

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

КАЛІНІНА ГАЛИНА ПЕТРІВНА

УДК 637.127.044:637.138

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ МОЛОЧНИХ НАПОЇВ
НА ОСНОВІ ВИКОРИСТАННЯ ЦИКОРІЮ**

05.18.04 – Технологія м'ясних, молочних та рибних продуктів

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

КИЇВ – 2007

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана у Національному університеті харчових технологій
Міністерства освіти і науки України

Науковий керівник: кандидат технічних наук, доцент, завідувач
кафедри технології молока та молочних
продуктів

Поліщук Галина Євгеніївна

Національний університет харчових технологій
Міністерства освіти і науки України

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри охорони праці та цивільної
оборони

Гуць Віктор Степанович

Національний університет харчових технологій
Міністерства освіти і науки України

кандидат технічних наук, асистент кафедри
технології молока та молочних продуктів

Сливка Наталія Богданівна

Львівська національна академія ветеринарної
медицини імені С.З.Гжицького
Міністерства аграрної політики України

Захист відбудеться „ 3 ” жовтня 2007 р. о 16⁰⁰ годині на засіданні
спеціалізованої вченої ради Д 026.058.03 Національного університету харчових
технологій за адресою: 01033, м. Київ-33, вул. Володимирська, 68, корпус А,
аудиторія 311.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Національного
університету харчових технологій за адресою: 01033, м. Київ-33, вул.
Володимирська, 68.

Автореферат розісланий „___” _____ 2007 р.

Учений секретар спеціалізованої
вченої ради

В.М.Поводзинський

Актуальність теми. На сучасному етапі розвитку молочної промисловості актуальним є удосконалення технологій молочних продуктів, орієнтоване на розширення їх асортименту за рахунок використання натуральних компонентів. Особливої уваги у цьому напрямку заслуговують молочні напої, які у своєму складі містять: цукор, барвники, ароматизатори, стабілізатори, харчові добавки та наповнювачі, в тому числі, какао, кава, чай тощо. Слід враховувати, що вплив на організм людини добавок, ідентичних натуральним, „прихований” або недостатньо глибоко вивчений. Тому вживання таких напоїв є обмеженим для певної категорії споживачів, особливо дітей та хворих людей. Окрім того, людям з серцево-судинними захворюваннями не рекомендовано вживати напої з кавою з-за вмісту алкалоїду кофеїну. Натомість, відомим в світі заміником кави є цикорій, який містить велику кількість природних біокоректорів та антиоксидантів, зокрема органічних кислот, фенольних сполук, інуліну та багато інших біологічно активних компонентів. Використання цикорію в поєднанні з природним цукрозамінником фруктозою може значно підвищити біологічну цінність молочних напоїв та надати їм дієтичних властивостей. Але на сьогодні у формуванні якісних властивостей продукту недостатньо глибоко вивчено роль подібних рецептурних інгредієнтів та їх взаємодія з молочними компонентами, зокрема вплив на білки молока. Підґрунтям для розроблення технології молочних напоїв з новими компонентами має бути ретельне вивчення їх впливу на формування властивостей молочних напоїв. У зв'язку з цим актуальними є дослідження, спрямовані на пошук шляхів удосконалення традиційних технологій з метою забезпечення високої якості та біологічної цінності молочних напоїв.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційну роботу виконано на кафедрі технології молока та молочних продуктів НУХТ у межах наукових тем: „Розроблення технології молочних продуктів з цикорієм” (№ 2/04-5), проведеної спільно з науковцями кафедри органічної хімії НУХТ, та „Розроблення новітніх технологій комбінованих харчових продуктів із застосуванням вітчизняних інгредієнтів” (ДР № 0106U000416).

Мета і завдання наукових досліджень. Мета – наукове обґрунтування удосконалення технології молочних напоїв на основі використання цикорію. Для здійснення поставленої мети вирішувались наступні завдання:

- проаналізувати загальну технологію молочних напоїв та виявити ті технологічні операції, що мають найбільшу значущість у формуванні якості готового продукту, визначити можливі шляхи їх удосконалення;
- дослідити доцільність впровадження у виробництво молочних напоїв термізації як первинного теплового оброблення молока-сировини;
- дослідити вплив цикорійної сировини та фруктози на формування якості молочних напоїв;
- розробити рецептури та встановити оптимальні параметри виробництва молочних напоїв з цикорієм;

- дослідити органолептичні, фізико-хімічні та мікробіологічні показники молочних напоїв з цикорієм, визначити їх біологічну та поживну цінність, встановити строк придатності до споживання;
- розробити та затвердити нормативну документацію на новий продукт;
- провести апробацію технології молочних напоїв з цикорієм у виробничих умовах.

Об'єкт дослідження – технологія молочних напоїв.

Предмет дослідження – молоко коров'яче натуральне; цикорійна сировина (екстракт, швидкорозчинний сухий порошок, смажене мелене коріння цикорію); молочні напої з цикорієм; режими теплового оброблення; термостійкість білків молока; амінокислотний склад білків; фракційний склад білків; органолептичні, фізико-хімічні та мікробіологічні показники готового продукту; біологічна цінність молочних напоїв з цикорієм.

Методи досліджень: для досягнення поставленої мети у роботі були використані стандартні, загальновідомі та модифіковані методи досліджень фізико-хімічних, мікробіологічних, органолептичних властивостей сировини та готових продуктів.

Наукова новизна одержаних результатів. Розраховано коефіцієнти вагомості технологічних операцій щодо формування якості молочних напоїв і, в такий спосіб, виявлено основні етапи управління якістю готового продукту.

Доведено, що внаслідок проведення термізації молока 2 гатунку знижується його титрована кислотність на 1-2 °Т та підвищується термостійкість на одну групу за алкогольною пробою, що забезпечує подовження строку резервування термізованого молока та можливість використання молока 2 гатунку у виробництві молочних напоїв.

Виявлено взаємодію білків молока з вуглеводами екстракту цикорію та встановлено утворення комплексів амінокислота–вуглевод, стійких до дії високих температур, що підтверджено визначеннями енергії цих зв'язків методами квантово-хімічного моделювання та вимірювання кута обертання площини поляризації модельних систем. Доведено, що утворення цих комплексів спричинює підвищення термостійкості молока.

Підвищення термостійкості молочно-цикорійних сумішей у порівнянні з вихідним молоком підтверджено аналізом фракційного складу та визначенням індексу коагуляції білків молока.

Практичне значення і впровадження отриманих результатів. Розроблено метод визначення індексу коагуляції білків, що кількісно характеризує термостійкість молока.

Удосконалення технології молочних напоїв на основі використання цикорію полягає у: проведенні первинного теплового оброблення – термізації за температури 65...67 °С з витримуванням 15 с; використанні в якості біологічно повноцінної харчо-смакової добавки екстракту цикорію, що виявляє і технологічний ефект – спричинює підвищення термостійкості білків молока;

пастеризації молочно-цикорійних сумішей за температури $(96 \pm 2)^\circ\text{C}$ з витримуванням 15 с та фасуванні готового продукту без проміжного резервування.

Розроблено і затверджено у встановленому порядку нормативну документацію на „Напій молочний з цикорієм” (ТУ У 15.9-02070938-081:2006); технологію перевірено у виробничих умовах ЗАТ „Лакталіс-Умань” (м. Умань) та ВАТ „Віта” (м. Біла Церква), про що свідчать відповідні акти. Технічну новизну підтверджено патентом України на винахід „Спосіб виробництва молока пастеризованого” (Пат. № 69972 А).

Технологія молочних напоїв з цикорієм є економічно обґрунтованою – коефіцієнт економічної ефективності виробництва становить 1,64, точка беззбитковості – 7,4 т реалізованої продукції, рентабельність виробництва – 19 %.

Особистий внесок здобувача. Автор особисто сформулювала мету і завдання досліджень, розробила схему експериментальних досліджень, брала участь в удосконаленні технології молочних напоїв, дослідженні органолептичних, фізико-хімічних, мікробіологічних показників та біологічної цінності продукту; розробила метод визначення індексу коагуляції білків молока, що кількісно характеризує їх термостійкість. Автор особисто брала участь в оформленні заявочного матеріалу на винахід та розробленні нормативної документації на продукт, у підготовленні матеріалів досліджень до публікації та промислової апробації технології.

Узагальнення результатів досліджень проведено спільно з науковим керівником – доцентом кафедри технології молока та молочних продуктів НУХТ, к.т.н. Г.Є. Поліщук. Аналіз фракційного складу білків молока проведено спільно з науковим керівником та с.н.с. Інституту біохімії ім. О.В. Палладіна НАН України, к.б.н. О.М. Савчуком. Аналіз взаємодії вуглеводів цикорію та білкових речовин молока проведено спільно з доцентом кафедри органічної хімії НУХТ, к.х.н. Г.О. Лезенко та аспірантом І.В. Поповою. Відпрацювання технологічних режимів та випробувань технології молочних напоїв з цикорієм проведено спільно з фахівцями ЗАТ „Лакталіс-Умань” (м. Умань) та ВАТ „Віта” (м. Біла Церква). Особистий внесок здобувача підтверджено доданими документами і науковими працями.

Апробація результатів дисертаційної роботи. Основні положення дисертаційної роботи доповідались на 69-72-их Міжнародних наукових конференціях молодих вчених, аспірантів та студентів НУХТ (Київ, НУХТ, 2002-2005 р.); на Міжнародному симпозиумі „World of inulin & fructose” (Київ, НУХТ, 2004 р.), на I Міжнародній науково-практичній конференції „Екотрофологія. Сучасні проблеми” (Біла Церква, БДАУ, 2005 р.), на Міжнародній науково-практичній конференції „Мясная и молочная индустрия 2006. Опыт. Проблемы. Перспективы развития” у рамках Дев'ятої міжнародної спеціалізованої виставки „Укрм'ясомолпром-2006” (Київ, 2006 р.).

Публікації. Основні положення дисертаційної роботи викладено у 15 працях, у тому числі 5 статтях у виданнях, які затверджені ВАК як фахові, 1

деклараційному патенті України на винахід та 9 тезах доповідей наукових конференцій.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота викладена на 105 сторінках машинописного тексту в 5 розділах: вступі, огляді літератури, експериментальній частині, висновках, списку літератури з 197 найменувань та 9 додатків. Робота містить 19 таблиць та ілюстрована 14 рисунками.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність та доцільність роботи, визначені мета та завдання досліджень, сформульовані наукова новизна та практичне значення.

У першому розділі „Огляд літератури” проведено аналіз сучасного стану виробництва молочних напоїв та доведено доцільність удосконалення традиційних технологій за рахунок використання натуральних інгредієнтів. Наголошено на необхідності ретельного вивчення впливу рецептурних компонентів на властивості молока, режими теплового оброблення молочних сумішей та строки придатності готових продуктів до споживання. Обґрунтовано практичне значення удосконалення режимів первинного теплового оброблення молока-сировини та необхідність дослідження впливу рецептурних компонентів на складові компоненти та фізико-хімічні властивості молока у виробництві молочних напоїв.

У другому розділі „Організація, методологія та методи проведення досліджень” розроблено схему проведення експериментальних досліджень дисертаційної роботи, вказано об’єкт та предмет досліджень, наведено стислу характеристику методів досліджень та математично-статистичного оброблення експериментальних даних.

Термостійкість білків молока визначали за кальцієвою, фосфатною та тепловою пробами, пробою на кип’ятіння та модифікованою алкогольною пробою з 78 % -ним етанолом; розмір міцел казеїну – за методикою І.М. Влодавця, що ґрунтується на визначенні коефіцієнта світлопоглинання досліджуваних систем; аналіз фракційного складу білків молока, цикорію та молочного напою з цикорієм – методом електрофорезу в поліакриламідному гелі на апараті Hoofe Mighty Small (США); взаємодію білкових речовин молока з вуглеводами цикорію – методом визначення кута обертання площини поляризації модельних систем; для дослідження просторової будови та для квантово-хімічного моделювання процесів можливої взаємодії вуглеводів, що є складниками цикорію, з білками молока був використаний набір комп’ютерних програм “HyperChem” версії 7.7, в яких для розрахунку розподілу ефективних зарядів на атомах вуглеводів, що безпосередньо впливає на їх реакційну здатність, застосовано напівемпіричний метод MNDO у параметризації PM3; амінокислотний склад білків та вміст вільних амінокислот – методом іонообмінної рідинно-колонної хроматографії на автоматичному амінокислотному аналізаторі Т-339 (Чехія); амінокислотний СКОР продуктів – за формулою збалансованого харчування А.А. Покровського; коефіцієнт різниці

амінокислотного СКОР та біологічну цінність білків – за методикою М.П. Чернікова; відносну біологічну цінність – визначенням активності розвитку тест-культури інфузорії *Tetrachylena pyriformis*.

Модифіковано кваліметричний метод комплексної оцінки якості молочних напоїв. Складено інформаційно-матричну модель формування якості готового продукту.

Для математично-статистичного та графічного оброблення одержаних експериментальних даних застосовували пакет програм STATISTICA[®]5.XX for Windows (StatSoft Inc., USE) та Microsoft Excel 7.0 Harvard ChartXL for Windows XP Version 2.0.

У третьому розділі „Експериментальна частина” складено та проведено аналіз інформаційно-матричної моделі технології молочних напоїв з наступним обчислюванням коефіцієнтів вагомості, які виявили значущі ділянки технологічного процесу щодо формування якості готового продукту. Так, максимальний вплив на формування якості готового продукту мають: ділянка нормалізації та складання суміші, коефіцієнт вагомості якої становить 30,7 %; ділянки пастеризації – 22,4 % та первинного оброблення молока-сировини – 16,9 %. На підставі отриманих коефіцієнтів вагомості з метою отримання продуктів високої якості необхідно удосконалювати, в першу чергу, зазначені етапи технологічного процесу.

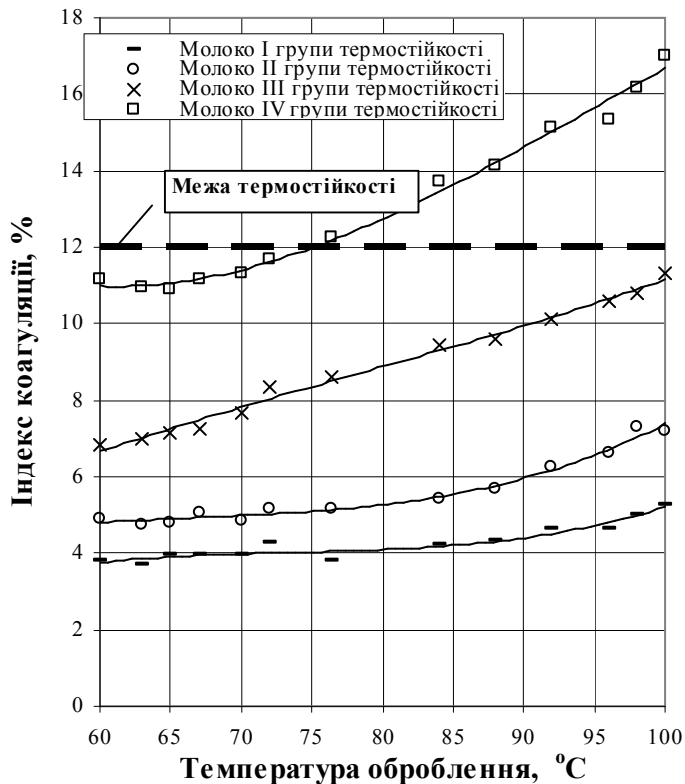
Основним критерієм придатності молока до теплового оброблення є його термостійкість – характеристика якісного стану білків молока. Для кількісного аналізу автором запропоновано метод визначення індексу коагуляції білків молока (I_k), суть якого полягає у визначенні процентного співвідношення різниці масових часток білка у вихідному молоці та у фільтраті молока після теплового оброблення (за температури 100°C з витримуванням 15...20 с) до масової частки білка у вихідному молоці (табл. 1).

Таблиця 1

Межа термостійкості молока за показником індексу коагуляції білків

Група термостійкості молока за алкогольною пробою	Індекс коагуляції білків молока, %	
	min	max
I	3,8	6,2
II	5,0	8,8
III	7,1	12,0
IV	11,6	–

Індекс коагуляції білків молока перших трьох груп термостійкості за алкогольною пробою не перевищує 12 %, тому це значення I_k можна вважати граничним для термостійкого молока.

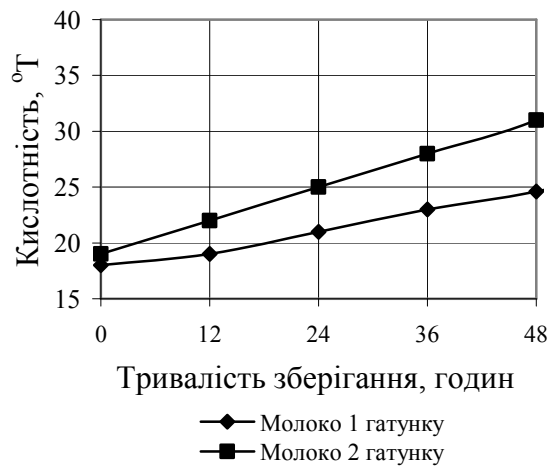


Проби різних груп термостійкості за алкогольною пробою піддавали тепловому обробленню за температур від 60 до 100 °C з витриманням 15...20 с (рис. 1). Вочевидь показник індексу коагуляції у порівнянні з алкогольною пробою дає повнішу інформацію щодо стану білків молока під дією теплового оброблення. Так, для молока IV групи термостійкості граничною є температура 78 °C, тобто індекс коагуляції білків може бути критерієм вибору режиму пастеризації.

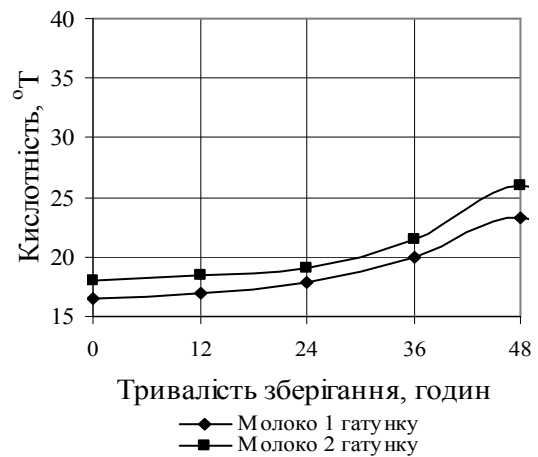
Рис. 1. Залежність індексу коагуляції білків від температури оброблення молока різних груп термостійкості

Збільшення індексу коагуляції білків молока після теплового оброблення пояснюється збільшенням середнього розміру міцел казеїну внаслідок їх агрегації з денатурованим β -лактоглобуліном. Дослідженнями взаємозалежності між середнім розміром міцел казеїну та індексом їх коагуляції виявлено тісний кореляційний зв'язок ($r \sim 0,9833$). З огляду на встановлену межу термостійкості білків молока доведено, що розміри міцел казеїну термостійкого молока не перевищують 115 нм.

З метою удосконалення первинного теплового оброблення проведено порівняльний аналіз впливу режимів термізації на фізико-хімічні властивості молока-сировини різних гатунків (проби збірного молока та автентична проба). Термізацію молока проводили за температур від 53 до 68 °C з витриманням 15 с. Внаслідок проведення термізації за температур 65...67 °C відмічено зниження титрованої кислотності молока на 1-2°T та підвищення термостійкості на одну групу за алкогольною пробою. Оскільки метою проведення термізації молока-сировини, передусім, є подовження строків його зберігання, то контролювали в першу чергу титровану кислотність та термостійкість термізованого молока впродовж резервування за температури $(4 \pm 2)^\circ\text{C}$. Результати порівнювали з показниками кислотності та термостійкості вихідного нетермізованого молока (рис. 2, табл. 2).



а)



б)

Рис. 2. Зміна титрованої кислотності молока впродовж зберігання залежно від вихідної якості сировини: а) нетермізоване молоко; б) молоко, термізоване за температури 65...67 °С

Таблиця 2

Контроль термостійкості термізованого молока впродовж зберігання

Молоко, оброблене за температури, °С	Тривалість зберігання, годин			
	0	12	24	36
	Термостійкість молока, група за алкогольною пробою			
Контроль	III	-	-	-
63	III	IV	-	-
65	II	II	IV	-
67	II	II	III	-

Після 24 годин зберігання кислотність термізованого молока не перевищувала 19°Т. Аналіз термостійкості молока підтверджує позитивний вплив термізації на стабільність білків молока впродовж 24 годин зберігання. Мікробіологічний аналіз термізованого молока виявив зменшення загальної кількості мікроорганізмів у порівнянні з контролем на 65-70 %. Загалом, впродовж 24 годин зберігання якість термізованого молока як сировини відповідала сортовому молоку згідно вимог нормативної документації на заготівельне молоко.

Математичним обробленням результатів експериментальних досліджень фізико-хімічних та технологічних властивостей термізованого молока встановлено оптимальний режим проведення термізації – за температури 65...67 °С з витриманням 15 с та наступним швидким охолодженням до температури (4±2) °С, що забезпечує стабільні властивості молока впродовж 24 годин зберігання. З урахуванням енергозаощадження рекомендовано проведення термізації лише молока 2 гатунку.

Відповідно меті роботи як натуральний смако-ароматичний та біологічно повноцінний наповнювач було обрано наступну цикорійну сировину: крупку зі смаженого коріння, сухий швидкорозчинний порошок та екстракт цикорію з вмістом сухих речовин 70 %. За органолептичними властивостями молочно-цикорійних сумішей інтервал варіювання дози наповнювача у сумішах становив

від 0,50 до 1,50 % сухих речовин цикорію. У досліджуваних пробах визначали вплив вмісту цикорію на фізико-хімічні властивості молока, зокрема, на індекс коагуляції. За контроль обрано термостійке молоко не нижче II групи за алкогольною пробою без наповнювача (табл. 3).

Таблиця 3

Вплив цикорію на індекс коагуляції білків молока

Проба	Вихідне молоко	Вміст цикорію, %				
		0,50	0,75	1,0	1,25	1,50
		Індекс коагуляції білків молока, %				
з екстрактом цикорію	7,2	7,0	6,8	6,6	11,6	15,6
з порошком цикорію	7,2	16,4	–	–	–	–

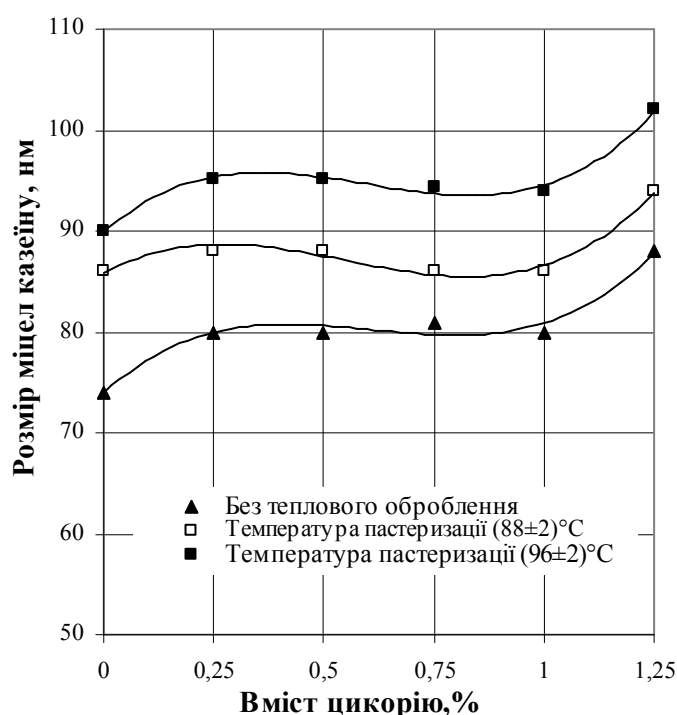


Рис. 3. Вплив екстракту цикорію на середній розмір міцел казеїну за різних режимів пастеризації

За вмісту екстракту цикорію до 1,0 % розмір міцел казеїну досліджуваних проб не збільшується, тоді як понад 1,0 % – відмічено збільшення середнього розміру міцел казеїну на 10-15 нм, що пояснюється зниженням активної кислотності суміші на 0,26 од. рН.

Екстракт цикорію містить 64 % вуглеводів, зокрема інулін і фруктозу, тому дослідили можливу взаємодію білків молока з вуглеводами цикорію в молочно-цикорійних сумішах. Стан та поведінку міцел казеїну за вмісту екстракту цикорію було вивчено вимірюванням кута обертання площини поляризації модельних систем білок-вуглевод. Вимірювання проводили окремо в кожному розчині відразу після змішування (початок вимірювань) та після проведення пастеризації за температури (96±2) °C з витриманням 15 с (кінець вимірювань). На рис. 4 наведено приклади діаграм залежності кута обертання площини поляризації

Збільшення індексу коагуляції білків у пробах з порошком цикорію пояснюється зниженням кислотності на 0,32 од. рН, що виявляє несумісність порошку цикорію з молоком.

З огляду на значення I_k проб з вмістом екстракту цикорію у кількості до 1,25 %, яке не перевищує межу термостійкості, дослідили вплив режиму теплового оброблення на середній розмір міцел казеїну не пастеризованої суміші і пастеризованої за загальноприйнятими у промисловості режимами: температура (88±2)°C без витримання та (96±2)°C з витриманням 15 с (рис. 3).

модельних систем „вуглевод-амінокислота” та „вуглевод-білок” від співвідношення складників системи.

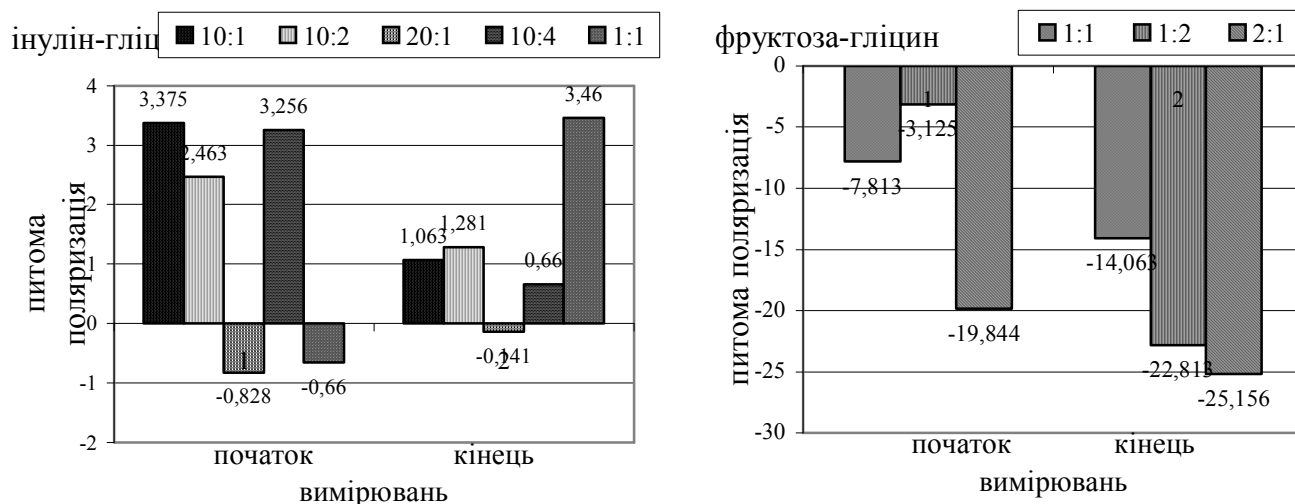


Рис. 4. Залежність кута обертання площини поляризації від складу досліджуваних систем

Різні значення питомого кута обертання площини поляризації сумішей, в яких вуглевод та білкова сполука взяті в різних співвідношеннях, вказують на те, що вуглеводи з білками утворюють комплекси, які різняться оптичною активністю. Методом квантово-хімічного моделювання отримано просторову будову та фізичні характеристики утворюваних комплексів з вказаними водневими зв'язками між аміногрупою амінокислоти та карбоксильною групою вуглеводу, розраховано енергію цих зв'язків та доведено циклічний характер поляриметричних властивостей комплексів вуглевод-амінокислота. В такий спосіб виявлено, що утворені комплекси є стійкими до дії високих температур, що пояснює підвищення термостійкості білків молока.

Електрофоретичним аналізом досліджуваних проб було ідентифіковано зміну фракційного складу білків молока, пов'язану з додаванням екстракту цикорію і тепловим обробленням проб. У таблиці 4 представлено результати опрацювання отриманих електрофореграм фракційного складу білків досліджуваних систем – відсоток основних фракцій білків молока до загальної кількості білків у досліджуваних пробах до та після теплового оброблення.

Таблиця 4

Вплив технологічного оброблення досліджуваних проб на вміст білків

Найменування фракції	Вміст фракції, %		
	Вихідне молоко	Пастеризоване молоко	Пастеризована молочно-цикорійна суміш
казеїн	67,3	72,8	79,73
в тому числі χ -казеїн	8,75	9,2	10,36
γ -казеїн	6,9	–	6,73
β -лактоглобулін	6,4	2,8	2,28
α -лактальбумін	9,5	6,0	3,43
лактоферрин	2,07	2,8	3,38
імуноглобуліни класу G	1,54	–	0,42
мінорні білки	13,19	12,48	10,76

У досліджуваних пробах після теплового оброблення вміст окремих білків, таких як – лактоферрин, імуноглобуліни класу G, χ -казеїн і γ -казеїн, був вищим порівняно з молоком без екстракту цикорію. Співвідношення χ -казеїн: β -лактоглобулін є визначальною характеристикою термостійкості молока: чим більше це співвідношення, тим вища термостійкість молока. Так, у молочному напої співвідношення χ -казеїн: β -лактоглобулін становить 10,36:2,28, а у молоці пастеризованому 9,2:2,8, що підтверджує підвищення термостійкості білків молока за рахунок взаємодії з вуглеводами цикорію.

З метою встановлення оптимального вмісту цикорію у готовому продукті проведено дослідження сукупного впливу вмісту цикорію (X_1), режимів теплового оброблення (X_2) та тривалості витримування за температури пастеризації (X_3) на індекс коагуляції білків молочно-цикорійних сумішей (Y). У плануванні експерименту керувалися впливом екстракту цикорію на індекс коагуляції білків молока. Отримали адекватне рівняння регресії:

$$Y = 12,608 + 4,092 \times X_1 + 2,967 \times X_2 + 2,058 \times X_3 + 2,583 \times X_1 \times X_2 - 0,467 \times X_2 \times X_3$$

За умови, що межа термостійкості за показником індексу коагуляції становить 12% було розраховано оптимальний вміст екстракту цикорію, який відповідає вказаній умові і становить 1,0128 %.

У виробництві молочних напоїв з цикорієм в якості біологічно цінного підсолоджувача обрано фруктозу, оптимальний вміст якої за результатами органолептичної оцінки становить 3,0 %. Оцінку сумісності фруктози з молоком та її впливу на формування якісних властивостей напоїв проводили у молочно-фруктозних та у молочно-фруктозно-цикорійних сумішах з вмістом фруктози 3,0 % і екстракту цикорію – 1,0 %. Фруктозу змішували з нормалізованим молоком або з молочно-цикорійною сумішшю перед тепловим обробленням. На рис. 6 представлено порівняльну характеристику активної кислотності та індексу коагуляції білків молока досліджуваних проб.

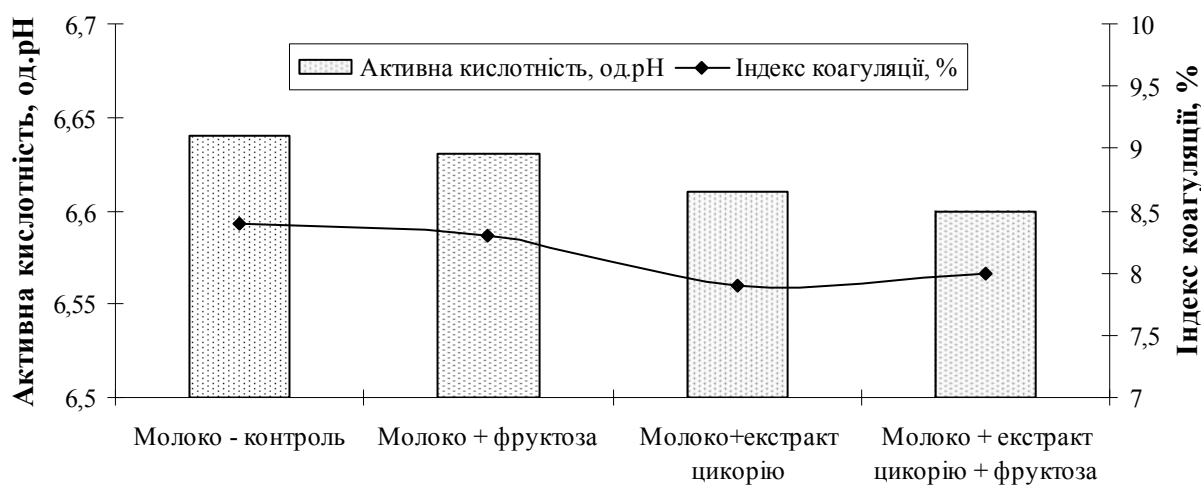
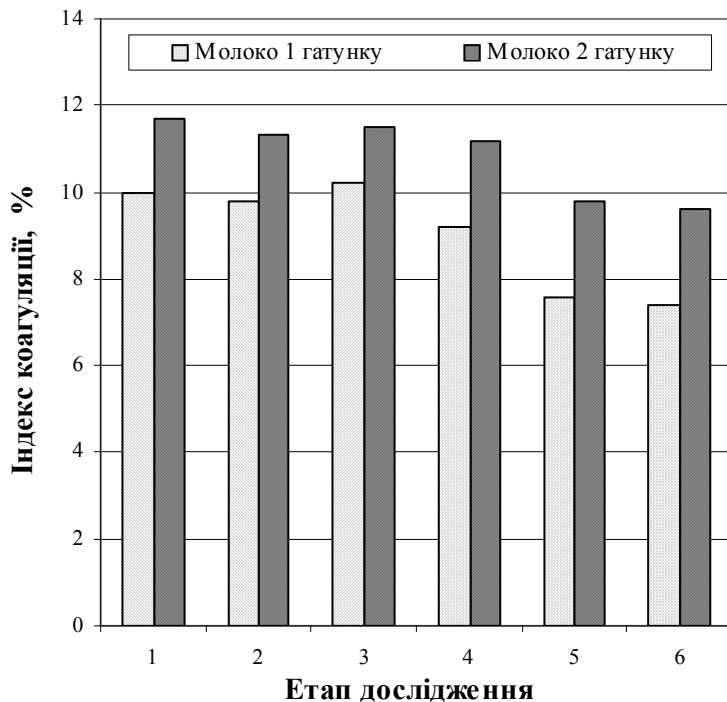


Рис. 6. Вплив фруктози на активну кислотність та індекс коагуляції білків молока

Одержані результати досліджень дають змогу рекомендувати застосування фруктози як рецептурного компонента у виробництві молочних напоїв підвищеної біологічної цінності. Також враховуючи сучасні тенденції щодо

дієтичного харчування, використання фруктози у нових молочних напоях підвищеної біологічної цінності є актуальним і незаперечним.

З метою узагальнення технологічних параметрів виробництва молочних напоїв з цикорієм було проведено дослідження сумісного впливу термізації та вмісту екстракту цикорію на білки молока за показником індексу коагуляції. Досліджували молоко 1 та 2 гатунків: вихідне молоко – 1 етап дослідження;



молоко, термізоване за температури $65...67^{\circ}\text{C}$ з витримуванням 15с – 2 етап; молоко пастеризоване за температури $(96\pm 2)^{\circ}\text{C}$ з витримуванням 15с – 3 етап; молоко пастеризоване за температури $(96\pm 2)^{\circ}\text{C}$ з витримуванням 15с, виготовлене з термізованого молока – 4 етап; молочний напій з вмістом екстракту цикорію 1,0 %, виготовлений з нетермізованого молока, – 5 етап і молочний напій з вмістом екстракту цикорію 1,0%, виготовлений з термізованого молока, – 6 етап дослідження (рис.7).

Рис. 7. Вплив технологічного оброблення на індекс коагуляції білків молока різних гатунків

Індекси коагуляції білків молочних напоїв з цикорієм, отриманих з сирого (5 етап) і термізованого молока (6 етап), практично однакові. Тому, враховуючи необхідність енергозаощадження, рекомендовано проводити термізацію лише молока 2 гатунку з метою поліпшення його технологічних властивостей.

У четвертому розділі „Обґрунтування технології молочних напоїв на основі використання цикорію” за результатами оптимізації вмісту екстракту цикорію у готовому продукті розроблено рецептури молочних напоїв з цикорієм та фруктозою, напоїв без підсолоджувача та напоїв з цукром. Розроблено принципову схему та апаратурно-технологічну схему виробництва молочних напоїв з цикорієм. Впровадження технології у виробничий процес не потребує додаткового переоснащення підприємства.

На предмет удосконалення режимів пастеризації та подовження строку придатності молочного напою з цикорієм до споживання розглянуто вплив пастеризації за температур (76 ± 2) , (88 ± 2) та $(96\pm 2)^{\circ}\text{C}$ з витримуванням 15 с на загальне бактеріальне обсіменіння, наявність дріжджів і грибів, споротвірних бактерій та бактерій, які характеризуються протеолітичною та ліполітичною активністю (рис. 8). Кількість мікроорганізмів у пробі вихідного молока –

$9,86 \cdot 10^5$ КУО/см³. Ефективність пастеризації за температури $(76 \pm 2)^\circ\text{C}$ становила 98,2 %, за температури $(88 \pm 2)^\circ\text{C}$ – 99,7 %, а за температури $(96 \pm 2)^\circ\text{C}$ – 99,98 %.

Якісний аналіз залишкового складу мікроорганізмів показав, що в основному це

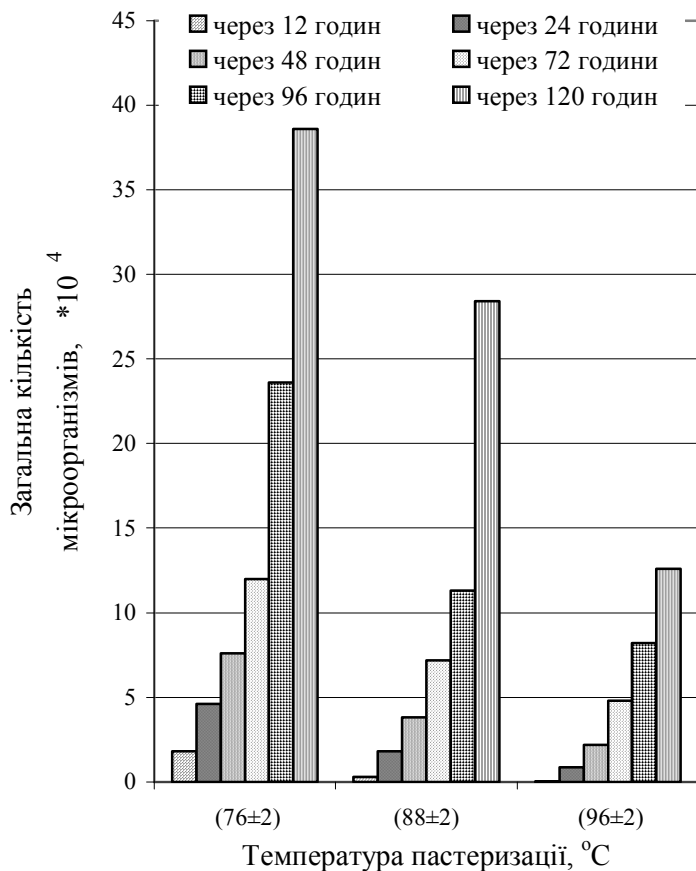


Рис. 8. Вплив режиму теплового оброблення та тривалості зберігання на загальну кількість мікроорганізмів у продукті

За аналізом амінокислотного складу білків молочного напою з цикорієм розраховано біологічну цінність продукту (БЦ), коефіцієнт різниці амінокислотного СКОР незамінних амінокислот (КРАС), збалансованість амінокислотного складу (ЗАКС) та коефіцієнт використання білка (ϕ) (рис. 9). Вміст екстракту цикорію спричинює підвищення термостійкості білків молока і, як наслідок, їх кращому збереженню впродовж технологічного оброблення, тому амінокислотний склад білків молочного напою з цикорієм у порівнянні зі звичайним молоком має вищі показники біологічної цінності.

Проведено токсико-біологічну оцінку молочного напою з використанням тест-культури *Tetrachytrina rugiformis*, яка реагує на вплив хімічних і біологічних чинників адекватно ссавцям. Як контроль досліджували сире молоко – проба 1 і молоко без цикорію, пастеризоване за температур (76 ± 2) та $(96 \pm 2)^\circ\text{C}$ з витримуванням 15с відповідно проби 2 і 3; проби молочного напою з цикорієм, які обробляли за температур (76 ± 2) та $(96 \pm 2)^\circ\text{C}$ з витримуванням 15 с – проби 4 і 5 (рис. 10).

– грампозитивні мезофільні аеробні і факультативно анаеробні бактерії. Грибів і дріжджів не було виявлено впродовж усього строку зберігання. З огляду на мікробіологічні показники проб впродовж зберігання та медико-біологічні вимоги щодо молочних напоїв (вміст КУО/см³ не більше $1 \cdot 10^5$) у виробництві молочних напоїв з цикорієм обґрунтовано доцільність проведення пастеризації за температури $(96 \pm 2)^\circ\text{C}$ з витримуванням 15с. В такий спосіб строк придатності готового продукту до споживання за температури зберігання $(4 \pm 2)^\circ\text{C}$ становить 96 годин з моменту завершення технологічного процесу, що підтверджено також оцінкою фізико-хімічних та органолептичних показників.

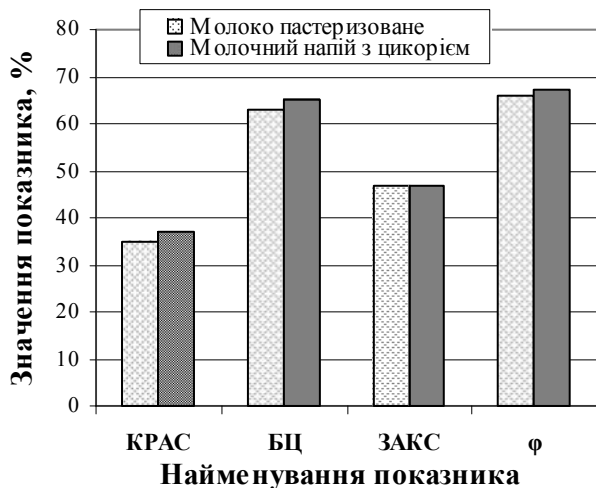


Рис. 9. Біологічна цінність молочного напою з цикорієм за амінокислотним СКОР

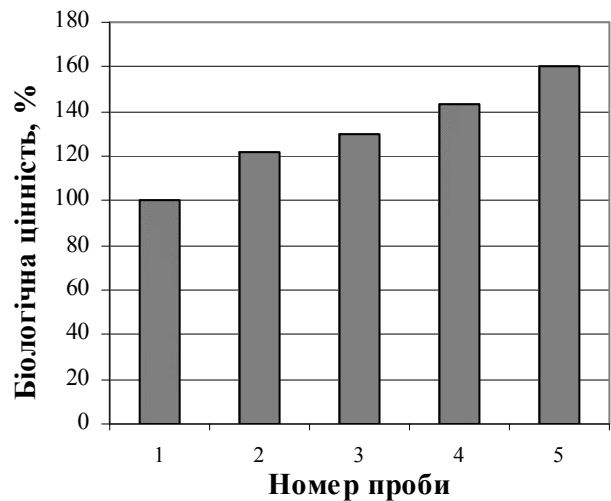


Рис. 10. Біологічна цінність молочного напою з цикорієм у порівнянні з сирим молоком

Високу якість напою з цикорієм порівняно з пастеризованим молоком підтверджено комплексним показником якості, який становить для напою 0,983, для молока пастеризованого – 0,978.

Ефективність впровадження нової технології у виробничий процес доведено розрахунком економічних показників: рентабельність становить 19 %, індекс прибутковості – 1,646, що вказує на антиризиковий ефект від впровадження. Точка беззбитковості за цінами на 2006 рік становить 7,42 т реалізованого продукту.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі наведено актуальність, теоретичне узагальнення та нове вирішення науково-технічного завдання, що полягає в удосконаленні технології молочних напоїв на основі використання натуральних наповнювачів – цикорію та фруктози.

1. Аналіз інформаційно-матричної моделі формування якості молочних напоїв за коефіцієнтами вагомості виявив найбільш значущі ділянки подібних технологій. Для ділянки складання суміші коефіцієнт вагомості становить 30,7 %; для ділянки пастеризації – 22,4 %, для ділянки первинного оброблення молока – 16,9 %.
2. Удосконалено первинне теплове оброблення молока-сировини за рахунок проведення термізації за температури 65-67 °C з витриманням 15 с, що забезпечує зниження титрованої кислотності молока на 1-2 °T та підвищення термостійкості на одну групу за алкогольною пробою.
3. Доведено доцільність впровадження термізації як первинного теплового оброблення молока 2 гатунку, що дає можливість поліпшити його якість, подовжити строк резервування за температури (4±2) °C до 24 годин та розширити сферу застосування молока 2 гатунку у виробництві молочних продуктів.

4. Розроблено метод визначення індексу коагуляції білків молока, який дає кількісну характеристику термостійкості молока та молочних сумішей і може бути використаний для вибору та обґрунтування режимів теплового оброблення у технологіях молочних напоїв.
5. Встановлено межу термостійкості молока, для якої індекс коагуляції білків молока за температури оброблення 100 °С з витримуванням 15 с не перевищує 12 %.
6. Дослідженнями сумісності цикорійної сировини з молоком за фізико-хімічними, органолептичними та технологічними показниками доведено, що доцільним у виробництві молочних напоїв є використання екстракту цикорію з вмістом сухих речовин 70 %.
7. Виявлено взаємодію вуглеводів з амінокислотами у молочно-цикорійних сумішах, в наслідок чого утворюються комплекси вуглевод-амінокислота, стійкі до дії високих температур, що встановлено вимірюванням кута обертання площини поляризації. Методом квантово-хімічного моделювання отримано просторову будову та фізичні характеристики утворених комплексів, розраховано енергію їх зв'язків та доведено циклічний характер поляриметричних властивостей комплексів вуглевод-амінокислота.
8. Встановлено, що співвідношення фракцій χ -казеїн: β -лактоглобулін у молочному напої становить 10,36:2,28, а у сирому молоці – 8,75:6,4. Таке співвідношення білкових фракцій у молочно-цикорійних сумішах порівняно з фракційним складом білків вихідного молока зумовлює підвищення його термостійкості.
9. Встановлено оптимальний вміст екстракту цикорію у молочному напої – 1,0 %.
10. Біологічна цінність молочного напою з цикорієм за амінокислотним СКОР становить 67,3 %. За токсико-біологічною оцінкою порівняно з пастеризованим молоком без наповнювача відносна біологічна цінність молочного напою становить 160 %.
11. Розраховано економічні показники виробництва молочних напоїв з цикорієм, які довели ефективність проекту: точка беззбитковості становить 7,42 т за цінами 2006 року, індекс прибутковості – 1,646, рентабельність 19 %.
12. Розроблено та затверджено у встановленому порядку нормативну документацію ТУ У 15.9-02070938-081:2006 „Напій молочний з цикорієм”. Технологію апробовано у виробничих умовах ВАТ „Віта” (м. Біла Церква) та ЗАТ „Лакталіс-Умань” (м. Умань).

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ ВИКЛАДЕНО У НАСТУПНИХ ПУБЛІКАЦІЯХ:

1. *Фещенко Г.П., Поліщук Г.Є., Кочубей О.В.* Термізація молока як спосіб поліпшення його технологічних властивостей // Молочна промисловість. – 2004. – № 1. – С. 38-40. *Особистий внесок – дослідження термостійкості термізованого молока, встановлення оптимальних режимів проведення термізації, підготовка матеріалу до друку.*
2. *Фещенко Г.П., Поліщук Г.Є., Грек О.В.* Дослідження можливості

використання різних видів сировини з цикорію у виробництві молочного напою // Таврійський вісник. – 2005. – №37. – С. 136-140. *Особистий внесок – підбір різних видів цикорійної сировини, дослідження сумісності з молоком, оптимізація технологічних режимів, аналіз і підготовка матеріалу до друку.*

3. Дослідження взаємодії білкових речовин з вуглеводами у молочно-цикорійних сумішах / Г.Є.Поліщук, Г.П.Фещенко, Г.О.Лезенко, І.В.Попова. – Наукові праці НУХТ. – Київ: НУХТ. – 2005. – № 16. – С. 52-55. *Особистий внесок – приготування модельних систем і вимірювання кута обертання площини поляризації, опрацювання результатів і підготовка матеріалу до друку.*

4. Фещенко Г.П., Поліщук Г.Є. Дослідження фізико-хімічних властивостей молочно-цикорійних напоїв // Молочна промисловість. – 2005. – № 1(16). – С. 20-22. *Особистий внесок – розроблення методу визначення індексу коагуляції білків молока, дослідження розмірів міцел казеїну у молочно-цикорійних сумішах, підготовка матеріалу до друку.*

5. Фещенко Г.П., Поліщук Г.Є., Савчук О.М. Вплив пастеризації на фракційний склад білків молочно-цикорійних сумішей // Молочна промисловість. – 2005. – №4(19). – С. 20-22. *Особистий внесок – оброблення літературних даних, планування експерименту, аналіз і узагальнення отриманих результатів, підготовка матеріалу до друку*

6. Фещенко Г.П., Кочубей О.В., Поліщук Г.Є. Дослідження можливості використання кавітаційного емульсатора у виробництві кисломолочних продуктів // Харчова промисловість. дод. до журналу. Київ. – 2004. – №3. – С.75-76. *Особистий внесок – дослідження фізико-хімічних показників молока після кавітаційного оброблення, аналіз результатів і підготовка матеріалу до друку*

7. Пат. № 69972 Україна МКИ А 23 С 9/156 Спосіб виробництва пастеризованого молока/ Л.М. Хомічак, Г.Є.Поліщук, Г.П. Фещенко, О.В.Кочубей – Опубл. 15.10.2004, Бюл. №9. *Особистий внесок здобувача – патентний пошук за темою винаходу, дослідження технологічних параметрів виробництва молока пастеризованого з цикорієм, оформлення заявки на патент, участь у складанні опису винаходів.*

8. Фещенко Г.П., Поліщук Г.Є. Використання фруктози у виробництві молочного напою з цикорієм // Тези доповідей IX Міжнародної науково-технічної конференції „Новітні технології та технічні рішення в харчовій та переробній промисловості. Сьогодення і перспективи.” НУХТ. – Київ: НУХТ. – 2005. – Частина 2. – С. 81. *Здобувачем було проведено органолептичну оцінку та дослідження сумісності фруктози з молоком за показником індексу коагуляції білків, аналіз і підготовка матеріалу до друку*

9. Фещенко Г.П., Поліщук Г.Є. Актуальність збагачення молочного напою біологічно активною добавкою – цикорієм // I Міжнародна науково-практична конференція “Екотрофологія. Сучасні проблеми”. м. Біла Церква, 2005, – С. 187-188. *Особистий внесок – оброблення літературних даних, проведення експериментальних досліджень, аналіз і підготовка матеріалу до друку.*

10. Перспективи використання цикорію у виробництві молочних продуктів / Я.М. Залуцький, Г.Є. Поліщук, Г.П. Фещенко, Г.О. Лезенко, І.В. Попова. – Міжнародна науково-практична конференція „Мясная и молочная индустрия-2006. Опыт. Проблемы. Перспективы развития” в рамках Дев'ятої міжнародної

спеціалізованої виставки „Укрм’ясомолпром-2006”. м. Київ, 2006 р. – С. 32-33. *Особистий внесок – дослідження використання різних видів цикорійної сировини у виробництві молочних продуктів, зокрема напоїв та морозивів, аналіз органолептичних властивостей готових продуктів, підготовка матеріалу до друку та участь у конференції.*

11. *Feshchenko G., Polischuk G. Perspective Filling Material of Potable Aspects of Milk. Raw Materials Containing // International Workshop “World of Inulin & Fructose”. – Kiev: April 2004. p.32. Особистий внесок – аналіз літературних джерел, проведення досліджень сумісності цикорної сировини з молочною основою, підготовка матеріалу до друку.*

12. *Кочубей О.В., Феценко Г.П., Я.В. Рубан. Вплив термізації на стан жиру і вітамінний склад вихідного молока // Тези доповідей 69-ї Міжнародної наукової конференції молодих вчених, аспірантів і студентів НУХТ. – Київ: НУХТ, 2003. – Ч.2. – С. 35. Особистий внесок – дослідження впливу термізації на дисперсність молочного жиру та вміст вітамінів, узагальнення результатів, підготовка матеріалу до виступу на конференції.*

13. *Феценко Г.П., Поліщук Г.Є. Розширення асортименту молочних напоїв // Тези доповідей 70-ї Міжнародної наукової конференції молодих вчених, аспірантів і студентів НУХТ. – Київ: НУХТ, 2004. – Частина 2. – С.22. Здобувачем було проведено підбір і дослідження натуральних наповнювачів у виробництві молочних напоїв, підготовлено матеріал до друку.*

14. *Феценко Г.П., Поліщук Г.Є. Метод визначення індексу коагуляції білків молока // Тези доповідей 71-ї Міжнародної наукової конференції молодих вчених, аспірантів і студентів НУХТ. – Київ: НУХТ, 2005. – Ч.2. – С. 33. Особистий внесок – планування експерименту, визначення середнього розміру міцел казеїну, обґрунтування вибору методів визначення білка у молоці, опрацювання і підготовка матеріалу до друку*

15. *Феценко Г.П., Поліщук Г.Є. Кваліметричний метод формування якості молочного напою з цикорієм // Тези доповідей 72-ї Міжнародної наукової конференції молодих вчених, аспірантів і студентів НУХТ. – Київ: НУХТ, 2006. – Частина 2. – С. 32. Особистий внесок – розроблення бальної оцінки і підготовка матеріалу до друку.*

АНОТАЦІЯ

Калініна Г.П. Удосконалення технології молочних напоїв на основі використання цикорію. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.18.04 – технологія м’ясних, молочних та рибних продуктів. – Національний університет харчових технологій, Міністерства освіти і науки України, Київ, 2007.

Розроблено метод визначення індексу коагуляції білків, який характеризує термостійкість молока, індекс коагуляції білків термостійкого молока не перевищує 12 %.

З метою удосконалення первинного теплового оброблення молока-сировини доведено доцільність проведення термізації. Рекомендовано проводити термізацію молока 2 гатунку, що дозволяє покращати властивості сировини: знизити титровану кислотність молока на 1-2 °Т та підвищити термостійкість на одну групу за алкогольною пробою. Встановлено оптимальний режим проведення термізації та строк зберігання термізованого молока.

Виявлено стабілізуючий ефект вмісту цикорію на білки молока внаслідок теплового оброблення, що доведено дослідженнями взаємодії вуглеводів цикорію з амінокислотами молока та фракційного складу білків молочно-цикорної суміші. Враховуючи функціонально-технологічні властивості молочно-цикорної суміші, розроблено рецептури та оптимізовано параметри технологічного процесу. Досліджено мікробіологічні показники готового продукту, за якими обґрунтовано та встановлено оптимальний режим проведення пастеризації та строк придатності молочного напою до споживання. Розроблено та затверджено у встановленому порядку нормативну документацію на напій молочний з цикорієм.

Ключові слова: молоко, термізація, термостійкість, білки, цикорійна сировина, екстракт цикорію, молочний напій, технологія, якість.

АННОТАЦІЯ

Калинина Г.П. Усовершенствование технологии молочных напитков на основе использования цикория. – Рукопись.

Диссертация на соискание научной степени кандидата технических наук по специальности 05.18.04 технология мясных, молочных и рыбных продуктов. – Национальный университет пищевых технологий, Министерства образования и науки Украины, Киев, 2007.

Диссертация посвящена научному обоснованию и усовершенствованию технологии молочных напитков. Разработан метод определения индекса коагуляции белков молока, который количественно характеризует их термоустойчивость. Метод позволяет определить степень влияния тепловой обработки на состояние белков молока, в частности их коагуляцию. Эмпирическим путем установлено, что значение индекса коагуляции белков термоустойчивого молока не превышает 12 %, что подтверждено анализом среднего размера мицелл казеина, активной кислотности молока и его термоустойчивости. Поэтому метод определения индекса коагуляции белков молока актуален в разработке многокомпонентных рецептур молочных напитков, когда влияние ингредиентов на состояние белков молока неизвестно.

С целью оптимизации технологических параметров рассмотрены все этапы производства молочных напитков, включая исходное качество сырья. Обосновано необходимость применения технологических приемов с целью повышения качества молока-сырья. Проанализирован опыт передовых стран и доказана целесообразность внедрения в технологический процесс первичной тепловой

обработки – термизации. Исследовано влияние термизации на физико-химические и микробиологические показатели молока: установлено, что после термизации на 1-2 °Т снижается титруемая кислотность молока, повышается термоустойчивость молока на 1 группу по алкогольной пробе и уменьшается общее количество микроорганизмов, что позволяет продлить срок хранения сырья. На основании этого установлен оптимальный режим термизации при температуре 65...67 °С с выдержкой 15 с. Срок хранения термизированного молока не превышает 24 часов при температуре (4±2) °С.

Был исследован ряд цикорийного сырья, в том числе крупка, порошок и экстракт. Экспериментальными исследованиями обосновано использование экстракта цикория с массовой долей сухих веществ 70 %. Определены органолептические показатели смесей с разным содержанием экстракта цикория и фруктозы. По физико-химическим показателям установлено повышение термоустойчивости белков молока с внесением экстракта цикория в количестве 0,75-1,0 %, что подтверждено анализом индекса коагуляции белков молока и взаимодействия углеводов цикория с белками и аминокислотами молока. Методом электрофоретического анализа белков молока доказано повышение термоустойчивости в присутствии экстракта цикория за счет взаимодействия с углеводами цикория. Оптимизированы дозы экстракта цикория и фруктозы в готовом продукте – 1,0 и 3 % соответственно.

Исследованы микробиологические показатели молочного напитка с экстрактом цикория в процессе хранения и установлен срок годности готового продукта к употреблению – 96 часов с момента окончания технологического процесса при температуре хранения (4±2) °С.

По аминокислотному составу белков определена биологическая ценность молочного напитка с цикорием, которая составляет 67,3 %. Методом токсико-биологической оценки развития тест-культуры инфузории *Tetrachymena pyriformis* на исследуемой среде установлено отсутствие токсических веществ и биологическую ценность молочного напитка с цикорием относительно пастеризованного молока, которая составляет 160 %.

Рассчитаны коэффициенты комплексного показателя качества молочного напитка с цикорием и пастеризованного молока, которые составляют 0,983 и 0,978 соответственно, что подтверждает высокое качество молочного напитка.

Доказана экономическая эффективность внедрения технологии в производство: точка безубыточности составляет 7,42 т в натуральном выражении по ценам 2006 года, индекс доходности – 1,646, что указывает на высокую рентабельность проекта. Разработана и утверждена в установленном порядке нормативная документация ТУ У 15.9-02070938-081:2006 „Напій молочний з цикорієм”. Технология прошла испытания в производственных условиях ЗАТ „Лакталіс-Умань” (г. Умань) и ВАТ „Віта” (г. Белая Церковь).

Ключевые слова: молоко, термизация, термоустойчивость, белки, цикорийное сырье, экстракт цикория, молочный напиток, технология, качество.

ANNOTATION

Kalinina G. The development of technology of milk beverage foods on basis of chicory use. - Manuscript.

A thesis for the Scientific Degree of Candidate of Technical Science, speciality 05.18.04 – the technology of meat, dairy and fish products. - National University of Food Technologies, Kyiv, 2007.

The method of index definition of milk proteins coagulation, which characterize their heat resistance, is developed. It is also proved, that the index value of protein coagulation of thermostable milk does not exceed 12%, this is confirmed by definition of middle sized micelle casein, actual acidity of milk and it's heat resistance, defined by different methods. It is established that the index value, that is 12%, is limit for milk proteins' heat resistance.

The expediency of carrying out the thermization as primary thermal treatment of crude milk is proved with the purpose of improvement of primary thermal treatment. It is recommended to carry out thermization of the second quality milk, this allows to ameliorate crude quality: reduce titrating milk acidity on 1-2 °T and increase heat resistance on one group according to alcohol sample. An optimum performance of thermization and shelf life of thermal treated milk is determined. The workability of chicory extract with it's solid mass particle 70% in milk beverage production is substantiated and experimentally proved. It is explored the stabilizing effect of chicory extract content on milk proteins during thermal treatment, that is established by the index value of milk proteins coagulation, researches of interaction between chicory carbons and amino acids of milk and fractional protein content of milk-chicory mixture. It is substantiated the choice of fructose sweetener's quality and it's discovered that it has no influence on physicochemical property of milk.

Formulas are developed, parameters are optimized considering function-technological property of milk-chicory mixture. It's investigated microbiological indices of finished product, they determine an optimum performance of pasteurization and useful time of milk beverage. The normative documents about milk beverage with chicory are worked out and approved in accordance with established procedure. The technical novelty is confirmed by declaratory patent of Ukraine for invention. The technology of milk beverage passed the tests in working conditions.

Key words: milk, thermization, heat resistance, proteins, chicory extract, milk beverage, technology, quality.