

МОДИФІКАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПИТНОГО ПАСТЕРИЗОВАНОГО МОЛОКА З ДОВГОТРИВАЛИМ ТЕРМІНОМ ЗБЕРІГАННЯ

Машкін М.І., к.с.-г.н., проф., Могутова В.Ф., к.с.-г.н., ст.викладач
(Сумський національний аграрний університет)

Богомолів О.В., д.т.н., проф., Токолов Ю.І., ст.викладач,
Денисенко С.А., к.т.н., доц.

(Харківський національний технічний університет сільського
господарства імені Петра Василенка)

В статті досліджено зміни фізико-хімічних, мікробіологічних та органолептичних показників молока в залежності від різних режимів пастеризації, встановлена термостійкість молока від загального бактеріального обсіменіння та запропонована модифікація технологічної схеми молока питного пастеризованого з метою виготовлення продукту з подовженим терміном зберігання.

Постановка проблеми. Промислова переробка молока являє собою складний комплекс послідовно виконаних та взаємопов'язаних фізико-хімічних, мікробіологічних, біотехнологічних та інших специфічних процесів, спрямованих у соціально-технологічному плані на задоволення потреб споживачів і виробництво високоякісних, екологічно безпечних продуктів нового покоління.

Щорічне виробництво молочних продуктів, комплексна переробка молока з використанням всіх його складових частин, збільшення випуску конкурентоспроможної продукції, що користується підвищеним попитом населення і відповідає експертним можливостям, є головним завданням молочної промисловості.

Основними причинами, що стримують розвиток молочної промисловості, є зменшення сировинної бази виробництва і низька якість молока, що поставляється фермами. Близько 55% сирого молока як сировини не задовольняє переробників. Підвищити якість молока, тобто знизити рівень бактеріальної забрудненості прийнятого молока, можна кількома способами. Найбільш швидкий – придбання спеціального обладнання, більш тривалий – планомірна робота з постачальниками [1].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Для споживачів молока найважливішою характеристикою є його органолептичні та функціональні властивості протягом можливо більшого періоду часу. Збільшення термінів реалізації часто призводить до втрати біологічної цінності молока [2].

Найпоширенішим молочним продуктом є питне молоко, яке входить в щоденний раціон харчування всіх категорій людей, особливо дітей. Сучасні технології пастеризованого молока базуються на багаторічних дослідженнях вітчизняних, зарубіжних вчених, а також досвід спеціалістів переробних підприємств молочної галузі країни [3, 4, 5].

В даний час підприємствами молочної промисловості в залежності від способу теплової обробки виготовляють пастеризовані та стерилізовані види питного молока. Однак, стерилізація молока обмежується досить істотними умовами. По-перше, ступінь теплової стабільності колоїдної системи заготівельного молока в Україні досить низька. Близько 10% молока витримує теплову пробу (нагрів при температурі вище +100⁰C). По-друге, складові частини молока піддаються змінам, частково денатурується білок, руйнуються біологічно активні речовини, вітаміни, знижуються засвоєння і корисність продукту.

Існуючі на сьогоднішній день технології виробництва питного пастеризованого молока не є досконалими. Основна причина цього: втрата в процесі переробки функціональних властивостей молока як унікальної біологічної рідини; нетривалі терміни зберігання молока; обмеженість науково-обґрунтованих рекомендацій щодо комплексної переробки сировини з залученням досконалого високопродуктивного обладнання і біологічно активних речовин.

Метою роботи було модифікація технології питного пастеризованого молока. В рамках поставленої мети вирішувалися наступні завдання: дослідити зміну фізико-хімічних, сенсорних, біологічних властивостей та мікробіологічних показників молока на різних етапах технологічної обробки; визначити технологічні операції і режими, які ведуть до знищення більшої кількості мікроорганізмів, що містяться в молоці та меншій кількості трансформацій його складових частин з метою подовження терміну зберігання.

Методи досліджень. При виконанні експериментів були використані як традиційні, стандартні, так і оригінальні методи досліджень. Розробку технології молока питного пастеризованого здійснювали згідно ДСТУ 1839-2001 "Технологічні інструкції та

рецептури в молочній промисловості". Оцінку органолептичних показників молока проводили за 5-бальною шкалою відповідно з ГОСТ 28283-89. Титруєму кислотність визначали за ГОСТ 3624-67, активну кислотність за ГОСТ 26781-85 з використанням рН-метра. Масову частку жиру визначали за ГОСТ 5867-69 та з використанням ультразвукового аналізатора молока "Ekomilk" у відповідності з методиками вимірювання. Масову частку білка визначим методом формольного титрування, масову частку сухих речовин-розрахунковим способом за формулою М.І. Книги. Густина визначали за ГОСТ 3625-84 за допомогою молочного ареометра.

Для визначення термінів зберігання молока пастеризованого проводили його пастеризацію одноразову за температури $+78\pm 2^{\circ}\text{C}$ з витримкою 20 с (варіант 1) та дворазову за температури $+78\pm 2^{\circ}\text{C}$ з витримкою 20 с та $+95\pm 2^{\circ}\text{C}$ з витримкою 4 с (варіант 2).

Результати дослідження. Найбільший вплив на якість молока і стійкість його в процесі тривалого зберігання надають такі технологічні операції як: резервування сирого молока, бактофугування, дворазова пастеризація, асептичний розлив. Комплексність викладеного нижче підходу до підвищення терміну зберігання полягає в пошуку оптимальних режимів, при сумісному впливі перерахованих технологічних операцій.

На етапах зберігання та резервування сирого молока відбуваються небажані зміни в складі та властивостях молока. До числа заходів, що застосовуються при виробництві, для усунення вищенаведених недоліків можна віднести подвійну теплову обробку з проміжним резервування пастеризованого молока.

Нами була запропонована модифікована технологічна схема молока питного пастеризованого (рис. 1).

Ефект першої пастеризації полягає у знищенні небажаної вегетативної психрофільної мікрофлори; запобіганні погіршення складу і властивостей молока, яке надходить на підприємство; створенні необхідної кількості термостійкої сировини з низьким бактеріальним обміненіям, що забезпечить стабільне виробництво питного молока.

Друга тепла обробка проводиться після резервування безпосередньо перед фасуванням продукту в пакувальний матеріал. Її результатом є знищення мікроорганізмів, що потрапили в молоко на шляху до резервного танку і накопичилися в процесі резервування.

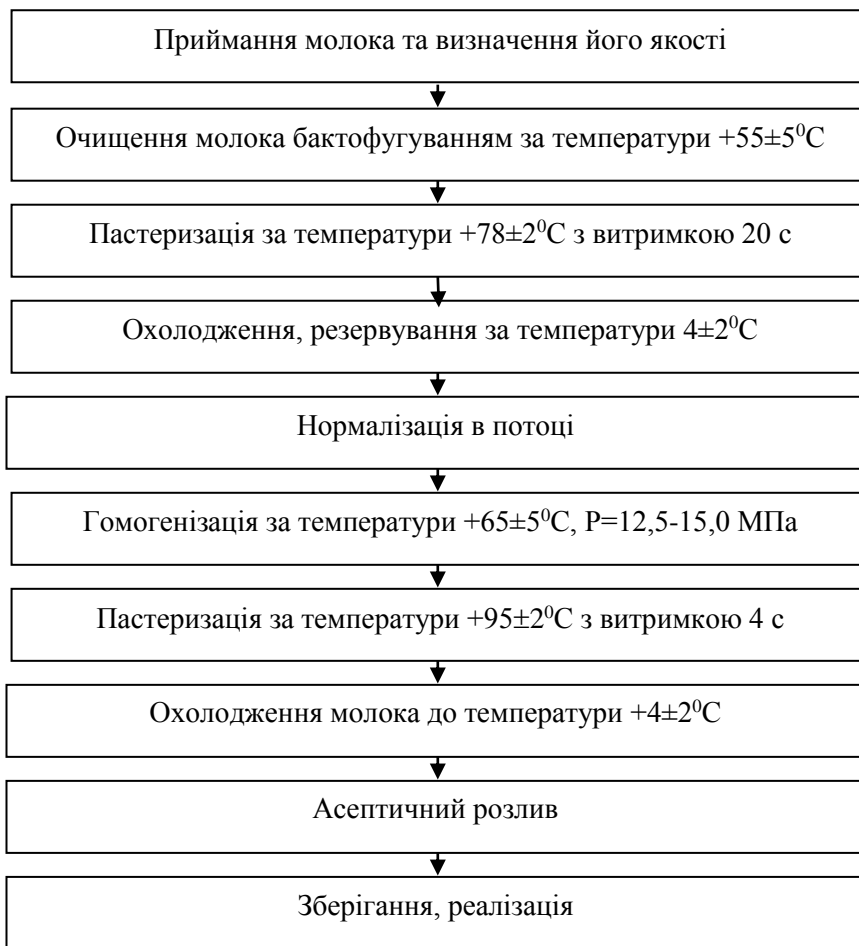


Рис. 1. Модифікована технологічна схема питного пастеризованого молока

Запропонована технологічна схема молока питного пастеризованого, що включає подвійну теплову обробку, є досконалою тому, що терміни зберігання продукту можуть перевищувати більше 10 діб. У зв'язку з цим нами передбачалося модифікувати режими теплової обробки для збереження біологічних властивостей молока і одночасного збільшення термінів його зберігання.

Контрольними зразками були проби молока пастеризованого,

що виробляється за загальноприйнятою технологічною схемою.

При проведенні досліджень такі операції як приймання молока незбираного, перша пастеризація молока за температури $+78\pm 2^{\circ}\text{C}$, гомогенізація, охолодження та резервування пастеризованого молока проводилися ідентично в обох варіантах. Молоко аналізували за фізико-хімічними та мікробіологічними показниками згідно з ДСТУ 2661-94 "Молоко коров'яче питне. Загальні технічні вимоги". Потім молоко сортували по резервуарам в залежності від показників термостійкості за алкогольною пробою, попередньо очищували на бактофузі з подальшою пастеризацією за температури $+95\pm 2^{\circ}\text{C}$ і проміжним зберіганням молока.

Для отримання продукту стандартного за масовою часткою жиру у відповідності з діючою нормативною документацією на виробництво молока питного пастеризованого, нормалізацію проводили в потоці. Для отримання нормалізованого молока заданої жирності контролер забезпечує змішування вершків контрольованої жирності з знежиреним молоком в належній пропорції.

Властивості молока як єдиної фізико-хімічної системи обумовлюються їх компонентами, що містяться в молоці. Отже, будь-які зміни складових частин молока впливають на фізико-хімічні та сенсорні властивості. На наступному етапі досліджували зміну саме цих властивостей при комбінуванні різних технологічних операцій та режимів переробки молока (табл.1).

Таблиця 1

Зміна фізико-хімічних властивостей молока при тепловій обробці

Варіант Показник	Сире молоко	Варіант 1	Варіант 2
Титруєма кислотність, °Т	17,0	17,0	17,0
Активна кислотність, рН	6,70	6,65	6,59
Масова частка жиру, %	3,5	3,5	3,5
Масова частка білка, %	3,20	3,14	2,96
Масова частка казеїну, %	2,65	2,61	2,55
Масова частка альбуміну, %	0,35	0,33	0,31
Масова частка глобуліну, %	0,2	0,2	0,1
Густина, $\text{кг}/\text{м}^3$	1027,5	1027,3	1027,1
Масова частка сухих речовин, %	12,30	12,15	11,69

Як видно з даних таблиці 1 в усіх варіантах відбувається зниження рН молока, у порівнянні з сирим. Це пов'язано з утворенням колоїдного фосфату кальцію, що супроводжується виділенням водневих іонів. Під час пастеризації концентрація іонів Са в молоці знижується за рахунок переходу частини розчиненого в молоці фосфату Са в нерозчинну форму і випадання в осад у складі так званого "молочного каменю". В результаті цих змін на поверхнях технологічного обладнання утворюється осад, у зв'язку з чим зменшується час ефективної роботи теплообмінників, що потребує їх очищення.

Компоненти молока розподілені в основному між двома дисперсійними системами – жировими кульками та їх мембранами, що утворюють емульсію, і комплексами казеїнових міцел, які, в свою чергу, утворюють колоїдний розчин. В цілому обидві ці системи термостійкі, особливо, при пастеризації та стерилізації молока у всіх існуючих в даний час в світі технологіях приймання та переробки молока з метою знищення небажаної мікрофлори, а також збільшення термінів зберігання. При цьому відбуваються зміни фракційного складу білка [2].

Істотних кількісних змін фракційного складу казеїну при виробництві молока питного пастеризованого згідно варіантів 1 та 2 не спостерігається, що не можна сказати за сироваткові білки.

Біохімічний розпад складових частин молока під дією температури в більшій чи меншій мірі пов'язаний з якісним та кількісним складом мікрофлори молока, тому проводилося диференційоване визначення складу мікроорганізмів, які зберігали свою життєздатність на різних етапах технологічної обробки. Аналізу було піддано молоко сире, після першої пастеризації, резервування, після другої пастеризації. Склад мікрофлори визначали загальноприйнятими методами з використанням селективних поживних середовищ. Контролювалися наступні показники: КМАФАМ, МКБ, аеробні спорові бактерії і БГКП (табл.2).

Як показали дослідження, БГКП не виявлялися в обсязі менше 1×10^2 КУО/см³ на всіх етапах технологічної обробки. В той же час, після кожної технологічної операції спостерігалася кількісна і якісна зміна складу мікрофлори, при цьому змінювалося відсоткове співвідношення мікроорганізмів різних фізіологічних груп.

Таблиця 2

Склад мікрофлори молока питного пастеризованого на різних етапах технологічної обробки

№ п/п	Етапи технологічної обробки	Мікроорганізми, КУО/см ³		
		КМАФАМ (10 ²)	БГКП (10 ²)	МКБ (10 ²)
1	Сире молоко	40500	8000	25000
2	Перша пастеризація (+78 ± 2) ⁰ С	4,4	0,2	0,9
3	Резервування	69	4	60
4	Друга пастеризація (+95 ± 2) ⁰ С	0,33	0,02	0,13
5	Готова продукція	0,33	0,02	0,13

Теплова обробка в інтервалах обраних температур знищує молочнокислі бактерії, дріжджі, більшість протеолітичних бактерій та грибів. Однак спори бактерій малочутливі до короточасного підвищення температури, на що вказує їх значна частка у загальному складі мікрофлори після другої пастеризації.

Запропонована технологічна схема дозволяє отримати значні результати у зниженні мікробного обсіменіння молока і може стати основою для виробництва молока тривалого терміну зберігання. Найбільший ефект надає бактофугування з подальшою пастеризацією (кількість мікроорганізмів зменшується в 105 разів). При подальшому резервуванні число мікроорганізмів дещо підвищується, проте друга пастеризація дозволяє істотно зменшити їх кількість (в 102 рази).

Негативний вплив на якість молока при його зберіганні можуть надати спороутворюючі палички. Вони, будучи термостійкими, залишаються активними після пастеризації. Питома вага і величина цих бактерій ускладнюють їх видалення при бактофугуванні. Маючи час генерації 6 годин, вони за 6 діб можуть утворити більш, ніж 10⁷ спор/см³.

Для встановлення можливих термінів зберігання молока питного пастеризованого досліджували динаміку змін його органолептичних, фізико-хімічних та мікробіологічних показників. Відбір проб з інтервалом 5 днів здійснювали в процесі зберігання пастеризованого молока за температури +2...+4⁰С та +6...+8⁰С протягом 35 днів (табл. 3).

Таблиця 3

Зміна кислотності та органолептичної оцінки питного пастеризованого молока при різних режимах його зберігання

Показники	Температура, °С	Термін зберігання, діб					
		5	10	15	20	25	30
Кислотність, °Т	+4...+6	17	17	17	17	17	19
	+6...+8	17	17	17	18	20	29
Бальна оцінка	+4...+6	5	5	5	5	4,5	3
	+6...+8	5	5	4	1	0,5	0

З даних органолептичної оцінки за 5 бальною шкалою видно, що за 28 діб зберігання оцінка зразків, вироблених за пропонованою технологічною схемою знизилася на 1 бал, з-за появи в ньому сторонніх присмаків та запахів (несвіжого, картонного). В той же час зразки, які зберігалися за температури +6...+8°C, відповідали 5 бальній органолептичній оцінці лише протягом 16 діб. Зміна складу мікрофлори корелює зі зміною кислотності молока. Кислотність зросла по відношенню до первинних показників лише на 30 добу за температури зберігання +4...+6°C і на 20 добу за температури зберігання +6...+8°C.

Дані дослідів свідчать, що тривалість зберігання питного пастеризованого молока, виготовленого за пропонованою технологічною схемою за температури +4...+6°C може скласти 25 діб.

Висновки.

1. На підставі дослідження зміни якісного та кількісного складу мікроорганізмів, фізико-хімічних, органолептичних властивостей молока, підібрані режими комплексного впливу технологічних операцій, які дозволяють максимально зменшити кількість вегетативної мікрофлори молока з мінімальними трансформаціями його складових частин.

2. Встановлена залежність термостійкого молока від збільшення його бактеріального обсіменіння. Обґрунтовано недоцільність резервування молока сирого з бактеріальним обсіменінням вище II гатунку без попереднього очищення.

3. Запропонована модифікація технологічної схеми з зміною послідовності технологічних операцій переробки молока, режимів пастеризації та способу фасування, що дозволяє виготовити продукт з терміном зберігання до 25 діб.

Список літератури

1. Безпечність та якість молока, молочних продуктів – основний напрямок розвитку молокопереробної промисловості України / Н. М. Богатко, В. З. Салата, В. І. Семанюк [та ін.] // Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнології ім. С. З. Гжицького. – Львів, 2012. – Т. 14, №2 (52), ч. 3. – С. 21–26.

2. Горбатова К. К. Биохимия молока и молочных продуктов : [учебное издание] / К. К. Горбатова. – 3-е изд., перераб. и доп. – СПб. : ГИОРД, 2003. – 320 с. : ил.

3. Кручек О. А. Розробка технології пастеризованого молока з подовженим терміном зберігання : / автореф. дис. на здобуття наук, ступеня канд. техн. наук / О. А. Кручек. – Одеса, 2007. - 20 с.

4. Скорченко Т. А. Технологія незбираномолочних продуктів / Т. А. Скорченко, Г. Є. Поліщук, О. В. Грек, О. В. Кочубей. За редакцією Скорченко Т. А. Навчальний посібник. – Вінниця : Нова книга. – 2005. – 264 с.

5. Якубчак О. М. Санітарно-ветеринарні вимоги до якості молока / О. М. Якубчак. Молочна та молокопереробна промисловість: Україна-2007 / Гром. орг. "Асоціація "Український клуб аграрного бізнесу". – К.: Логос, 2008. – С.88-89.

Аннотація

МОДИФИКАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПИТЬЕВОЕ ПАСТЕРИЗОВАННОЕ МОЛОКА С ДЛИТЕЛЬНЫМ СРОКОМ ХРАНЕНИЕ

В статье исследованы изменения физико-химических, микробиологических и органолептических показателей молока в зависимости от различных режимов пастеризации, установлена термостойкость молока от общего бактериального обсеменения и предложена модификация технологической схемы молока питьевого пастеризованного с целью изготовления продукта с длительным сроком хранения.

Abstract

MODIFICATION OF TECHNOLOGY DRINKING PASTEURIZED MILK WITH LONG-TERM SHELF LIFE

This paper investigates changes in physico-chemical, microbiological and organoleptic characteristics of milk according to the different modes of pasteurization, milk is installed thermal resistance of the total bacterial contamination and proposed modification of the flowsheet drinking pasteurized milk in order to produce a product with extended shelf life.