

ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

**Кручек Оксана Анатоліївна**

УДК 637.141.3 - 021.4

**РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ПАСТЕРИЗОВАНОГО МОЛОКА  
З ПОДОВЖЕНИМ ТЕРМІНОМ ЗБЕРІГАННЯ**

Спеціальність 05.18.04 – технологія м'ясних, молочних  
та рибних продуктів

**АВТОРЕФЕРАТ**

дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата технічних наук

Одеса – 2007

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Одеській національній академії харчових технологій  
Міністерства освіти і науки України

**Науковий керівник:** доктор технічних наук, професор,  
заслужений діяч науки і техніки України  
**Чагаровський Олександр Петрович**,  
Одеська національна академія харчових технологій, кафедра  
технології молока і сушіння харчових  
продуктів, професор кафедри

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор  
**Безусов Анатолій Тимофійович**,  
Одеська національна академія харчових технологій,  
кафедра технології консервування, завідувач кафедри;

кандидат технічних наук, доцент  
**Ромоданова Валентина Олександрівна**,  
Відкритий міжнародний університет розвитку  
людини “Україна”, кафедра технології харчування, професор  
кафедри

Провідна установа: Харківський державний університет харчування  
і торгівлі, кафедра технології харчування, Міністерство  
освіти і науки України, м. Харків

Захист відбудеться *24 травня 2007 р. о 13<sup>00</sup>* годині на засіданні спеціалізованої вченої  
ради Д 41.088.02 Одеської національної академії харчових технологій за адресою: 65039, м. Одеса,  
вул. Канатна, 112.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Одеської національної академії харчових  
технологій за адресою: 65039, м. Одеса, вул. Канатна, 112.

Автореферат розісланий *23 квітня 2007 р.*

Вчений секретар спеціалізованої  
вченої ради, д.т.н., професор

Г.М. Станкевич

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Проблема забезпечення населення України продуктами харчування високої якості, з функціональними властивостями і подовженим терміном зберігання має велике соціальне значення. Значне місце в раціоні харчування людини займають молоко і молочні продукти, серед яких пастеризоване молоко є продуктом повсякденного попиту.

Досвід років, коли молочна промисловість України переживала кризу, показав, що без впровадження нових сучасних знань як на рівні менеджменту і маркетингу, так і на рівні технологій виробництва молочних продуктів, подальший розвиток української молочної промисловості неможливий.

Ринок фасованого незбираного молока включає пастеризоване, пряжене і стерилізоване (Т-молоко). Пастеризоване і пряжене мають термін зберігання від 36 годин до декількох діб, Т-молоко – до шести місяців. До Т-молока можна віднести суперпастеризоване, яке має термін зберігання до 45 діб. Для виробництва стерилізованого молока необхідне дороге обладнання та високоякісна сировина, недостача якої значною мірою скорочує об'єми виробництва продукту. Це підвищує у півтора рази ціну на стерилізоване молоко у порівнянні з пастеризованим, яке сьогодні залишається найбільш уживаним молочним продуктом.

Незважаючи на деякі успіхи у молочній галузі, головною проблемою залишається якість сировини. Виробництво достатньої кількості якісного молока є необхідною передумовою для функціонування молочної промисловості в цілому, оскільки, головним чином, від сировини залежить кількість, якість та терміни зберігання готової продукції. Серед тенденцій молочного ринку Європи можна виділити три основних напрямки: продукти з подовженим терміном зберігання, продукти найбільшого попиту і функціональні молочні продукти з оздоровлюючим ефектом.

Вступ України до Світової організації торгівлі може призвести до заповнення нашого ринку імпортною продукцією. Для того, щоб українська молочна продукція витримала жорстку конкуренцію з імпортною, необхідно підвищити технічну та економічну ефективність переробного сектора, адаптувати його до вимог законодавства ЄС щодо гігієни та якості, збільшити термін придатності традиційних вітчизняних молочних продуктів.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дисертаційна робота виконувалась в напрямку науково-дослідних робіт проблемної науково-дослідної лабораторії Одеської національної академії харчових технологій за темою “Наукові основи техно-біологічного моніторингу харчових систем тривалого зберігання у сучасних умовах” (тема 4/03-П, № державної реєстрації 0103U003438) і відповідно до теми держбюджетної науково-дослідної роботи кафедри технології молока і сушіння харчових продуктів ОНАХТ “Розробка технології молочних продуктів нового покоління”.

**Мета і задачі дослідження.** Метою роботи є розробка технологічних заходів щодо подовження терміну зберігання пастеризованого молока.

Для реалізації поставленої мети були поставлені такі задачі:

- визначити основні сучасні тенденції щодо подовження терміну зберігання молочної продукції, зокрема питного молока;
- дослідити вплив температури, тривалості та кратності теплової обробки на мікрофлору молока;
- визначити вплив комбінованої дії теплової обробки і консервантів на мікрофлору молока з метою збільшення терміну зберігання;
- дослідити вплив комбінованої дії теплової обробки і конкуруючої мікрофлори на термін зберігання пастеризованого молока;

- визначити доцільність використання “гарячого” розливу пастеризованого молока для збільшення терміну його зберігання;
- дослідити зміни складових частин молока при запропонованих режимах пастеризації;
- провести промислову апробацію та визначити органолептичні, фізико-хімічні та мікробіологічні показники пастеризованого молока з подовженим терміном зберігання;
- розробити нормативну документацію на молоко пастеризоване з подовженим терміном зберігання;
- провести техніко-економічну оцінку результатів дослідження.

*Об'єкт дослідження* – молоко сире та пастеризоване, консерванти – нізин і лізоцим, штами *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium longum*, *Bifidobacterium adolescentis*, *Bifidobacterium bifidum*, закваски безпосереднього внесення La-5 і Bb-12 .

*Предмет дослідження* – процеси теплової обробки, їх послідовність та поєднання з факторами, які впливають на термін зберігання пастеризованого молока; органолептичні, фізико-хімічні, біохімічні та мікробіологічні показники молока.

*Методи дослідження* – стандартні та загальновідомі органолептичні, мікробіологічні, фізико-хімічні, біохімічні методи визначення якості сировини і готової продукції; методи математичної обробки експериментальних даних.

**Наукова новизна отриманих результатів.** Показано, що використання основних положень “бар’єрних технологій”, дозволяє визначити напрямки удосконалення технології питного пастеризованого молока, які забезпечують подовження термінів його зберігання. Виявлено, що основними факторами, які впливають на збереження поживних властивостей пастеризованого молока є: режими теплової обробки; наявність конкуруючої мікрофлори або консервантів; умови фасування.

Встановлено, що підвищення температури пастеризації до  $(88 \pm 2) ^\circ\text{C}$  з витриманням 15...20 с, а також проведення дворазової пастеризації (I етап –  $(76 \pm 2) ^\circ\text{C}$ , витримання 15...20 с, II етап –  $(88 \pm 2) ^\circ\text{C}$ , витримання 15...20 с) дозволяє збільшити термін зберігання питного молока до семи діб.

Показано, що розлив молока при температурі  $(70 \pm 5) ^\circ\text{C}$  забезпечує підвищення терміну зберігання за рахунок зниження рівня вторинного обсіменіння.

Встановлено, що застосування консерванту природного походження нізину у виробництві пастеризованого молока дозволяє знизити температуру пастеризації і збільшити термін його зберігання.

Обґрунтована доцільність використання комбінованої дії теплової обробки і конкуруючої мікрофлори (ацидофільної палички або біфідобактерій) у виробництві пастеризованого біо-молока з подовженим терміном зберігання і функціональними властивостями.

Встановлений вплив запропонованих режимів теплової обробки на складові частини молока.

**Практичне значення отриманих результатів.** На основі результатів експериментальних досліджень розроблено технологію молока “Українське” (ТУ У 25027034-008-98), “Біо-молока” (ТУ В 25027034-025-2001) з терміном зберігання 7 діб, внесено доповнення до технологічної інструкції із виробництва пастеризованого молока “Українське” щодо застосування дворазової пастеризації. Молоко “Українське” на даний час випускають понад 30 підприємств України, “Біо-молоко” – два.

Розроблено проект технологічної інструкції до ТУ У 25027034-008-98 на виробництво молока пастеризованого “Українське” з нізином.

Результати експериментальних досліджень використовуються в науковій роботі, лекційних курсах з технології молока, курсовому і дипломному проектуванні на кафедрі технології молока і сушіння харчових продуктів Одеської національної академії харчових технологій.

**Особистий внесок здобувача.** Експериментальні дослідження з теми дисертаційної роботи, добір і аналіз даних літературних джерел, теоретичне обґрунтування отриманих результатів, їх

описання і інтерпретація, підготовка матеріалів досліджень до публікації, розробка нормативної документації, промислова апробація технології здійснені здобувачем.

**Апробація результатів дисертації.** Основні результати дисертаційної роботи обговорені й схвалені на 61-й науковій конференції ОДАХТ (Одеса, 2001 р.), 62-й науковій конференції ОДАХТ, присвяченій ювілею академії та 55-річчю Науково-дослідної частини (Одеса, 2002 р.), 63-й науковій конференції ОНАХТ (Одеса, 2003 р.), Міжнародній науково-практичній конференції “Сучасність і майбутнє аграрної науки та виробництва”, присвяченій 50-річчю заснування факультету заочної освіти Львівської національної академії ветеринарної медицини імені С.З.Гжицького (Львів, 2006 р.), II-й Міжнародній науково-практичній конференції “Харчові технології–2006” (Одеса, 2006 р.), III-му, IV-му, V-му, VI-му, VII-му Міжнародних науково-практичних семінарах “Нове у молочній промисловості” (м. Одеса, 2000-2004 рр.).

**Публікації.** За матеріалами дисертаційної роботи опубліковано 8 наукових праць, з них 7 статей у фахових виданнях та тези доповіді на науково-практичній конференції.

**Структура та обсяг роботи.** Дисертація викладена на 154 сторінках тексту і складається із вступу, п’яти розділів, висновків, списку використаних літературних джерел з 172 найменувань (16 сторінок) та 15 додатків (52 сторінки). Робота ілюстрована 46 таблицями (17 сторінок) та 41 рисунком (22 сторінки).

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** висвітлено стан проблеми, обґрунтовано її актуальність, визначено мету і задачі досліджень, сформульовано наукову та практичну цінність одержаних результатів, наведено дані про особистий внесок здобувача, апробацію результатів дисертації та публікації.

У **першому розділі** узагальнено дані сучасної наукової та патентної інформації з характеристики факторів, які визначають стійкість пастеризованого молока, а саме – мікрофлора молока, охолодження й умови зберігання його до переробки, механічне очищення, теплова обробка, її ефективність і вплив на компоненти молока, вторинне забруднення мікрофлорою, умови зберігання готового продукту.

На основі аналізу джерел наукової літератури і патентних матеріалів зроблено висновок про можливість і необхідність вирішення в Україні питання подовження терміну зберігання пастеризованого молока, визначено та обґрунтовано завдання досліджень.

У **другому розділі** наведено схему основних напрямів проведення досліджень, послідовність їх рішення та взаємозв’язок етапів розробки технології пастеризованого молока з подовженим терміном зберігання (рис. 1).

Об’єктами досліджень були молоко сире і пастеризоване, консерванти – нізин і лізоцим, штами *Lactobacillus acidophilus* та роду *Bifidobacterium*, закваски безпосереднього внесення фірми Хр.Хансен (Данія) La-5, яка представляє собою ліофілізовану культуру *L. acidophilus* (штам аналогічний тому, що знаходиться у кишечнику людини) та Bb-12, яка містить *Bifidobacterium animalis*.

Основна частина експериментальних досліджень проведена на кафедрі технології молока і сушіння харчових продуктів, біохімії, мікробіології і фізіології харчування Одеської національної академії харчових технологій. Фракційний склад білків молока методом гель-електрофорезу визначали в лабораторії біохімії і фізіології рослин Селекційно-генетичного інституту Національного центру насіннезнавства та сортовивчення Української академії аграрних наук (м. Одеса).

У ході роботи використовували комплекс традиційних і сучасних мікробіологічних,

біохімічних, фізико-хімічних і технологічних методів дослідження.

Для математичної обробки результатів щодо впливу теплової обробки на мікрофлору молока використано метод найменших квадратів та стандартні програми пакета Microsoft Excel.

Промислова апробація розроблених технологій пастеризованого молока з подовженим терміном зберігання проведена на ТОВ "Агроком", м. Одеса.

Те оре тич ні дос лід же нн я	Аналіз літературних та патентних джерел з проблеми виробництва пастеризованого молока з тривалим терміном зберігання
	Вплив окремих операцій технологічного процесу на термін придатності до вживання пастеризованого молока
	Вплив мікроорганізмів з антагоністичними властивостями на якість та безпеку молочних продуктів
	Використання консервантів у молочній промисловості
Ек спе ри ме нта льн і дос лід же нн я	Дослідження впливу температури, тривалості та кратності теплової обробки на кількісний та якісний склад мікрофлори молока

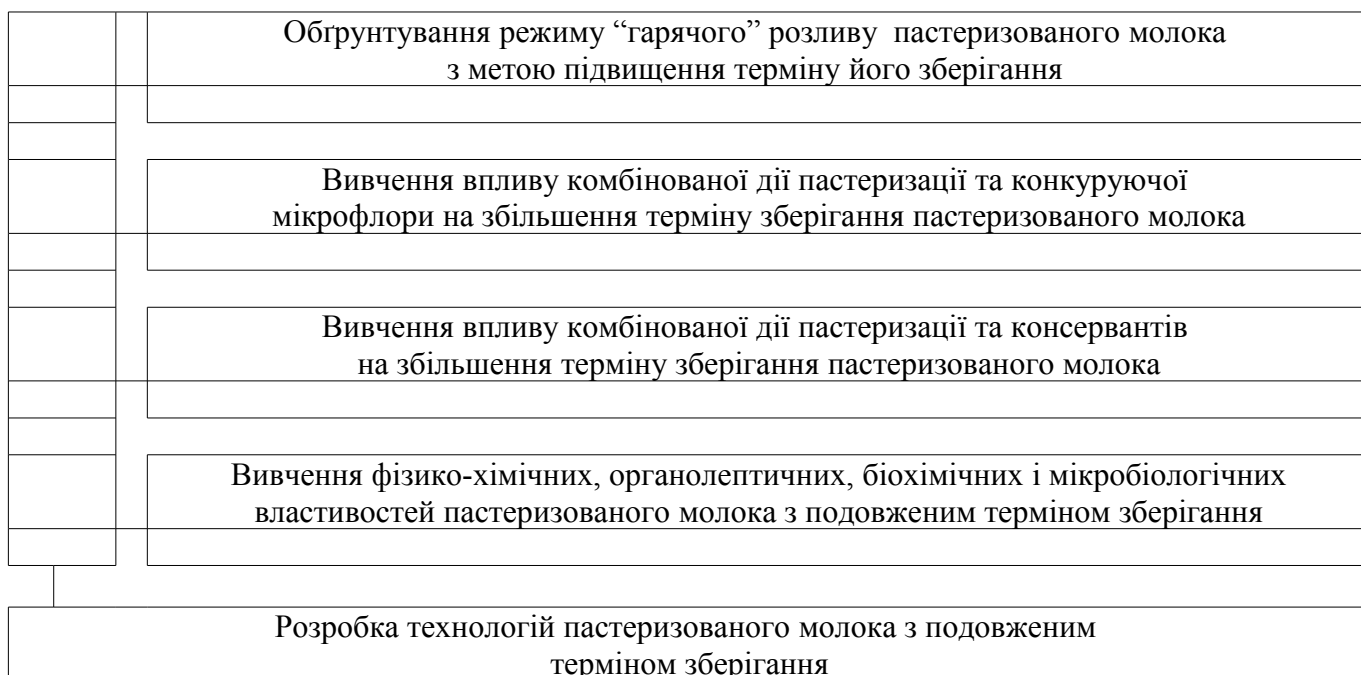


Рис.1. Основні напрямки проведення досліджень

У **третьому розділі** викладено результати досліджень впливу температури, терміну і кратності дії теплової обробки на мікрофлору сирого молока, комбінованої дії температури і консервантів – нізину і лізоциму, комбінованої дії температури та конкуруючої мікрофлори, процесу “гарячого” розливу пастеризованого молока на подовження терміну зберігання пастеризованого молока.

Дослідження впливу температури 72, 75, 80, 85, 90, 95 °С з витриманням 15...20 с на кількісний склад мікрофлори восьми зразків сирого молока з різним вмістом мікроорганізмів показали (рис. 2), що після теплової обробки при 72, 75, 80 °С залишаються тисячі та десятки тисяч клітин в 1 см<sup>3</sup> і ефективність пастеризації при цих температурах незадовільна. При температурі 85 °С кількість залишкової мікрофлори зменшується до десятків і сотен клітин, ефективність пастеризації - 99,96 – 99,99 %. При температурі 90 та 95 °С в усіх зразках вона складає 99,99 %.

Визначення впливу температури у діапазоні 75...95 °С з інтервалом 5 °С і тривалості її дії від 0,25 до 30 хв на кількісний і якісний склад мікрофлори двох зразків молока (вищого і другого сорту), які відрізняються за хімічним складом, фізико-хімічними і мікробіологічними показниками показало (табл. 1, рис. 3, 4), що вміст залишкової мікрофлори молока, пастеризованого при температурах 75 і 80 °С й усіх термінах витримання та ефективність пастеризації залежать від кількості термостійких мікроорганізмів, які представлені родами *Enterococcus*, *Lactococcus*, *Micrococcus*, *Bacillus*. Психротрофні бактерії родів *Pseudomonas* та *Acinetobacter* і БГКП гинуть вже при температурі 75 °С і витримання 0,25 хв.

Таблиця 1

**Вміст мікроорганізмів у молоці, КУО /см<sup>3</sup>**

Сорт молока	МАФАНМ	Термостійка	Психротрофна	БГКП
Вищий	2,6·10 <sup>5</sup>	4,4·10 <sup>4</sup>	1,8·10 <sup>4</sup>	1,1·10 <sup>3</sup>
Другий	1,25·10 <sup>6</sup>	3,9·10 <sup>5</sup>	3,2·10 <sup>5</sup>	1,6·10 <sup>5</sup>

Підвищення температури від 75 до 80 °С більше сприяє загибелі мікроорганізмів, ніж подовження часу витримання. Теплова обробка при 85 °С з витримкою 0,25 хв призвела до загибелі майже усіх термостійких аспорогенних мікроорганізмів незалежно від їх початкового вмісту. Залишкова мікрофлора при зазначеному режимі у обох зразках молока на 96...100 % представлена мікроорганізмами роду *Bacillus*. Ефективність пастеризації досягає 99,98 %. Подальша витримка і підвищення температури до 90 і 95 °С суттєво не впливає на кількість залишкової мікрофлори і ефективність пастеризації.

Математична обробка результатів показала, що незалежно від мірообсмінення молока повне знищення термостійкої аспорогенної мікрофлори досягається при температурі 88 °С з витриманням 15...20 с.

Визначення впливу спорової мікрофлори, яка залишилась після теплової обробки, на термін зберігання пастеризованого молока показало, що при температурі  $(4 \pm 2)$  °С вона порівняно інертна, при  $(12 \pm 2)$  °С ріст її активізується, а при  $(20 \pm 2)$  °С через 5 діб молоко набуває гіркого присмаку.

При визначенні доцільності проведення дворазової пастеризації встановлено, що під час зберігання сирого молока протягом 3 діб відбувається зростання кількості психротрофної мікрофлори від 15 % до 80 % числа МАФАНМ (табл. 2). Через 72 години молоко набуває прогірклого смаку.

Таблиця 2

### Зміни мікрофлори при зберіганні сирого молока

Термін зберігання молока при $(4 \pm 2)$ °С, г	Число МАФАНМ, КУО/см <sup>3</sup>	Число психротрофних мікроорганізмів, КУО/см <sup>3</sup>
0	$4,1 \cdot 10^5$	$6,2 \cdot 10^4$
24	$1,2 \cdot 10^6$	$5,8 \cdot 10^5$
48	$5,5 \cdot 10^6$	$4,6 \cdot 10^6$

Запропоновано для подовження терміну зберігання сирого молока проводити його пастеризацію. Режими першого і другого етапів пастеризації ґрунтуються на попередніх дослідженнях. Після приймання незбираного молока підприємством його слід пастеризувати при  $(76 \pm 2)$  °С 15...20 с, оскільки цей режим забезпечує загибель патогенної та психротрофної мікрофлори. Ефективність пастеризації можна контролювати за фосфатазою. На другому етапі, при виробництві готового продукту, пастеризацію слід проводити при  $(88 \pm 2)$  °С 15...20 с, такий режим забезпечує загибель усіх вегетативних клітин. Мікробіологічні дослідження молока, пастеризованого при зазначених режимах, показали, що число спорової мікрофлори після другого етапу пастеризації порівняно з одноразовою зменшується на 60...100 %. Пов'язано це з тим, що спорова мікрофлора після попередньої теплової обробки стає більш чутливою до високої температури. Установлено, що інтервал між першим і другим етапом пастеризації в межах 24 годин суттєво не впливає на кількість залишкової мікрофлори.

Дослідження впливу комбінованої дії теплової обробки і консервантів – нізину і лізоциму показали, що для подовження терміну зберігання пастеризованого молока більш ефективним є використання нізину. Визначено, що комбінована дія теплової обробки при температурі  $(76 \pm 2)$  °С протягом 15...20 с і нізину у концентрації 1,25 мг/дм<sup>3</sup> для молока вищого і першого сорту та 2,5 мг/дм<sup>3</sup> для молока другого сорту має таку ж ефективність (99,98...99,99 %) як пастеризація при  $(88 \pm 2)$  °С 15...20 с (табл. 3). Апроксимацією результатів досліджень отримано рівняння, за яким можна розрахувати концентрацію нізину, при якій повністю пригнічується розвиток аспорогенної мікрофлори у молоці.

## Ефективність комбінованої дії нізину і теплової обробки

Показник		Сорт молока		
		вищий	перший	другий
Число МАФАНМ у сирому молоці, КУО/см <sup>3</sup>		2,8·10 <sup>5</sup>	4,1·10 <sup>5</sup>	8,0·10 <sup>5</sup>
Число МАФАНМ у молоці, пастеризованому за (76 ± 2) °С протягом 15...20 с, КУО/см <sup>3</sup>		8,0·10 <sup>2</sup>	1,3·10 <sup>3</sup>	3,3·10 <sup>3</sup>
Ефективність пастеризації, %		99,71	99,68	99,59
Число МАФАНМ у молоці, пастеризованому за (88 ± 2) °С протягом 15...20 с, КУО/см <sup>3</sup>		10	40	150
Ефективність пастеризації, %		99,99	99,99	99,98
Ефективність (%) комбінованої дії теплової обробки при (76 ± 2) °С протягом 15...20 с і нізину у концентрації, мг/кг	0,25	99,78	99,72	99,61
	0,62	99,89	99,83	99,67
	1,25	99,99	99,98	99,79
	2,0	>99,99	>99,99	99,90
	2,5	>99,99	>99,99	99,98

Перевірка впливу комбінованої дії теплової обробки і визначених концентрацій нізину на залишкову мікрофлору і мікрофлору вторинного забруднення, яка була проведена на 4-х зразках молока різних заводів-виробників, показала, що ефективність комбінованої дії залежить від якісного складу мікрофлори готового продукту. У трьох зразках молока кількість мікроорганізмів, яка не піддавалась бактерицидній дії нізину, коливалась від 0,3 % до 8,2 % відносно загального вмісту МАФАНМ у контролі. В процесі зберігання молока протягом 10 діб число мікроорганізмів у зразках з нізином зростало незначно і складало 2,25...18 % від вмісту у контрольних. У молоці четвертого зразка, яке не відповідало вимогам ДСТУ за мікробіологічним показником – маса продукту, у якому не допускається кишкова паличка, нізин не впливав на вміст мікроорганізмів і через 3 доби у молоці утворився згусток.

Досліджено ефективність комбінованої дії теплової обробки і конкуруючої мікрофлори на термін зберігання пастеризованого молока. При виборі представників конкуруючої мікрофлори керувались наступним: ці мікроорганізми повинні мати антагоністичну активність щодо мікрофлори пастеризованого молока, не бути сильними кислотоутворювачами, мати пробіотичні властивості, їх кількість повинна забезпечити бактерицидну або бактеріостатичну дію, а концентрація живих клітин в 1 см<sup>3</sup> бути не меншою за 10<sup>6</sup>. За конкуруючу мікрофлору досліджено штами 3113, 3114, 3115 *L.acidophilus*, люб'язно надані д.т.н. Кігель Н.А. (Технологічний інститут молока та м'яса УААН), 317/402 *L.acidophilus*, штами Я3 *B.longum*, 1 *B.bifidum*, С52 *B.adolescentis* колекції кафедри біохімії, мікробіології та фізіології харчування ОНАХТ та закваски DVS La-5 та Bb-12. Методом спільного культивування та методом лунок визначено штами (3114, 317/402 *L.acidophilus*, Я3 *B.longum*, С52 *B.adolescentis* та заквасок La-5 та Bb-12), які мають вищу антагоністичну активність щодо залишкової та мікрофлори вторинного забруднення, виділеної із зразків пастеризованого молока різних молочних підприємств і їх концентрація для подальшого дослідження впливу комбінованої дії теплової обробки і конкуруючої мікрофлори на термін зберігання пастеризованого молока.

Динаміку розвитку мікроорганізмів в процесі зберігання пастеризованого молока, збагаченого штамами мікроорганізмів-антагоністів, досліджували за титрованою та активною кислотністю і числом МАФАНМ. Контролем було пастеризоване молоко заводського виробництва, зміна титрованої кислотності під час зберігання якого пов'язана з розвитком

залишкової і мікрофлори вторинного забруднення. У дослідному зразку зміна титрованої кислотності відбувалась за рахунок мікрофлори молока і штамів-антагоністів. Контролем на розвиток останніх було стерильне молоко з таким же вмістом штамів, як у дослідних зразках. Результати зміни титрованої кислотності наведені на рис. 5 -10.

Виявлено, що досліджені штами *L.acidophilus* і роду *Bifidobacterium* пригнічують розвиток мікроорганізмів при зберіганні пастеризованого молока. Незважаючи на те, що рівень титрованої кислотності у дослідних зразках пастеризованого молока, збагаченого штамми *L.acidophilus*, на дванадцять добу був вищим на 1...2 °Т порівняно з контролем, вміст МАФАНМ в них був нижчим за контрольний на 26,3 % (зі штамом 3114), 22,7 % (зі штамом закваски La-5), 32,5 % (зі штамом 317/402). Вищий рівень титрованої кислотності у дослідних зразках пов'язаний з розвитком ацидофільної палички, про що свідчить підвищення титрованої кислотності у стерильному молоці на дванадцять добу на 2,5...4 °Т. Найменше кислотність змінює штам закваски La-5, найбільше – штам 3114 *L. acidophilus*.

У зразках пастеризованого молока, збагаченого штамми біфідобактерій, теж спостерігалось зростання титрованої кислотності, але воно було нижчим за контрольний варіант. Титрована кислотність у стерильному молоці зі штамми біфідобактерій за 12 діб зросла на 2...3,5 °Т. Мікробіологічні дослідження свідчать, що біфідобактерії більшою мірою пригнічують ріст МАФАНМ, ніж ацидофільна паличка. На сьому добу їх вміст порівняно з контрольним зразком пастеризованого молока був меншим на 43,7 % (зі штамом *B. longum*), 40 % (зі штамом *B. adolescentis*), на 35 % (зі штамом закваски Bb-12)

Для обмеження вторинного забруднення обґрунтована температура фасування молока – (70 ± 5) °С, оскільки така температура несприятлива для розвитку як залишкової, так і мікрофлори вторинного забруднення.

Зразки молока, вироблені з використанням “гарячого” розливу, за органолептичними і фізико-хімічними показниками не відрізнялись від контрольного, а за мікробіологічними були значно кращими (табл. 4).

Таблиця 4

**Зміна числа МАФАНМ при зберіганні пастеризованого молока “гарячого” розливу**

Зразок	Термін зберігання, діб				
	0	3	5	7	10
Дослідний	1,2·10 <sup>2</sup>	2,3·10 <sup>2</sup>	9,4·10 <sup>2</sup>	4,8·10 <sup>3</sup>	3,8·10 <sup>4</sup>
Контрольний	2,8·10 <sup>3</sup>	1,4·10 <sup>4</sup>	1,2·10 <sup>5</sup>	2,7·10 <sup>6</sup>	-

Мікробіологічні дослідження молока на всіх етапах виробництва після пастеризації до моменту охолодження до (4 ± 2) °С свідчать, що витримування протягом 60 хв при температурі (70 ± 5) °С та протягом 180 хв при (20 ± 2) °С суттєво не впливає на вміст МАФАНМ.

У четвертому розділі наведені результати органолептичних, фізико-хімічних, мікробіологічних, біохімічних показників, а також зміна фракційного складу білків молока, пастеризованого за різними режимами: (76 ± 2) °С з витримуванням 15...20 с (з нізином); (88 ± 2) °С 5...20 с (з біфідобактріями); (88 ± 2) °С 15...20 с, охолоджене до (70 ± 5) °С, розфасоване в упаковку Пюр-Пак і охолоджене до (4 ± 2) °С; двократна пастеризація: перший етап (76 ± 2) °С 15...20 с, другий – (88 ± 2) °С 15...20 с. Визначено, що при всіх видах теплової обробки не спостерігається змін вмісту загального білка, лактози, тіаміну, рибофлавіну. Має місце підвищення в'язкості у зразках, пастеризованих за більш жорстких режимів, що пов'язано зі

збільшенням розміру міцел казеїну внаслідок утворення комплексів денатурованих сироваткових білків з  $\chi$ -казеїном. Мікробіологічні показники дослідних зразків молока значно кращі, ніж у контрольному. Результати досліджень фракційного складу білків сирого і пастеризованого за зазначеними режимами молока свідчать про зміни у фракціях сироваткових білків (табл. 5).

Таблиця 5

**Зміни фракційного складу білків молока при тепловій обробці**

Форма азоту	Сире молоко	Вміст у зразках молока (мг %), пастеризованого при температурі, °С			
		(76±2) °С	(88±2) °С	(88±2) °С, розлив (70±5) °С	(76±2) °С, (88±2) °С
Загальний, мг%	532,0	532,0	532,0	532,0	532,0
Неказеїновий, мг%	106,3	92,6	86,5	75,3	84,0
Казеїновий, мг%	425,7	439,4	445,5	456,7	448,0
Небілковий, мг%	26,2	26,2	26,2	28,0	28,0
Неказеїновий білковий, мг%	80,3	66,4	60,2	42,7	56,0
Загальний альбуміновий азот, мг%	57,9	52,9	47,0	33,1	42,8
Азот $\beta$ -лактоглобуліну, мг%	21,9	19,5	15,8	10,5	14,5
Азот протеозо-пептонів, мг%	14,4	13,5	13,5	13,5	13,5
Азот глобулінів, мг%	7,6	0	0	0	0
Залишковий альбуміновий азот, мг%	36,0	33,4	31,2	26,2	28,3

Глобуліни повністю денатують при  $(76 \pm 2)^\circ\text{C}$ , незначна денатурація відбувається також при цій температурі  $\beta$ -лактоглобуліну та  $\alpha$ -лактальбуміну, а з підвищенням температури і терміну дії відсоток денатурованих сироваткових білків збільшується. Найбільші зміни відбуваються у молоці “гарячого” розливу. Незначно збільшується вміст казеїнового азоту у зразках молока, які піддали двократній пастеризації і гарячому розливу. Незмінною залишається протеозо-пептонна фракція. Збільшується кількість SH-груп, внаслідок чого молоко набуває присмаку пастеризованого.

Електрофоретичні дослідження фракційного складу білків молока та результати сканування гелів на лазерному денситометрі LKB 2222-029 “Ultra Scan XL” підтвердили результати хімічних аналізів.

**У п'ятому розділі** наведено технологічні векторні та апаратурні схеми виробництва молока “Українського” з використанням “гарячого” фасування, “Біо-молока” з біфідобактеріями або ацидофільною паличкою, з нізином та двократною пастеризацією. Наведені результати досліджень зразків молока, отриманих у виробничих умовах ТОВ “Агроком” за органолептичними, фізико-хімічними та мікробіологічними показниками. Розроблено та затверджено нормативну документацію на молоко пастеризоване “Українське” (ТУ У 25027034-008-98), яке сьогодні випускають понад 30 підприємств України, в т.ч. ВАТ “Кременчуцький ММЗ”, ВАТ “Галактон” (Київ), АТ “Харківський МК”, ТОВ “Концерн Молокопродукт”, м. Артемівськ Донецької обл., ЗАТ “Юрія”, м. Черкаси та інші. Затверджена нормативна документація на пастеризоване “Біо-молоко” (ТУ У 250274034-025-2001, технологія якого впроваджена на ТОВ “Відродження” Луганська обл. та ДСП “Чайка” Київська обл. Розроблено зміни до технологічної інструкції на виробництво молока пастеризованого “Українське” стосовно двократної пастеризації. Розроблено проект технологічної інструкції на виробництво

пастеризованого молока “Українське” з нізином.

## ВИСНОВКИ

1. На основі узагальнення теоретичного матеріалу та експериментальних досліджень запропоновано варіанти технологічних операцій, які дозволяють збільшити термін зберігання пастеризованого молока: застосування “гарячого” розливу, дворазової пастеризації, використання комбінованої дії теплової обробки і консерванту природного походження – нізину, а також комбінованої дії теплової обробки і конкуруючої мікрофлори.

2. Установлено закономірності зміни якісного і кількісного складу мікрофлори сирого молока під впливом температури і тривалості теплової обробки. Експериментально і математичною обробкою результатів доведено, що режим теплової обробки при виробництві пастеризованого молока з терміном зберігання 7 діб повинен бути:  $(88 \pm 2)^\circ\text{C}$  з витриманням 15...20 с. Такий режим забезпечує ефективність пастеризації 99,98 %.

3. Показано, що застосування дворазової пастеризації (перший етап –  $(76 \pm 2)^\circ\text{C}$  з витриманням 15...20 с після приймання молока, другий –  $(88 \pm 2)^\circ\text{C}$  з витриманням 15...20 с) дає можливість попередити розвиток мікрофлори сирого молока в процесі тривалого зберігання, у тому числі психротрофної, а також зменшити вміст у пастеризованому молоці залишкової мікрофлори, що дає можливість подовжити термін зберігання готового продукту до семи діб.

4. Доведено, що комбінована дія на мікрофлору сирого молока двох факторів – консерванта природного походження нізину і пастеризації при  $(76 \pm 2)^\circ\text{C}$  з витриманням 15...20 с має таку ж ефективність, як і в результаті пастеризації при  $(88 \pm 2)^\circ\text{C}$  15...20 с. Експериментально і методом математичної обробки результатів досліджень установлено концентрації нізину для молока вищого, першого і другого сортів, які пригнічують ріст мікрофлори молока і сприяють збільшенню терміну зберігання пастеризованого молока до семи діб.

5. Обґрунтовано вибір штамів пробіотичних культур *Lactobacillus acidophilus* і роду *Bifidobacterium*, як конкуруючої мікрофлори, що забезпечує зберігання пастеризованого молока без зміни фізико-хімічних і органолептичних показників протягом семи діб. Такими штамми є: 3114 і 317/402 *Lactobacillus acidophilus*, Я-3 *Bifidobacterium longum*, С-52 *Bifido-bacterium adolescentis*, штами, що містять закваски DVS La-5 і Vb-12. Використання штамів пробіотичних мікроорганізмів у виробництві пастеризованого молока, крім подовження терміну зберігання, забезпечує отримання нового виду питного молока з оздоровчими властивостями.

6. Установлено, що для обмеження вторинного бактеріального обсіменіння при виробництві пастеризованого молока доцільно розлив проводити при температурі  $(70 \pm 5)^\circ\text{C}$ , це дає можливість подовжити термін його зберігання до 7 діб.

7. Встановлено, що запропоновані режими теплової обробки при виробництві пастеризованого молока з подовженим терміном зберігання не призводять до будь-яких суттєвих змін у кількісному вмісті білків, жиру, лактози, тіаміну і рибофлавіну. Спостерігаються зміни фракційного складу, у першу чергу, пов'язані з денатурацією сироваткових білків, збільшення міцел казеїну, підвищення в'язкості і кількості SH-груп. Результати кількісного визначення фракційного складу білків молока підтверджені електрофоретичним аналізом.

8. Розроблено і затверджено нормативну документацію на молоко “Українське”, отримане із застосуванням “гарячого” розливу (ТУ В 25027034-008-98) і Зміни №1 до технологічної інструкції з застосування дворазової пастеризації. Розроблено проект технологічної інструкції на молоко “Українське” з нізином. В даний час молоко “Українське” випускають понад 30 підприємств.

Розроблено і затверджено нормативну документацію на “Біо-молоко” з використанням за конкуруючу мікрофлору штамів ацидофільної палички і біфідобактерій (ТУ В 25027034-025-2001). Технологія “Біо-молока” впроваджена на двох підприємствах України.

9. Проведено розрахунок економічної ефективності виробництва пастеризованого молока з

подовженим терміном зберігання, що передбачає використання Кризину (нізину) і конкуруючої мікрофлори (закваска Bb-12). Сумарний економічний ефект від впровадження технології пастеризованого “Біо-молоко” складає 193,71 тис. грн., молока “Українського” з низином – 75,33 тис. грн. на рік.

### **Основний зміст роботи викладений у таких публікаціях:**

1. Чагаровский А.П. Основные направления увеличения срока хранения питьевого пастеризованного молока /А.П. Чагаровский, О.А. Кручек // Сучасні напрямки технології та механізації процесів переробних і харчових виробництв. Вісник Харк. держ. техн. універ.сільського госп. – Харків, 2002. – Вип. 9. – С. 423-426.

*Особистий внесок здобувача полягає в постановці експерименту, узагальненні експериментальних результатів та підготовці матеріалів до друку.*

2. Чагаровский В.П. Основы “барьерных” технологий молочных продуктов с повышенным сроком хранения / В.П. Чагаровский, О.Н. Богач, О.А. Кручек // Молочна промисловість. – 2002. – № 3. – С. 18-19.

*Особистий внесок здобувача – вивчення можливості використання бар’єрів” для подовження терміну зберігання пастеризованого молока, узагальнення результатів, підготовка матеріалів для публікації.*

3. Чагаровский О.П. Фактори, які впливають на термін зберігання харчових продуктів / О.П. Чагаровський, О.М. Богач, О.А. Кручек // Наукові праці ОНАХТ. – Одеса: ОНАХТ. – 2003. – Вип.23. – С.42-45.

*Особистий внесок аспіранта полягає у проведенні аналізу факторів, які впливають на термін зберігання, експериментальних досліджень і підготовці матеріалів до друку.*

4. Кручек О.А. Использование низина для увеличения срока хранения молока пастеризованного // Молочна промисловість. – 2005. – № 9. – С.32-33.

*Особистий внесок здобувача - проведення експериментальних досліджень, обробка результатів і підготовка матеріалів до друку.*

5. Кручек О.А. Вплив теплової обробки на мікрофлору молока / Науковий вісник ЛНАВМ імені С.З. Гжицького. – Львів, 2006. – Том 8 (№ 4), ч. 1. – С. 96-102.

*Особистий внесок здобувача – планування, організація та проведення експерименту, узагальнення результатів, підготовка матеріалів до публікації.*

6. Качество пастеризованного молока с увеличенным сроком хранения/ А.П. Чагаровский, О.А. Кручек, Н.А. Могилянская, Т.А. Лысогор // Молочна промисловість. – 2006, № 6. – С. 44-46.

*Особистий внесок здобувача полягає у проведенні експериментальних досліджень, узагальненні результатів та підготовці статті.*

7. Конкурирующая микрофлора как фактор повышения стойкости пастеризованного молока /А.П. Чагаровский, О.А. Кручек, Н.А. Могилянская, Т.А. Лысогор // Молочна промисловість. – 2006. – №5 (30). – С.30-34.

*Особистий внесок здобувача – проведення експериментальних досліджень, узагальнення та систематизація результатів, підготовка матеріалів до друку.*

8. Чагаровський О.П. Розробка технології пастеризованого молока з подовженим терміном зберігання / О.П. Чагаровський, О.А. Кручек //Тези доповідей II Міжнародної науково-практичної конференції “Харчові технології – 2006”. – Одеса. – 2006. – С. 82.

*Особистий внесок аспіранта – узагальнення і систематизація результатів досліджень, підготовка матеріалів до друку.*

### **АНОТАЦІЯ**

Кручек О.А. Розробка технології пастеризованого молока з подовженим терміном зберігання: – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю

05.18.04 – технологія м'ясних, молочних і рибних продуктів. – Одеська національна академія харчових технологій Міністерства освіти і науки України, Одеса, 2007.

Дисертація присвячена розробці технологічних операцій, які подовжують термін зберігання пастеризованого молока. Визначено вплив температури, тривалості й кратності теплової обробки на кількісний і якісний склад мікрофлори сирого молока. Розроблено режим пастеризації молока з подовженим терміном зберігання. Показано, що застосування дворазової пастеризації дає можливість запобігти розвитку мікрофлори сирого молока в процесі тривалого зберігання, а також зменшити вміст у пастеризованому молоці залишкової мікрофлори. Обґрунтовано ефективність комбінованої дії на мікрофлору сирого молока двох факторів – низину і пастеризації, а також конкуруючої мікрофлори і пастеризації. Показано доцільність розливу молока при температурі  $(70 \pm 5)$  °С для обмеження вторинного бактеріального обсіменіння. Визначено, що запропоновані режими теплової обробки не призводять до суттєвих змін основних компонентів молока. Спостерігаються зміни фракційного складу, у першу чергу, денатурація сироваткових білків.

На основі проведених досліджень розроблено і затверджено нормативну документацію на нові види пастеризованого молока.

**Ключові слова:** молоко пастеризоване, подовжений термін зберігання, режим пастеризації, двократна пастеризація, низин, конкуруюча мікрофлора, “гарячий” розлив.

#### АННОТАЦІЯ

Кручек О.А. Разработка технологии пастеризованного молока с увеличенным сроком хранения: – Рукопись.

Диссертация на соискание научной степени кандидата технических наук по специальности 05.18.04 – технология мясных, молочных и рыбных продуктов. – Одесская национальная академия пищевых технологий Министерства образования и науки Украины, Одесса, 2007.

Диссертация посвящена разработке технологических приемов, позволяющих увеличить срок хранения пастеризованного молока: применение "горячего" розлива, двукратной пастеризации, использование комбинированного действия тепловой обработки и консерванта природного происхождения – низина, а также комбинированного действия тепловой обработки и конкурирующей микрофлоры.

Установлены закономерности изменения качественного и количественного состава микрофлоры сырого молока под влиянием температуры, продолжительности и кратности тепловой обработки. Обоснован режим пастеризации при производстве питьевого молока с увеличенным сроком хранения, обеспечивающий эффективность 99,98 %.

Установлено, что использование двукратной пастеризации (первый этап –  $(76 \pm 2)$  °С с выдержкой 15...20 с непосредственно после приемки молока, второй –  $(88 \pm 2)$  °С с выдержкой 15...20 с) дает возможность предупредить развитие микрофлоры сырого молока в процессе длительного хранения, в том числе психротрофной, а также снизить содержание остаточной микрофлоры в пастеризованном молоке, что дает возможность увеличить срок хранения готового продукта до семи суток.

Обосновано, что комбинированное действие на микрофлору сырого молока двух факторов – консерванта природного происхождения низина и пастеризации при  $(76 \pm 2)$  °С с выдержкой 15...20 с имеет такую же эффективность, как и в результате стеризации при  $(88 \pm 2)$  °С 15...20 с. Экспериментально и методом математической обработки результатов исследований установлены концентрации низина для молока высшего, первого и второго сортов, которые подавляют рост микрофлоры молока и способствуют увеличению срока хранения пастеризованного молока до семи суток.

Осуществлен выбор штаммов пробиотических культур *Lactobacillus acidophilus* и рода *Bifidobacterium*, как конкурирующей микрофлоры, обеспечивающей сохранность пастеризованного молока без изменения физико-химических и органолептических показателей в течение 7 суток. Использование штаммов пробиотических микроорганизмов в производстве пастеризованного молока, помимо увеличения срока хранения, обеспечивает получение нового вида питьевого молока с оздоровительными свойствами.

Установлено, что для ограничения вторичного бактеріального обсеменения при произ-

водстве пастеризованного молока целесообразно розлив проводить при температуре  $(70 \pm 5) ^\circ\text{C}$ , что дает возможность увеличить срок его хранения до семи суток.

Предложенные режимы тепловой обработки при производстве пастеризованного молока с увеличенным сроком хранения не приводят к каким-либо существенным изменениям в количественном содержании белков, жира, лактозы, тиамина и рибофлавина. Наблюдаются изменения фракционного состава, в первую очередь, за счет денатурации сывороточных белков, увеличение мицелл казеина, повышение вязкости и количества *SH*-групп. Результаты количественного определения фракционного состава белков молока подтверждены электрофоретическим анализом.

На основе проведенных исследований разработана и утверждена нормативная документация на молоко "Украинское", полученное с применением "горячего" розлива (ТУ У 25027034-008-98) и Изменение №1 к технологической инструкции по применению двукратной пастеризации. Разработан проект технологической инструкции на молоко "Украинское" с низином. В настоящее время молоко "Украинское" выпускают свыше 30 предприятий Украины

Разработана и утверждена нормативная документация на "Био-молоко" с использованием в качестве конкурирующей микрофлоры штаммов ацидофильной палочки и бифидобактерий (ТУ У 25027034-025-2001). Технология "Био-молока" внедрена на двух предприятиях Украины.

Проведен расчет экономической эффективности производства пастеризованного молока с увеличенным сроком хранения, предусматривающего использование Кризина (низин) и конкурирующей микрофлоры (закваска Bb-12). Суммарный экономический эффект от внедрения технологии пастеризованного "Био-молока" составляет 193,71 тыс. грн., молока "Украинского" с низином – 75,33 тыс. грн. в год.

**Ключевые слова:** пастеризованное молоко, увеличенный срок хранения, режим пастеризации, двойная пастеризация, низин, конкурирующая микрофлора, "горячий" розлив.

## SUMMARY

Kruchek O.A. Elaboration of technology of pasteurized milk with extended shelf-life. – Manuscript.

The dissertation is subjected for the getting of candidate of technical sciences on specialty 05.18.04 – technology of meat, dairy and fish products. Odessa National Academy of Food Technologies of Ministry of education and science of Ukraine, Odessa, 2007.

The dissertation is dedicated to technological conditions' scientific substantiation of extended shelf-life pasteurized milk production.

The influence of temperature, ratio and duration of thermal processing on quantitative and qualitative of raw milk microflora structure is determined. The mode of milk pasteurization with the increased term of storage is developed. It is shown, that double pasteurization use enables to prevent development of raw milk microflora during a long storage time, and to reduce the contents of residual microflora in pasteurization milk also. The efficiency of the combined action of two factors – the natural origin preservative nisin with thermal processing, and competing microflora with thermal processing on raw milk microflora are proved. The expediency dispensation of milk at temperature  $(70 \pm 5) ^\circ\text{C}$  for prevention secondary bacterial pollution is shown. It is determined, that offered modes of thermal processing do not result to any essential changes of basic milk components. Changes in fractional structure of serum proteins are observed.

The following variants of technological operations allowing to increase terms of pasteurized milk storage are offered: application of "hot" dispensation, double pasteurization, use of the combined action of thermal processing with natural origin preservative nisin and use of combined action of thermal processing with competing microflora also.

**Key words:** pasteurized milk, extended shelf-life, double pasteurization, preservative, competing microflora.