



# Зберігання та переробка продукції

УДК 637.3.022  
© 2010

*Ю.Т. Орлюк,*  
кандидат  
технічних наук

*Технологічний інститут  
молока та м'яса УААН*

## **ВПЛИВ РЕЖИМІВ ТЕПЛОВОЇ ОБРОБКИ МОЛОКА НА МАСООБМІН ПРИ ТЕРМОКИСЛОТНІЙ КАОГУЛЯЦІЇ БІЛКІВ**

*Досліджено вплив режимів високотемпературної обробки молочної суміші на ступінь використання білків молока, що дало змогу побудувати експериментально-статистичні моделі процесу масообміну залежно від температури теплової обробки молока перед термокислотною коагуляцією.*

Нині технології виробництва молочно-білкових продуктів на основі процесу термокислотної коагуляції білкових фракцій молока не займають значного місця у загальному обсязі виробництва, проте їх частка у даному сегменті невпинно зростає. Цьому сприяють хороші органолептичні показники готової продукції, її висока біологічна цінність, низька собівартість і можлива адаптація даних технологій до обладнання, що використовують на підприємствах молочної галузі.

Розробка нових високоефективних технологій виробництва продуктів на основі процесу термокислотної коагуляції білків молочно-сироваткових сумішей потребує детальних досліджень процесу термокислотної коагуляції її білкових фракцій, що дасть змогу забезпечити ефективне використання молочної сировини, знизити енерговитрати на виробництво й отримати біологічно повноцінні високоякісні продукти.

Актуальність використання білкових фракцій підсирної сироватки зумовлена дефіцитом повноцінних білків у харчуванні різних груп населення. Виділення білкових фракцій із сироватки дає можливість отримати білкові концентрати та молочні продукти високої харчової і біологічної цінності. Шляхи виділення сироваткових білків ґрунтуються на їхніх фізико-хімічних властивостях.

**Мета роботи** — визначити закономірності процесу масообміну при термокислотній коагуляції казеїнових та альбумінових фракцій молочних білків для наукового обґрунтування технологічних режимів виробництва нових видів термокислотних сирів типу «Рікотта» та «Адигейський».

**Матеріали досліджень.** Процес термокислотної коагуляції білкових фракцій молока залежить від двох основних параметрів — активної кислотності молочно-сироваткової суміші (молоко +

сироватка) та температури її коагуляції. Принциповими відмінностями таких технологій виробництва сирів є швидке підвищення кислотності й температури молочно-сироваткової суміші, що в результаті викликає коагуляцію білків та утворення сирного згустку.

У Технологічному інституті молока та м'яса УААН розпочато дослідження з використанням підсирної сироватки як коагулянту при виробництві сирів термокислотним способом. Як коагулянт білкових фракцій молока використовували підсирну сироватку. Концентрацію і дозу останньої підбирали з таким розрахунком, щоб при найменшій кількості внесення сироватки досягти максимального ефекту виділення білкових фракцій молока. Було встановлено, що процес коагуляції білкових фракцій молока оптимально протікає при внесенні 10% сироватки з титрованою кислотністю від 100 до 120°Т за температури теплової обробки молочної суміші перед коагуляцією від 95 до 120°С. З метою встановлення найбільш раціонального режиму теплової обробки молочної суміші перед коагуляцією її піддавали теплової обробці за різних температур і проводили коагуляцію білкових фракцій різними коагулянтами — молочною, соляною, оцтовою кислотами та підсирною сироваткою.

У результаті математичної обробки отриманих експериментальних даних були розроблені експериментально-статистичні моделі, що описують залежність масової частки сухих речовин у сироватці після термокислотної коагуляції (Y) від температури теплової обробки молока перед коагуляцією (X), і отримано такі рівняння, для:

кислої сироватки	$Y_1=13,385-0,078X$	1.1
молочної кислоти	$Y_2=11,923-0,069X$	1.2

соляної кислоти  $Y_3=10,5-0,055X$  1.3  
оцтової кислоти  $Y_4=9,998-0,049X$  1.4

де  $Y$  — масова частка сухих речовин у сироватці, що залишилася після утворення згустку, %;  $X$  — температура теплової обробки молока перед коагуляцією, °С.

Ці рівняння вказують на лінійний характер залежності ефективності процесу термокислотної коагуляції від температури теплової обробки молочної суміші перед коагуляцією. Таким чином, дослідження процесу термокислотної коагуляції із застосуванням різних коагулянтів дали змогу отримати раціональні результати за температури теплової обробки молочної суміші перед коагуляцією 90–95°С. Зниження температури теплової обробки молочної суміші перед коагуляцією призводить до значної втрати сухих речовин із сироваткою, що залишається після утворення термокислотного сирного згустку.

Іншим важливим фактором, що впливає на процес термокислотної коагуляції молока, є температура, за якою протікає сам процес. Для визначення раціонального теплового режиму процесу термокислотної коагуляції білкових фракцій молочної суміші досліджували вплив температури коагуляції в діапазоні від 90 до 135°С із застосуванням різних коагулянтів.

У результаті математичної обробки отриманих експериментальних даних були розроблені експериментально-статистичні моделі, що описують залежність масової частки сухих речовин у сироватці після термокислотної коагуляції ( $Y$ ) від температури коагуляції ( $T$ ), і отримано такі рівняння, для:

кислої сироватки  $Y_1=7,413-0,013T$  1.5  
молочної кислоти  $Y_2=6,841-0,008T$  1.6  
соляної кислоти  $Y_3=6,818-0,011T$  1.7

оцтової кислоти  $Y_4=6,334-0,009T$  1.8

де  $Y$  — масова частка сухих речовин у сироватці, що залишилася після утворення згустку, %;  $T$  — температура процесу термокислотної коагуляції молочної суміші, °С.

Проведені дослідження дають можливість аналізувати процес гелеутворення в процесі термокислотної коагуляції. Але для отримання даних з розробки раціональних режимів процесу коагуляції було проведено серію експериментів, у яких одночасно зі зміною температури коагуляції змінювалася і тривалість її впливу. За початок процесу термокислотної коагуляції приймали момент унесення коагулянту в молочну суміш, його закінчення визначали моментом утворення молочно-гелю та появою сироватки, яка починала виділятися з нього. Ступінь використання сухих речовин при утворенні сирного згустку визначали за масовою часткою сухих речовин у сироватці.

Аналітичне опрацювання результатів досліджень дало змогу отримати рівняння залежності тривалості процесу термокислотної коагуляції від його температури:

$K=34,71-0,32T$ , 1.9

де  $K$  — тривалість процесу термокислотної коагуляції, хв;  $T$  — температура процесу термокислотної коагуляції молочної суміші, °С.

Ці рівняння справедливі для всіх досліджуваних коагулянтів, окрім оцтової кислоти, яка утворює термокислотний згусток практично миттєво за всіх температур, що унеможливило проведення досліджень залежності тривалості процесу термокислотної коагуляції від його температури. Рівняння дає змогу зробити процес термокислотної коагуляції більш керованим й уточнювати режими процесу в кожному конкретному випадку.

## Висновки

*Досліджено, що в процесі термокислотної коагуляції білкових фракцій молочносироваткової суміші можна використовувати підсир-*

*ну сироватку з титрованою кислотністю від 100 до 120°Т у кількості 10% маси молока за температури коагуляції від 95 до 120°С.*

## Бібліографія

1. Бартон Г., Пайн Дж., Тіеулін Г. Стерилизація молока. Пер. с англ./Под ред. Ю.П. Золотина. — М.: Пищ. пром-сть, 1972. — С. 8—11, 34—74.
2. Золотин Ю.П. Стерилизація молока. — М.: Пищ. пром-сть, 1979. — 157 с.
3. Измайлов В.Н., Ребиндер В.А. Структурообразование в белковых системах. — М.: Наука, 1974. — 268 с.
4. Кук Г.А. Процессы и аппараты молочной промышленности. — М.: Пищепромиздат, 1965. — Т. 1. — 472 с.
5. Румшильский М.З. Математическая обработка результатов эксперимента: Справочное руководство. — М.: Наука, 1971. — 192 с.

6. Шингарева Т.И., Хотомцева М.А. Исследование параметров термокислотной коагуляции при производстве сыра//Хранение и переработка сельхозсырья. — 2001. — № 9. — С. 22—23.
7. Шингарева Т.И., Кулцова О.И. Влияние сывротки-коагулянта на выход и качество термокислотного сыра//Сыроделие и маслоделие. — 2006. — № 5. — С. 18—20.
8. Frank V.Kosikovski (1916—1995) Professor Emeritus Department of Food Science Cornell University Ithaca, New York and Vikram V.Mistry Professor Dairy Science Department South Dakota State University Brookings, South Dakota/CHEESE AND FERMENTED MILK FOODS/Volume I Origins and Principles Third Edition 1997 — 728 p.