
| Співвідношення сирної маси до маси середовища ферментації | | | |
| 1:1 | 58,3±0,4 | 1,80±0,06 | 5,81±0,07 |
| 1:2 | 59,8±0,6 | 1,70±0,06 | 5,65±0,08 |
| 1:3 | 60,1±0,6 | 1,60±0,06 | 5,58±0,11 |

Дослідження показали, що масова частка вологи в сирній масі найбільш залежна від зміни температури, тоді як для зміни активної кислотності сирної маси вагомими чинниками були температура середовища ферментації та тривалість, які спричинювали зниження активної кислотності на 0,57 од. рН та 0,51 од. рН відповідно. Зміни титрованої кислотності та співвідношення сирної маси до маси середовища ферментації істотного впливу на фізико-хімічні показники сиру не чинили.

Водночас зі зростанням активної кислотності сиру термокислотного від 5,82 до 5,33 од. рН залежно від зміни чинників впливу зменшувався вміст хлориду натрію на 0,8...0,4 % відповідно. При цьому титрована кислотність середовища ферментації зросла від 90 до 180 °Т.

Дослідження чисельності молочнокислої мікрофлори в сирі під час ферментації залежно від зміни технологічних параметрів показали, що найбільший вплив на розвиток молочнокислих бактерій має температура

середовища ферментації. Так, із збільшенням температури до 30 °С її чисельність досягала максимальної кількості – $6 \cdot 10^8$ КУО/г, тоді як за інших технологічних параметрів вона коливалася майже на одному рівні від $7,2 \cdot 10^7$ до $7,5 \cdot 10^7$ КУО/г (рис. 2).



а) температура, б) титрована кислотність, в) тривалість, г) співвідношення сирної маси до маси середовища ферментації

Рисунок 2 – Зміна чисельності молочнокислої мікрофлори в сири під час ферментації за зміни чинників

Таким чином, варіюючи значеннями даних показників можна отримати продукт з різними фізико-хімічними властивостями.

Узагальнюючи отримані дані було встановлено, що для забезпечення прийнятних фізико-хімічних показників в готовому продукті необхідно дотримуватися наступних параметрів ферментації – температура 15 і 20 °С, тривалість 24 год, титрована кислотність 120 °Т та співвідношення 1:2, за яких масова частка вологи знаходиться в межах (59,6...60) %, активна кислотність (5,6...5,7) од.рН та масова частка хлориду натрію (1,6...1,8) %.

Для отримання повнішої інформації щодо ферментації сиру термокислотного проведено повний факторний експеримент, що враховує температуру середовища ферментації в інтервалі від 10 до 20 °С, тривалість процесу – від 12 до 36 год і титровану кислотність середовища ферментації – від 90 до 150 °Т на кінцеві показники продукту. Вибір даних чинників пояснюється їх найбільшим впливом на процес ферментації і, відповідно, на формування показників якості.

За результатами експерименту визначено вплив обраних параметрів на зміну виходу готового продукту, граничного напруження зсуву та органолептичних показників сиру.

У результаті математичної обробки даних експерименту одержано рівняння регресії, які описують вихід продукту (Y_1), граничне напруження зсуву сирної маси (Y_2) та органолептичну оцінку (Y_3) від температури середовища ферментації (X_1), тривалості ферментації (X_2) та титрованої кислотності середовища ферментації (X_3):

$$Y_1 = 15,4 - 0,15x_1 - 0,006x_2 - 0,03x_3 + 0,00023x_2^2 + 0,0025x_1x_3$$

$$Y_2 = 0,71 - 0,03x_1 - 0,06x_2 + 0,016x_3 + 0,002x_1x_2 + 0,0003x_1x_3 + 0,0005x_2x_3$$

$$Y_3 = -39,96 + 1,76x_1 + 0,76x_2 + 0,82x_3 - 0,04x_1^2 - 0,02x_2^2 - 0,003x_3^2 - 0,004x_1x_3$$

За результатами досліджень встановлено, що на ферментацію сирної маси і формування складу та властивостей готового продукту впливають усі три обрані параметри. Титрована кислотність середовища ферментації та тривалість ферментації є вагомішими чинниками, тоді як температура середовища ферментації не чинила істотного впливу на значення результуючих параметрів. Крім того, встановлено, що вплив даних чинників тісно взаємопов'язаний.

Застосування біотехнологічного прийому – ферментації сирної маси – активізує молочнокислий процес і протеоліз в сирах, та, як наслідок, підвищує біологічну цінність кінцевого продукту.

У результаті проведених експериментальних досліджень підтверджено раціональність обраних параметрів і встановлено, що ферментація сирної маси, отриманої термокислотним зсіданням білків молока, позитивно впливає на якісні показники готового продукту за рахунок накопичення і розвитку молочнокислої мікрофлори.

Підсумовуючи вище викладене, можна стверджувати, що найкращі результати були одержані за температури середовища ферментації 15 і 20 °С, тривалості процесу ферментації 24 год та титрованої кислотності середовища ферментації 120 °Т.

У четвертому розділі «Дослідження і визначення технологічних параметрів сиру термокислотного, збагаченого молочнокислою мікрофлорою» охарактеризовано новий різновид сиру. Його основні показники порівнювали з показниками сиру «Адигейський», що відноситься до сирів, виготовлених термокислотним зсіданням білків молока. Дослідні та контрольні сирні виробляли із нормалізованого молока з масовою часткою жиру $24,5 \pm 2$ % в сухій речовині. Відповідно до технології нового різновиду сиру термокислотного було обрано спосіб повного соління у згустку та встановлено контрольоване наростання активної кислотності та швидке розподілення хлориду натрію та рівномірне просолювання сирної маси.

Збагачення сиру термокислотного молочнокислою мікрофлорою вплинуло на його органолептичні, фізико-хімічні та біохімічні характеристики. За рахунок дії молочнокислих бактерій його активна кислотність знизилась на 0,6 од.рН, а дослідні зразки у порівнянні з сиром «Адигейський» набули більш

виразного кисломолочного смаку та аромату й ніжнішу консистенцію. Біохімічні дослідження зразків сиру після ферментації дозволили визначити кількісний та якісний вміст вільних амінокислот (табл. 2).

Таблиця 2 – Амінокислотний склад сиру

| Амінокислоти | Масова частка амінокислот | | | |
|---------------------------------|----------------------------|------------|----------------|------------|
| | Контроль (сир Адигейський) | | Новий різновид | |
| | мг/100г сиру | % від суми | мг/100г сиру | % від суми |
| <i>Незамінні, у тому числі:</i> | | | | |
| Валін | 7,90 | 7,40 | 15,30 | 6,21 |
| Ізолейцин | 6,64 | 6,23 | 14,51 | 5,90 |
| Лейцин | 1,44 | 1,35 | 21,99 | 8,90 |
| Лізін | 6,38 | 6,00 | 27,72 | 11,30 |
| Метионін | 4,80 | 4,50 | 7,57 | 3,07 |
| Треонін | 8,19 | 7,70 | 9,80 | 4,00 |
| Фенілаланін | 5,30 | 4,97 | 11,65 | 4,70 |
| <i>Замінні, у тому числі:</i> | | | | |
| Аланін | сліди | - | 18,80 | 7,60 |
| Аргінін | 7,46 | 7,00 | 7,44 | 3,00 |
| Аспарагінова кислота | 12,50 | 11,73 | 18,26 | 7,42 |
| Гістидин | 8,50 | 8,00 | 8,10 | 3,24 |
| Гліцин | 5,50 | 5,16 | 7,14 | 3,00 |
| Глутамінова кислота | 13,64 | 12,80 | 30,69 | 12,50 |
| Пролін | 15,60 | 14,64 | 27,13 | 11,00 |
| Серин | сліди | - | 16,73 | 6,80 |
| Тирозин | 2,69 | 2,52 | 3,37 | 1,36 |
| <i>Загальна кількість</i> | <i>106,54</i> | <i>100</i> | <i>246,2</i> | <i>100</i> |

Встановлено, що вміст вільних амінокислот у зразках нового різновиду сиру був вищим у 2,3 рази порівняно із контрольними зразками сиру «Адигейський», що очевидно обумовлено активізацією перебігу біохімічних процесів, за участі молочнокислої мікрофлори. Найбільший вміст склали: лейцин (8,9 %), лізін (11,3 %), глютамінова кислота (12,5 %) та пролін (11 %), які характеризуються приємним смаком та позитивно впливають на формування смакового букету продукту. У сирі «Адигейський» переважали аспарагінова кислота (11,73 %), гістидин (8,0 %), глютамінова кислота (12,8 %) та пролін (14,64 %).

Дослідження впливу температурних режимів визрівання на фізико-хімічні показники сиру показали тенденцію до зниження рівня активної кислотності та масової частки вологи сирної маси. Визрівання продукту за температури (10...12) °С упродовж 20 діб сприяло помірному зростанню активної кислотності в сирній масі (на 0,6 од. рН) порівняно із температурним режимом (14...16) °С, за якого інтенсивніше зростала активна кислотність (на 1,1 од. рН), а смакові властивості погіршувалися (рис. 3).

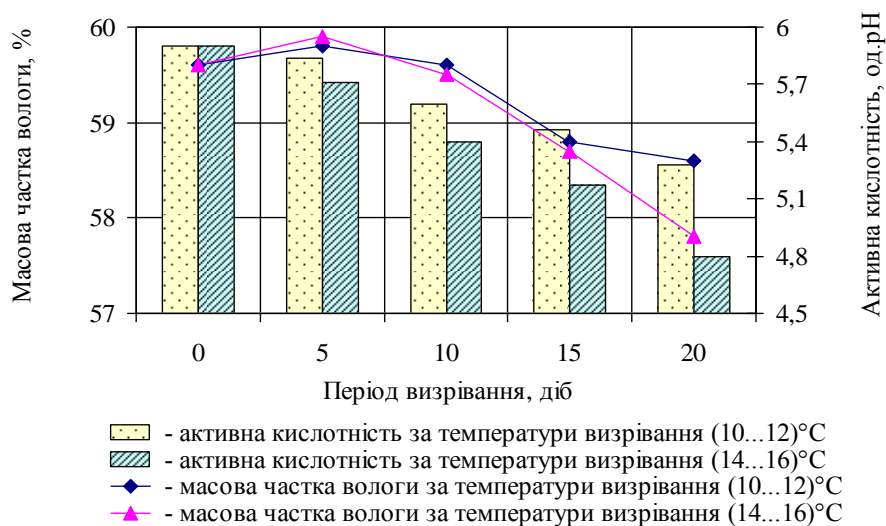


Рисунок 3 – Зміна масової частки вологи і активної кислотності в сири «Осінній» під час визрівання за різних температур

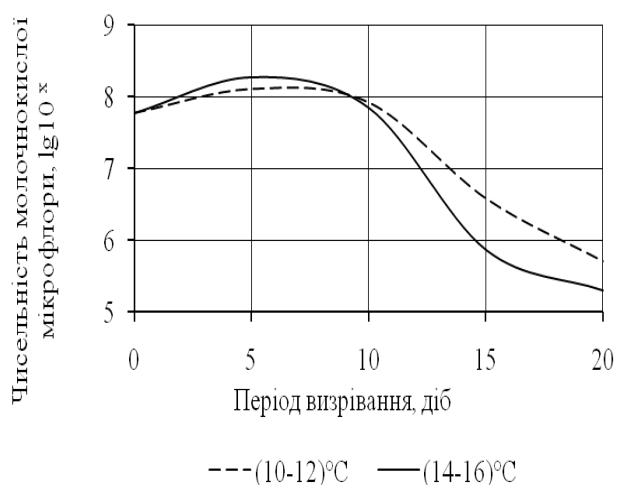


Рисунок 4 – Зміна чисельності молочнокислих бактерій під час визрівання у сири «Осінній» за різних температурних режимів

Дещо вищій вміст вологи та нижчий рівень активної кислотності сирної маси сприяє повільнішому відмиранню після 10 дб визрівання молочнокислої мікрофлори за температури (10...12) °C (рис. 4). Сир набував вираженого кисломолочного смаку та аромату, пластичної в міру щільної консистенції. На підставі проведених досліджень зразків сиру було визначено режим визрівання – температура (10...12) °C, тривалість (10...15) дб.

Результати дослідження вмісту нітрогенвмісних сполук у сирній масі показали, що їх активне нагромадження відбувається за температури (14...16) °C. Так, упродовж 20 дб за (14...16) °C концентрація загального розчинного нітрогену в дослідних зразках сиру зросла у 2,2 рази, розчинного небілкового нітрогену – на 8,0 % відносно дослідних зразків сиру, що лише у 0,2 рази і на 3,8 % більше, ніж за температури (10...12) °C (рис. 5, 6).

Вміст вільних амінокислот у дослідних зразках нового різновиду сиру збільшився у 3,0 рази за температури (10...12) °C та у 3,8 рази за (14...16) °C відповідно. Однак визрівання продукту за температури (14...16) °C погіршувало органолептичні показники готового продукту.



Рисунок 5 – Динаміка накопичення нітрогеновмісних фракцій і вільних амінокислот в дослідних зразках сиру, які визрівали за температури (10...12) °С



Рисунок 6 – Динаміка накопичення нітрогеновмісних фракцій і вільних амінокислот в дослідних зразках сиру, які визрівали за температури (14...16) °С

Дослідження білкових фракцій нового різновиду сиру на різних стадіях визрівання виявило значну різницю в його складі як перед процесом ферментації, так і наприкінці визрівання (табл. 4).

Таблиця 4 – Фракційний склад білків сиру «Осінній»

| Сир | Фракційний склад білків, відн. % | | | | | | | |
|--------------------|----------------------------------|--------------------------|--------------------|-----------------|-------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------------|
| | поліпептиди 150-67 кДа | поліпептиди 66-30 кДа | α_s -казеїн | β -казеїн | β -глобулін | поліпептиди 26-24 кДа | поліпептиди 20-18 кДа | протеозо- пептони 10-7 кДа |
| До ферментації | 4,38 | 11,07 | 32,18 | 18,94 | 23,20 | 4,69 | -- | 5,54 |
| Після ферментації | 4,63 | 12,87 | 30,32 | 16,21 | 22,10 | 7,43 | -- | 6,44 |
| 10 днів визрівання | 5,58 | 15,02 | 26,18 | 12,50 | 18,44 | 9,10 | 5,67 | 7,51 |
| 20 днів визрівання | 6,10 | 15,40 | 24,63 | 10,10 | 17,52 | 10,30 | 8,25 | 7,70 |

Процес гідролітичного розщеплення білків під час визрівання зразків сиру сприяв активному накопиченню мінорних фракцій казеїну. Вміст поліпептидів з молекулярною масою 150-67, 66-30 і 26-24 кДа в новому різновиді сиру збільшився в період визрівання у 1,3, 1,2 та 1,4 рази відповідно. Пептиди з молекулярною масою 20-18 кДа були відсутні в сирі після ферментації сирної маси, однак їх кількість з 10-тої по 20-ту добу визрівання зростала з 5,67 % до 8,25 %.

За одержаними результатами мікробіологічних і біохімічних досліджень можна зробити висновок, що раціональними умовами процесу визрівання для сиру термокислотного, збагаченого молочнокислою мікрофлорою, є температура процесу визрівання (10...12) °С і тривалість (10...15) діб. Сир термокислотний, збагачений молочнокислою мікрофлорою під час визрівання набуває багатшого смако-ароматичного букету, ніжнішої в міру щільної консистенції, за рахунок інтенсивнішого гідролітичного розщеплення білків, накопичення пептидів і вільних амінокислот.

Процес зберігання є заключним етапом виробництва будь-якої продукції, під час якого необхідною умовою є сповільнення біохімічних процесів і запобігання їй псуванню. Було досліджено ефективність зберігання нового різновиду сиру за різних температурних режимів – від 0 до 4 °С та від 4 до 8 °С впродовж 36 діб. Встановлено, що зберігання за температури від 0 до 4 °С гальмує процес накопичення у продукті фракцій загального розчинного нітрогену на 19,8 %, фракцій небілкового розчинного нітрогену на 38,1 % і вільних амінокислот на 39,8 % відповідно, що в кінцевому результаті, підвищує стабільність готового продукту.

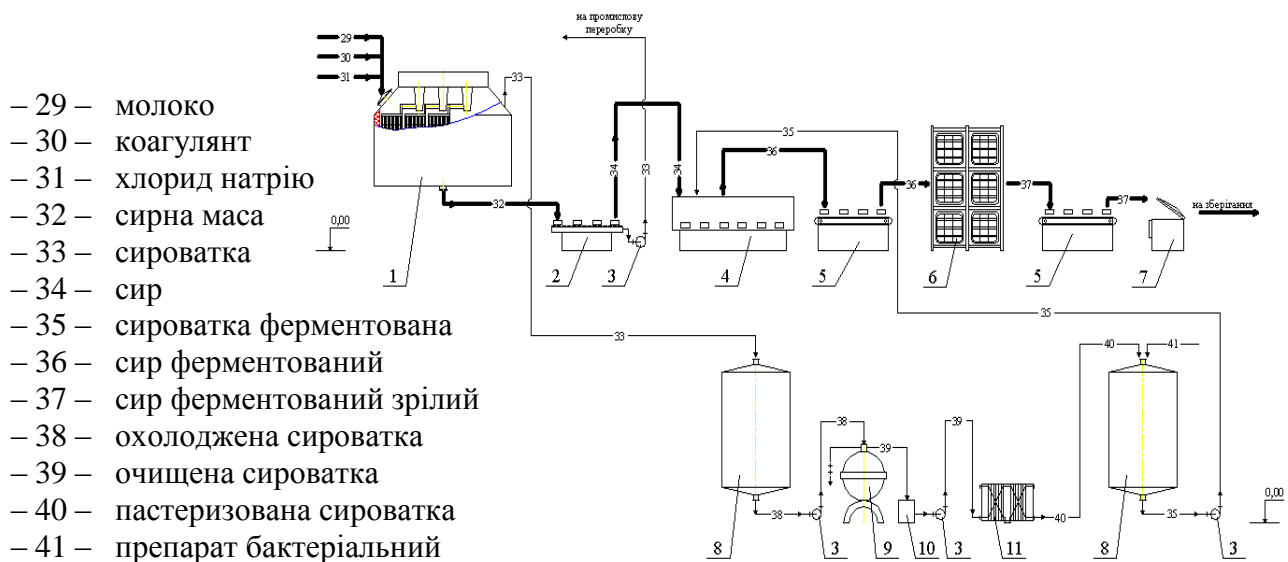
Біохімічні перетворення основних складових сиру, що спостерігаються під час зберігання, вплинули на його смакові якості. Після 14 діб зберігання, за обох температурних режимів, смак і запах усіх зразків був чистий, виражений кисломолочний. Зразки, що зберігалися за температури 8 °С, мали вираженіший кисломолочний смак, однак подальше зберігання сирів за цієї температури призводило до появи вад продукту та знижувало органолептичні показники.

На підставі аналізу отриманих результатів досліджень визначено гарантійні терміни зберігання нового різновиду сиру – не більше 28 діб за температури від 0 до 4 °С та 14 діб за температури від 4 до 8 °С і відносній вологості (85...90) %, за який забезпечується стабільність якості продуктів.

У п'ятому розділі «Розробка технології сиру з термокислотним зсіданням білків молока та збагаченого молочнокислою мікрофлорою» в результаті проведених досліджень та промислової апробації були встановлені раціональні параметри технологічного процесу, на основі яких розроблено та затверджено нормативну документацію для промислового виробництва сиру «Осінній» (ТУ У 10.5-00419880-120:2013 «Сир «Осінній»). Апаратурно-технологічну схему виробництва сиру «Осінній» наведено на рисунку 7. Виготовляють сир з молока нормалізованого способом термокислотного зсідання білків молока кислою сироваткою з наступним обробленням згустку, солінням, формуванням, самопресуванням і збагаченням сирної маси чистими культурами молочнокислих бактерій.

Відмінністю цієї технології від традиційної є збагачення сирної маси молочнокислою мікрофлорою, що відбувається під час її ферментації у спеціально підбраному середовищі. Сир, збагачений молочнокислою мікрофлорою, направляють на визрівання та зберігання.

Розрахунок собівартості та рентабельності сиру «Осінній», виробленого способом термокислотного зсідання білків молока та збагаченого молочнокислими бактеріями, порівнювали із показниками економічної ефективності сиру «Адигейський».



1- сировиготовлювач; 2- візок для самопресування; 3- насос; 4- ванна для ферментації; 5- транспортер; 6- стелажі для визрівання; 7- пакувальний автомат; 8- резервуар; 9- сепаратор; 10- зрівнювальний бачок; 11- пастеризаційно-охолоджувальна установка

Рисунок 7 – Апаратурно-технологічна схема виробництва сиру термокислотного «Осінній»

Впровадження розробленої технології дозволяє збільшити прибуток підприємства на 2,8 тис. грн з 1 т сиру «Осінній», порівняно з сиром «Адигейський». Рентабельність сиру «Осінній» складає 10,8 %, що є позитивним для підприємства. Соціальна значимість впровадження розробленої технології полягає в можливості отримувати сири гарантованої якості з підвищеною біологічною цінністю, високими органолептичними показниками та дозволяє повноцінніше використання молочної сировини, що особливо актуально у зимово-весняний період року.

ВИСНОВКИ

На основі результатів теоретичних та експериментальних досліджень науково обґрунтовано технологічні рішення щодо розроблення нової технології сиру термокислотного, збагаченого молочнокислою мікрофлорою.

1. Обґрунтовано доцільність збагачення термокислотної сирної маси молочнокислою мікрофлорою в процесі ферментації для інтенсифікації молочнокислого процесу і поліпшення органолептичних показників.

2. Визначено, що ефективним середовищем для ферментації термокислотної сирної маси є сироватка, сквашена *Lactobacillus acidophilus* у

кількості 3 % з титрованою кислотністю 120 °Т та чисельністю мікрофлори не менше ніж $1 \cdot 10^8$ КУО/г, що дозволяє отримати продукт з високими показниками якості.

3. Експериментально встановлено вплив технологічних параметрів процесу ферментації (температура, кислотність, тривалість, співвідношення) на формування фізико-хімічних та мікробіологічних показників готового продукту. Встановлено, що збільшення температури і титрованої кислотності середовища ферментації погіршує органолептичні показники готового продукту.

4. На підставі математичного опрацювання результатів досліджень визначено раціональні режими процесу ферментації термокислотної сирної маси: температура середовища ферментації – (15...20) °С; тривалість процесу ферментації – 24 год; титрована кислотність середовища ферментації – 120 °Т. Отримані рівняння регресії, які дозволяють визначити вплив технологічних параметрів на його органолептичні показники. Експериментально підтверджено доцільність проведення процесу ферментації термокислотної сирної маси, що покращує органолептичні властивості продукту та підвищує його біологічну цінність на 2 % порівняно з сиром «Адигейський».

5. Встановлено зміну фізико-хімічних, мікробіологічних, біохімічних та органолептичних показників нового різновиду сиру термокислотного. Обґрунтовано тривалість процесу визрівання упродовж (10...15) діб за температури (10...12) °С і строк придатності до зберігання – не більше, ніж 28 діб за температури від 0 до +4 °С включно.

6. Аналіз техніко-економічних показників промислової апробації розробленої технології вказує на економічну доцільність – рентабельність виробництва складає 10,8 %. Соціальна значимість впровадження розробленої технології полягає в можливості отримувати сири гарантованої якості з підвищеною біологічною цінністю та високими органолептичними показниками та дозволяє повноцінніше використання молочної сировини, що особливо актуально у зимово-весняний період року.

7. Розроблено нормативну документацію на виробництво сиру термокислотного, збагаченого молочнокислою мікрофлорою «Осінній» ТУ У 10.5-00419880-120:2013. Технологію сиру «Осінній» апробовано та впроваджено на ПрАТ «Літинський молочний завод» Вінницької обл. та ТОВ «Органік мілк» м. Баранівка Житомирської обл.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Калмыкова А.Ф. Способы посолки термокислотного сыра [Электрон. ресурс] / А.Ф. Калмыкова // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». – 2013. – №2. – Режим доступа к журн.: <http://www.processes.ihbt.info.ru>. **Фахове видання Російської Федерації. Міжнародна база даних Ulrich's Periodicals Directory.**

2. Орлюк Ю. Вплив умов ферментації сирної маси під час виробництва термокислотних сирів на якість готового продукту / Юрій Орлюк,

Ганна Калмикова // Науковий вісник ЛНУВМБТ ім. С.З.Гжицького. – 2013. – Т.15. №1 (55). – Частина 3. – С. 117 – 124.

Особистий внесок здобувача полягає у проведенні експериментальних досліджень з визначення раціональних параметрів процесу ферментації).

3. Орлюк Ю. Созревание термокислотного сыра с ферментацией сырной массы / Юрий Орлюк, Анна Калмыкова // Пищевая промышленность: наука и технологии. – 2013. – №3 (21). – С. 45 – 48. **Фахове видання Республіки Білорусь**

Особистий внесок здобувача полягає у підготовці та проведенні дослідів щодо умов визрівання сиру, опрацюванні результатів, підготовці матеріалів до друку.

4. Калмикова Г.Ф. Ферментація сирної маси у виробництві термокислотних сирів / Г.Ф. Калмикова // Продовольча індустрія АПК. – 2013. – №3. – С. 16 – 18.

5. Калмикова Г.Ф. Зберігання сирів з ферментацією сирної маси / Г.Ф. Калмикова // Продовольча індустрія АПК. – 2013. – №4. – С. 13 – 15.

6. Орлюк Ю. Моделювання процесу ферментації термокислотного сиру / Юрий Орлюк, Ганна Калмикова // Наукові праці НУХТ. – 2013. – № 52. – С.82 – 87. **Міжнародна наукометрична база Index Copernicus**

Особистий внесок здобувача полягає у здійсненні математичного опрацювання одержаних результатів дослідження, підготовці матеріалів до друку.

7. Пат. 96890 Україна, МПК С2, А 23С 19/032. Спосіб виробництва термокислотного сиру / Орлюк Ю.Т., Бондарчук З.В., Калмикова Г.Ф.; заявник і патентовласник Технологічний ін-т молока та м'яса НААН України. – № а201015449; заявл. 21.12.2010; опубл. 12.12.2011, Бюл. № 23.

Особистий внесок здобувача полягає в проведенні літературного та патентного пошуку, узагальненні та систематизації одержаних експериментальних даних, оформлення заявки на винахід.

8. Орлюк Ю. Вплив режимів ферментації на органолептичні властивості сиру з термокислотним зсіданням білків молока / Юрий Орлюк, Ганна Калмикова // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті: 77-а наук. конф. молодих учених, аспірантів і студентів, 11–12 квітня 2011 р.: матеріали конф. – К., 2011. – Ч.1. – С. 180 – 181.

Особистий внесок здобувача полягає у систематизації матеріалів проведених досліджень та підготовці матеріалу до друку.

9. Калмикова Г. Збагачення сирів із термокислотним зсіданням білків молока молочнокислою мікрофлорою / Ганна Калмикова, Юрий Орлюк // Прогресивна техніка та технології харчових виробництв, ресторанного та готельного господарства і торгівлі. Економічна стратегія і перспективи розвитку сфери торгівлі та послуг: міжнар. наук.-практ. конф., 19 травня 2011 р.: матеріали конф. – Х., 2011. – Ч.1. – С. 86 – 87.

Особистий внесок здобувача полягає у проведенні експериментального дослідження з підтвердження правильності вибору заквашувальної культури та підготовці матеріалу до друку.

10. Орлюк Ю. Посолка термокислотного сыра / Юрий Орлюк, Анна Калмыкова // Молодежь и инновации: междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых, 29–31 мая 2013 г.: материалы конф. – Горки, 2013. – Ч. 3. – С. 74 – 76.

Особистий внесок здобувача полягає у проведенні експериментального дослідження щодо умов соління та підготовки матеріалу до друку.

11. Калмыкова Г.Ф. Вплив умов процесу ферментації на реологічні показники готового продукту / Г.Ф. Калмыкова // Актуальні проблеми харчової промисловості: всеукраїнська наук.-техн. конф., 8–9 жовтня 2013 р.: матеріали конф. – Т., 2013. – С. 164.

12. Калмыкова А.Ф. Влияние процесса созревания на биохимические показатели сыра термокислотного / А.Ф. Калмыкова // Актуальные проблемы развития общественного питания и пищевой промышленности: междунар. науч.-практ. и науч.-метод. конф. профессорско-преподавательского состава и аспирантов, 10 апр. 2014 г.: материалы конф. – Белгород, 2014. – С. 311 – 316.

13. Калмыкова Г.Ф. Дослідження процесу визрівання сиру термокислотного з ферментацією сирної маси / Г.Ф. Калмыкова // Нові ідеї в харчовій науці – нові продукти в харчовій промисловості: міжнар. наук. конф. присвячена 130-річчю НУХТ, 13–16 жовт. 2014 р.: матеріали конф. – К., 2014. – С. 463.

14. Калмыкова Г. Вибір заквашувальної мікрофлори для збагачення сиру термокислотного / Ганна Калмыкова, Юрій Орлюк // Еколого-енергетичні проблеми сучасності: XV всеукраїнська наук.-техн. конф. молодих учених та студентів, 14 квіт. 2015 р.: матеріали конф. – Одеса, 2015. – С.155–156.

Особистий внесок здобувача полягає у проведенні літературного та експериментального дослідження з вибору заквашувальної молочнокислою мікрофлорою та підготовки матеріалу до друку.

АНОТАЦІЯ

Калмыкова Г.Ф. Розробка технології сиру термокислотного, збагаченого молочнокислою мікрофлорою. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.18.04 – технологія м'ясних, молочних продуктів і продуктів з гідробіонтів. – Національний університет харчових технологій МОН України, Київ, 2016.

У дисертаційній роботі наведені наукові результати теоретичних та експериментальних досліджень та розроблено технологічні режими виробництва різновиду сиру термокислотного, збагаченого молочнокислою мікрофлорою.

Проведено дослідження щодо використання *Lactobacillus acidophilus* у виробництві сиру термокислотного. Визначено дози внесення заквашувальної мікрофлори. Розроблено середовище для ферментації. Обґрунтовано технологічні режими процесу ферментації термокислотної сирної маси. Встановлено зміну виходу готового продукту, граничного напруження зсуву та загальної органолептичної оцінки залежно від впливу температури і титрованої

кислотності середовища ферментації та тривалості процесу ферментації. Доведено, що ефективними умовами є: температура (15...20)°С, титрована кислотність 120°Т та тривалість 24 год. Досліджено основні фізико-хімічні, мікробіологічні, біохімічні та органолептичні показники різновиду сиру термокислотного. Визначено здатність до визрівання та зберігання сиру.

Ключові слова: технологія, сир термокислотний, процес ферментації, сирна маса, визрівання, заквашувальна мікрофлора.

АННОТАЦИЯ

Калмыкова А.Ф. Разработка технологии сыра термокислотного обогащенного молочнокислой микрофлорой. – На правах рукописи.

Диссертация на соискание научной степени кандидата технических наук по специальности 05.18.04 – технология мясных, молочных продуктов и продуктов из гидробионтов. – Национальный университет пищевых технологий МОН Украины, Киев, 2016.

В диссертационной работе приведены научные результаты теоретических и экспериментальных исследований, а так же разработаны технологические режимы производства разновидностей сыра термокислотного обогащенного молочнокислой микрофлорой.

Проведены исследования возможности использования *Lactobacillus acidophilus* в производстве сыра термокислотного. Определены дозы внесения заквасочной микрофлоры. Разработана среда для ферментации.

Обоснованно технологические режимы процесса обогащения молочнокислой микрофлорой термокислотной сырной массы. Установлены изменения выхода готового продукта, граничного напряжения сдвига и органолептической оценки. В результате математической обработки результатов эксперимента получены уравнения регрессии. Рациональными условия являются температура среды для ферментации от 15 до 20°С, титрованная кислотность 120°Т и длительность процесса 24 ч. Исследованы основные физико-химические, микробиологические, биохимические и органолептические показатели нового разновидности сыра в процессе выработки.

Ключевые слова: технология, сир термокислотный, процесс ферментации, сырная масса, вызревание, заквасочная микрофлора.

SUMMARY

Kalmykova A.F. Technology development of thermoacid-coagulated cheese enriched by lactic microflora. – On the manuscript.

Dissertation for scientific degree of Candidate of Technical Sciences in specialty 05.18.04 – technology of meat, dairy products and products with aquatic. – Nationality University of Food Technologies, MES of Ukraine, Kyiv, 2016.

In this thesis, the scientific results of theoretical and experimental researches are presented as well as technological parameters developed for the production of a new type of thermoacid-coagulated cheese enriched by lactic microflora.

Researches were carried out on the possibility of using starter microflora in the production of thermoacid-coagulated cheese. It was established that the use of

Lactobacillus acidophilus in cheese production accelerates proteolytic processes. The fermentation medium for the thermoacid-coagulated cheese was developed. Also the necessary dose level of the starter microflora was determined. The effectiveness of the use of *Lactobacillus acidophilus* is confirmed by the rapid increase in the number of lactic acid bacteria and by a high level of acidity titration.

The optimal technological parameters for temperature and titrated acidity of the fermentation medium are found as well as the duration of the curds fermentation. As a result of the mathematical treatment of the experimental data regression equations were derived. Rational conditions for the process of fermentation are 15 to 20 °C for the fermentation medium temperature, 120 °T for the titratable acidity and 24 hours for the process duration. It was also found out that the influence of titratable acidity and duration of fermentation process was dominant, while the temperature of the fermentation medium had no significant impact on the quality of the finished product.

The accumulation of lactic microflora in the cheese during the fermentation process was studied. Not only the existence of the transition of lactic microflora from the fermentation medium into the cheese mass but also its further development was proven.

Researches of the population of the lactic microflora in cheese samples during fermentation indicate its increase. The greatest influence on the development of lactic microflora in cheese mass had the fermentation temperature. At increase a temperature to 30 °C its number reached $6 \cdot 10^8$ CFU/g, whereas at other influence factors it fluctuated almost on one level $7,2 \dots 7,5 \cdot 10^7$ CFU/g. It was noted that the increase in temperature had a negative impact on the organoleptic characteristics of the cheese and destroyed its structure.

Based on the assessment of the biochemical researches of the mature product it was experimentally proven that the enrichment of cheese mass with lactic microflora increases its nutritional and biological value and improves organoleptic characteristics of the mature product. It was proven that the amount of free amino acids increases by 2.3 times, and that the biological value increases by 2 %.

Since the microbiological, biochemical and physical processes in a cheese and also its organoleptic characteristics strongly depend on the process of salting, a curds salting method was chosen which provides a controlled increase in acidity and rapid distribution of sodium chloride in the cheese mass.

The ability to ripening of the new type of cheese was proven. It was found that the duration of ripening (10...15 days at a temperature of 10...12 °C) promotes the moderate increase in active acidity in the cheese mass. The main criterion for evaluating the aging process of cheese is the level of the proteolytic processes. The effectiveness of the ripening process was monitored by the content of nitro-containing compounds in the cheese mass, and it was found that they actively accumulate at a temperature of 14...16 °C. The content of total soluble nitrogen in the analysed cheese samples has increased by 2.2 times and the soluble protein-free Nitrogen by 8 % during aging at a temperature of 14...16 °C, which is only 0.2 times and 3.8 % more than at a temperature of 10...12 °C. The content of free aminoacids

increased 3.0 and 3.8 % times at a temperature of 10...12 °C and 14...16 °C, respectively.

According to the changes of physical, microbiological and biochemical parameters a guaranteed term of storage was set for the cheese called "Autumn". At a temperature level of 0 to 4 °C and a relative humidity of 85 to 90 %, the full preservation of quality indicators is ensured for not more than 28 days.

In order to ease evaluation of the cheese taste indicators and consistency, a scale was developed for the evaluating of organoleptic characteristics of thermoacid-coagulated cheese. Also a scale for physical estimation of the rheological parameter determining the structure of the curd was developed.

The basic physical, microbiological, biochemical and organoleptic characteristics of a new type of cheese making process are determined.

Based on these studies a new product technology was developed, which includes rational use of secondary raw milk and whey as well as its fermentation by *Lactobacillus acidophilus* to prepare the fermentation medium, which activates biochemical processes, increases its nutritional, biological value and improves the quality of the cheese.

An analysis of technical and economic indicators demonstrated economic efficiency of the developed technology – the profitability was 10.8 %. The use of the described technology allows better use of raw milk, what is especially important in the winter-spring season.

A normative documentation for the industrial production of the cheese called "Autumn" was elaborated and approved, TU U 10.5-00419880-120: 2013. Technical innovation of the developed technology was confirmed by the patent of Ukraine № 96890 "Method of production of thermoacid-coagulated cheese."

A complex, low-waste technology of cheese production for the cheese called "Osinniy" (engl.: "Autumn") was approved and introduced at cheese-making plants in Ukraine; these are PJSC "Litinskii" dairy in Vinnitsa region and LLC "Organic Milk" in the town Baranivka, Zhytomyr region.

Keywords: technology, thermoacid-coagulated cheese, process fermentation, cheese mass, ripening, starter microflora.