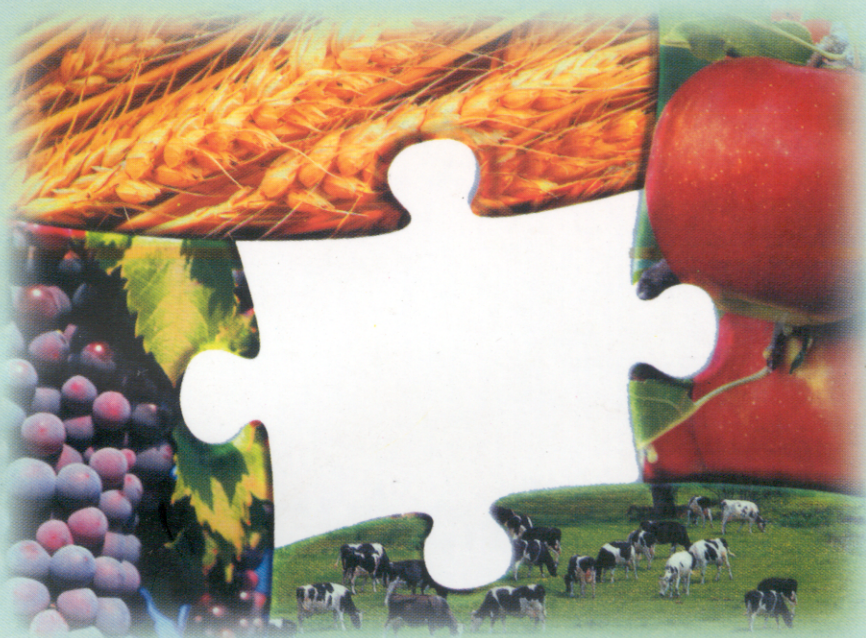




LÊ THỊ LIÊN THANH - LÊ VĂN HOÀNG

CÔNG NGHỆ CHẾ BIẾN SỮA VÀ CÁC SẢN PHẨM SỮA



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

TS LÊ THỊ LIÊN THANH
PGS, TSKH LÊ VĂN HOÀNG

chợ v 22 82

CÔNG NGHỆ CHẾ BIẾN SỮA VÀ CÁC SẢN PHẨM SỮA

NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT
HÀ NỘI - 2002

LỜI NÓI ĐẦU

Sau sữa mẹ, sữa bò là thực phẩm chứa các chất dinh dưỡng đầy đủ và cân đối nhất. Các sản phẩm từ sữa bò cũng đa dạng và phong phú nhất. Từ nguyên liệu sữa bò người ta đã chế tác ra vô vàn các sản phẩm có cấu trúc, trạng thái và hương vị khác nhau. Chỉ riêng phomat có đến 2000 chủng loại khác nhau.

Các sản phẩm từ sữa có thể ở dạng rắn như các phomat với kết cấu hình thù và tính cảm vị đặc trưng mang phong vị của từng xứ sở, quê hương; dạng hạt đơn điệu như trong các sữa bột; dạng đặc mịn màng đôi khi có thêm hương sắc của hoa trái như trong các sữa chua; dạng lỏng như trong các sữa cô đặc với đường.

Về thành phần, đa số các sản phẩm sữa có thành phần chủ yếu là protein casein, song cũng có sản phẩm như bơ có thành phần kết cấu chính là chất béo.

Vậy, qui trình công nghệ để sản xuất ra các sản phẩm này khác nhau chủ yếu ở khâu nào? Các thiết bị chính nào để tạo ra chất lượng cho từng sản phẩm?

Nội dung chủ yếu của cuốn sách nhằm đề cập đến các vấn đề nêu trên, bao gồm các phần sau:

- Đặc điểm, thành phần và cấu trúc của sữa tươi.
- Bảo quản, thu nhận, lọc và tiêu chuẩn hóa sữa tươi.
- Kỹ thuật chế biến sữa.
- Kỹ thuật sản xuất bơ và phomat.

Cuốn sách có thể làm tài liệu học tập cho sinh viên công nghệ thực phẩm và công nghệ sinh học và có thể có ích cho những ai quan tâm đến ngành công nghệ chế biến các sản phẩm giàu dinh dưỡng này.

Lần đầu tiên viết sách, nên không thể tránh khỏi thiếu sót, chúng tôi rất mong được bạn đọc góp ý để lần tái bản sau được hoàn hảo hơn.

Các tác giả

ĐẶC ĐIỂM, THÀNH PHẦN VÀ CẤU TRÚC CỦA SỮA TƯƠI

1.1. TÍNH CHẤT VẬT LÝ CỦA SỮA TƯƠI

Sữa là một chất lỏng màu trắng, đục, có độ nhớt lớn hơn hai lần so với nước, có vị đường nhẹ và có mùi ít rõ nét. Sữa thường có những đặc điểm và tính chất sau:

- Mật độ quang ở 15°C	1,030 - 1,034
- Tỷ nhiệt	0,93
- Điểm đông	-0,55°C
- pH	6,5 - 6,6
- Độ axit được tính bằng độ Dornic - °D (decigam axit lactic/lit sữa)	16 - 18
- Chỉ số khúc xạ ở 20°C	1,35

(Các thông số trên liên quan đến các loại sữa tươi và sữa thường)

1.2. THÀNH PHẦN HÓA HỌC VÀ CẤU TRÚC LÝ HÓA CỦA SỮA TƯƠI

Về phương diện hóa lý người ta coi sữa như một thể keo gồm các cầu béo (đường kính từ 3-5 μ m) và các mixen protein (đường kính gần 0,1 μ m trong pha phân tán là nước).

Nước là thành phần lớn nhất và quan trọng nhất chiếm tỷ lệ 9/10 của thành phần sữa, còn lại là tổng các chất khô (chiếm 125 - 130g/lít sữa).

Chất béo của sữa (váng sữa) tách ra được tính trong thành phần tổng hàm lượng chất khô có trong một lít sữa. Vì vậy lượng chất béo trung bình xấp xỉ gần 90g/lít.

Một số các thành phần khác có trong sữa với lượng thay đổi và dễ dàng định lượng được. Tuy nhiên, một số các thành phần khác chỉ hiện diện dưới dạng vết, nên rất khó xác định (thường dùng các loại sắc ký để định lượng bằng vết trên cột).

Các chất khó định lượng có thể kể đến: các chất béo, đường lactoza, các chất chứa nito, các loại muối khoáng. Các chất tiếp theo là các loại enzym, các sắc tố và các vitamin.

Đặc tính chủ yếu của thành phần sữa là tính hài hòa cân đối của nó. Điều này về giá trị được coi như một yếu tố vô giá, đặc biệt là đối với trẻ em. Phần lớn các thành phần quan trọng tham gia vào cấu trúc của các cơ quan trong cơ thể người và động vật đã được chứng minh.

Bảng 1.1. Tóm tắt thành phần hóa học trung bình của một lít sữa bò.

Bảng 1.1. Thành phần hóa học trung bình của 1 lít sữa bò

I- Thành phần tạo hình hoặc cung cấp năng lượng	
- Nước	900 - 910 g
- Chất béo	35 - 45 g
- Lactoza	47 - 52 g
- Chất chứa nito	33 - 36 g
- Chất chứa muối	9 - 9,1 g

II- Các chất xúc tác sinh học (không định lượng được hoặc ở trạng thái có vết) Các sắc tố - enzym - vitamin
III- Các loại khí hòa tan; Khí cacbonic, oxy, nitơ (4-5% thể tích của sữa ra khỏi vú)

1.2.1. Chất béo của sữa

1.2.1.1. Đặc điểm của chất béo có trong sữa

Chất béo của sữa có hai loại:

– Chất béo đơn giản (glyxerit và sterit) có hàm lượng 35 - 45 g/l gồm axit béo no và không no: axit oleic (C_{18} không no); axit palmitic (C_{16} không no); axit stearic (C_{18} không no).

– Chất béo phức tạp trong sữa thường có chứa một ít P, N, S trong phân tử. Tên gọi chung là phosphoaminolipit, đại diện là lexitin và xephalin.

Đặc tính hóa - lý của chất béo:

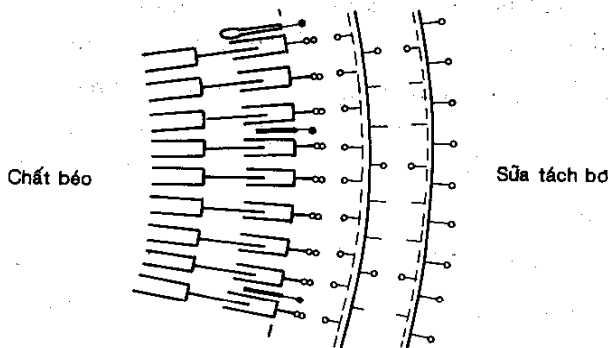
Mật độ quang ở 15°C	0,91 - 0,95
Điểm nóng chảy	31 - 36°C
Điểm hóa rắn	25 - 30°C
Chỉ số iot (theo Hubl)	25 - 45
Chỉ số xà phòng hóa (theo Koettstorfer)	218 - 235
Chỉ số axit bay hơi không hòa tan (Pölsenske)	1,5 - 3
Chỉ số axit bay hơi hòa tan được (Reichert)	26 - 30
Chỉ số khúc xạ	1,453 - 1,462

Chỉ số iot là số gam iot kết hợp được với 100g chất béo.
Chỉ số xà phòng hóa là số miligam KOH cần thiết để xà phòng hóa chất béo. Chỉ số axit bay hơi không hòa tan (còn gọi là

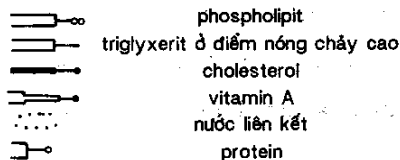
chỉ số Polenske) và hòa tan được (chỉ số Reichert) được biểu diễn bằng số mililit dung dịch NaOH 0,1N cần thiết để trung hòa các axit béo không hòa tan hoặc hòa tan được trong 15g chất béo ở điều kiện xác định.

1.2.1.2. Cấu trúc của chất béo có trong sữa

Chất béo có trong sữa tồn tại dưới dạng huyền phù của các hạt nhỏ hình cầu (tiểu cầu) hoặc hình oval với đường kính từ 2 - 10 μ m tùy thuộc vào giống bò sản sinh ra sữa.



Hình 1.1. Sơ đồ về cấu trúc của màng tiểu cầu béo (theo King):



Sử dụng kính hiển vi điện tử đã cho phép xác định được cấu trúc của các tiểu cầu, các tiểu cầu này được vây quanh bởi một màng (membrane) protit, gồm hai phần: phần có thể hòa tan

được và phần không thể hòa tan được trong nước. Các phần này rất khác nhau trong các loại sữa. Bề mặt bên trong của màng có liên quan mật thiết với một lớp phụ có bản chất phospholipit có thành phần chủ yếu là lexitin và xephalin (là các chất béo phức tạp có hàm lượng 0,3 - 0,5g/l sữa).

Màng tiểu cầu béo còn chứa nhiều chất khác với hàm lượng nhỏ, trong đó chủ yếu là sắt, đồng, các enzym nhất là enzym phosphataza mang tính kiềm tập trung trong phần protit và enzym reductaza có trong phần không hòa tan được.

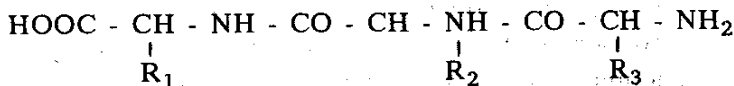
Sự phân bố các glyxerit trong lòng các tiểu cầu mang đặc điểm sau: phần trung tâm của tiểu cầu chứa glyxerit có điểm nóng chảy thấp, giàu axit oleic và luôn ở dạng lỏng trong điều kiện nhiệt độ môi trường. Trong khi đó phần ngoại vi nơi tiếp xúc với màng, chứa các glyxerit với chỉ số iot rất thấp (5-6) nhưng có điểm nóng chảy cao có thể đông đặc lại ở nhiệt độ môi trường.

Sự toàn diện về cấu trúc của các tiểu cầu là điều kiện quyết định cho sự ổn định của chất béo có trong sữa. Đặc biệt, sự biến chất của màng sẽ làm tăng cường sự hoạt động trực tiếp của một số loài vi sinh vật hoặc là sự tăng lên của chỉ số axit hoặc còn làm thay đổi các tính chất vật lý một cách sâu sắc gây ra việc tiến lại gần rồi kết dính các tiểu cầu với nhau dẫn đến quá trình tách chất béo làm mất đi tính đồng nhất của sữa.

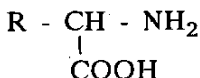
1.2.2. Các chất chứa nitơ của sữa

Protein của sữa cũng do các axit amin trùng ngưng với nhau tạo nên. Vì thế, khi protein chịu tác dụng của enzym proteinaza sẽ tạo thành đầu tiên là các peptit và cuối cùng là các axit amin.

Polypeptit:



Axit amin:



Các axit amin chủ yếu có mặt trong sữa: glyxin 2,7% (tính theo sản phẩm khô)/lít sữa, alanin 3,0%, valin 7,2%, loxin 9,2%, izoloxin 6,1%, prolin 11,3%, phenylamin 5,0%, cystin và cystein 0,34%, methionin 2,8%, tryptophan 1,7%, arginin 4,1%, histidin 3,1%, lysin 8,2%, axit aspartic 7,1%, axit glutamic 22,4%, serin 6,3%, treonin 4,9%, tyrosin 6,3%.

Các chất chứa nitơ trong một lít sữa bao gồm: protit 32 - 35g và các chất chứa nitơ phi protit 0,8 - 1,2g.

Trong protit gồm có hai thành phần: proteit và axit amin, trong proteit có: casein toàn phần 26 - 29g, β - lactoglobulin 2,5 - 4g, α - lactalbumin 0,8 - 1,5g, imunoglobulin 0,5 - 0,8g, proteoze - pepton 0,8 - 1,5g, một số các chất chỉ có vết (lactenin, lipoprotein...).

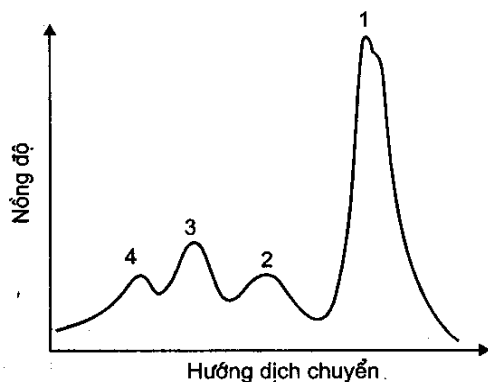
Thành phần quan trọng nhất của các chất chứa nitơ là casein hoặc có thể nói casein là thành tố quan trọng nhất của protit có trong sữa.

Casein dưới kính hiển vi điện tử là các hạt hình cầu có đường kính thay đổi từ 40-200 μm . Bằng phương pháp ly tâm cao tốc, các hạt này tập hợp lại và lắng xuống dưới dạng keo có màu trắng, được tách biệt với chất lỏng màu lục nhạt và đục gồm nước sữa. Người ta cũng có thể kết tủa casein dưới dạng

các hạt mixen lớn nhờ quá trình axit hóa sữa đến pH 4,6 (điểm đẳng điện của casein).

Điều đáng quan tâm trong công nghệ chế biến sữa là: sự không đồng nhất của casein.

Vào những năm 1925 - 1929 Linderstroem - Lang và Kodama đã phân chia casein thành những phần có khả năng hòa tan khác nhau trong hỗn hợp etanol - HCl. Một thời gian sau, vào năm 1930, Svedberg và đồng sự khẳng định tính không đồng nhất của casein nhờ sử dụng phương pháp siêu ly tâm. Từ đó, liên tiếp nhiều nhà nghiên cứu khác nhau như Cherbuliez, Baudet, Waygh, Von Hippel, Warner đã tìm cách phân tách các casein bằng các muối trung tính khác nhau và sau đó, năm 1937 nhờ ứng dụng phương pháp điện di (electrophoresis) đã phân chia casein thành ba thành phần khác biệt nhau α -, β - và



Hình 1.2. Sự phân chia các protein của sữa nhờ phương pháp điện di (pH = 8,4; chất đệm veronal rắn, $\mu = 0,1$; đậm độ 1%, theo Alais): 1- α - casein; 2- α - lactalbumin + β -lactoglobulin; 3- β - casein; 4- γ - casein + immunoglobulin

γ -casein:

α - casein; 60% casein toàn phần

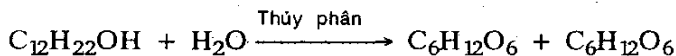
β - casein; 30% casein toàn phần

γ - casein; 4 - 8% casein toàn phần

1.2.3. Đường lactoza

Đường lactoza trong sữa có hàm lượng trung bình 50g/l và tồn tại dưới hai dạng α - và β -lactoza.

Khi bị thủy phân lactoza cho ra một phân tử đường glucoza và một phân tử đường galactoza theo phương trình tổng quát:



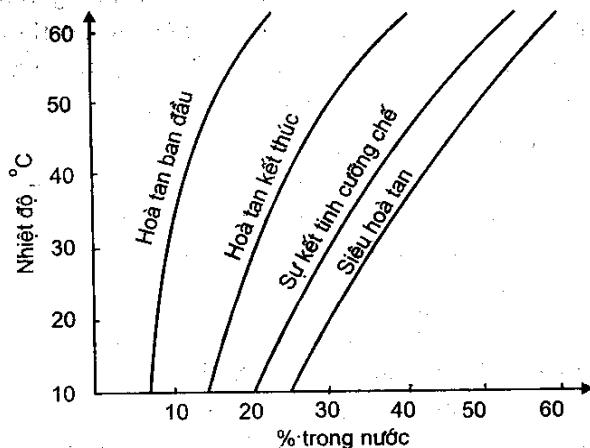
Lactoza là glucit thuộc nhóm diholozit.

Trong sữa, đường lactoza luôn ở trạng thái hòa tan. Những đặc điểm về khả năng hòa tan và kết tinh của nó rất quan trọng cho phép áp dụng trong công nghiệp chế biến sữa cô đặc có đường.

Khả năng hòa tan của lactoza: ở một nhiệt độ xác định nếu người ta hòa tan một lượng dư đường lactoza có trên thị trường (dạng α) vào trong nước thì số lượng đường này nhanh chóng hòa tan vào dung dịch và đương nhiên ta thu được dung dịch ban đầu. Tiếp theo nếu người ta để yên dung dịch trên trong 24h, sẽ xuất hiện một lượng tinh thể đường mới hình thành tồn tại trong dung dịch. Tại thời điểm này người ta coi đường lactoza có khả năng hòa tan tối đa. Một phần đường α -lactoza được chuyển thành β -lactoza là loại đường có khả năng hòa tan hơn, do đó không cho phép đường α -lactoza tiếp tục hòa tan nữa. Hai dạng đường α - và β -lactoza luôn luôn tồn tại cân bằng

trong chất lỏng theo những tỷ lệ xác định và thay đổi theo nhiệt độ. Trong dung dịch bão hòa đường β -lactosa ở 15°C , hàm lượng đường α -lactosa chỉ chiếm 3,8% trong dung dịch đạt đến độ bão hòa.

Người ta có thể tiếp tục nghiên cứu khả năng hòa tan theo sự khác nhau về độ quay cực. Ở 15°C , khi bắt đầu quá trình hòa tan, khả năng quay mặt phẳng phân cực là $+89^{\circ}$ nhưng sau 24h chỉ còn $+55^{\circ}$ (khả năng quay mặt phẳng phân cực của β -lactosa là $+35^{\circ}$). Hiện tượng này được giải nghĩa bởi sự đột biến quay mặt phẳng phân cực.



Hình 1.3. Khả năng hòa tan của lactosa trong nước phụ thuộc vào nhiệt độ (theo Hunziker)

Khả năng kết tinh của đường lactosa: khi người ta làm lạnh dung dịch bão hòa đường lactosa, sự kết tinh không xảy ra tức thì mà đầu tiên dung dịch ở trạng thái quá bão hòa rồi tiếp đến là sự kết tinh theo quá trình đảo ngược so với quá trình hòa tan. Trước tiên α -lactosa kết tinh và đồng thời β -lactosa

chống lão hóa và giữ gìn tuổi thanh xuân. Bên cạnh đó còn tồn tại dạng tiền vitamin dạng chất béo màu vàng. Vitamin A có khả năng chịu nhiệt nhưng rất nhạy cảm với sự oxy hóa.

– Vitamin D: khoảng 20 U.I/l = 0,025 μ g canxiferol, đó là nhóm các chất chống còi xương mà thành phần quan trọng nhất là canxiferol hay vitamin D₂ có vai trò trong việc tham gia vào cấu trúc xương.

– Vitamin E: 1-2 mg/l dưới tên gọi tocopherol. Dầu của mầm lúa mì là nguồn chứa vitamin E chủ yếu còn trong sữa rất ít, vitamin này có tác dụng chống lão hóa và không bền nhiệt, thường mất đi trong quá trình tiệt trùng.

• Các loại vitamin tan trong nước:

– Vitamin B₁: 400 - 1000mg/l, thiếu loại vitamin này gây nguy hiểm cho các bệnh về thần kinh và vitamin B₁ còn được gọi là anerin hoặc thiamin. Vitamin B₁ tham gia vào cấu tạo của Co-carboxylaza, phức hệ diataza chính là những enzym góp phần chuyển hóa đường trong cơ thể.

– Vitamin B₂: 800 - 3000mg/l. Vitamin này tham gia trong nhóm hoạt động của hệ thống chuyển hóa đường trong cơ thể.

– Vitamin PP: 1 - 2mg/l, nó tham gia vào tổ chức các cơ quan như B₁, B₂ và tham gia vào quá trình chuyển hóa đường phức tạp đóng vai trò như chất chuyển tải hydro trong quá trình oxy hóa trong tế bào. Sữa bò nghèo thành phần niacin - vitamin này khá ổn định và lượng ít thay đổi trong sữa.

– Axit pantothenic: 2 - 5 mg/l. Đó là thành phần chủ yếu của axetylcholin, cholin và của các axit amin khác. Vitamin PP tham dự vào quá trình tổng hợp các axit béo và chuyển hóa

gluxit. Ở con người, loài vi sinh vật đường ruột có thể tổng hợp một phần vitamin PP theo yêu cầu của cơ thể. Trong sữa chứa một lượng rất quan trọng axit pantothenic và vitamin này rất ổn định.

– Vitamin B₆ : 0,3 - 1,5 mg/l, vitamin này tồn tại trong sữa chủ yếu dưới dạng piridoxal. Nó đóng vai trò trong quá trình chuyển hóa protit, lipit và tham gia vào sự tạo huyết. Ở người, sự thiếu hụt vitamin B₆ gây nên những chứng bệnh của hệ thần kinh và thiếu máu.

– Vitamin B₁₂ : 1 - 8mg/l, chính là cobalamin mà hoạt động của vitamin này rất quan trọng theo một số công trình đã được phát hiện mới đây. Vitamin B₁₂ tham gia vào quá trình sinh tổng hợp methionin và quan trọng hơn là trong việc tổng hợp protein. Sự thiếu hụt B₁₂ gây nên chứng thiếu máu ác tính. Cobalamin có thể tổng hợp được nhờ vi sinh vật của động vật dạ cỏ. Vitamin B₁₂ nhạy cảm với nhiệt và trong quá trình đun nóng không bị phá hủy trong điều kiện thiếu O₂. Sự tiệt trùng có thể phá hủy gần 99% vitamin trong khi đó nếu đun nóng theo kiểu thanh trùng thì chỉ phá hủy 10%. Sữa là nguồn quan trọng về vitamin B₁₂.

– Axit folic: 0,25 - 6mg/l, axit này hiện nay được coi như tiền vitamin của axit folinic hoặc "yếu tố citrovorum" ở dạng hoạt động. Vai trò sinh học của hai vitamin này chưa hoàn toàn đã biết đến. Vai trò chính của vitamin này là tham dự vào sự hình thành axit nucleic cũng như nucleoprotein và rất quan trọng trong sự tạo thành huyết. Sữa là thực phẩm nghèo axit folic.

– Vitamin H: 15 - 100mg/l, có tên gọi là biotin. Vitamin này rất hoạt động và khá phổ biến trong thiên nhiên. Hoạt động sinh lý của nó trong cơ thể con người còn chưa xác định. Hệ

vi sinh vật có trong đường ruột của loài động vật dạ cỏ có thể tổng hợp được vitamin này. Có giả thiết cho rằng: có một mối quan hệ trực tiếp giữa hàm lượng biotin và hàm lượng chất béo của sữa. Vitamin này rất ổn định, hàm lượng trung bình của nó có trong sữa cho phép coi như nguồn về vitamin H.

– Các vitamin khác thuộc nhóm B: vitamin này hiện diện trong sữa dưới dạng axit animobenzoic được coi là yếu tố tăng trưởng cho phần lớn các loại vi sinh vật. Inositol, axit orotic mới được chiết tách từ sữa và có vai trò chính trong việc tổng hợp các axit nucleic.

– Vitamin C: 10 - 20mg/l, có tên gọi axit ascorbic. Vai trò sinh lý của nó chưa hoàn toàn sáng tỏ nhưng từ lâu người ta đã biết sự vắng mặt của chúng gây nên bệnh thiếu vitamin C. Vitamin C tham dự vào quá trình sinh hóa oxy hóa - khử. Hầu hết các loại trái cây, nhất là các loại cam quýt chứa hàm lượng vitamin này lớn nhất. Sữa nghèo vitamin C. Các xử lý nhiệt và oxy hóa góp phần làm nghèo thêm.

1.2.6.2. Các enzym

Sữa có chứa nhiều loại enzym nhưng việc nghiên cứu chúng còn khó khăn bởi lẽ việc chiết tách các enzym tự nhiên có trong sữa hoặc các enzym có trong các loại vi sinh vật có mặt trong chất lỏng không phải dễ dàng tuy biết rằng các enzym đó có lợi ích lớn trong công nghiệp. Chúng ta nghiên cứu các loại enzym của sữa theo sự sắp xếp chung đại diện cho hai loại enzym thủy phân và enzym oxy hóa sinh học.

• Các loại enzym thủy phân :

Chúng thủy phân các chất khác nhau, trong sữa các enzym đặc trưng thuộc loại này: lipaza, phosphotaza kiềm, galactaz

và amylaza.

- Lipaza: thủy phân các glyxerit với sự có mặt của axit béo tự do và của glyxerol. Lipaza không bền nhiệt, với nhiệt độ xấp xỉ 70°C trong thời gian vài giây cũng có thể làm nó mất hoạt tính. Tuy vậy có một vài loại lipaza của vi sinh vật tồn tại được ở nhiệt độ khá cao (80°C hay hơn nữa). Trong điều kiện môi trường axit cao kìm hãm hoạt động của lipaza cũng như sự kìm hãm xảy ra khi trong môi trường có mặt của một vài loại kim loại nặng (Cu, Fe,...). Ánh sáng Mặt trời phá hủy nhanh chóng chúng. pH tối ưu cho hoạt động của lipaza là 9,4.

- Phosphotaza kiềm: thủy phân các loại este phosphat như glyxerophosphat, phenylphosphat... Chúng bị phá hủy bởi sự đốt nóng khoảng 72°C trong thời gian 15 - 20 ph hoặc ở 63°C trong 30 ph. Một vài loại vi sinh vật có thể sản sinh enzym, đặc biệt là nấm men và nấm mốc. Vì vậy, enzym này thông thường thuộc loại bền nhiệt đặc biệt là ở môi trường trung tính.

Lợi ích chủ yếu của enzym phosphataza kiềm tính được sử dụng như một yếu tố để kiểm tra sự thanh trùng sữa và crem. Ngoài ra, enzym phosphataza còn tồn tại dưới hai dạng enzym phosphataza gọi là axit có hoạt động tối ưu ở pH 4,2 và 5,5 nhưng những enzym này không biểu hiện lợi ích thực tế.

- Galaçtaza hoặc proteaza: các enzym này có thể phân hủy protit đến sản phẩm pepton và axit amin. Chúng bị kìm chế hoạt động trong điều kiện môi trường axit, ngoài ra chúng còn bị ức chế hoạt động ở môi trường nhiệt độ thấp và bị phá hủy bởi sự đốt nóng khoảng 75°C trong 10 ph. Nhiều loại vi sinh vật có thể tiết ra các loại enzym này.

- Amylaza: enzym này thủy phân tinh bột thành các dextrin. Vai trò của amylaza có trong sữa, chưa được giải thích rõ, một số cho rằng enzym này đến từ máu. Cấu trúc của enzym này hoàn toàn bị phá vỡ khi chịu tác động của sự đốt nóng khoảng 65°C trong 30 ph.

• Các enzym oxy hóa sinh học:

Loại enzym này bao gồm tất cả các loại enzym tham gia vào các quá trình oxy hóa sinh học. Trong số các enzym này cần phải kể đến: reductaza, lactoperoxydaza và catalaza.

- Reductaza: trong thực tế sự hiện diện của enzym này dẫn đến sự mất màu nhanh chóng của hợp chất xanh metylen được cho vào ban đầu trong sữa tươi (do sự hình thành hợp chất Leuco - derive không màu). Ở nhiệt độ 70°C trong 3 ph hoặc 80°C trong 10 ph loại enzym này bị phá hủy hoàn toàn reductaza sinh ra do vi sinh vật.

Ý nghĩa thực tế của enzym này rất đáng kể: sự làm mất màu xanh của metylen do mối liên quan giữa tốc độ làm mất màu của xanh metylen cho vào trong sữa với lượng vi sinh vật có trong sản phẩm.

- Lactoperoxydaza: enzym phân hủy nước oxy già tạo thành oxy hoạt động và có thể liên kết với các chất chứa oxy. Sự ngừng hoạt động của enzym này xảy ra ở 82°C trong 20 ph hoặc 75°C trong 19 ph.

- Catalaza: enzym phân hủy nước oxy già, giải phóng ra O_2 ở dạng tự do dưới dạng phân tử không hoạt động. Là loại enzym khá bền nhiệt do đó cần phải đun nóng sữa đến 70°C trong 30 ph để phá hủy nó. Nhiều loại vi sinh vật cũng có khả

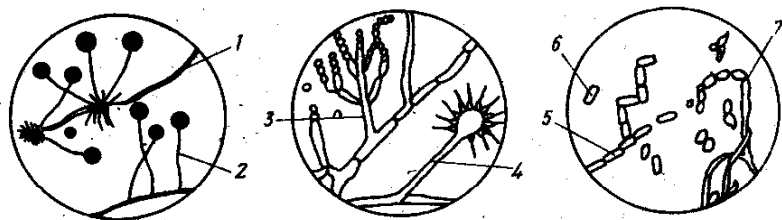
năng tiết ra loại enzym này.

1.2.7. Vi sinh vật có trong sữa và vai trò của nó

Hệ vi sinh vật tìm thấy trong sữa bao gồm: nấm mốc, nấm men và vi khuẩn.

1.2.7.1. Nấm mốc

Loại nấm mốc nhận được trong sữa chủ yếu là loài *Mucor* và *Rhizopus* với số lượng lớn. Một số loài *Mucor* hoặc *Rhizopus* đặc biệt gây ra các biến động xấu đến quá trình sản xuất phomat dạng nhão. Ngoài ra còn có các loài *Penicillium*, *Aspergillus*, *Geotrichum*, *Oide* và *Monilia*.



Hình 1.4. Hình thái của nấm mốc chủ yếu có trong sữa:

1- *Rhizopus*; 2- *Mucor*; 3- *Penicillium*; 4- *Aspergillus*; 5- *Geotrichum*; 6- *Oide*; 7- *Monilia*

Tất cả các loài nấm mốc này đều hô hấp mạnh và phát triển trên bề mặt của môi trường nuôi cấy. Chúng phát triển thích hợp trên các môi trường axit và trong sữa tạo ra axit lactic.

Phần đông các nấm mốc tiết ra enzym lipaza có khả năng thủy phân chất béo và enzym proteaza có vai trò phân hủy các chất chứa nito.

1.2.7.2. Nấm men

Hầu hết nấm men có dạng hình cầu, elip hoặc hình trụ, chúng có kích thước lớn nhất từ 2-9 μm và ngắn nhất từ 1-5 μm . Phần đông các loài này chuyển đường thành rượu và sinh sản theo kiểu nảy chồi.

Các loài nấm men chinin có trong sữa bao gồm: *Sacharomyces*, *Mycorderma* và *Torula*.

1.2.7.3. Vi khuẩn

Chúng là các tế bào đồng nhất mà kích thước của nó không vượt quá một vài micron. Trong sữa có các loài riêng lẻ: *Coccus*, *Bacterium*, *Clostridium*, *Meningocoque*, *Vitrion*, *Spirille*, *Corynebacterium*. *Streptomycin* và một số nhóm vi khuẩn: *Diplococcus*, *Staphylococcus*, *Diplobacterium*...

Thông thường trong sữa vi khuẩn lactic có các đặc tính chủ yếu như sau:

- Hô hấp hiếu khí hay yếm khí tùy tiện.
- Không sản sinh ra enzym calataza vì vậy chúng không phân hủy nước oxy già.
- Không sản sinh ra các hợp chất nitrat.
- Ít hoặc không tiết ra enzym proteaza trong sữa nhưng đôi khi trong phomat, các vi khuẩn lactic đóng vai trò quan trọng trong việc phá hủy thành phần casein.
- Lên men các loại đường ở các điều kiện khác nhau.

Một số loài sử dụng glucoza chuyển thành axit lactic với 85 - 95%, đó là các loài lên men điển hình. Một số khác sinh ra axit lactic 50%; 20 - 25% khí CO_2 và 20 - 25% rượu và axit

axetic, các loài này thuộc loài lên men không điển hình.

Đối với sữa, các loài vi khuẩn chính tham gia vào các quá trình biến đổi các thành phần của sữa:

- Loài *Streptococcus thermophilus*: tác nhân của sự hình thành axit và quá trình chín của phomat.

- Nhóm vi khuẩn lactic: là vi khuẩn sữa chung nhất bao gồm *Streptococcus latic* và *S.cremoris* đều là tác nhân của sự đông tụ tự nhiên. Một vài chủng của loài này sản sinh các chất kháng sinh. Ví dụ: *Lactobacillus*, *Staphylococcus*, đặc biệt *Mycobacterium tuberculosis* là tác nhân gây bệnh lao, *Clostridium* tác nhân của sự phồng lên của phomat, *Streptococcus diaetil lactic* là loài sản sinh ra hợp chất axetoin từ axit xitric có trong sữa. Vì đặc tính này chúng được ứng dụng trong kỹ nghệ chế biến sản phẩm bơ như một "chất men", axetoin tạo nên hương thơm đặc biệt của bơ.

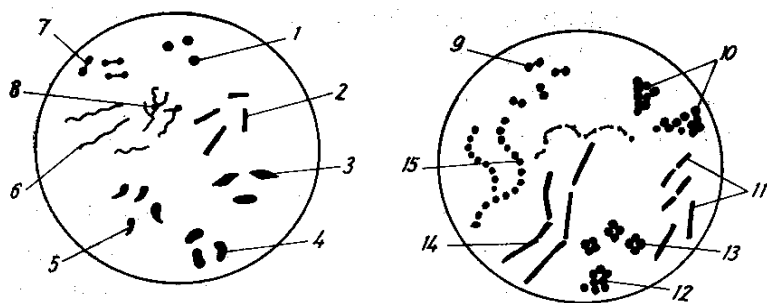
- Loài *Leuconostoc oenos* đều là các loài vi khuẩn lactic lên men không điển hình đôi khi còn được gọi là *Betacoccus*. Loài này lên men các loại đường tạo ra một ít axit lactic hoặc axetoin từ diaxetyl là các hợp chất tạo nên hương thơm tự nhiên của bơ.

Trong số các loài này thường người ta sử dụng *L.citrovorum* làm bột men trong công nghiệp sản xuất bơ vì các tính chất đạt được.

- *Lactobacillus*: là các loài vi khuẩn có khả năng axit hóa sữa chậm hơn là các loài *Streptococcus lactic*, nhưng chúng sinh ra sản phẩm cuối cùng mang tính axit với liều lượng cao tùy thuộc vào số lượng của chúng có trong môi trường. Loài *Lactobacillus* nuôi cấy khó, chúng chỉ tồn tại trong các môi

trường dinh dưỡng hoàn chỉnh đáp ứng với nhu cầu của chúng.

– Vi sinh vật gây bệnh: tồn tại trong sữa do quá trình nhiễm từ người hoặc động vật. Đặc trưng *Samonella typhi*; *Samonella paratyphi*; *Shigella dysenterial*... Các loài này phần đông trong thực tế không gây ra sự thay đổi đáng kể của sữa và không thể xác định bởi con đường phân tích hệ sinh vật có trong sữa được.



Hình 1.5. Các hình dạng chính của vi khuẩn sữa - các liên kết chủ yếu của vi khuẩn sữa:

1- Coccus; 2- Bacterium; 3- Clostridium; 4- Meningocoque; 5- Vibron; 6- Spirille;
7- Corynebacterium; 8- Streptomyces; 9- Diplococcus; 10- Staphylococcus; 11- Diplobacterium;
12- Sarcine. 13- Tetracoccus; 14- Streptobacterium; 15- Streptococcus.

1.3. SỰ BIẾN CHẤT VÀ CÁC DẠNG BIẾN CHẤT CỦA SỮA

Nhìn chung, đó là sự thay đổi về vị, về mùi hoặc là hình dáng. Pien và Hersodoerfer đã phân ra các loại biến chất sau.

1.3.1. Biến chất do việc bổ sung vào sữa các chất từ bên ngoài

Các chất này có mặt trong sữa từ các nguồn khác nhau, đặc

biệt thông qua động vật. Vai trò nổi bật tham gia vào quá trình biến chất là các loài thuốc sử dụng cũng như cách thức bổ sung vào trong thức ăn dùng cho động vật lấy sữa.

Các chất từ bên ngoài bổ sung vào nguồn thức ăn cho động vật gây ảnh hưởng xấu ngay cả với liều lượng rất nhỏ (chỉ có vết). Các thành phần chất lau chùi, tẩy rửa, các sản phẩm hóa học,... thường gây ra mùi bất bình thường. Các chất có mặt trong sữa có khả năng làm biến chất cao nhất, là các loại thuốc sử dụng trong chữa bệnh cũng như cách thức bổ sung, thời điểm sử dụng, v.v. Để hạn chế đến mức cao nhất tác hại này, người ta qui định thời điểm sử dụng các chất cho vào trong thức ăn (cò) dùng cho động vật lấy sữa phải trước 5 giờ so với thời điểm vắt sữa.

Cuối cùng, nếu khi sữa được chứa lâu trong các thiết bị bằng kim loại thì kim loại có thể hòa tan trong chất lỏng thành dạng muối, người ta thấy xuất hiện các vị kim loại mà thông thường là vị tanh kim loại.

1.3.2. Biến chất do sự thay đổi các cấu tử bình thường của sữa

Nguồn gốc của sự thay đổi này có thể là vi sinh vật, enzym hoặc biến đổi lý hóa.

1.3.2.1. Biến chất do vi sinh vật

Sự biến chất do vi sinh vật chủ yếu do các enzym có trong vi khuẩn lactic làm giảm độ axit của sữa bởi quá trình chuyển đường lactoza thành axit lactic. Các vi khuẩn lactic chủ yếu tham gia vào quá trình này là *Streptococcus lactic* là loài phát triển mạnh ở nhiệt độ môi trường. Khi độ axit đạt 35-40°D casein bị đông tụ và khi độ axit đạt 60-70°D thì xảy ra hiện

tượng "trở chua" cũng ở nhiệt độ môi trường.

Một số loài *S.lactic* cũng có thể gây ra mùi da, mùi cháy khét, mùi malt hoặc mùi caramen.

Một số vi khuẩn khác cũng thuộc loài vi khuẩn lactic gây nên các biến chất cho sữa như: làm giảm độ axit của sữa, làm đông tụ sữa xảy ra ngay ở độ axit không cao, phân giải protein, phân hủy chất béo bởi lipaza, làm thay đổi màu sắc của sữa, làm tăng độ nhớt của sữa và làm xuất hiện các vị khác nhau.

Ví dụ về sự biến màu của sữa:

- Sữa màu xanh lơ: xảy ra khi có mặt loài vi khuẩn *Pseudomonas cyanogenes* phát triển tốt trong môi trường sữa có độ axit cao.

- Sữa có màu vàng: khi có mặt của *Pseudomonas cynxantha* làm phân giải casein.

- Sữa có màu đỏ: khi sữa bị nhiễm loài *Serratia marcescens* hay *Bacillus lactic erythrogens*.

1.3.2.2. Biến chất do enzym

Enzym lipaza có trong thiên nhiên có thể hoạt động trong môi trường dịch sữa khi tiến hành làm lạnh sữa hoặc trong khi khuấy trộn hay đồng hóa sữa.

Trong trường hợp làm lạnh, enzym lipaza được cố định theo một chiều nhất định trên hạt tiểu cầu trong quá trình làm lạnh.

Trong trường hợp khuấy trộn hay đồng hóa thì do sự tạo bọt và sự hình thành các hạt tiểu cầu béo có kích thước trung bình sẽ làm dễ dàng cho các enzym lipaza hoạt động mạnh.

Người ta cho rằng mùi hôi khét (hôi dầu) xuất hiện chủ yếu

vào giai đoạn kết thúc sự tiết sữa, đặc biệt là hai tháng cuối mùa thu hoạch sữa tức là ở vào giai đoạn nuôi nhốt bò lấy sữa trong chuồng.

Một vài loại sữa có hàm lượng enzym lipaza cao so với bình thường là nguyên nhân gây ra sự phân hủy chất lượng sữa với tốc độ nhanh. Thông thường các loại sữa chứa hàm lượng enzym lipaza cao thường có trong các động vật nuôi lấy sữa bị dị dạng trong hệ thống buồng trứng.

1.3.2.3. Biến chất do các yếu tố lý hóa

Quan trọng nhất của sự biến chất này đó là vị của sữa bị oxy hóa. Thông thường người ta nhóm lại thành các vị sau:

- Vị kim loại.
- Vị dầu.
- Vị mỡ.
- Vị giấy.
- Vị cactông.

Vị oxy hóa chia làm hai nhóm đặc trưng:

* Nhóm 1: gồm các vị dầu, mỡ và kim loại chúng đều là các sản phẩm của quá trình oxy hóa chất béo (peroxyt, aldehyt, và nhất là xeton).

* Nhóm 2: gồm các vị giấy và cactông có liên quan đến các chất bay hơi nhưng chưa được biết rõ và thường sinh ra trong quá trình chế biến.

Các vị thuộc nhóm 1 và 2 thường xuất hiện trong quá trình chế biến từ nguồn sữa tự nhiên cao hơn khi chế biến từ sữa đã được tách bơ. Người ta cho rằng sự có mặt của methional

đóng vai trò quan trọng trong việc tạo nên các vị trên.

Axit ascorbic (vitamin C), caroten (vitamin A), tocopherol (vitamin E) có tác dụng ức chế hoặc đình chỉ quá trình xuất hiện các vị oxy hóa của sữa. Các loại sữa thu hoạch vào mùa đông có hàm lượng các vitamin giảm nên thường làm tăng vị oxy hóa của sữa. Đối với các loại sữa giàu hàm lượng caroten thì ít bị oxy hóa hơn.

Một số các yếu tố vật lý và hóa học khác như: ánh sáng, sự có mặt của các muối kim loại nặng như muối sắt, muối kẽm và nhất là muối đồng là kim loại hoạt động mạnh nhất (ngay cả khi hàm lượng của chúng từ 1-2 mg/lit) là các nguyên nhân làm tăng quá trình oxy hóa tạo vị bất bình thường cho sữa.

1.3.2.4. Biến chất do pha sữa

Sự pha sữa bao gồm các quá trình chủ yếu sau: cho thêm nước vào sữa; sự tách bơ; sự thêm các chất bảo quản và sự pha trộn sữa.

• Pha thêm nước vào sữa:

Sữa được pha 5% có nghĩa là trong 100 thể tích sữa chứa 5 thể tích nước. Việc cho thêm nước vào sữa đương nhiên làm giảm thành phần chất khô của sữa: sự cân bằng chất khô trong sữa bình thường được biểu diễn theo biểu thức:

$$C \cdot M \cdot S = L + 11,9C$$

trong đó L - đường lactoza (g/l sữa không tách béo);

C - muối clorua (g/l sữa không tách béo);

1g muối clorua = 11,9g đường lactoza.

L và C là hai thành phần chính hòa tan trong pha lỏng của

sữa và là điều kiện chính tạo ra áp suất thẩm lọc của chất lỏng.

Trong trường hợp sữa không tách bơ, sự tích tụ hàm lượng muối clorua và đường lactoza cho phép tính được thể tích của chất béo:

$$V_{\text{chất béo}} = C.M.S_{\text{thực tế}} = \frac{1000(L + 11,9C)}{1000(G/0,92)}$$

trong đó L - hàm lượng của đường lactoza (được tính bằng gam của đường lactoza đã ngâm nước/lít sữa không tách bơ);

C - hàm lượng NaCl (g/lít sữa không tách bơ);

0,92- mật độ quang học trung bình của chất béo;

G - hàm lượng chất béo (g/l sữa không tách bơ).

Loại sữa không pha nước luôn luôn có $C.M.S \geq 70$.

Chỉ số $C.M.S$ rất quan trọng để đánh giá chất lượng sữa tươi bởi nếu như một trong hai cấu tử chính trong quá trình chế biến (phân tử đường lactoza chẳng hạn) trên đường thoái biến thì ngược lại, các phân tử lọc (chẳng hạn như clorua) sẽ tăng lên đồng thời để thiết lập sự cân bằng về áp suất thẩm lọc của sữa.

Để thiết lập tỷ lệ pha nước vào sữa, người ta sử dụng quan hệ sau:

- Quan hệ với $C.M.S$

$$\text{Tỷ lệ pha nước (\%)} = \frac{100(70 - C.M.S)}{70}$$

- Quan hệ với chất khô đã tách chất béo ($E.S.D$)

$$\text{Tỷ lệ pha nước (\%)} = \frac{100(87,5 - E.S.D)}{87,5}$$

trong đó 87,5- lượng chất khô trung bình đã tách bơ (g/lít sữa không pha).

Quan hệ sau cho phép xác định tỷ lệ xấp xỉ về hàm lượng bơ có thể tách được:

$$\text{Sự tách bơ (\%)} = \frac{100(G' - G)}{G'}$$

trong đó G - hàm lượng chất béo có trong sữa cần tách (dự đoán);

G' - hàm lượng chất béo trung bình của các loại sữa trong vùng.

• Cho thêm các chất bảo quản hóa học:

Trước hết việc cho thêm vào sữa các chất bảo quản là cấm. Tuy nhiên trong những trường hợp thật cần thiết nhằm giữ được độ tuổi của sữa, người ta có thể bổ sung một số chất không độc cho phép và không được gây ra sự biến chất cho sữa. Các chất bảo quản hóa học, có thể được sử dụng tùy theo điều kiện thuộc hai nhóm chính sau:

– Nhóm thứ nhất được sử dụng bao gồm các chất nhằm mục đích trung hòa axit lactic hình thành trong quá trình axit hóa sữa, đó là: carbonat và bicarbonat.

– Nhóm thứ hai là các chất sát trùng cho phép kìm hãm hoặc đình chỉ sự hoạt động của vi sinh vật, đó là: nước oxy già, hypoclorit trung tính, formol, axit boric hoặc muối borat, axit salixilic hoặc muối salixilat... Trong các chất này, thì formol và nhất là nước oxy già được sử dụng nhiều hơn cả vì chúng không tồn tại lâu trong sữa và rất dễ loại ra trong quá trình xử lý đồng thời rất khó để lại dấu vết.

• Pha thêm các sữa :

Chủ yếu là pha thêm sữa dê vào sữa bò theo một tỷ lệ qui định nhằm giảm giá thành.

Vấn đề pha thêm sữa dê, Chollet và Camus, năm 1930 đã đưa ra một phương pháp xác định tỷ lệ pha chế cho phép dựa trên việc kiểm tra chất béo và nhất là dựa trên quan hệ sau:

$$R = \frac{\text{Các axit bay hơi không hòa tan được}}{\text{Các axit bay hơi hòa tan được}} \times 100$$

Quan hệ này thay đổi từ 8 - 15 trong trường hợp sữa bò và từ 36,5 - 43,5 trong trường hợp sữa dê.

Năm 1952, Hodland và Solberg đã đưa ra phương pháp huyết thanh học. Phương pháp này cho phép phát hiện sự hiện diện 1% của sữa bò có trong sữa dê. Mới đây Kuzdzal - Savoie đã đưa ra phương pháp xác định sự có mặt của sữa dê dựa trên sự hiện diện của β - caroten, sắc tố này chỉ có trong sữa bò.

• Nhiễm phóng xạ :

Các chất phóng xạ thường sinh ra do sự nổ hạt nhân. Vì vậy nó thay đổi theo vùng và theo thời gian. Trong số các chất quan trọng nhất ảnh hưởng đến con người có thể kể đến: iot 131 có chu kỳ phân rã ngắn (8 ngày) và nhất là stronti 90 có chu kỳ phân rã dài (28 năm), các chất này cố định vào tế bào xương ở vị trí canxi, gây ra sự lan tỏa của tủy sống. Sự đấu tranh chống lại các ô nhiễm phóng xạ sẽ chiếm một vị trí quan trọng trong tương lai và là vị trí hàng đầu của ngành vệ sinh học.

Chương 2

BẢO QUẢN, THU NHẬN, LỌC VÀ TIÊU CHUẨN HÓA SỮA TƯƠI

Các công đoạn nêu ra trong chương này nhằm đảm bảo cho sữa sau khi thu được từ con vật phải được bảo quản và tiến hành một số công đoạn thích hợp, nhằm làm cho sữa không bị biến chất do nhiễm vi sinh vật và các biến đổi do các nguyên nhân khác sau khi sữa ra khỏi con vật. Đây là các công đoạn cần thiết tiến hành ngay ở nông trại hoặc ở những nơi thu vắt sữa.

2.1. BẢO QUẢN SƠ BỘ SỮA TƯƠI TẠI NƠI VẮT SỮA

Sữa sau khi vắt hầu như không được sử dụng tươi ngay tức thời hoặc đem chế biến ngay, mà phải lưu lại một thời gian sau khi vắt và vận chuyển sữa khỏi nông trại. Do đó trong giai đoạn này nhất thiết sữa phải bảo quản trong những điều kiện nhất định, nhằm ổn định chất lượng ban đầu của sữa.

Sau khi sữa được lấy từ con vật cho sữa, sữa có nhiệt độ khoảng $35 - 37^{\circ}\text{C}$ và chứa một lượng vi sinh vật (ngay cả thu vắt sữa trong những điều kiện vệ sinh tốt). Với nhiệt độ trên của khối sữa tươi, vi sinh vật phát triển nhanh chóng làm thay đổi độ axit của sữa. Vì vậy, để đình chỉ hay hạn chế tác dụng của chúng cần tiến hành làm lạnh nhanh sữa.

Ngoài ra, quá trình thu vắt sữa không phải lúc nào cũng

được thực hiện trong các điều kiện vệ sinh đầy đủ, do vậy bên cạnh một lượng vi sinh vật có mặt trong sữa còn có các tạp chất có kích thước khác nhau (chủ yếu là các cọng rơm, phân, hạt kim loại, lông, bụi bặm...) cần được loại trừ ra khỏi khối sữa bằng cách lọc.

2.1.1. Lọc sữa sau khi vắt

Quá trình lọc sữa là một công đoạn rất cần thiết và đôi khi cũng được xem như là phương pháp kiểm tra sữa. Nếu sữa đem bán trực tiếp cho người tiêu dùng thì việc lọc sữa là không thể thiếu được. Ngược lại, nếu sữa được đem chế biến ở nhà máy cần phải xem xét lợi ích của việc lọc sữa ở giai đoạn này, bởi vì việc lọc sữa được tiến hành ngay cả trong điều kiện vệ sinh nghiêm ngặt thì cũng không thể loại bỏ hết được lượng vi sinh vật đã có mặt trong khối sữa (ngay cả khi sữa được lọc đi lọc lại nhiều lần) mà lại là điều kiện để phát triển số lượng sinh vật.

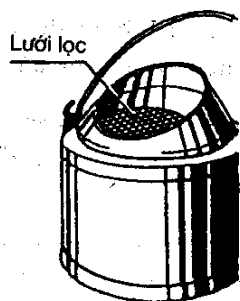
Ở Thụy Sĩ, nguyên tắc trên có liên quan đến cách thức giao nhận sữa và tùy thuộc vào đối tượng sử dụng nguồn sữa. Người ta cấm tuyệt đối lọc sữa ở nông trường khi sữa không được giao nhận trực tiếp cho người tiêu dùng. Ngược lại, ở Mỹ việc lọc sữa trước khi giao nhận là nguyên tắc phải thực hiện.

Quan điểm mới về công đoạn lọc này: nên lọc sữa để bảo toàn chất lượng sữa ban đầu khi điều kiện vắt sữa không thuận lợi và việc lọc sữa sẽ có tác dụng tốt hơn và hiệu quả cho các công đoạn tiếp theo.

Vật liệu để làm dụng cụ lọc sữa được sử dụng trong các nông trại cần phải đơn giản và dễ tiết trùng. Thiết bị đơn giản nhất thường được sử dụng là một cái phễu bằng kim loại không

gi; phần đáy có dạng hình trụ cho phép đổ dễ dàng sữa vào lưới lọc được đặt ở miệng của các dụng cụ chứa sữa. Bộ phận lọc chủ yếu là một cái ronden di động được đặt vào giữa hai tấm tôn bằng kim loại và được đặt vào giữa phần hình trụ.

Người ta tiến hành lọc gián tiếp ngay sau khi vắt sữa vì lúc này sữa hãy còn nóng (vì mới ra khỏi cơ thể động vật) nên dễ chảy và thông thường, quá trình lọc sữa được tiến hành vào thời điểm trút sữa từ bình này sang bình khác, tức là từ các xô lọc vào các dụng cụ chứa có nắp kín đã được tiệt trùng.



Thiết bị lọc sữa đơn giản như trong hình 2.1.

Hình 2.1. Xô lọc sữa liên hoàn

Đơn giản hơn nữa, người ta tiến hành lọc sữa bằng một miếng vải mousselin được phủ kín lên miệng phễu lọc. Phương pháp này kém hiệu quả và dễ nhiễm khuẩn.

2.1.2. Làm lạnh sữa

Tiến hành làm lạnh sữa là công đoạn không thể thiếu được trong khâu xử lý đã được giải thích phần trước. Vấn đề làm lạnh ở đây là xác định nhiệt độ làm lạnh và các dụng cụ sử dụng cho quá trình làm lạnh.

Thực tế cho thấy ở các nông trường người ta không bảo quản sữa trong nhiều ngày mà chỉ trong một vài giờ sau khi vắt sữa. Sau đó sữa sẽ được chuyển đến người tiêu dùng hay nhà máy. Nhiệt độ của khối sữa cần thiết phải hạ xuống khoảng 10°C để bảo toàn tính tự nhiên của sữa tươi. Thế nhưng, chúng ta không

được quên rằng sữa sẽ bắt đầu bị nhiễm vi sinh vật gây bệnh trong vòng hai giờ đầu sau khi vắt sữa. Vì vậy, việc làm lạnh cần được tiến hành trong chốc lát, có nghĩa là làm lạnh sẽ được thực hiện ngay sau khi vắt hoặc lọc sữa, phải tiến hành trong điều kiện nhanh nhất có thể được.

Bảng 2.1 biểu diễn quan hệ giữa nhiệt độ và lượng vi sinh vật theo thời gian bảo quản.

Bảng 2.1: Ảnh hưởng của nhiệt độ đến số lượng vi sinh vật trong quá trình bảo quản (theo Davis và Killmeier)

Sữa tươi		Sữa được bảo quản		Chất lượng
Lượng vi sinh vật ban đầu/ml	Nhiệt độ, °C	Lượng vi sinh vật sau 24h	Lượng vi sinh vật sau 48h	
4000 (= 1)	4,5	1	1	Tốt
	10	3	30	Tốt
	16	372	4700	Trung bình (> 1 triệu tế bào/ml)
40 000 (= 1)	4,5	2	3	Tốt
	10	5	21	Tốt
	16	113	2540	Trung bình (> 1 triệu tế bào/ml)
150 000 (= 1)	4,5	2	4	Tốt
	10	8	100	Trung bình (> 1 triệu tế bào/ml)
	10	180	4700	Trung bình (> 1 triệu tế bào/ml)

Việc làm lạnh sữa là nhờ quá trình trao đổi nhiệt giữa sữa nóng với một dòng chất lỏng chảy có nhiệt độ thấp. Nhiệt độ của dòng chất lỏng này càng thấp thì quá trình làm lạnh sữa xảy ra càng nhanh chóng. Ngoài ra, quá trình làm lạnh còn phụ thuộc vào bản chất của chất dùng trao đổi nhiệt với sữa, chẳng

hạn nước lạnh sẽ làm giảm nhiệt độ của sữa nhanh hơn hai mươi lần so với chất trao đổi nhiệt là không khí. Để tăng nhanh quá trình trao đổi nhiệt cần khuấy trộn sữa hoặc dòng chất lỏng và tốt hơn là khuấy trộn đồng thời cả sữa và cả chất lỏng dùng làm lạnh. Trong thực tế, người ta sử dụng ba nguồn chất làm lạnh sau:

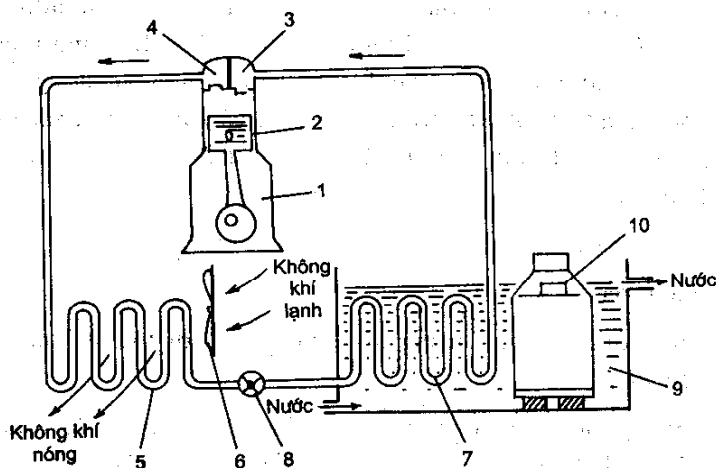
- Nước mát.

- Nước đá.

- Chất lỏng tải lạnh trong quá trình bay hơi tức là làm lạnh bằng cơ khí.

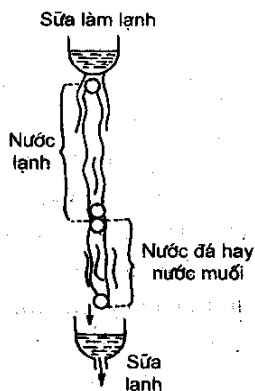
Dùng nguồn nước mát hiệu quả làm lạnh hạn chế hơn là dùng dòng chất lỏng được làm lạnh. Dòng nước mát chỉ hạ thấp nhiệt độ của khối sữa xuống khoảng 2°C . Hơn nữa, về mùa nóng nước mát rất khó hạ thấp nhiệt độ của sữa xuống dưới $15 - 16^{\circ}\text{C}$. Ở nhiệt độ này không đảm bảo ổn định chất lượng của sữa. Mặt khác tiêu hao nước lại nhiều (cần sử dụng từ 3 - 5 lít nước để làm lạnh một lít sữa).

Việc dùng nước đá cho phép hạ nhiệt độ của sữa đến nhiệt độ mong muốn, tuy nhiên khó thực hiện trong điều kiện ở xa thành phố hoặc xa nguồn điện. Vậy chỉ có việc làm lạnh bằng cơ khí được coi là giải pháp toàn diện hơn, bởi nó đáp ứng được cho hầu hết các nước sản xuất sữa trên thế giới, tuy nhiên giá thành của sữa và giá mua sắm thiết bị làm lạnh còn là vấn đề nan giải. Ở Mỹ, tuy thiết bị làm lạnh sữa bằng cơ khí rất phổ biến, nhưng người ta nhận thấy rằng giá sữa và thiết bị vẫn cao, tuy nhiên cũng còn rẻ hơn khoảng năm lần so với Pháp. Nguyên lý thiết bị làm lạnh sữa bằng cơ khí như trong các hình 2.2, 2.3, 2.4, 2.5 và 2.6.

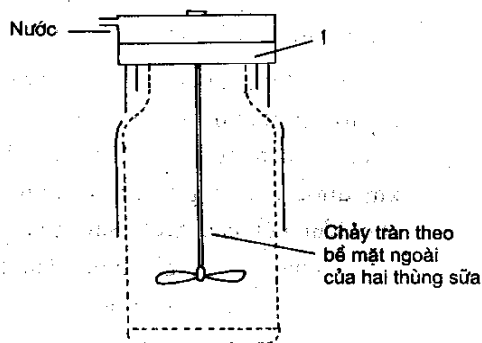


Hình 2.2. Nguyên lý của thiết bị làm lạnh kiểu nén để làm lạnh sữa bằng cách nhúng chìm:

1- bộ phận nén khí; 2- piston; 3- phòng chế hòa khí; 4- phòng nén khí; 5- ống dẫn khí nén; 6- quạt; 7- thiết bị bốc hơi; 8- van xả hơi; 9- bể nước; 10- thùng sữa

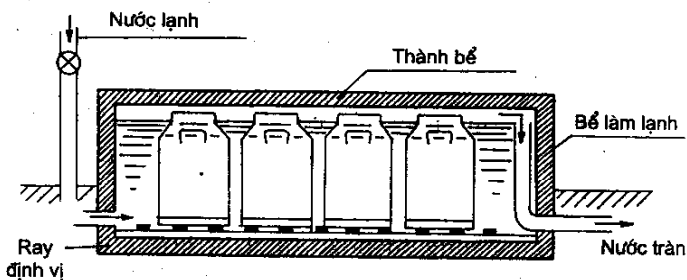


Hình 2.3. Chất làm lạnh chảy thành dòng với hai nguồn nước khác nhau

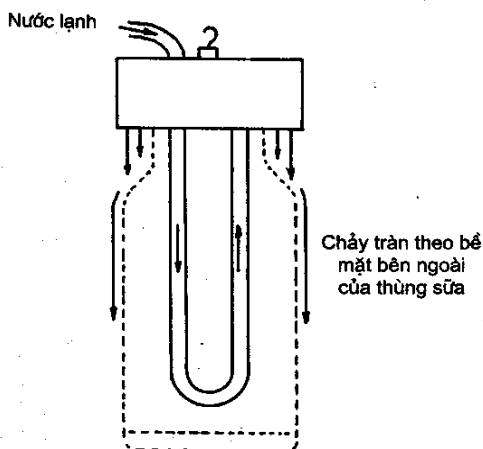


Hình 2.4. Chất làm lạnh chảy tràn theo bề mặt hoặc bằng tourbin:

1- tourbin nước; 2- thiết bị đảo trộn có cánh khuấy



Hình 2.5. Bể làm lạnh nhờ sự tuần hoàn của nước lạnh



Hình 2.6. Chất làm lạnh chảy tràn kết hợp với làm lạnh theo kiểu tourbin với dòng nước lạnh chảy bên trong

Tất cả các thiết bị được giới thiệu trên đều có cùng một số bộ phận giống nhau trong thiết bị:

- Có một bộ phận bốc hơi cho phép làm bay hơi dòng chất lỏng đã được làm lạnh, nhờ đó làm giảm nhiệt độ gần với nhiệt độ của môi trường.

- Một hệ thống máy nén có nhiệm vụ hút hơi của chất lỏng đã được bốc hơi trong thiết bị bốc hơi để nén trong thiết bị ngưng tụ.

- Bộ phận ngưng tụ hoặc thiết bị hóa lỏng được làm lạnh bên ngoài bởi nước hoặc không khí. Thiết bị này nhằm tạo áp suất và hơi sẽ được hóa lỏng trở lại một cách tuần hoàn trong thiết bị.

- Van xả để điều hòa dòng chất lỏng đi vào trong thiết bị bốc hơi, tại đó thực hiện quá trình bốc hơi.

Tốc độ làm lạnh sữa trong một thùng chứa sữa có dung tích 20 lít như trong bảng 2.2.

Bảng 2.2. Tốc độ làm lạnh sữa trong bình chứa 20 lít

	Thời điểm nhận chìm bình sữa vào nước lạnh	Sau 1 h	Sau 2 h
Nhiệt độ của nước lạnh, °C	1	6	4
Nhiệt độ của sữa, °C	30	10	8

Khâu quan trọng nữa là sữa sau khi được làm lạnh sẽ được bảo quản như thế nào cho đến khi tiêu thụ hoặc chế biến. Vấn đề đặt ra là bảo quản sữa qua đêm. Có thể có các giải pháp sau:

- Nếu sữa được làm lạnh bằng phương pháp nhúng ngập

chìm thùng sữa trong nước lạnh thì tiếp tục giữ nguyên trạng thái này qua đêm.

- Nếu làm lạnh sữa bằng phương pháp chảy thành dòng ngoài thành thùng chứa sữa hoặc làm lạnh bởi chất làm lạnh được chảy trong các ống dài thì cần phải bảo quản các bình chứa sữa ở điều kiện mát để tránh sự tăng lên về nhiệt độ của khối sữa. Trong trường hợp này người ta có thể sử dụng các phòng lạnh nhỏ, tuy nhiên tốn kém nhiều. Vì vậy, người ta có thể làm lạnh khối sữa xuống 9°C , giữ ở nhiệt độ 20°C (thường là nhiệt độ trung bình hàng năm ở các nước Tây Âu như Pháp chẳng hạn), thì người ta thấy rằng sau 15h ở nhiệt độ này khối sữa đạt 15°C . Trong trường hợp các thùng sữa đã được làm lạnh đến 9°C , nếu được cách nhiệt bởi các lớp len thủy tinh thì nhiệt độ của khối sữa từ 9°C chỉ tăng lên 12°C trong 15h ở nhiệt độ môi trường 20°C . Chất tải lạnh thường dùng để làm lạnh sữa: amoniac, metyl clorua và freon.

- Nếu sử dụng nước đá để làm lạnh sữa cần tỷ lệ nước đá/sữa (34°C) = $1/3$, với tỷ lệ này cho phép hạ nhiệt độ của sữa từ 34°C xuống 10°C trong thời gian là một giờ.

Quá trình làm lạnh nhanh nhất là vào giai đoạn sau khi bổ sung nước đá khoảng 30 ph, ở giai đoạn này nhiệt độ của sữa đã hạ xuống đến $12-13^{\circ}\text{C}$.

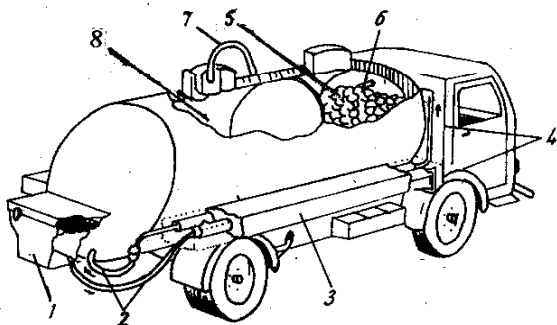
Thời gian cần thiết để làm lạnh sữa bằng nước đá là từ 6-8h. Một điều quan trọng nữa là không bao giờ được trộn sữa vắt buổi sáng vào sữa vắt buổi chiều tối bởi vô tình làm tăng nhiệt độ khối sữa, có tác dụng thúc đẩy sự phát triển của vi sinh vật hoặc tăng sự nhiễm vi sinh vật.

2.1.3. Chứa sữa và vận chuyển sữa

Chúng ta cần hiểu rằng nơi chế biến sữa không chỉ là giải quyết việc xử lý và chế biến sữa mà nó còn là một xí nghiệp tổ chức phương thức vận chuyển sữa. Như đã biết, bảo quản sữa sau khi vắt là rất quan trọng nhằm ổn định chất lượng, vận chuyển sữa hợp lý cũng góp phần không nhỏ vào chính chất lượng của sản phẩm cuối cùng. Các nguồn thu sữa rất khác nhau, chúng ta không thể đòi hỏi người bán sữa đưa sữa trực tiếp đến nhà máy, khi nơi vắt sữa cách xa nhà máy hàng chục kilomet. Do đó đòi hỏi nhà máy chế biến sữa phải đảm nhận việc vận chuyển sữa hàng ngày hoặc hai lần/ngày, bởi vì sữa nhất thiết phải giữ được trạng thái tươi nên thời gian lưu lại ở nông trại cần rất ngắn. Mặt khác, chất lượng của sữa cũng như phương thức bảo quản rất khác nhau giữa các nơi chứa sữa, nên việc bố trí nhận sữa ở nhà máy cũng là vấn đề quan trọng. Ngoài ra, phương thức tổ chức vận chuyển sữa góp phần đáng kể trong giá thành sản phẩm và giải phóng nhanh phương tiện chứa sữa.

Thường các nhà máy đảm bảo việc vận chuyển sữa về nhà máy sau khi thu mua trực tiếp tại các địa phương. Phương thức, thiết bị vận chuyển sữa gồm những loại sau:

- Xe vận chuyển sữa: (hình 2.7)



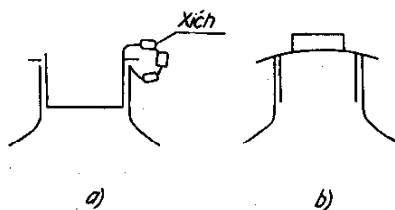
Hình 2.7. Sơ đồ của xe xitec thu gom sữa đầu tiên (kiểu dáng theo Didier - Pétit, 1948)

- 1- bể thu nhận sữa; 2- đường đi của sữa; 3- thiết bị trao đổi nhiệt dạng ống; 4- đường đi của nước đá; 5- bể chứa đá; 6- đường ống thu hồi nước đá; 7- bộ phận nén; 8- xitec chứa sữa.

• **Thiết bị (thùng, bể chứa sữa):**

Sữa sau khi vắt thường được chứa trong các dụng cụ kín để tránh tổn thất khối lượng, hạn chế sự nhiễm khuẩn từ bên ngoài vào và dễ dàng khi vận chuyển.

Các dụng cụ chứa sữa thông dụng hiện nay thường có dạng hình trụ đứng với dung tích 20 lít, đôi khi 40 lít hoặc thậm chí 100 lít và có cơ cấu đóng, mở nắp rất khác nhau (hình 2.8). Vật liệu làm thùng hoặc bằng tôn tráng thiếc hoặc bằng các hợp kim nhôm hoặc bằng chất dẻo hoặc bằng almasilic (97,8% Al, 0,7% Mg và 1,5% Si). Đối với dụng cụ được làm từ tôn tráng thiếc giá thành thấp nhưng nặng (loại 20 lít nặng 7,5 kg). Với loại thùng được làm từ hợp kim tuy giá thành cao gấp hơn hai lần so với dụng cụ làm từ tôn tráng thiếc song trọng lượng nhẹ (loại 20 lít nặng 4 kg). Mặt khác, thùng bằng hợp kim không bị biến dạng khi va chạm mạnh và hạn chế được sự oxy hóa. Kim loại là thép không gỉ không sử dụng làm dụng cụ chứa sữa vì trọng lượng nặng và giá thành quá đắt. Vật liệu bằng chất dẻo tuy rẻ và nhẹ song không khuyến khích sử dụng.



Hình 2.8. Các kiểu mở nắp của thùng chứa sữa khi vận chuyển:
a- mở nắp bằng xích; b- mở nắp theo cách nhấc lên theo bờ rìa thùng

• **Cách tổ chức thu nhận sữa :**

Xe chở sữa	Thời gian (h)												
	5h30'	6	30'	7	30'	8	30'	9	30'	10	30'	11	30'
Xe 1 : 100 thùng													

Hình 2.9. Cách thức tổ chức thu gom sữa (đối với nhà máy thu 7950 lít sữa trong bốn vòng quay của đầu xe)

• **Cách tiếp nhận sữa khi chuyển về đến nhà máy:**

Vì dụng cụ chứa sữa sử dụng có thể khác nhau nên cách tiếp nhận sữa đưa vào nhà máy cũng khác nhau:

– Nếu nơi có nguồn sữa có ít dụng cụ chứa sữa thì sữa có thể được đưa đến cho người thu gom sữa trong các bể chứa sữa của nơi có sữa bán. Người thu gom sữa sẽ đổ vào trong các thùng chứa của mình (theo một dụng cụ có dung tích đã có sẵn). Phương pháp này tốn nhiều thời gian và dễ dàng làm ô nhiễm sữa nhất là khi thu gom sữa được thực hiện ở nơi gần đường đi có nhiều bụi. Mặt khác, cách thức này làm cho sữa bị xáo trộn liên tục.

– Nếu nơi có nguồn sữa có nhiều dụng cụ chứa sữa thì nhà

máy có thể để các bình chứa sữa không tại nông trại và vận chuyển các thùng đã chứa đầy sữa đi. Phương pháp này vừa dễ dàng kiểm tra thể tích sữa bằng cách đếm số thùng sữa vận chuyển đi và chỉ cần kiểm tra thể tích một thùng đại diện bằng dụng cụ decalit.

- Trong trường hợp nhà máy mua sữa theo trọng lượng thì việc kiểm tra chất lượng sữa tiến hành ngay tại nơi thu nhận sữa về chỉ tiêu hàm lượng chất béo có trong sữa là chủ yếu.

- Trong trường hợp xe vận chuyển sữa không đến được tận nơi thu sữa thì người bán sữa phải tự vận chuyển sữa ra lề đường và phải đậy kín các dụng cụ chứa sữa trong khi vận chuyển đến nơi tập kết để chờ xe, chú ý tránh ánh sáng Mặt trời.

- Cuối cùng, người thu gom sữa của nhà máy chế biến sữa cũng chính là người thu mua bơ và phomat. Việc thu mua các sản phẩm này không cần tiến hành hàng ngày bởi mất nhiều thời gian song phải yêu cầu thực hiện phương thức bảo quản nghiêm ngặt.

2.2. THU NHẬN VÀ LỌC SỮA TRƯỚC KHI ĐƯA VÀO NHÀ MÁY

Khi sữa được thu nhận về nhà máy phải qua xử lý có tính công nghiệp, có nghĩa là sữa được kiểm tra chất lượng bằng cách lấy mẫu để thực hiện việc kiểm tra chất lượng hay tiến hành khâu phân loại chất lượng ban đầu.

Sau khi sữa được chuyển sang bình khác, thì luôn luôn phải thực hiện quá trình lọc nhằm loại các tạp chất ở dạng lơ lửng trong dịch sữa. Quá trình lọc này là qui tắc bắt buộc cho tất cả các nhà máy sữa, bởi nó có tác dụng kéo dài thời gian giữ được độ tươi cho khối sữa sau thu mua.

2.2.1. Thu nhận và lọc sữa trước khi đưa vào chế biến

Công đoạn này là cách thức tổ chức thu nhận bắt buộc cho tất cả các nhà máy sữa và thực hiện ngay ở nơi tiếp nhận sữa quy định của nhà máy.

• Nơi tiếp nhận sữa tươi phải đảm bảo:

- Thuận tiện cho việc vào ra dễ dàng của xe chở sữa.
- Thao tác sang trút sữa sang các dụng cụ chứa của nhà máy tiến hành nhanh.
- Đủ phương tiện để tiến hành kiểm tra khối lượng, thể tích (khi cần) một cách nhanh chóng, chính xác.
- Có thiết bị rửa sạch các dụng cụ chứa sữa sau khi sang trút dụng cụ.

- Trong một vài trường hợp cần phải có cả cách thức thu nhận lô (thùng) sữa đã được thanh trùng hoặc các sản phẩm phụ như sữa đã tách bơ hoặc serum.

Nhìn chung nơi tiếp nhận sữa có hai phần riêng biệt:

- Nơi thu nhận sữa (hay còn gọi là nơi dỡ hàng).
- Nơi các phương tiện rời khỏi nhà máy hay còn gọi là nơi chất hàng (dụng cụ chứa sữa đã được làm sạch).

• Tiếp nhận các loại mỡ sữa từ các nông trại:

Các thùng chứa mỡ sữa được đậy kín và chuyển về nơi thu gom đồng thời với việc xác định khối lượng thật của sản phẩm bằng cách trừ trọng lượng bì. Khi mỡ sữa được chuyển về đến nhà máy, việc cần thiết đầu tiên là kiểm tra khối lượng thật khi giao hàng. Tiếp đến, người ta lấy mẫu sau khi đã làm đồng nhất khối mỡ sữa để kiểm tra thành phần. Các thùng mỡ sữa

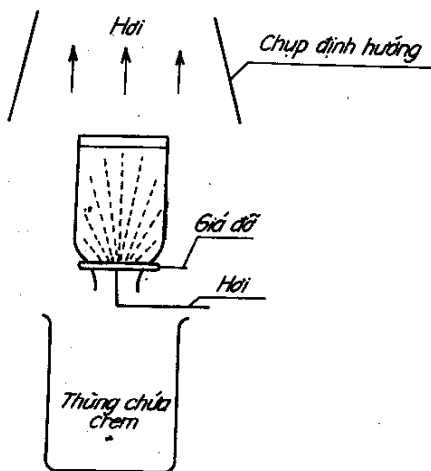
dù muốn hay không nó vẫn bị đặc lại và bị đông tụ một ít bởi sự thay đổi về hàm lượng axit. Để dễ dàng khi chuyển sang dụng cụ chứa khác và để tránh hao hụt nhiều vì bám dính vào thành bên trong của dụng cụ chứa, người ta đưa ra hai giải pháp sau:

– Giải pháp 1: nhúng chìm bình chứa mỡ sữa vào một bể nước nóng trong chốc lát để làm chảy khối bơ nhằm tránh bị bám dính vào thành trong của bình chứa. Giải pháp này tuy ít tốn kém nhưng quá thủ công, mất thì giờ và phải di chuyển nhiều lần vị trí các thùng chứa mỡ sữa.

– Giải pháp 2: sử dụng cách thức chuyển từ dụng cụ chứa này sang dụng cụ chứa khác nhờ hơi (hình 2.10).

Ưu điểm của phương pháp là tiến hành sang thùng rất nhanh và làm sạch được thùng chứa một phần. Mặt khác, với phương pháp này cũng có thể cho phép làm tăng hàm lượng sắt trong dịch sữa từ các ống dẫn hơi.

Mới đây đã ra đời các thiết bị sang trút mỡ sữa ở nhiệt độ thấp bởi việc nạp nước hoặc không khí, đặc biệt được sử dụng trong việc rửa sạch mỡ sữa. Với kỹ thuật này bảo toàn được cấu trúc của sản phẩm và ngăn chặn sự hình thành các mảng lớn do sự đông tụ



Hình 2.10. Nguyên tắc sang trút khối kem thu được ở nồng trạng nhờ áp lực hơi

của casein. Khi sử dụng phương pháp nhiệt cao (giải pháp 2) có tác dụng bao bọc các hạt globulin béo. Các khối đông tụ đó sẽ được kéo theo bởi dòng nước được nén ở áp suất cao. Khi tiến hành thao tác rửa khối mỡ sữa theo phương pháp này làm cho tổn thất lượng chất béo giảm đáng kể hơn nhiều so với giải pháp 2.

2.2.2. Lọc sữa khi về nhà máy

Trước khi đem sữa vào chế biến, việc đầu tiên là tiến hành lọc sữa để loại bỏ tạp chất còn lại trong khối sữa. Công đoạn lọc sữa này còn có thể gọi là công đoạn làm sạch sữa và được tiến hành theo hai giai đoạn sau:

- Giai đoạn 1: tiến hành lọc các tạp chất có kích thước lớn nhờ lưới lọc bằng kim loại, được tiến hành trong quá trình sang dụng cụ chứa.
- Giai đoạn 2: tiếp tục lọc bằng vải hoặc bằng thiết bị ly tâm.

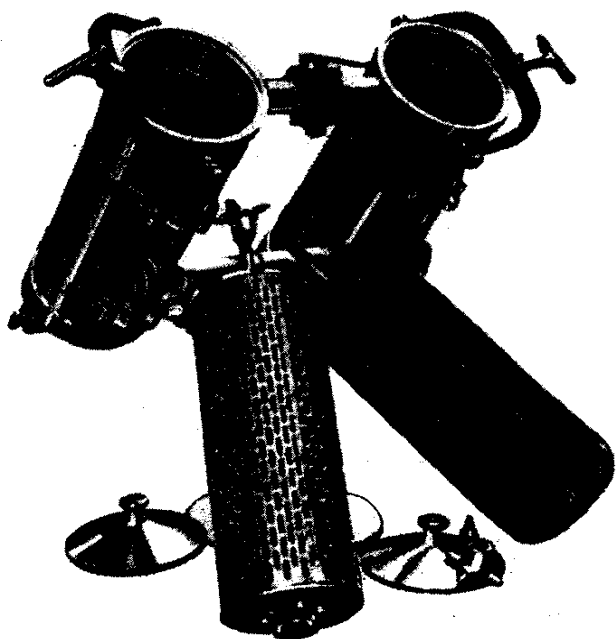
2.2.2.1. Lọc sữa ở giai đoạn 1

Trong hình 2.11, các cơ cấu lọc có dạng ống tháo lắp được và được bịt kín bằng các túi lọc. Các túi lọc được lồng vào giữa hai vỏ kim loại cố định. Giữa hai cơ cấu lọc có rôbinê, với ba đường hướng khác nhau sẽ hướng dòng chảy của sữa luân phiên thay đổi từ cơ cấu này sang cơ cấu khác.

2.2.2.2. Lọc sữa ở giai đoạn 2

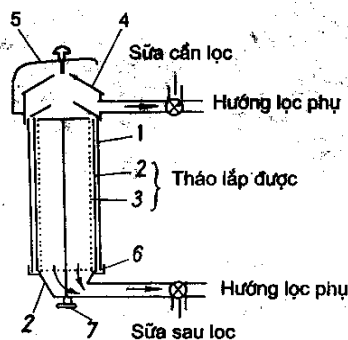
- *Lọc bằng vải:* được sử dụng có hiệu quả với lưu lượng sữa tương đối lớn.

Khi lọc, sữa được đi qua một lớp vải lọc (hoặc vải bạt hoặc màng xenluloza hoặc bằng nylon). Việc lựa chọn lớp vải lọc khác nhau phụ thuộc vào kiểu lọc.



Hình 2.11. Lọc thủy tĩnh trong thiết bị lọc một túi tháo rời

Trong khi thao tác, lớp vải lọc sẽ bị bít lại do cặn lọc nên cần thay luôn theo định kỳ để đảm bảo năng suất lọc. Khi thay vải lọc nhất thiết phải dùng máy trong trường hợp lọc thủy tĩnh gián đoạn. Ngược lại, người ta cũng có thể tiến hành lọc liên tục bằng cách bổ sung lên bề mặt của lớp cặn lọc một lớp vải lọc khác mà không làm gián đoạn việc chảy qua vải lọc của dòng sữa. Lọc gián đoạn thông thường sử dụng dụng cụ lọc cặp đôi có nghĩa là sữa chảy qua một trong hai dụng cụ lọc, còn cái kia thì tiến hành tháo thay vải lọc khác.



Hình 2.12. Sơ đồ nguyên tắc hoạt động của quá trình lọc thủy tĩnh trong thiết bị lọc một túi tháo rời:

- 1- vỏ bọc ngoài; 2- vải lọc; 3- khung kim loại đục lỗ; 4- nắp dây di động;
5- đòn bẩy xiết chặt; 6- đệm; 7- ốc xiết chặt các cơ cấu lọc

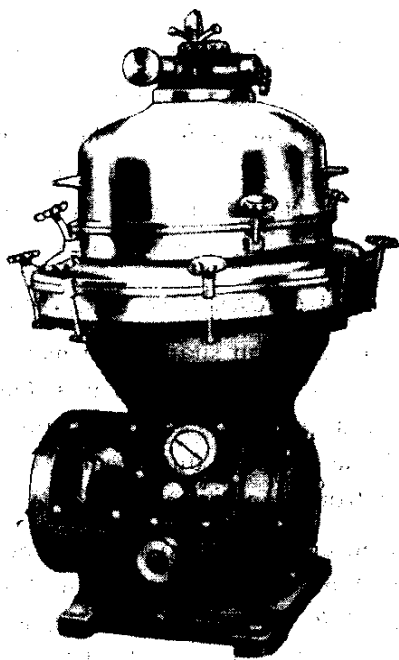
Lọc liên tục nhờ chủ yếu vào một nôi (chậu thau, thùng) mà trong nôi có đặt một cái trống cố định bằng tôn có đục lỗ, phía mặt trong của trống được căng một lớp vải lọc. Dòng sữa tới được hút vào bề mặt trống và chảy qua lớp vải lọc. Có hệ thống xiphông tháo sữa sau khi sữa được lọc ra khỏi thiết bị. Nếu lớp vải lọc bị bít do lớp cặn, người ta giảm lưu lượng sữa tới thiết bị (tới mặt trống) và người ta đặt vào sau mặt trống một lớp vải lọc mới đồng thời lấy ra phần vải lọc đã bị bít cho vào trong xylanh chứa được đặt ở gần đó.

Quá trình lọc tiến hành nhanh hơn khi nhiệt độ của khối sữa nóng so với khối sữa nguội (bởi nhiệt độ cao làm giảm độ nhớt của sữa). Vì lẽ đó, thông thường trước khi lọc, khối sữa thường được làm nóng đến $40 - 45^{\circ}\text{C}$ trong thiết bị đun nóng hoặc trong thiết bị thu hồi nhiệt (như trong hệ thống thanh trùng).

Quá trình lọc bằng vải tiến hành không đều do lớp vải bị bít lại.

• *Lọc ly tâm*: với phương pháp này đảm bảo quá trình lọc được đều đặn và liên tục đồng thời loại ra khỏi khối sữa các tạp chất một cách hoàn hảo hơn. Khi tiến hành ly tâm khối sữa sẽ nóng lên, trong một vài trường hợp xuất hiện khả năng khử mùi của sữa. Thiết bị lọc ly tâm gần giống với thiết bị tách mỡ sữa. Dòng sữa được chảy đến thiết bị có dạng hình bát úp quay tròn với tốc độ lớn (3000 - 4000 vg/ph).

Các chất cặn được tách ra và bám vào bên trong của thiết bị dưới dạng cặn bùn. Để tránh sự phân chia các hạt globulin béo, tất nhiên thiết bị ly tâm tách cặn này có cấu trúc phải khác với thiết bị tách mỡ sữa ở chỗ số lượng đĩa trong máy lọc ly tâm ít hơn và khoảng cách giữa các đĩa lại xa hơn. Tuy nhiên trong một số máy lọc khác lại có cấu trúc giống máy tách



Hình 2.13. Thiết bị lọc dạng bát úp kiểu mở, thoát tự động cặn đang ở trạng thái hoạt động (năng suất 2.700 lít/h)

crem sữa, nhưng khác là tốc độ quay của thiết bị lọc lại nhỏ hơn. Giống như các máy tách crem sữa, máy lọc ly tâm sữa gồm ba kiểu: mở, nửa đóng và hoàn toàn kín. Với hai kiểu nửa đóng và kín hoàn toàn tránh được sự hình thành bọt sau khi sữa đã được lọc đi ra khỏi thiết bị. Đặc biệt là ở thiết bị kín làm việc trong điều kiện hoàn toàn không có không khí nên không làm giảm hàm lượng CO_2 có trong khối sữa, do đó có tác dụng bảo toàn sự ổn định các tính chất hóa lý của sữa.

Các thiết bị lọc loại mở với năng suất cao cho phép tháo tự động phần cặn trong quá trình hoạt động (hình 2.13).

Quá trình tháo cặn bùn được thực hiện nhờ việc hạ thấp đáy di động trong thiết bị, nhờ đó mà có thể khai thông các lỗ thoát bùn được lắp trên thành của thiết bị vốn là nơi có tác dụng đưa các cặn bùn ra khỏi thiết bị. Hệ thống tháo cặn của thiết bị được điều khiển bằng chương trình máy tính.

2.3. TIÊU CHUẨN HÓA SỮA TRƯỚC KHI CHẾ BIẾN

Sau khi chọn sữa và tiến hành lọc bằng vải hoặc lọc ly tâm, sữa phải được tiêu chuẩn hóa. Quá trình tiêu chuẩn hóa nhằm làm đồng nhất hóa các thành phần chất khô với chất béo. Quá trình này còn ứng dụng cho cả sữa cô đặc để ổn định các thành phần trong sản phẩm.

Tiêu chuẩn hóa có nghĩa là bổ sung phần mỡ sữa hoặc sữa đã tách bơ vào lô sữa chuẩn bị đi chế biến, nhằm ổn định thành phần chất béo có trong sữa ban đầu. Liều lượng của mỡ sữa hay sữa đã tách bơ cần bổ sung vào, được tính toán theo phương pháp sau:

Gọi M là khối lượng của khối sữa đem chế biến, kg;

g là hàm lượng chất béo có trong 1kg sữa đem chế biến, g;

e là hàm lượng chất khô (không tính lượng chất béo) có trong 1kg sữa cần chế biến, g;

R_1 là tỷ số giữa hàm lượng chất khô/chất béo có trong 1kg sữa chế biến.

Ta có:

$$R_1 = \frac{e}{g}$$

Tương tự như đối với sản phẩm sữa cô đặc, ta có:

$$R_2 = \frac{E}{G}$$

trong đó E - hàm lượng chất khô có trong 1kg sữa cô đặc g;

G - lượng chất béo có trong một kg sữa cô đặc, g;

R_2 - tỷ lệ giữa hàm lượng chất khô/hàm lượng chất béo có trong 1 kg sữa cô đặc

Nếu $R_1 > R_2$, tức là tỷ lệ chất khô (không tính chất béo) có trong sữa chế biến cao hơn tỷ lệ chất béo có trong sản phẩm, nên cần phải bổ sung chất béo vào sữa chế biến.

Ngược lại, nếu $R_1 < R_2$ thì tỷ lệ chất béo có trong sữa sản phẩm cao hơn tỷ lệ chất khô trong sữa chế biến, nên cần phải bổ sung sữa tách mỡ vào khối sữa.

• Trong trường hợp $R_1 > R_2$ (trường hợp phải bổ sung chất béo)

Nếu gọi g_1 là hàm lượng chất béo có trong 1kg mỡ sữa, g;

e_1 là hàm lượng chất khô (trừ chất béo) có trong 1 kg mỡ sữa, g.

- Nếu bổ sung 1 kg chất béo để tiêu chuẩn hóa ứng với

một lượng chất khô (đã trừ chất béo) là: $(R_2 \times g_1) - e_1$.

– Và hàm lượng chất khô (trừ chất béo) chứa trong khối sữa cần xử lý là:

$$[e - (R_2 \times g)] \times M$$

– Lượng mỡ sữa C (kg) cần thiết bổ sung sẽ là:

$$C = \frac{[e - (R_2 \times g)] \times M}{(R_2 \times g_1) - e_1}$$

• Trong trường hợp $R_1 < R_2$ (cần bổ sung sữa đã tách bơ)

Gọi g_2 là hàm lượng chất béo có trong 1 kg sữa tách bơ, g ;

e_2 là hàm lượng chất khô (trừ chất béo) có trong 1 kg sữa tách bơ, g .

– Nếu bổ sung 1 kg sữa tách bơ để tiêu chuẩn hóa tương ứng với một lượng chất béo là:

$$\frac{e_2}{R_2} - g_2$$

– Và lượng chất béo có trong khối sữa được chế biến sẽ là:

$$(g - \frac{e}{R_2}) \times M$$

– Lượng sữa tách bơ cần bổ sung L (kg) được tính theo công thức:

$$L = \frac{(g - e/R_2) \times M}{(e_2/R_2 - g_2)}$$

Bảng 2.3 cho biết thành phần cơ bản có trong sữa cô đặc.

Bảng 2.3. Thành phần của sữa cô đặc (%)

Thành phần	Sữa cô đặc có đường	Sữa cô đặc tiết trùng
Chất béo	9 - 9,5	8 - 9
Chất khô (trừ chất béo) trong sữa	22 - 23	21 - 23
Sacaroza	42 - 42,5	-
Nước	25 - 26	69 - 70

KỸ THUẬT CHẾ BIẾN SỮA (SỮA TIÊU DÙNG, SỮA BẢO QUẢN VÀ SỮA LÊN MEN)

3.1. CÁC PHƯƠNG PHÁP BẢO QUẢN SỮA

Các phương pháp bảo quản sữa chủ yếu được đề cập đến là các phương pháp vật lý, còn các phương pháp hóa học phần lớn bị cấm, các phương pháp sinh học chỉ đôi khi được sử dụng và thay đổi phụ thuộc vào yêu cầu của sữa.

- Các phương pháp vật lý có thể được kể đến:
 - Phương pháp làm lạnh: làm lạnh và lạnh đông.
 - Phương pháp đun nóng: sữa thanh trùng và sữa tiệt trùng.
 - Phương pháp đun nóng và làm khô từng phần: sữa cô đặc tiệt trùng.
 - Phương pháp đun nóng, làm khô một phần và thêm đường: sữa cô đặc có đường.
 - Phương pháp đun nóng và làm khô dạng bột: sữa bột.
- Phương pháp hóa học được sử dụng trong công nghiệp có liên quan đến vấn đề bảo quản sữa bởi khí oxy.
- Phương pháp sinh học có nguồn gốc từ việc chế biến các loại sữa lên men trong đó sữa chua là đại diện.

Cuối cùng, một nhóm các sản phẩm sữa, với tên gọi là "sữa đặc trung" để chỉ các loại sữa đã thay đổi ít hoặc nhiều thành phần với mục đích làm thức ăn hoặc chữa bệnh. Nhìn chung, việc bảo quản các loại "sữa đặc trung" thường sử dụng phương pháp xử lý nhiệt hoặc sấy khô.

3.2. KỸ THUẬT BẢO QUẢN SỮA Ở NHIỆT ĐỘ THẤP

Cho đến ngày nay, các phương pháp bảo quản sữa ở nhiệt độ thấp chưa được sử dụng rộng rãi (ngoại trừ ở một vài nước). Bởi vì vấn đề bảo quản sữa ở trạng thái lạnh đặt ra các vấn đề về kỹ thuật và kinh tế rất lớn, mà hiện nay còn nhiều khó khăn chưa giải quyết được. Tuy nhiên trong tương lai phương pháp này sẽ được phát triển một khi chất lượng của các loại sữa đảm bảo mà không cần thiết qua xử lý nhiệt cùng với sự phát triển của trang thiết bị làm lạnh.

Tính chất của sữa được giữ ở trạng thái lạnh.

Như đã biết "men lactic" là nguyên nhân chính gây ra sự axit hóa sữa sẽ hoạt động chậm lại một cách mạnh mẽ khi nhiệt độ của khối sữa đạt xấp xỉ 10°C và đặc biệt là sự hình thành axit lactic của sữa sẽ ngừng lại khi nhiệt độ đạt $2-3^{\circ}\text{C}$. Điều này có thể không xảy ra với các enzym khác. Đặc biệt, đối với các loài vi sinh vật chứa enzym thủy phân casein phát triển tốt ngay ở 0°C làm biến tính các protit của sữa và sản sinh ra các chất độc rất nguy hiểm trước hết là đối với trẻ cồng bú.

Để ngăn chặn sự phát triển của vi sinh vật, người ta cần phải làm đông lạnh. Ở nhiệt độ dưới điểm đóng băng, phần lớn các vi sinh vật bị ức chế hoạt động. Tuy nhiên, khi nhiệt độ của khối sữa trở lại bình thường, thì chúng lại hoạt động trở lại để tái thiết lập sự sống của chúng.

Việc bảo quản sữa ở trạng thái lạnh chỉ có thể có hiệu quả khi sữa phải hết sức sạch sẽ, không bị hư hỏng, được thu hoạch trong các điều kiện vệ sinh nghiêm ngặt, cũng như được xử lý bằng các phương pháp thích hợp.

Nếu quá trình làm lạnh tiến hành ở nhiệt độ trên điểm đông băng sẽ không làm thay đổi cả về thành phần lẫn cấu trúc của sữa. Ngược lại, sự đông lạnh sẽ dẫn đến một số biến đổi lý hóa làm mất tính đồng nhất của sữa. Đặc biệt, trong khi làm lạnh đông chậm sẽ xảy ra quá trình phân chia các cấu tử khác nhau: trước tiên là sự hình thành các tinh thể đá từ nước và các thành phần hòa tan được, tập trung trong phần chưa được đông lạnh. Tiếp tục hạ thấp nhiệt độ, một số các cấu tử kết tụ lại (trong trường hợp dung dịch vượt quá điểm quá bão hòa). Đặc biệt, đối với chất béo có trong sữa sẽ bị thay đổi một cách sâu sắc, các triglycerit ngoại vi (nằm ở phía ngoài) bắt đầu kết tinh từ $6-7^{\circ}\text{C}$ gây ra sự co rút thành phần protein làm cho bề mặt lớp vỏ màng của các cầu béo bị phá vỡ và có thể bị kết tinh làm mất đi tính mềm mại của thành phần chất béo.

Đặc biệt cần lưu ý hiện tượng trên trong quá trình làm lạnh, bởi ở nhiệt độ lạnh tất cả các chất béo hầu hết được tập trung ở bề mặt và thành từng khối.

Vì vậy, cần phải thận trọng phòng ngừa các hiện tượng có thể xảy ra khi làm lạnh sữa và nhất thiết phải đồng nhất hóa nghiêm ngặt trước khi phân phối vào bao bì.

Sữa làm lạnh đông chậm, sau khi tan giá sẽ xuất hiện vón cục của casein và của chất béo. Điều này rất nguy hiểm nhưng người ta có thể tránh được bằng cách làm lạnh đông nhanh.

Với phương pháp này cho phép phân tán được các cấu tử, làm cho chúng không có khả năng liên kết với nhau làm xuất hiện các hiện tượng vón cục và sữa làm lạnh đông sẽ ổn định trong trạng thái đồng nhất.

• *Làm lạnh công nghiệp sữa tươi:*

Trong thực tế, chỉ một vài quốc gia (chẳng hạn Thụy Sĩ) thực hiện giải pháp làm lạnh các loại sữa tươi sau khi thu nhận được. Như đã lưu ý phần trên, kỹ thuật bảo quản các loại sữa theo phương pháp này áp dụng cho sữa mới thu nhận. Vì vậy, kỹ nghệ này chưa được đề cập đến một cách rộng rãi.

Làm thế nào để cung cấp một lượng lớn sữa được làm lạnh cho trung tâm sữa: sữa được các trạm thu mua và được làm lạnh gián tiếp đến khoảng 10°C . Nhờ các xe hoặc các tàu chở cách nhiệt, sữa tiếp tục được chuyển đến trung tâm chế biến sữa và ở đó sữa được làm lạnh phụ trước khi đưa sữa vào chai. Nhiệt độ của sữa trong chai từ $2-3^{\circ}\text{C}$ vào thời điểm giao hàng. Vì vậy trung tâm có thể giao hàng hàng ngày, theo đúng thành phần của sữa tươi được thu hoạch từ trước đó chưa đến 3h.

Cũng cần phải chú ý rằng: phòng thí nghiệm cần kiểm tra một cách nghiêm ngặt chất lượng sữa tươi từ các nông trại và các trung tâm chứa sữa.

• *Làm lạnh đông sữa:*

Đây là một dạng bảo quản được nghiên cứu từ năm 1897. Vào năm đó, Danois Casse, đã thí nghiệm làm lạnh đông sữa có dung tích sữa từ $1/3$ đến $1/5$. Giữ yên nhiệt độ trong suốt thời gian bảo quản, khi tiêu thụ sữa được làm nóng chảy bằng phương pháp đun nóng trong nồi cách thủy.

Phương pháp D.Casse chỉ tiến hành làm lạnh đông một phần

sữa và được ứng dụng ở nhiều nước, nhất là ở Italia trước Chiến tranh thế giới lần thứ hai. Cũng như phương pháp làm lạnh, phương pháp này chỉ cho phép bảo quản trong một thời gian khá ngắn. Vì vậy để kéo dài thời gian bảo quản cần phải sử dụng phương pháp lạnh đông hoàn toàn.

Để tránh được hiện tượng phân chia các cấu tử có trong sữa, chúng ta cần phải thực hiện làm lạnh đông thật nhanh với một lớp mỏng sữa và với một nhiệt độ thấp thích ứng. Từ 1928, Corblin đã thực hiện thành công việc làm lạnh đông sữa trong thời gian 8 phút bằng dung dịch nước muối ở -15°C với chiều dày lớp sữa 1cm. Phương pháp này được tồn tại trong nhiều năm ở nhiều nước, kể cả ở Pháp.

Vào năm 1956, Vermoux đã đổ sữa thành lớp mỏng trên mặt trống làm bằng kim loại đã được làm lạnh đến -20°C bởi tác nhân trực tiếp là amoniac. Sữa đông thành khối tức khắc dưới dạng màng mỏng và được lấy ra nhờ dao nạo. Sản phẩm hiện nay thu được dưới dạng tuyết và được đóng gói tự động trong giấy nhôm. Sự giao nhận các gói sữa và việc bảo quản chúng đến lúc bán cho người tiêu dùng cần phải thực hiện ở nhiệt độ xấp xỉ -5°C . Để đảm bảo có được sự kết tinh đồng nhất, người ta thêm vào sữa 2‰ alginat. Tuy nhiên, phương pháp này chưa phát triển do chi phí đầu tư cao.

3.3. KỸ THUẬT BẢO QUẢN SỮA Ở NHIỆT ĐỘ CAO

Phương pháp sử dụng nhiệt độ cao được dùng phổ biến trên toàn thế giới. Tác động của nhiệt độ cao có tác dụng đặc trưng hơn là tác động của nhiệt độ thấp. Tác động của nhiệt độ cao cho phép tiêu diệt các loại vi sinh vật và chủ động điều khiển được sự phát triển của chúng khi cần thiết. Việc xử lý sữa ở

nhệt độ cao không chỉ đơn thuần là phương pháp bảo quản. Không có phương pháp làm lạnh nào làm cải thiện được chất lượng ban đầu của sản phẩm, còn phương pháp đun nóng có thể làm tăng chất lượng ban đầu trong một số trường hợp.

Lý thuyết xử lý nhiệt độ cao sữa tuy còn chưa được giải thích rõ, nhưng có ưu việt rõ nét bởi ở nhiệt độ cao có khả năng tiêu diệt tất cả vi sinh vật để kéo dài thời gian bảo quản. Nhiệt độ thường sử dụng là trên 100°C .

Còn đối với sản phẩm chỉ cần bảo quản trong thời gian ngắn, sử dụng nhiệt độ thấp hơn 100°C , nhưng phải đảm bảo loại trừ tất cả các vi sinh vật có khả năng gây bệnh.

Trong trường hợp đun nóng ở nhiệt độ lớn trên 100°C , là phương pháp tiệt trùng và nhận được sữa tiệt trùng.

Trong trường hợp đun nóng ở nhiệt độ thấp hơn 100°C , là phương pháp thanh trùng và nhận được sữa thanh trùng.

Nhiệt độ sử dụng và thời gian đun nóng có ảnh hưởng sâu sắc đến cấu trúc của sữa thông qua việc biến đổi các thành phần chính chiếm tỷ lệ cao trong sữa. Tác động của nhiệt độ cao đến một số thành phần có trong sữa như sau.

• *Tác động lên chất béo:*

Các glyxerit thường ít thay đổi bởi tác động của phương pháp đun nóng. Ở nhiệt độ rất cao mới có thể xuất hiện các thay đổi về thành phần như tạo ra một vài loại axit không no có mạch ngắn hoặc tạo ra các đồng phân của các axit béo, có nghĩa là từ một phân tử glyxerit sẽ chuyển thành nhiều phân tử khác.

Ngược lại, cấu trúc lý hóa của các tiểu cầu béo chịu ảnh

huồng đáng kể bởi sự đun nóng: trên 65°C , protein của màng bị biến tính và tất cả các glyxerit đều trở thành dạng lỏng. Chất béo hoàn toàn bị nóng chảy và xuất hiện màng crem đồng thời gây ra sự kết dính ở bề mặt của các cầu béo.

Khi sữa chịu tác động của nhiệt độ cao trong thời gian ngắn, sự kết dính có thể không rõ rệt. Sự tách các cầu béo phụ thuộc vào cường độ xử lý nhiệt. Thật vậy, khi sữa được đun nóng trong 30 ph ở 62°C , người ta không nhận thấy sự thay đổi các đặc tính của các cầu béo. Ngược lại khi sữa được đun nóng ở 65°C trong 10 ph hoặc ở 70°C trong 2 ph, tốc độ chuyển dời của các cầu béo rất chậm, tạo ra một lớp mỏng chất béo trên bề mặt sữa, đó cũng chính là quá trình tách mỡ sữa từng phần. Hiện tượng này được coi như một quá trình biến tính của chất béo.

• Tác động lên các chất chứa nitơ:

Các protein hòa tan được đều bị biến tính một chiều (biến tính không thuận nghịch) bắt đầu từ nhiệt độ khoảng 60°C trong vài phút. Các imunoglobulin đều là các chất nhạy cảm với nhiệt nhất (89% bị biến tính ở nhiệt độ 70°C trong 30 ph) sau đó đến β - lactoglobulin (32%) và cuối cùng là α - lactalbumin (6%). Mặt khác, sự đốt nóng làm giải phóng các gốc -SH tự do từ các axit amin chứa S như cystin và cystein vốn là các cấu tử chính cấu thành các protit hòa tan của sữa. Sự giải phóng các gốc tự do -SH thường song hành với sự biến chất của các chất này. Sự giải phóng các gốc tự do có liên quan đến các hợp phần chứa lưu huỳnh và đến các chất khử có thể oxy hóa bởi oxy không khí.

Gốc tự do -SH là nguyên nhân hình thành vị da trong sữa đun nóng.

Sự có mặt của các nhóm -SH trong sữa đun nóng sẽ làm thay đổi điện thế oxy hóa - khử có tác dụng làm rối loạn sự phát triển của các vi sinh vật, nhất là đối với các vi khuẩn. Hơn nữa, sự có mặt của các chất khử trong sữa có vai trò bảo vệ các chất béo chống lại sự oxy hóa.

Ở nhiệt độ thấp hơn 100°C , casein nguyên thể không bị biến tính mà chỉ ở nhiệt độ $120 - 130^{\circ}\text{C}$ trong nhiều giờ có thể gây ra sự hư hỏng đáng kể thành phần casein.

Ngược lại, do cấu trúc phức tạp của canxi phosphocazeinat nên có sự biến tính khi nhiệt độ vượt quá $75 - 80^{\circ}\text{C}$. Thật vậy, việc đun nóng gây tác động đến sự cân bằng vốn được hình thành giữa các mixen phosphocazein và các muối khoáng hòa tan được. Đặc biệt hàm lượng muối canxi hòa tan có trong sữa bị giảm trong quá trình chuyển hóa do một phần các muối hòa tan được chuyển thành canxi triphosphat không hòa tan. Chính chúng cũng hình thành nên các mối liên kết phức tạp giữa casein và β -lactoglobulin (Kannan và Jenness; Zittle).

Sự thay đổi về lý hóa kể trên là nguyên nhân gây cản trở quá trình đông tụ nhờ men dịch vị. Những thay đổi trên cũng giải thích được vì sao sự đông tụ xảy ra trong dạ dày của trẻ đang bú và vì sao khi người ta dùng sữa đun nóng sẽ dễ tiêu hóa hơn là khi dùng sữa tươi tự nhiên.

• Tác động lên thành phần đường lactoza:

Khi đun nóng sữa trên 100°C trong một thời gian, lactoza bị phân hủy tạo thành các axit hữu cơ, các loại rượu và aldehyt. Một số trong các sản phẩm phân hủy này chủ yếu là do loài *Lactobacille*. Axit formic đóng vai trò như một nhân tố chứng minh sự thích hợp của chế độ tiệt trùng sữa sử dụng.

Đun nóng ở nhiệt độ cao còn làm phân hủy sữa bằng một quá trình khác. Việc đun nóng dễ dàng dẫn đến làm tan tạo ra các màu nâu đậm hay nhạt cho sản phẩm. Chẳng hạn, do các axit amin tự do phản ứng với đường lactoza tạo ra màu nâu cho sản phẩm thường xảy ra ngay khi nhiệt độ đun nóng vượt quá 80°C . Sự xuất hiện các chất màu melanoidin này thường kèm theo làm tăng độ axit của môi trường cũng như làm tăng mùi da và mùi cháy trong sản phẩm.

Các biến đổi này làm giảm giá trị thực phẩm của sữa bởi một số axit amin cần thiết (đặc biệt lyzin), tham gia vào phức chất giữa lactoza - protein, mà phức chất này không có một loại enzym tiêu hóa nào có thể phân tách ra được.

Chúng ta ghi nhận rằng cường độ của phản ứng Maillard yếu khi người ta đun nóng sữa ở nhiệt độ rất cao trong một thời gian rất ngắn. Piens cho lại rằng màu nâu hình thành trong 7-8 s ở 140°C nhỏ hơn 13,6 lần so với màu nâu có được trong 10 ph ở 120°C . Đây cũng chính là cơ sở để sản xuất sữa tươi tiệt trùng.

• Tác động đến các enzym:

Ở 75°C phosphataza kiềm bị phá hủy tức khắc. Trong khi đó cần phải đạt tới $80 - 82^{\circ}\text{C}$ trong vài giây để phá hủy enzym reductaza cũng như peroxydaza. Ở $85 - 90^{\circ}\text{C}$ tiêu diệt được một vài loại enzym lipaza của vi sinh vật. Phần lớn, các thực nghiệm trên được sử dụng trong công nghiệp để kiểm tra nhiệt độ xử lý khối sữa thích hợp chưa.

• Tác động đến các vitamin:

Ở nhiệt độ đun nóng thấp không có tác dụng phá hủy các

vitamin. Nhiệt độ hiện sử dụng phổ biến trong công nghiệp chế biến sữa với trình độ hiện đại không gây tổn thất vitamin đáng kể mà chính oxy mới là yếu tố chính trong cơ chế phân hủy các vitamin.

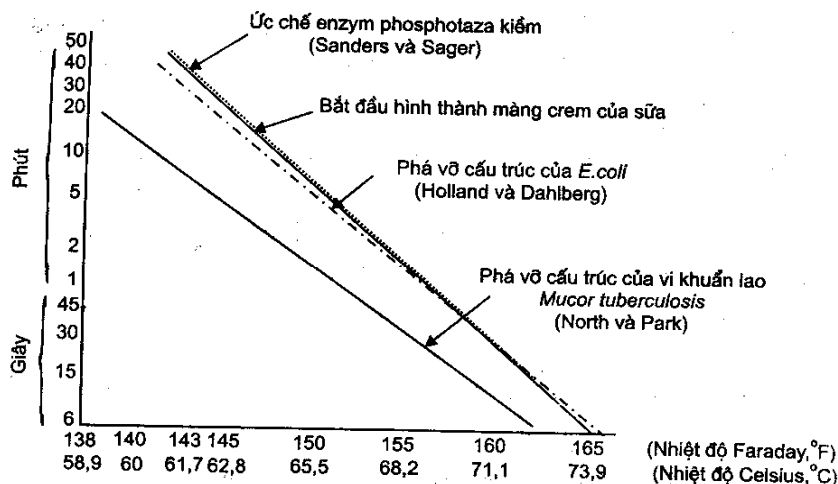
Khi đun nóng đến 80°C trong điều kiện có oxy tự do sẽ gây mất mát đáng kể một số vitamin (A, B₁, B₁₂, C); đun nóng ở $100 - 110^{\circ}\text{C}$ được thực hiện trong điều kiện không có không khí thì gần như toàn bộ các loại vitamin được bảo toàn, ngay cả vitamin C vốn là loại vitamin không bền vững bởi nhiệt. Một vài kim loại như đồng, sắt... xúc tác mạnh quá trình phá hủy vitamin C dưới tác động của nhiệt, thép không gỉ không có phản ứng này.

• Tác động đến hệ sinh vật thông thường:

Ở 60°C và giữ nhiệt độ này trong vài phút làm cho phần lớn hệ sinh vật bị tiêu diệt. Ngoại trừ, một số loài vi khuẩn (cầu khuẩn, liên cầu khuẩn và các trực khuẩn) vẫn tồn tại.

Trong số các vi sinh vật kháng nhiệt phần lớn là các vi sinh vật ưa nóng, chúng phát triển mạnh ở nhiệt độ cao ($45 - 60^{\circ}\text{C}$) tiêu biểu nhất là liên cầu khuẩn ưa nhiệt có thể còn tồn tại trong sữa sau thanh trùng với chế độ không thích hợp và chúng phát triển mạnh sau giai đoạn làm lạnh.

Một số loài vi sinh vật có khả năng sinh bào tử (các vi khuẩn, nấm mốc), bào tử của chúng chỉ có thể bị tiêu diệt một cách chắc chắn ở nhiệt độ cao hơn 100°C rất nhiều. Hệ vi sinh vật kháng nhiệt có trong sữa do bị nhiễm từ nguyên liệu vệ sinh kém.



Hình 3.1. Ảnh hưởng của nhiệt độ đến sự biến tính của enzym và vi sinh vật

3.4. THANH TRÙNG SỮA

Pasteur đã đưa ra phương pháp bảo quản ở nhiệt độ cao mà ngày nay đã mang tên ông. Trong quá trình nghiên cứu sự biến tính của rượu vang và của bia từ những năm 1866 - 1876, ông đã phát hiện ra sự đun nóng có mức độ (không vượt quá 60°C) có thể ức chế được sự phát triển của vi sinh vật gây hư hỏng các sản phẩm này. Nhưng chỉ đến năm 1880 phương pháp này mới được sử dụng vào công nghiệp sữa. Sau đó, người ta cũng chứng minh được rằng thanh trùng cũng làm biến đổi cấu trúc của các vi sinh vật gây bệnh có mặt trong sữa. Vì vậy, thanh trùng không chỉ là một phương pháp bảo quản có tác dụng về mặt thương mại, mà còn là phương pháp hợp vệ sinh đảm bảo sức khỏe cho người tiêu dùng.

3.4.1. Mục đích của thanh trùng sữa

Năm 1933, Charles Porcher đã xác định mục đích cần đạt được của thanh trùng: "Thanh trùng sữa là sự tiêu diệt toàn bộ hệ vi sinh vật thông thường, hệ vi sinh vật gây bệnh bằng cách sử dụng hợp lý nhiệt với điều kiện chỉ tác động ít nhất đến cấu trúc vật lý của sữa, đến sự cân bằng hóa học cũng như đến các cấu tử sinh học, hệ enzym và vitamin".

Phương pháp này được sử dụng trong lĩnh vực dinh dưỡng và ăn uống, là nguyên lý của các phương pháp thanh trùng hiện đại, cho phép xử lý sữa mà không gây ra biến tính lớn về thành phần cũng như cấu trúc của chúng.

Ở Pháp, phương pháp thanh trùng bắt buộc sử dụng trong công nghệ chế biến khác nhau.

3.4.2. Điều kiện thanh trùng sữa

• *Nhiệt độ đun nóng:*

Đầu tiên cần phải xác định nhiệt độ đun nóng có nghĩa là xác định nhiệt độ và thời gian kéo dài cần thiết. Nhiệt độ đun nóng đòi hỏi phải phá hủy được cấu trúc của trực khuẩn chịu nhiệt, các vi khuẩn gây bệnh và loại ra với một tỷ lệ đáng kể tạp trùng nhằm làm cho sữa sau tiệt trùng đáp ứng được các tiêu chuẩn cho phép về vi sinh vật.

Chúng ta biết rằng khả năng phá vỡ cấu trúc của các loài trực khuẩn chịu nhiệt xảy ra ở nhiệt độ 63°C kéo dài trong 6 ph hoặc ở 71°C trong 6 s đến 8 s. Tuy nhiên, trong thực tế để đảm bảo phá hủy hoàn toàn cấu trúc của chúng, người ta thực hiện các chế độ nhiệt tương ứng với thời gian như sau: 63°C trong 30 ph hoặc 72°C trong 15 s đến 20 s.

Đối với tập trùng có trong sữa, nhiệt độ và thời gian đun nóng thực hiện độc lập hoàn toàn với chất lượng ban đầu của sữa tươi đưa vào chế biến. Nếu lô sữa thu cuối cùng hoàn toàn đáp ứng chỉ tiêu vi sinh vật và việc vận chuyển lô sữa đó đến nhà máy được thực hiện trong điều kiện vô khuẩn thì nhiệt độ cần thiết để phá vỡ cấu trúc của trực khuẩn chịu nhiệt có thể giảm bớt trong giới hạn cho phép. Ngược lại, nếu sữa tươi bị nhiễm khuẩn nặng thì nhiệt độ sử dụng phải tăng lên nhưng lại không đảm bảo được lượng tập trùng có trong sữa giảm đi mà có khi lại tăng lên đáng kể. Vì vậy, trong chế biến sữa người ta phải tăng lên hoặc nhiệt độ, hoặc kéo dài thời gian hoặc đồng thời cả hai điều kiện và điều quan trọng phải kể đến là hiệu quả của thao tác và thiết bị. Về góc độ vi sinh vật, sự tăng lên của tác động nhiệt có thể sẽ dẫn đến các kết quả sau:

♦ Nếu như các loại vi sinh vật bị nhiễm không phải hoàn toàn là các loài có khả năng sinh bào tử hoặc là các loài vi sinh vật chịu nhiệt thì hệ vi sinh vật có trong sữa giảm nhanh. Ở $80 - 85^{\circ}\text{C}$ trong khoảng 20 s cũng đủ đảm bảo giảm số lượng vi sinh vật xuống dưới mức cho phép.

♦ Nếu hệ vi sinh vật bị nhiễm vào sữa tươi chiếm một tỷ lệ khá cao về loài có khả năng sinh bào tử hoặc vi sinh vật chịu nhiệt thì sữa sau khi thanh trùng vẫn còn tồn tại các bào tử và vi sinh vật chịu nhiệt ngay cả khi sử dụng chế độ nhiệt cao hơn. Trong một vài trường hợp, nhiệt độ từ $90 - 92^{\circ}\text{C}$ trong khoảng 30 s cũng không đảm bảo được việc giảm bớt lượng vi sinh vật của sữa sau xử lý.

Vấn đề đặt ra là người ta có thể thay đổi cường độ, thời gian đun nóng tùy thuộc vào bản chất của hệ vi sinh vật trong sữa được không? Tất nhiên là không ngoài bởi hai lý do sau đây:

- Lý do thứ nhất, khi tăng nhiệt độ thanh trùng, bắt buộc chọn chế độ nhiệt dựa vào các vi sinh vật sinh bào tử và các vi khuẩn chịu nhiệt. Các vi sinh vật này có khả năng sinh ra các loại enzym phân giải các casein và dẫn đến sự thối rữa của sữa. Một loại sữa được đun nóng ở nhiệt độ tương ứng vẫn tồn tại các vi sinh vật có khả năng lên men lactic, dẫn đến làm tăng độ axit trong quá trình bảo quản sữa. Các vi khuẩn này được coi như "người lính y tế" có vai trò ngăn chặn sự phát triển nhanh của các vi sinh vật chịu nhiệt vốn có khả năng sản sinh enzym thủy phân protein. Sự thối rữa là giai đoạn cuối cùng rất nguy hiểm cho trẻ còn bú vì nó làm xuất hiện các sản phẩm độc do sự phân hủy các chất chứa nitơ. Ngược lại sự hình thành axit lactic không nguy hiểm chút nào.

- Lý do thứ hai, sự tăng lên về nhiệt độ thanh trùng gây ảnh hưởng rất trầm trọng đến thành phần và cấu trúc của sữa khi đun nóng. Nhiệt độ càng tăng lên thì biến đổi về vật lý và hóa học của sữa càng sâu sắc. Sự biến đổi tiêu biểu là sự mất cân bằng về các thành phần nitơ và các loại muối khoáng cũng như hàm lượng vitamin.

• Nhiệt độ làm lạnh:

Hệ vi sinh vật có trong sữa rất đa dạng và với số lượng tăng lên nếu chế độ bảo quản sữa tươi không thích hợp. Vi khuẩn lactic ưa ấm có thể phát triển bình thường ở nhiệt độ từ 30°C đến khoảng 60°C . Vì vậy không giữ sữa đã được thanh trùng trong khoảng nhiệt độ này để tránh hình thành nhanh axit lactic.

Mặt khác, một vài loài vi sinh vật chịu nhiệt có thể tăng số lượng ở nhiệt độ môi trường do đó để tiêu diệt các loài này, cần thiết phải làm lạnh sữa rất nhanh đến nhiệt độ $3 - 4^{\circ}\text{C}$.

Tuy nhiên sữa được thanh trùng không hoàn toàn ổn định bởi các bào tử còn tồn tại vẫn phát triển được ở nhiệt độ rất thấp. Thế nhưng, sự phát triển của các bào tử trong điều kiện nhiệt độ thấp có tốc độ chậm nên sữa sau thanh trùng nếu được bảo quản trong các điều kiện thích hợp thì vẫn có thể ổn định chất lượng trong thời gian ngắn.

• *Các điều kiện đun nóng và làm lạnh:*

Muốn làm thay đổi ít nhất thành phần và cấu trúc của sữa, cần phải xác định các chế độ tối ưu khi đun nóng hoặc làm lạnh.

Điều quan trọng đầu tiên là tất cả các thành phần có trong sữa có khả năng chịu được nhiệt độ thanh trùng thích hợp. Nếu nhiệt độ thanh trùng không phù hợp sẽ dẫn đến những thay đổi đáng kể. Có thể nói tóm lại là sử dụng chế độ nhiệt sao cho đảm bảo sự đồng nhất hóa trong khi xử lý sữa ở nhiệt độ cao.

Khi đun nóng một vài thành phần của sữa bị thoát ra dưới tác động nhiệt, dù với một lượng nhỏ cũng gây nên sự kém phẩm chất. Mặt khác, nếu ứng dụng chế độ nhiệt quá cao sẽ dẫn đến sự thay đổi đồng thời về thành phần và cấu trúc, trong một số trường hợp gây sự xuất hiện vị khó chịu.

Chúng ta biết rằng khi CO_2 thoát ra trong quá trình đun nóng sẽ làm thay đổi cân bằng muối khoáng của sữa. Chúng ta cũng đã biết rõ vai trò của oxy trong việc phá hủy cấu trúc vitamin bởi nhiệt. Để đồng thời loại bỏ tác động của oxy và hạn chế sự mất mát CO_2 cần tiến hành đun nóng sữa trong điều kiện chân không.

Cuối cùng chúng ta biết rằng sự có mặt của một số kim loại (như đồng chẳng hạn) có vai trò xúc tác quá trình oxy hóa các vitamin và chất béo gây phá hủy các chất này. Vì vậy, cần tránh

để sữa tiếp xúc trực tiếp với bề mặt kim loại, không những hạn chế được quá trình oxy hóa mà còn giảm hàm lượng muối kim loại nặng trong sữa sản phẩm.

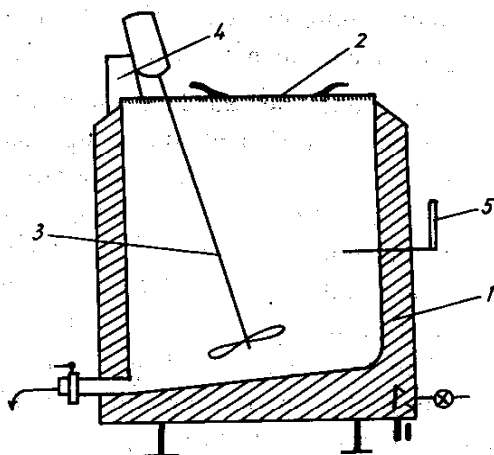
3.4.3. Các phương pháp thanh trùng sữa

Có hai phương pháp thanh trùng chính sau đây.

3.4.3.1. Thanh trùng sữa ở nhiệt độ thấp

Phương pháp này được tiến hành khi đun nóng sữa ở 63°C trong 30 ph. Đó là phương pháp chậm và gián đoạn nhưng có ưu điểm là không làm thay đổi các đặc tính của sữa, đặc biệt là thành phần albumin và globulin không bị đông tụ và trạng thái vật lý của các cầu béo không thay đổi. Tuy nhiên, các vi sinh vật ưa nhiệt có thể phát triển được ở nhiệt độ 63°C , do đó là nguyên nhân gây tăng số lượng vi sinh vật cho sữa sau quá trình thanh trùng.

Thiết bị thanh trùng ở nhiệt độ thấp bao gồm một thùng hai vỏ. Trong thùng sữa được làm nóng lên 63°C và giữ ở nhiệt độ này trong 30 ph trước khi làm lạnh. Trong quá trình thao tác, nhất



Hình 3.2. Thiết bị thanh trùng ở nhiệt độ thấp:
1- vỏ đun nóng; 2- nắp lưu động; 3- cánh khuấy tròn;
4- gối tựa của cánh khuấy; 5- nhiệt kế

là làm thay đổi các chế độ nhiệt cần tránh để tạo thành các sản phẩm ở dạng bột trên bề mặt.

Ưu điểm của thiết bị: đơn giản, dễ lau chùi và đun nóng có mức độ nên giữ được thành phần và cấu trúc của sữa.

Nhược điểm: làm thất thoát CO_2 và có thể oxy hóa vitamin do sự đảo trộn sữa khi có mặt của oxy không khí ở dạng tự do.

3.4.3.2. Thanh trùng sữa nhiệt độ cao

Phương pháp này được tiến hành khi đun nóng sữa ở 75°C đến 85°C trong vòng 15 s. Phương pháp này nhanh, liên tục và ít làm thay đổi các đặc tính của sữa, nhưng các thiết bị hiện đại sẽ làm giảm đáng kể nhược điểm này. Albumin và globulin luôn luôn bị đông tụ một phần. Thanh trùng ở nhiệt độ cao được ứng dụng trên phạm vi toàn thế giới. Ở Pháp, được dùng phổ biến nhưng nhiệt độ thanh trùng sử dụng trên 80°C trong vài giây vì mục đích giữ chất lượng ổn định cho các loại sữa.

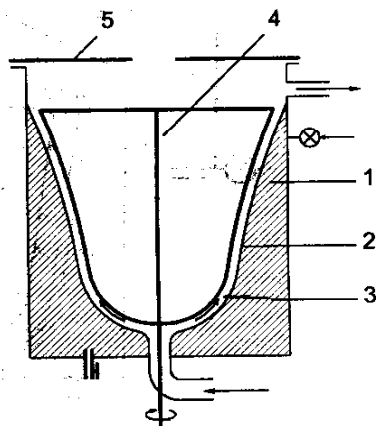
Ở các nước, việc sử dụng nhiệt độ thanh trùng 72°C trong 15 s được đặt tên là phương pháp thanh trùng ở nhiệt độ cao với thời gian ngắn (High Temperature Short Time). Thiết bị thanh trùng ở nhiệt độ cao thường hoạt động liên tục. Sữa chảy thành lớp mỏng từ 1–2 cm theo chiều dài của thiết bị có một hoặc hai thành đốt nóng. Vấn đề chính đặt ra cho các nhà chế tạo thiết bị là đảm bảo sự đồng nhất hóa quá trình thanh trùng (sự phân tán nhiệt đều đảm bảo nhiệt độ mọi nơi đều được đốt nóng như nhau trong thiết bị). Muốn vậy, cần tránh các dòng khí thoát ra do tác động của nhiệt. Để đạt được mục đích này, người ta làm giảm chiều dày của lớp chất lỏng và tăng bề mặt tiếp xúc hoặc cũng có thể làm tăng sự chảy rối của dòng lỏng bằng cách tăng sự đảo trộn sữa trong quá trình đun nóng.

Các dạng thiết bị thường dùng để thanh trùng sữa ở nhiệt độ cao là các loại sau:

• **Thiết bị thanh trùng ở nhiệt độ cao dạng parabol:**

Thiết bị này được sử dụng rộng rãi bởi ngoài tác dụng thanh trùng nó còn được coi như thiết bị đun nóng lại. Sự không đồng nhất về tác động nhiệt kéo theo các hiện tượng đun nóng cục bộ làm thay đổi một phần cấu trúc của sữa.

Chiều dài của đường ống dẫn sữa và thời gian dài tiếp xúc với nhiệt độ cao làm xuất hiện mùi da. Sự đảo trộn sữa nóng trong điều kiện có không khí tự do làm phá vỡ cấu trúc của các loại vitamin và gây ra sự bốc hơi mãnh liệt.



Hình 3.3. Thiết bị thanh trùng ở nhiệt độ cao dạng parabol:

- 1- vỏ đun nóng; 2- bề mặt trao đổi nhiệt;
- 3- lớp sữa được thanh trùng;
- 4- bộ phận đảo trộn quay tròn; 5- nắp di động.

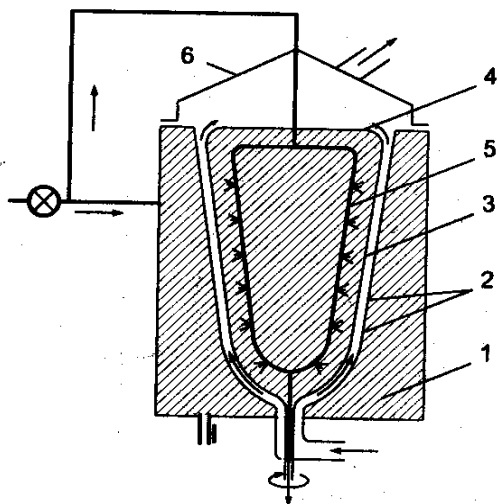
• **Thiết bị thanh trùng ở nhiệt độ cao dạng trống (kiểu Todt):**

Thiết bị này ít công kênh nhưng đòi hỏi nhiệt lượng cao.

• **Thiết bị thanh trùng ở nhiệt độ cao dạng ống:**

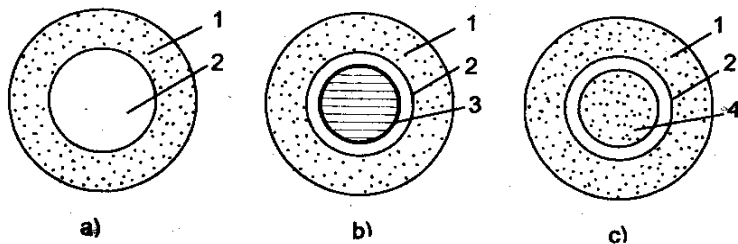
Loại thiết bị này có cấu tạo theo các kiểu dáng khác nhau nhưng bộ phận chủ yếu của thiết bị là một mạng lưới ống.

Sữa được chảy trong mạng ống và được đun nóng bởi một hoặc hai mặt tiếp xúc nhờ dòng nước nóng chảy ngược chiều



Hình 3.4. Thiết bị thanh trùng dạng trống:

1- vỏ đốt nóng; 2- bề mặt truyền nhiệt; 3- lớp sữa được thanh trùng; 4- trống đốt nóng dạng quay; 5- mặt dốc của hơi; 6- nắp dây di động

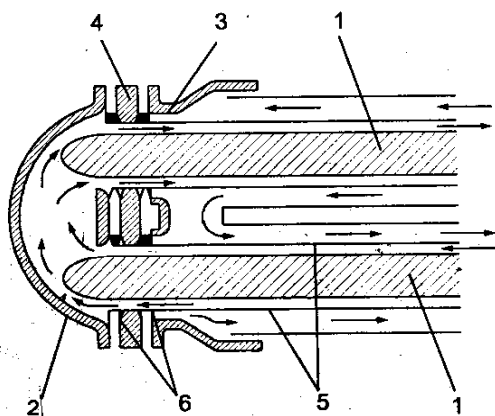


Hình 3.5. Mặt cắt các ống của thiết bị thanh trùng ở nhiệt độ cao:

a- đun nóng bằng lớp dày; b- đun nóng bằng lớp mỏng trên một mặt;
c- đun nóng bằng lớp mỏng trên hai mặt;

1- vỏ đốt nóng; 2- lớp sữa; 3- lõi kim loại; 4- ống đốt nóng bên trong

với sữa. Sự đồng nhất của sữa trong quá trình thanh trùng quyết định bởi lớp rất mỏng của dòng sữa (trung bình 5–6mm) và được tiến hành trong điều kiện không có không khí. Quá trình thanh trùng được tiến hành nhờ dòng nước nóng có nhiệt độ cao hơn một vài độ so với nhiệt độ yêu cầu của sữa thanh trùng.



Hình 3.6. Chuyển động của các chất lỏng trong thiết bị thanh trùng dạng ống:

1- lõi ống bằng kim loại; 2- vỏ thiết bị tiếp xúc với sữa; 3- hộp giao tiếp nước nóng; 4- vòng kẹp ngăn chặn mọi giao tiếp giữa nước và sữa; 5- bề mặt trao đổi bằng kim loại; 6- joăng

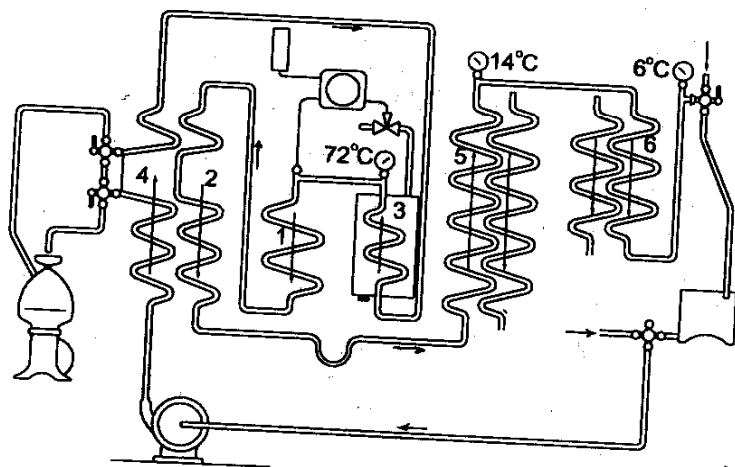
Phần lớn các thiết bị hiện đại kiểu này được làm bằng thép không gỉ và có cấu tạo hợp lý, nên khi lau chùi không cần tháo thiết bị mà chỉ cần bơm dung dịch chất tẩy rửa trong một hệ thống đóng kín. Các thiết bị này có bề mặt trao đổi nhiệt tốt.

• **Thiết bị thanh trùng ở nhiệt độ cao dạng ống xoắn ruột gà:**

Kiểu thiết bị này được sử dụng ở các nước như Bỉ, Hà Lan và các nước ở bán đảo Scandinav. Loại thiết bị này có các bộ phận rất khác nhau (bộ phận thu hồi, bộ phận thanh trùng, các phòng và các tác nhân làm lạnh bằng nước bình thường hoặc nước đá) đều được đặt ở phần giữa phía trong của thiết bị.

bị có vỏ kín với hướng chuyển động theo chiều thẳng đứng và cấu tạo bằng thép không gỉ.

Thiết bị cho phép đốt nóng $73-74^{\circ}\text{C}$ trên hai mặt đối diện



Hình 3.7. Đường đi của sữa trong thiết bị thanh trùng dạng ống xoắn ruột gà:
 1- thiết bị trao đổi nhiệt; 2- chất tải lạnh, nhiệt; 3- thanh trùng; 4- phòng làm nguội;
 5- chất làm lạnh bằng nước; 6- chất làm lạnh bằng nước đá.

của lớp sữa hết sức mỏng (nhỏ hơn 1 mm). Do sự trao đổi nhiệt nhanh nên có thể giữ thời gian đun nóng 2 s hoặc 3 s. Theo nhiều tác giả, tuy thời gian ngắn nhưng hiệu quả tiêu diệt vi sinh vật rất nhanh.

Thiết bị có bề mặt trao đổi nhiệt lớn và lưu lượng cũng như nhiệt độ nước nóng cho phép sữa nhanh chóng đạt đến nhiệt độ thanh trùng. Nước nóng có nhiệt độ chỉ cần cao hơn từ $1-2^{\circ}\text{C}$ so với nhiệt độ của sữa cần thanh trùng. Vì vậy tất cả

hậu quả gây ra do hiện tượng quá đốt nóng đều bị loại trừ.

3.5. TIỆT TRÙNG SỮA

Kỹ thuật tiết trùng sữa được ứng dụng trong công nghiệp đầu tiên ở Thụy Sĩ, mãi đến 1899 ở Pháp mới sử dụng.

Mục đích của kỹ thuật này nhằm đảm bảo cho sữa bảo quản được lâu nhờ vào tác động của nhiệt độ cao gây biến tính cấu trúc của vi sinh vật và bào tử nếu có. Để thực hiện việc này, thông thường sử dụng nhiệt để đun nóng sản phẩm đến khoảng 115°C trong 15–20 s.

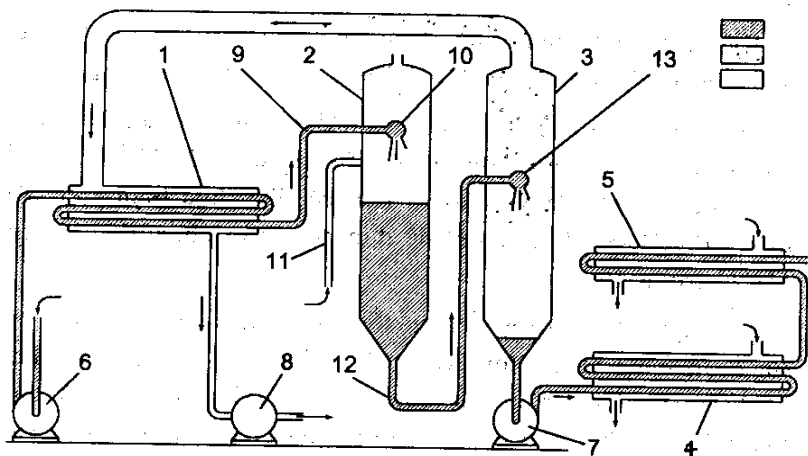
Ở nhiệt độ cao sẽ gây ra sự thay đổi sâu sắc về cấu trúc của sữa, cân bằng về protein và muối khoáng bị đảo lộn và đáng kể là sự phá hủy cấu trúc của các vitamin cũng như sự hình thành màng chất béo ở phần trên cùng của dụng cụ chứa sữa, tuy màng chất béo này có thể bị mất đi trong quá trình vận chuyển. Do vậy, trong công nghiệp chế biến sữa cần thiết phải đồng nhất hóa (có nghĩa là làm nhỏ các cầu béo) trong qui trình, đặc biệt là trước khi cho sữa vào bao bì.

Để tránh được sự ô nhiễm vi sinh vật cần tuân thủ nghiêm ngặt những yêu cầu trong qui trình chế biến và sản phẩm được bảo quản trong bao bì hoàn toàn kín.

Trong tất cả mọi trường hợp, cần thực hiện lọc ty tâm, nếu xuất hiện cặn nhẹ ở đáy chai sữa thành phẩm. Hiện tượng này là kết quả của việc đun nóng các cấu tử hữu cơ (như albumin, casein...).

Phương pháp tiết trùng có hai dạng:

– Tiết trùng trong các thùng kín chính là tiết trùng trong các nồi hấp gián đoạn hay liên tục.



Hình 3.8. Nguyên lý hoạt động của thiết bị tiệt trùng Laguillarre:

1- hệ thống ống đun nóng; 2- hệ thống tiệt trùng ở áp suất thường; 3- hệ thống tiệt trùng chân không; 4,5- hệ thống làm lạnh; 6- bơm đẩy; 7- bơm ly tâm; 8- bơm chân không; 9,12- hệ thống ống dẫn sữa; 10,13- bộ phận phân phối; 11- ống dẫn hơi

– Tiệt trùng dạng rời không đóng bao: các thiết bị loại này được sử dụng ở Mỹ theo phương pháp Martin, ở Pháp sử dụng các thiết bị Laguillarre và Thermovac. Các thiết bị này có thể xử lý đến 10000 lit sữa/h.

Sữa được hút vào hệ thống nhờ bơm 6 và được đẩy vào hệ thống đun nóng dạng ống 1, ở đây sữa được đốt nóng đến khoảng 75°C. Tiếp theo sữa được đưa vào hệ thống tiệt trùng ở áp suất thường 2 nhờ hệ thống ống 9 và bộ phận phun 10. Ở đây sữa chịu tác động của hơi nước có nhiệt độ cao và chịu sự phân đoạn phụ, nhiệt độ của hơi nước 140°C. Sữa được tiếp

tục đưa sang hệ thống tiệt trùng chân không 3 bởi hệ thống ống 12 và bộ phận phân phối 13. Thiết bị tiệt trùng 3 này sau khi thực hiện tiệt trùng sẽ làm lạnh phụ sữa đến nhiệt độ 75°C . Hơi nước từ thiết bị được ngưng tụ trong hệ thống đun nóng 1 và thực hiện quá trình làm nóng sữa, bơm chân không 8 tháo nước ngưng. Sữa, sau khi ra khỏi thiết bị 3 nhờ bơm ly tâm 7 được đưa vào các giàn làm lạnh 4 rồi đến 5. Sữa tiệt trùng sau khi ra khỏi hệ thống có nhiệt độ từ $5-8^{\circ}\text{C}$.

3.6. CÔNG NGHỆ CHẾ BIẾN SỮA

3.6.1. Công nghệ chế biến sữa tiệt trùng từ sữa tươi, sữa đậu nành và sữa khô (bột)

(xem qui trình công nghệ ở phần Phụ lục)

3.6.2. Công nghệ chế biến sữa thơm

Loại sữa này mang tên "sữa được làm thơm", được dùng lần đầu tiên vào năm 1955 để chỉ các loại sữa tiệt trùng được chuẩn bị trước (không kể sữa được tách hay không được tách mỡ hoặc cho đường hay không cho đường) được thêm vào các chất thơm tự nhiên. Sữa được coi là thơm nếu người ta bổ sung sôcôla hoặc cacao vào sữa và do đó có tên là sữa sôcôla hoặc sữa cacao.

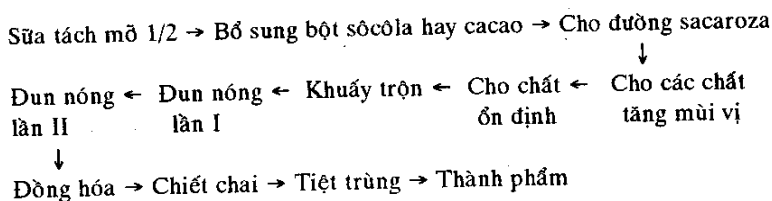
Sản phẩm sữa thơm ngày càng phát triển với lượng sản phẩm được tiêu thụ ngày càng tăng, đặc biệt là ở Pháp. Sữa sôcôla chiếm vị trí thống soái trong các loại sữa thơm. Để sản xuất sữa thơm người ta tiến hành như sau: thường sử dụng sữa được tách một nửa mỡ và được thêm vào 1,5–2% cacao hòa tan hoàn toàn và 5–6% đường sacaroza. Người ta cũng có thể cho vào đó một lượng rất ít nước chiết vani và muối NaCl với mục đích làm nổi bật hương thơm của cacao. Tỷ lệ vani và muối xác định

bằng thực nghiệm có tính đến sở thích. Cuối cùng, cho thêm vào đó chất ổn định có vai trò giữ cho cacao luôn luôn ở trạng thái lơ lửng, thông thường dùng natri alginat hoặc pectin với liều lượng 0,5–1% hoặc còn có thể dùng tinh bột thuần khiết của ngô dạng maizena với liều lượng 4–5% nhằm làm cho sữa có kết cấu đặc nhẹ.

Để dễ dàng hòa tan hoặc tạo dạng huyền phù lơ lửng cho các cấu tử được thêm vào, người ta phải làm nóng hỗn hợp. Ví dụ, trong 100 lít sữa, tổng cộng các chất đường, cacao và các chất ổn định... được tính toán trước để chuẩn bị sản xuất 1000 lít sữa sôcôla. Sau đó tiến hành khuấy trộn với một phần sữa và đun nóng đến 70°C, giữ ở nhiệt độ này trong 20 ph, rồi hòa tan hỗn hợp với phần sữa còn lại. Tất cả được đun nóng đến 85°C trong 30 - 45 ph, tiến hành đồng hóa, được đóng chai và tiệt trùng ở 115°C trong 20 ph.

Ứng dụng kỹ nghệ trên, người ta có thể sản xuất các loại sữa cà phê, sữa trái cây, sữa caramen,... Với các loại sữa thơm này việc bổ sung các chất ổn định là không cần thiết.

Qui trình tổng quát:



3.6.3. Công nghệ chế biến sữa cô đặc

Năm 1827, Appert có ý đồ sản xuất loại sữa này nhưng mãi đến năm 1858 mới thành lập các xưởng sản xuất ở Mỹ, sau đó,

năm 1866 mới được thiết lập ở châu Âu (Thụy Sĩ). Ở Pháp bắt đầu áp dụng vào đầu thế kỷ XIX.

Người ta chia làm hai loại sữa:

- Sữa cô đặc có đường (xem qui trình sản xuất ở phần Phụ lục).

- Sữa cô đặc không đường tiệt trùng: sản phẩm này còn có tên "sữa bay hơi".

Về nguyên lý, qui trình sản xuất sữa cô đặc không đường gần giống với qui trình sản xuất sữa cô đặc có đường, chỉ khác một số điểm sau:

- Trong quá trình cô đặc, lượng nước bốc hơi khoảng 45%, do đó sữa cô đặc không đường sau khi đóng gói phải tiến hành tiệt trùng theo chế độ nhiệt gần giống như các qui trình sản xuất nước quả hoặc nước rau.

- Sữa sau khi tiêu chuẩn hóa được thanh trùng ở nhiệt độ cao trong vài giây. Mục đích của công đoạn này không chỉ tiêu diệt được phần lớn lượng vi sinh vật và enzym diastaza có ban đầu trong sữa mà còn có tác dụng tránh hiện tượng sữa bị đặc thành khối không đều trong hộp khi tiến hành quá trình tiệt trùng sản phẩm. Nhiệt độ thanh trùng ban đầu thường sử dụng khoảng 105–110°C, trong một số trường hợp có thể xử lý nhiệt ở nhiệt độ cao từ 120–130°C trong 30 s. Giải pháp công nghệ nêu trên chưa được lý giải một cách toàn diện song những kết quả nghiên cứu mới đây cho thấy: việc sử dụng nhiệt có vai trò quan trọng trong việc giữ sự cân bằng lý-hóa giữa thành phần muối khoáng và protein sữa vốn là những thành phần quan trọng quyết định trạng thái cân bằng của dịch sữa. Vai trò đặc biệt quan trọng này do các muối xitrat, phosphat của canxi và

năm 1866 mới được thiết lập ở châu Âu (Thụy Sĩ). Ở Pháp bắt đầu áp dụng vào đầu thế kỷ XIX.

Người ta chia làm hai loại sữa:

- Sữa cô đặc có đường (xem qui trình sản xuất ở phần Phụ lục).

- Sữa cô đặc không đường tiệt trùng: sản phẩm này còn có tên "sữa bay hơi".

Về nguyên lý, qui trình sản xuất sữa cô đặc không đường gần giống với qui trình sản xuất sữa cô đặc có đường, chỉ khác một số điểm sau:

- Trong quá trình cô đặc, lượng nước bốc hơi khoảng 45%, do đó sữa cô đặc không đường sau khi đóng gói phải tiến hành tiệt trùng theo chế độ nhiệt gần giống như các qui trình sản xuất nước quả hoặc nước rau.

- Sữa sau khi tiêu chuẩn hóa được thanh trùng ở nhiệt độ cao trong vài giây. Mục đích của công đoạn này không chỉ tiêu diệt được phần lớn lượng vi sinh vật và enzym diastaza có ban đầu trong sữa mà còn có tác dụng tránh hiện tượng sữa bị đặc thành khối không đều trong hộp khi tiến hành quá trình tiệt trùng sản phẩm. Nhiệt độ thanh trùng ban đầu thường sử dụng khoảng 105–110°C, trong một số trường hợp có thể xử lý nhiệt ở nhiệt độ cao từ 120–130°C trong 30 s. Giải pháp công nghệ nêu trên chưa được lý giải một cách toàn diện song những kết quả nghiên cứu mới đây cho thấy: việc sử dụng nhiệt có vai trò quan trọng trong việc giữ sự cân bằng lý-hóa giữa thành phần muối khoáng và protein sữa vốn là những thành phần quan trọng quyết định trạng thái cân bằng của dịch sữa. Vai trò đặc biệt quan trọng này do các muối xitrat, phosphat của canxi và

magie không bị kết tủa sau cô đặc sữa nên trạng thái của dịch sữa ổn định. Mặt khác, phương pháp xử lý nhiệt ban đầu này cho phép ổn định được thể tương vốn có của chất béo trong dịch sữa một cách dễ dàng.

Sau xử lý nhiệt ban đầu với các thông số kỹ thuật cơ bản nêu trên, sữa sẽ được cô đặc ở chế độ công nghệ thích hợp cho đến khi khối lượng riêng của dịch sữa đạt 1,15; tiến hành đồng hóa để ngăn ngừa chất béo tách khỏi dịch sữa cũng như thành phần protein bị đông tụ trong quá trình tàng trữ làm ảnh hưởng đến độ nhớt và cấu trúc của sữa. Mặt khác, đồng hóa còn đóng vai trò tăng cường khả năng hấp thụ của sữa trong cơ thể.

– Sau đồng hóa tiến hành làm lạnh nhanh trong thiết bị kín để tránh nhiễm vi sinh vật và tăng quá trình oxy hóa. Nhiệt độ khối sữa sau làm lạnh đạt 7–8°C. Tuy làm lạnh nhanh sữa, song không xảy ra hiện tượng kết tinh đường lactoza bởi hàm lượng nước trong sữa còn cao. Trong trường hợp sữa nguyên liệu có chất lượng không cao, để tránh rủi ro sữa bị đông tụ cục bộ trong quá trình tiệt trùng, người ta thường bổ sung một lượng nhỏ muối (natri xitrat hoặc natri phosphat) vào trong sữa. Các muối này có vai trò là chất ổn định, có tác dụng làm thay đổi cân bằng muối khoáng đồng thời chúng cũng được coi là dung dịch đệm lý tưởng cho mục đích nêu trên.

– Sữa cô đặc không đường được rót tự động vào bao bì có dạng hình trụ với trọng lượng tịnh 410 g hoặc 170 g, gắn nắp kín nhờ mối ghép cuộn và kiểm tra thường xuyên chất lượng mối ghép bằng cách nhúng chìm hộp trong nước nóng có nhiệt độ 80°C. Độ kín sẽ được kiểm tra bằng sự thoát khí liên tục cùng một vị trí trên vành nắp (hoặc đáy), các hộp này được

loại trừ và có biện pháp xử lý thích hợp.

– Quá trình tiệt trùng hộp chứa sữa đặc không đường được thực hiện trong các thiết bị tiệt trùng dùng hơi nước ứng với nhiệt độ 115°C , làm lạnh đến 20°C trong 15 phút trong các bể chứa nước lạnh luân lưu hoặc ngay trong thiết bị tiệt trùng.

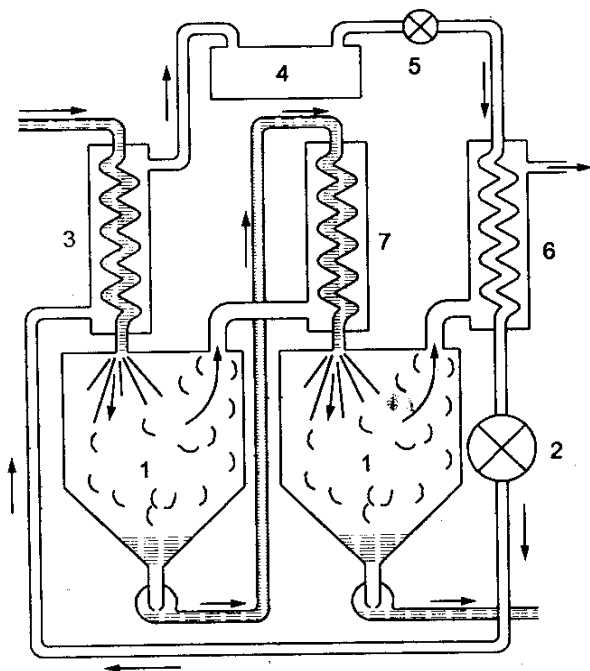
Để sản xuất một két sữa cô đặc không đường (48 hộp có trọng lượng tịnh 19,680 kg) cần thiết sử dụng từ 43 đến 46 lít sữa tươi. Sản phẩm sữa hộp được bảo quản tốt nhất ở nhiệt độ khoảng 15°C .

Sản xuất các loại sữa cô đặc luôn luôn được thực hiện trong các nhà máy có trình độ hiện đại. Sản xuất sản phẩm này từ sữa tươi với chất lượng tốt được lựa chọn kỹ trong khi thu nhận. Độ axit luôn nhỏ hơn 20°D và việc kiểm tra độ axit cần phải nghiêm ngặt để tránh hiện tượng đông tụ. Mặt khác, cần phải kiểm tra hàm lượng phosphat có nghĩa là không có hiện tượng xuất hiện sự kết bông khi cho vào trong 5ml sữa 1ml dung dịch kali mono phosphat (KH_2PO_4) 68,1% và để hỗn hợp sôi trong 5 ph trong nồi cách thủy. Thí nghiệm này cho phép kiểm tra khả năng cô đặc. Người ta biết rằng việc ổn định các mixen casein ban đầu bị cản trở mạnh mẽ do giảm pH và tăng tỷ lệ muối, hậu quả của việc cô đặc. Điều này phụ thuộc vào quan hệ giữa các ion Ca^{2+} , Mg^{2+} , phosphat và xitrat. Sự tạo thành các muối phosphat, xitrat của canxi hoặc magie ở dạng phức không hòa tan hoặc sản sinh ra các chất mới chứa thành phần Ca và Mg là nguyên nhân làm mất ổn định các casein.

Ngoài ra, sữa cô đặc có thể sản xuất từ sữa bột (thường sữa bột tách béo) nhưng phải trải qua khâu hoàn nguyên sữa nghiêm ngặt.

3.6.3.1. Phương pháp cô đặc sữa ở nhiệt độ thấp

Cô đặc sữa luôn luôn được thực hiện trong các thiết bị bay hơi chân không để giảm nhiệt độ sôi. Phương pháp này có ưu điểm là tránh được các thay đổi sâu sắc về cấu trúc của sữa vốn xảy ra mãnh liệt ở 100°C . Đặc biệt, là tránh được sự biến đổi đường lactoza, mà hậu quả của việc biến đổi này chủ yếu trên



Hình 3.9. Nguyên lý - hoạt động của thiết bị hai hệ thống dùng cô đặc sữa "bởi lạnh":
1- nồi bốc hơi; 2- máy nén; 3- hệ thống ngưng tụ; 4- bộ phận chứa chất tải nhiệt; 5- van xả; 6- thiết bị bốc hơi; 7- thiết bị đun nóng lại nhờ hơi đưa đến từ nồi bốc hơi thứ nhất

hai phương diện cấu trúc và màu sắc của sản phẩm cuối cùng.

Sự bay hơi ở nhiệt độ thấp là một trong các phương pháp có hiệu quả cao cho mục đích nêu trên. Người ta thường sử dụng chất lỏng truyền nhiệt - có nhiệt độ thấp, áp suất hơi lớn hơn áp suất của nước (đó là amoniac hoặc freon chẳng hạn). Các tác nhân này có thể sử dụng cho máy nén có đường kính nhỏ hơn và rẻ hơn. Đó chính là nguyên lý bốc hơi "bồi lạnh". Thiết bị có thể đơn hoặc hai hệ đồng thời. Thiết bị được cung cấp nhiệt bởi hơi nước được biểu diễn trong hình 3.9. Đôi khi, hơi nước được thay thế bởi chất lỏng được làm lạnh (amoniac hoặc freon nhờ máy nén). Hơi được nén từ chất lỏng lạnh trước ở bên ngoài ống của mạng lưới ống bốc hơi, còn sữa cần cô đặc đi thành lớp mỏng ở bên trong của cùng một ống. Nước trong sữa được bốc hơi ở nhiệt độ rất thấp khoảng 10–50°C.

Nhiệt bay hơi cũng là ẩn nhiệt của chất lỏng lạnh nên nó được ngưng tụ đồng thời ở phía ngoài ống. Chất lỏng ngưng tụ được đưa đến thiết bị bốc hơi. Chất lỏng bay hơi ở nhiệt độ từ 0–30°C, do đó tạo nên nguồn lạnh cần thiết cho quá trình ngưng tụ hơi thoát ra khi cô đặc sữa. Chất lỏng bay hơi được hút vào máy nén, máy nén tiến hành quá trình nén mới trong hệ thống bốc hơi. Vì vậy, chất tải lạnh di chuyển theo chu trình khép kín. Để thiết bị hoạt động dễ dàng, cần đặt trong điều kiện chân không thích hợp để tiến hành quá trình bốc hơi sữa ở nhiệt độ thấp. Nhìn chung, chân không được thực hiện bởi hai hoặc ba máy phun với các máy nén trung gian.

3.6.3.2. Sản xuất sữa cô đặc có đường

Việc cho thêm đường vào sữa trong quá trình cô đặc, cho phép bảo quản sản phẩm cuối cùng không cần tiệt trùng khi

đóng sữa vào bao bì. Đường có trong sữa tạo ra áp suất thẩm thấu rất cao ức chế sự phát triển của vi sinh vật. Nguyên tắc chế biến loại sữa này như sau:

Sữa được lựa chọn qua làm sạch và tiêu chuẩn hóa rồi tiến hành xử lý nhiệt ở 105–110°C trong một vài giây. Thao tác này nhằm mục đích:

- Đình chỉ hoạt động của các loại enzym diastaza (như loại lipaza chẳng hạn) mà hoạt động của chúng có thể đưa đến việc xuất hiện mùi vị bất bình thường cho sữa.

- Loại được phần lớn vi sinh vật có trong sữa.

- Dễ dàng hòa tan đường được bổ sung vào trước khi qua các công đoạn chế biến tiếp theo.

- Tạo chân không cho sữa đã đun nóng.

- Tránh hiện tượng đặc của sản phẩm và sự kết tủa canxi xitrat do liên kết canxi phosphat hoặc kali phosphat trong quá trình tăng trữ.

Sau khi thanh trùng, sữa được chứa trong các thùng và tại đó người ta bổ sung đường dưới dạng dung dịch sirô đường sacaroza 70% trước khi tiến hành cô đặc. Trọng lượng đường chính xác cho vào để dàng xác định như sau:

Gọi K là quan hệ giữa đường/chất béo của sữa cô đặc được sản xuất.

G là tổng lượng chất béo được sử dụng để tiêu chuẩn hóa, thì trọng lượng đường cho thêm vào (S) là:

$$S = K \times G$$

Thông thường người ta cho số lượng đường khoảng 17kg/100 lít sữa.

Sữa được thêm đường, tiếp theo được tạo chân không và cô đặc ở nhiệt độ 48–53°C dưới áp suất 70 cmHg. Cần phải thận trọng điều chỉnh nhiệt độ không vượt quá 55°C để tránh sự biến tính của các loại đường và sự tăng lên về độ nhớt của sữa.

Thời gian cô đặc phụ thuộc vào loại thiết bị. Một vài loại thiết bị hiện đại có thể làm bay hơi hàng nghìn lít sữa mỗi giờ. Trong điều kiện chân không, sữa có mật độ khoảng 1,3 và được làm lạnh lại để tránh sữa bị đốt nóng liên tục và làm cho quá trình cô đặc dễ dàng cũng như tránh được việc làm sẫm màu.

Sau khi cô đặc, đường lactoza tồn tại trong một dung dịch đường quá bão hòa (trong sữa đã cô đặc chứa khoảng 40% đường lactoza). Trong quá trình làm lạnh sẽ xuất hiện sự kết tinh. Nếu quá trình thao tác chậm, một vài tinh thể bắt đầu hình thành ở nhiệt độ 40 - 50°C, sau đó các tinh thể này có kích thước lớn dần theo sự tăng lên của quá trình làm lạnh. Cuối cùng người ta nhận được các tinh thể lớn đường lactoza làm cho sữa cô đặc có "dạng sạn". Hiện tượng kết tinh "sạn đường" xảy ra trong quá trình làm lạnh đột ngột ở nhiệt độ 30 - 32°C. Ở nhiệt độ này, tốc độ kết tinh là cực đại. Sự kết tinh đường còn tăng nhanh bởi việc cho thêm sữa trong quá trình làm lạnh.

Việc làm lạnh và kết tinh thực hiện trong các thùng chứa có cấu tạo hai lớp có dòng nước lạnh đi qua giữa hai thành, khuấy trộn trong giai đoạn này nhằm để dàng phân tán các tinh thể đường lactoza và tăng nhanh quá trình thay đổi nhiệt độ.

Sau khi giữ sữa trong 20 - 25 ph ở 30°C người ta tiến hành làm lạnh chậm đến khoảng 15°C. Trong quá trình làm lạnh này không xuất hiện các tinh thể đường sacaroza bởi vì nó đã hòa tan hoàn toàn trong dung dịch quá bão hòa.

Sữa cô đặc có đường được rót với trọng lượng tịnh 400g vào bao bì bằng sắt tráng thiếc trắng và được ghép mí. Một vài năm gần đây, loại sữa này được cho vào hộp đóng kín có trọng lượng 175g hoặc 330g và bảo quản ở nhiệt độ thấp hơn 10°C để tránh độ nhót tăng lên.

3.6.4. Công nghệ chế biến sữa bột

Sản xuất sữa khô hay còn gọi là sữa bột đã được Parmentier đưa ra đầu tiên vào năm 1805 nhưng mãi đến năm 1855 mới được đưa vào sản xuất ở qui mô công nghiệp. Đầu thế kỷ XX công nghiệp chế biến sữa bột mới phát triển mạnh, nhất là ở Mỹ với một sản lượng đáng kể.

Chế biến sữa bột rất có lợi về kinh tế bởi chất khô tăng cao, tiết kiệm bao bì và vận chuyển dễ dàng.

Các dạng sữa bột hiện có: .

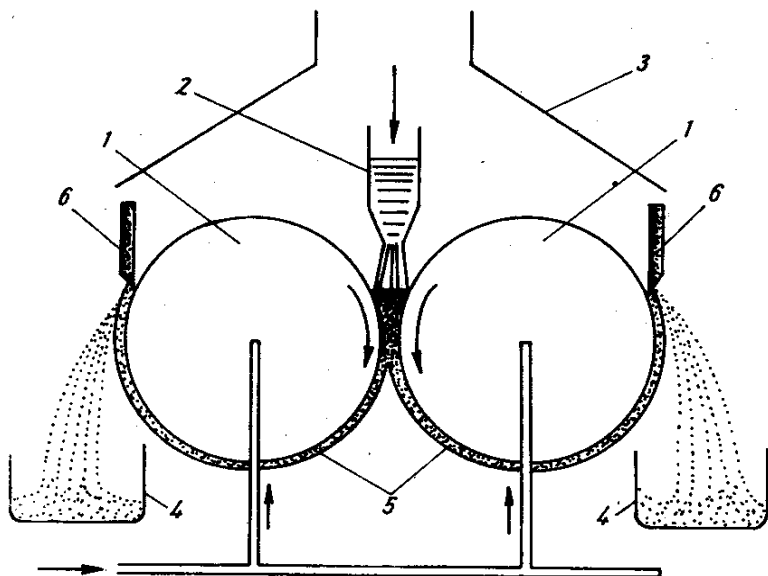
- Bột sữa toàn phần.
- Bột sữa tách mỡ một nửa.
- Bột sữa tách mỡ toàn phần.

Nhu đã biết sự có mặt của chất béo làm tăng đáng kể sự oxy hóa và sự ôi khét trong quá trình bảo quản. Vấn đề công nghệ quan trọng trong chế biến sữa bột có liên quan đến khả năng hòa tan hoàn toàn của sữa bột trong nước sau khi sấy gần giống với sữa tươi tự nhiên.

Sữa sau khi làm lạnh được đảo trộn và được tiêu chuẩn hóa, sau đó được đưa đi sấy. Có thể chia phương pháp sấy khô sữa thành hai nhóm phương pháp:

- Phương pháp sấy Just - Hatmaker có thiết bị dạng hình trụ tiêu biểu.
- Phương pháp sấy phun dạng sương mù (spray).

3.6.4.1. Phương pháp Just - Hatmaker



Hình 3.10. Sơ đồ thiết bị sấy sữa theo phương pháp Just - Hatmaker:

1- xylanh đốt nóng; 2- bộ phận phân phối sữa; 3- chụp; 4- máng thu hồi sữa khô;
5- màng sữa khô; 6- dao nạo

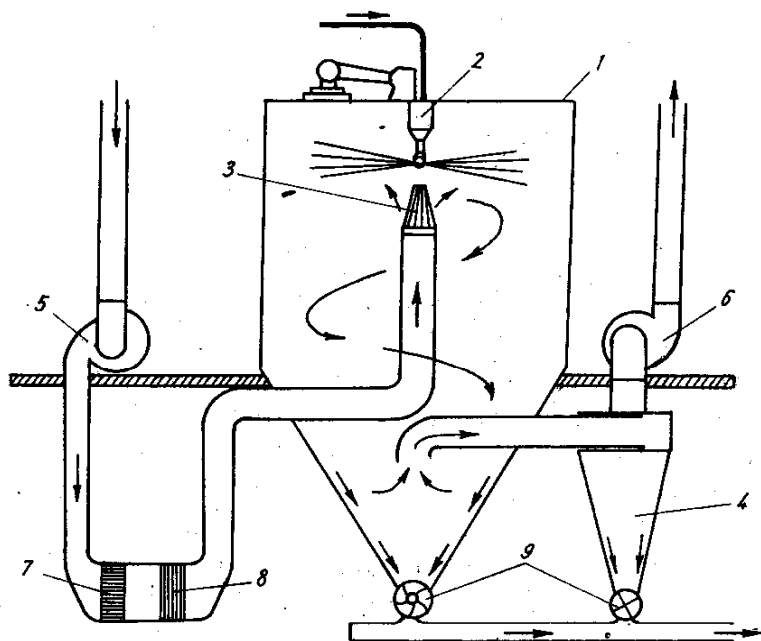
Thiết bị này có nhiều kiểu khác nhau nhất là số xylanh và tốc độ cung cấp sữa. Đôi khi, do quá trình xử lý nhiệt không thích hợp kéo theo sự thay đổi đáng kể cấu trúc lý hóa của sữa. Vì lẽ đó, ngày càng sử dụng nhiều thiết bị sấy phun dạng sương mù để sản xuất sữa khô nhằm thu được sản phẩm có chất lượng cao. Các thiết bị dạng xylanh hình trụ còn được ứng dụng nhiều trong chế biến một vài loại sữa bột dùng làm thức ăn cho gia súc hoặc các sản phẩm công nghiệp khác. Thiết bị dạng này cho phép làm khô 300 - 1500 lít sữa/h với sự tiêu tốn khoảng 1 - 1,2kg than cho 1kg sữa khô.

Để nâng cao hiệu quả sử dụng của thiết bị và bảo đảm chất

lượng sản phẩm cuối người ta vận hành thiết bị trong điều kiện chân không vì vậy nhiệt độ sấy thấp.

3.6.4.2. Phương pháp phun dạng sương mù

Phương pháp cho phép phun sữa thành bụi, dưới dạng sương mù trong một phòng có dòng không khí nóng đi qua. Quá trình loại nước xảy ra tức thì và sữa rơi xuống dưới dạng bụi khô ở phần đáy của tháp sấy (hình 3.11).



Hình 3.11. Sơ đồ của thiết bị hiện đại sấy sữa theo phương pháp phun (spray):

1- tháp sấy; 2- hệ thống phun sữa dưới dạng sương mù; 3- bộ phận phân phối không khí nóng; 4- xyclon thu hồi bột còn lẫn trong khí; 5- cuộn; 6- thiết bị thải khí; 7- bộ phận lọc khí; 8- bộ phận đốt nóng không khí; 9- thiết bị phân phối sữa sau khi sấy khô

Phòng sấy hay còn gọi là tháp sấy thông thường dưới dạng hình trụ hoặc trụ côn. Phòng sấy cần phải được đốt nóng và cho phép quan sát được qua cửa kính để giám sát công việc tiến hành bên trong phòng, có cửa vào ra phòng để thực hiện vệ sinh lau chùi thiết bị bên trong.

Bộ phận phun giữa thành bụi được đặt ở phần cao của tháp. Nguyên lý của thiết bị như sau:

- Sữa được đưa đến thiết bị dưới áp suất rất mạnh qua lỗ nhỏ ở cuối miệng ống.

- Sữa được phun ra trong phòng dưới tác động của dòng khí nén.

- Sữa được phun theo kiểu nằm ngang với tốc độ quay cực lớn (20.000 vg/ph). Dưới tác động mạnh của lực ly tâm, sữa được phun ra dưới dạng bụi trong tháp (hình 3.11).

Dòng không khí nóng được lọc sạch và đi qua tháp sấy có nhiệt độ khoảng 150°C . Dòng không khí nóng này được đưa đến sát đầu mút của bộ phận phun sữa thành bụi. Nhờ chuyển vận của dòng không khí đã tạo nên chuyển động xoáy, cho phép bột sữa khô rơi xuống dễ dàng hơn ở phần đáy tháo. Hỗn hợp không khí - bột sữa được định hướng bởi bộ phận xyclon phân chia có khả năng tách bột sữa khỏi khí thải. Sữa bột tách được sẽ hòa lẫn với sữa bột có ở đáy tháp và nhờ băng tải đưa ra khỏi thiết bị.

3.6.5. Công nghệ chế biến sữa cho trẻ em và y học

3.6.5.1. Sữa cho trẻ sơ sinh

Sữa loại này dùng cho trẻ sơ sinh nên có thành phần gần giống với thành phần của sữa mẹ. Quá trình sản xuất các loại

sữa này luôn luôn có kèm theo việc bổ sung đường lactoza và casein. Các loại sữa này rất có ý nghĩa trong y học. Như đã biết, sữa mẹ có chất lượng rất đặc biệt tuy chưa xác định đầy đủ các ưu điểm của chúng, nhưng đã chứng minh được rằng khó có nguồn sữa nào hoàn chỉnh bằng sữa mẹ. Người ta biết rằng nếu thêm vào trong sữa bò một lượng đường sacaroza sẽ có giá trị dinh dưỡng tốt hơn là thêm lactoza. Tuy nhiên, trong sản xuất sữa cho trẻ sơ sinh lại bổ sung đường lactoza (bởi trong sữa mẹ đường lactoza là chủ yếu).

3.6.5.2. Sữa dùng trong y học

Có nhiều loại khác nhau song chủ yếu sản xuất các loại sữa sau: sữa bổ sung vitamin, sữa bổ sung iot, sữa axit hóa.

• Sữa bổ sung vitamin:

Sữa thường nghèo vitamin (nhất là vitamin D), để bổ sung cho sự thiếu hụt này trong khoảng ba mươi lăm năm qua, người ta thường bổ sung vào sữa nguồn vitamin chống còi xương. Nhờ sự có mặt của các tia cực tím sẽ chuyển một phần sterol thành vitamin D. Sử dụng các nguồn tia trên phải có các điều kiện sau:

- Dải quang phổ hoạt động nằm trong giới hạn từ 230–310 nm. Các tia quang phổ này được sinh ra nhờ đèn carbon hoặc hơi thủy ngân.

- Để có hiệu quả tốt, đòi hỏi lớp sữa đi qua phải mỏng (chiều dày không vượt quá 0,1mm).

- Tiến hành quá trình bổ sung phải ở điều kiện không có không khí để tránh phân hủy các vitamin khác.

Với phương pháp trên có thể đưa vào trong sữa một lượng vitamin D khoảng 300 - 400 UI/lit nhưng không làm ảnh hưởng đến các vitamin vốn có trong sữa cũng như chất lượng cảm

quan của sữa không bị thay đổi, Mặt khác nhờ các tia này mà các vi sinh vật gây bệnh bị tiêu diệt hoặc hạn chế hoạt động. Phương pháp này được sử dụng cho sữa sau khi đã thanh trùng và là phương pháp thông dụng trong một số nước. Ở Đức, tại các thành phố lớn, việc sử dụng sữa được bổ sung vitamin theo phương pháp trên chiếm tỷ lệ khá cao, đặc biệt đối với khách hàng là trẻ em. Do đó việc bổ sung nguồn vitamin vào sữa được coi như là một biện pháp chống còi xương trong tương lai. Ở Mỹ, việc sử dụng sữa có bổ sung vitamin bằng phương pháp trên cũng rất được coi trọng.

Một phương pháp mới khác thuộc kỹ nghệ này cũng đang được nghiên cứu đưa vào ứng dụng đó là việc bổ sung nguồn nấm men đã được chiếu xạ vào khẩu phần ăn của động vật để gián tiếp chống bệnh còi xương cho con người khi sử dụng nguồn sữa từ các động vật đó.

• *Sữa bổ sung iot:*

Sữa có bổ sung iot được coi là sản phẩm sữa y học, việc tiêu thụ sữa này là khá phổ biến ở Mỹ nhằm chống lại sự thiếu hụt iot của tuyến giáp trạng. Phương pháp bổ sung iot vào sữa có thể trực tiếp bằng iot (10mg/lit), hoặc gián tiếp bằng cách bổ sung vào thực đơn của động vật một lượng iot đáng kể.

• *Sữa axit hóa:*

Loại sữa này đặc biệt có khả năng đồng hóa tốt cho trẻ còn bú. Axit hóa sữa bằng axit lactic hoặc axit xitric nhằm chủ yếu trung hòa các chất đệm có trong sữa mà sự có mặt của các chất này (đặc biệt ở trẻ còn bú) sẽ làm giảm lượng axit của dịch vị dạ dày và làm rối loạn tiêu hóa. Mặt khác, làm pH của môi trường bên trong ruột tăng cao, cản trở sự hấp thu các ion Ca và P bởi màng nhầy của ruột, do đó các ion này dễ dàng hình thành các muối canxi

hoặc phospho không hòa tan nên không thể hấp thu được.

Sản phẩm sữa loại này rất được ưa chuộng ở Pháp dưới tên sản phẩm "Pélargon" (do hãng sữa Nestlé sản xuất) dưới dạng sữa bột có bổ sung 0,5% axit lactic.

3.6.6. Công nghệ sản xuất sản phẩm sữa lên men (sữa chua)

Sữa lên men là kết quả của quá trình hoạt động của vi sinh vật, làm thay đổi các thành phần bình thường có trong sữa mà đặc trưng là quá trình sinh thành axit lactic từ đường lactoza và trong một số sản phẩm đặc biệt có cả sự tạo thành etanol. Thành phần protit có trong sữa bị pepton hóa nên làm tăng khả năng tiêu hóa. Đôi khi, lượng CO_2 giữ lại trong khối sữa cao tạo nên bọt cho khối sữa.

Sản phẩm sữa lên men được ưa chuộng từ lâu đặc biệt đối với dân vùng Trung Đông. Ở các nước Tây Âu, sản phẩm sữa lên men được tiêu thụ khá phổ biến, từ đầu thế kỷ XX, là thời kỳ có các công trình nghiên cứu của Metchnikoff về nguyên nhân gây ra sự già nua ở con người. Theo tác giả sự lão hóa sớm là do các sản phẩm thối rữa tồn tại lâu trong đường ruột. Việc sử dụng các sản phẩm sữa lên men làm thay đổi pH của môi trường bên trong đường ruột, có tác dụng cản trở hoạt động của các vi khuẩn gây thối rữa. Lý thuyết này được minh chứng có sức thuyết phục cao nhờ vào việc sử dụng các sản phẩm sữa lên men được bán trên thị trường.

Công nghệ sản xuất các sản phẩm sữa lên men ngày một thêm đa dạng, phong phú dưới nhiều tên gọi và cách trang trí bao bì khác nhau có tác dụng quyết định đến việc lựa chọn loại sản phẩm ở người tiêu dùng. Tuy nhiên trong các sản phẩm

lên men, sữa chua vẫn chiếm vị thế hàng đầu bởi chất lượng và sở thích cùng với tính giải khát của sản phẩm.

3.6.6.1. Vi sinh vật và hóa sinh của quá trình sản xuất sữa chua

Vi sinh vật sử dụng trong sản xuất sữa chua là vi khuẩn lactic với hai loài đặc trưng:

- *Lactobacillus bulgaricus* (*L. bulgaricus*): là vi khuẩn lên men điển hình, phát triển tốt ở nhiệt độ 45–50°C trong môi trường có độ axit cao. Loài này, có thể tạo ra trong khối sữa đến 2,7% axit lactic từ đường lactoza.

- *Streptococcus thermophilus* (*S. thermophilus*) : phát triển tốt ở nhiệt độ 50°C và sinh sản tốt ở nhiệt độ 37–40°C. Đây cũng là vi khuẩn lactic chịu nhiệt lên men điển hình, có thể chịu được nhiệt độ đun nóng đến 65°C trong 30 ph nhưng chỉ phát triển được trong môi trường có độ axit thấp hơn *L. bulgaricus*.

Hai loài vi khuẩn nêu trên thuộc loại vi khuẩn hiếu khí và chịu được môi trường có độ axit thấp (pH từ 4–4,5).

Trong sản xuất sữa chua, việc cấy hỗn hợp hai loài vi khuẩn này cho kết quả sinh ra axit lactic tốt hơn là chỉ sử dụng riêng từng loài. *L. bulgaricus* làm dễ dàng cho sự phát triển của *S. thermophilus*. *Lactobacillus* có chứa enzym phân giải protein nên có khả năng phân tách được một số axit amin từ casein. Các axit amin này có vai trò như là các chất kích thích hoạt động cho loài *Streptococcus*. Trong số các axit amin tách được thì axit amin valin đóng vai trò quan trọng nhất.

Trong sản xuất sữa chua bằng nuôi cấy hỗn hợp hai loài trên cho thấy: ở giai đoạn đầu của quá trình sản xuất, pH của sữa

thích hợp cho loài *Streptococcus* hoạt động chiếm ưu thế và đảm bảo cho quá trình lên men lactic được bắt đầu. Hoạt độ của các enzym phân hủy casein của *Lactobacillus* kích thích sự phát triển của *Streptococcus* và đôi khi cũng làm cho độ axit tăng lên. Yếu tố pH của sữa thay đổi làm cho *Streptococcus* khó phát triển, *Lactobacillus* thay thế chỗ. Mặt khác, sự vón cục sữa cũng xảy ra khi độ axit đạt đến 70–80°D.

Sự hình thành chất thơm trong sản phẩm sữa chua trước đây người ta cho rằng chỉ có vai trò của *Streptococcus*. Nhưng, các tác giả Petter và Lolkema mới đây cũng đã nhấn mạnh đến vai trò của *Lactobacillus* trong việc tạo nên hương thơm cho sản phẩm, trong đó thành phần axetaldehyt được coi là thành phần quan trọng góp phần tạo nên hương thơm đặc trưng của sữa chua.

3.6.6.2. Công nghệ sản xuất sữa chua

(xem qui trình công nghệ ở phần Phụ lục)

Sữa chua có thể được sản xuất từ các nguồn sữa khác nhau: sữa tươi tự nhiên, sữa tách mỡ (một phần hay hoàn toàn), sữa bột dễ hòa tan với sữa tươi... Trong trường hợp sản xuất từ sữa có hàm lượng chất béo cao cần chú trọng đến quá trình đồng hóa để ngăn cản quá trình chất béo nổi lên trên bề mặt khi sử dụng vì sinh vật thích hợp để thực hiện quá trình lên men.

Đối với nguồn sữa giàu chất khô, tiến hành thanh trùng ở nhiệt độ 84–85°C trong vài giây hoặc có thể tiệt trùng. Sau đó sữa được làm lạnh đến 45°C và cấy hai loại vi khuẩn nêu trên vào khối sữa cần lên men nhờ quá trình nuôi thuần chủng chúng trước trên các môi trường phù hợp. Liều lượng vi khuẩn sử dụng từ 2-3%. Sau khi khuấy trộn tiến hành phân phối

nhanh vào dụng cụ, đậy nắp và tiến hành lên men ở nhiệt độ 40 - 50°C trong thiết bị ủ với thời gian từ 2-3 h. Lúc này, độ axit của khối sữa đạt 80 - 100°D và ở độ axit này không thuận lợi cho cả hai loài vi khuẩn phát triển. Sau công đoạn ủ ấm, sữa chua cần được tiến hành làm lạnh nhanh đến dưới 10°C và dừng ngay quá trình hình thành axit lactic (nếu không sẽ xảy ra quá trình co rút của thành phần bị đông tụ và sự phân chia huyết thanh). Quá trình lên men cũng có thể tiến hành trong các nồi cách thủy nhờ sự tuần hoàn của dòng nước nóng và lạnh có tác dụng trao đổi nhiệt nhanh hơn trong thiết bị ủ ấm nhưng thao tác nặng nhọc và ruộm rà hơn.

Quá trình lên men được thực hiện (ủ ấm hoặc nồi cách thủy) khi tăng hay giảm nhiệt độ đều không ảnh hưởng đến *Streptococcus*, chúng vẫn phát triển tốt và sản sinh ra chất thơm cho sản phẩm; còn đối với *Lactobacillus* lại có tác dụng giảm độ axit nhanh.

Để sản phẩm sữa chua có độ chua nhẹ và thơm người ta có thể sử dụng tế bào của vi khuẩn *Streptococcus* ở giai đoạn trẻ và khi môi trường lên men có độ axit thấp. Ngược lại, muốn có sữa chua có độ axit cao thì cần sử dụng tế bào của *Streptococcus* già hơn hoặc sử dụng *Lactobacillus*, vốn là loài phát triển tốt ở môi trường có độ axit thấp.

Ngoài sản phẩm sữa chua truyền thống người ta còn sản xuất sữa chua có hương thơm khác nhau nhờ tinh dầu của các loại quả: chuối, chanh, dâu, mơ v.v. Các loại hương thơm tổng hợp cấm sử dụng. Các chất thơm tự nhiên thu được là sản phẩm của quá trình chưng cất nên sẽ mất màu tự nhiên. Để khắc phục người ta bổ sung các chất màu có nguồn gốc tự nhiên tương ứng với màu của quả cho hương và được bổ sung vào cùng thời điểm cấy vi khuẩn.

Trong sản xuất sữa chua còn khâu kỹ nghệ rất quan trọng, đó là sử dụng phụ gia và chất ổn định nhằm tạo trạng thái bền vững cho sữa chua khi lưu hành trên thị trường cũng như tạo dạng gel bền vững cho sản phẩm (không tách pha).

Chất ổn định (palsgaard) là một nhóm chất phụ gia đưa vào thực phẩm phải đạt các yêu cầu sau:

- Không mang tính chất dinh dưỡng.
- Không độc hại đối với sức khỏe con người.
- Được làm từ nguyên liệu đã được lựa chọn cẩn thận. Chế phẩm này hoàn toàn tuân theo những qui định về tính đồng nhất và độ tinh khiết theo tiêu chuẩn của Hội đồng chung châu Âu, Mỹ, Cộng hòa Liên bang Đức, Tổ chức Lương thực Thế giới (FAO), v.v.

- Trước khi sử dụng cần kiểm tra kỹ lưỡng và phải được phép sử dụng tùy theo luật của mỗi nước.

Thành phần chính của chất ổn định gồm:

- Polysacarit (CMC- Na, carragenan, alginat, v.v.) là những chất có vai trò làm đặc (tạo gel) làm cho sản phẩm tuy ở dạng rắn nhưng vẫn mềm, phù hợp với sở thích người tiêu dùng.
- Monodiglyxerit E471 có tác dụng làm bền hệ nhũ tương. là chất hoạt động bề mặt có vai trò ngăn cản sự tập hợp của các cấu tử cùng pha nên có khả năng đồng nhất sản phẩm.

Ở Việt Nam, trong công nghệ sản xuất sữa chua đặc sử dụng chất ổn định có mã hiệu 5846 có thành phần chủ yếu là pectin, gelatin, tinh bột biến tính... nhằm tạo cấu trúc ổn định cho sữa chua nhờ khả năng cắt và oxy hóa mạch polysacarit thành những mạch ngắn nên làm tăng khả năng keo hóa góp phần làm bền trạng thái gel của sản phẩm.

KỸ THUẬT SẢN XUẤT BƠ VÀ PHOMAT

4.1. KỸ THUẬT SẢN XUẤT BƠ

Bơ là sản phẩm có được nhờ quá trình đánh crem từ quá trình tách mỡ sữa. Thành phần của bơ chỉ chứa cao nhất là 18 g chất không béo và 16g nước trong 100 g bơ.

Thành phần trung bình của một kg bơ như sau:

- Chất béo: 820–840g.
- Chất khô khác (cazein, lactoza, muối khoáng): 5–20g.
- Nước: 140–160g.
- Công đoạn tách chất béo từ sữa

Quá trình tách chất béo (mỡ sữa) từ sữa có thể thực hiện bằng phương pháp thủ công nhưng hiệu suất thấp, tốn thời gian tuy đơn giản. Có thể sử dụng các loại sữa có hàm lượng mỡ cao để sản xuất bơ. Trước đây, từ "crem" dành cho các sản phẩm chứa ít hơn 30% chất béo.

Các crem tách được từ sữa có thể sử dụng tươi, nhưng từ nhiều thế hệ nay người ta thường đem chế biến thành sản phẩm gọi là "bơ".

Công nghệ tách mỡ sữa đã trải qua nhiều phương pháp khác

nhau từ thủ công đến cơ giới, hiện nay chủ yếu sử dụng các thiết bị ly tâm tách mỡ, ngoại trừ phương pháp cổ điển (hót váng sữa) vẫn còn được sử dụng trong các phân xưởng chế biến phomat của tư nhân.

Công nghệ sản xuất sản phẩm bơ nhất thiết phải qua hai công đoạn chính:

- Công đoạn tách mỡ sữa hay còn gọi là tách crem sữa.
- Chế biến crem sữa thành sản phẩm bơ gồm có nhiều công đoạn trong đó công đoạn quan trọng nhất là đánh crem.

4.1.1. Công đoạn tách crem sữa

Quá trình tách crem sữa có thể thực hiện bằng phương pháp thủ công hoặc cơ giới.

4.1.1.1. Tách crem bằng phương pháp gạn tự nhiên (phương pháp tĩnh học)

Thông dịch sữa ở trạng thái tĩnh không đảo trộn đều xảy ra sự phân tách các hạt cầu béo theo chế độ phân tầng có nghĩa là không bị chảy rối. Tốc độ nổi lên bề mặt sữa của các hạt cầu béo được tính theo công thức sau đây của Stokes:

$$v = \frac{1}{18} \cdot \frac{D^2(P - p)g}{N}$$

trong đó v - tốc độ giới hạn của sự phân tách các hạt cầu béo;

P - thể tích của khối sữa được tách mỡ;

p - thể tích của khối chất béo (mỡ sữa);

g - gia tốc trọng lực;

N- độ nhớt động học của sữa đã tách mỡ;

D- đường kính của các hạt cầu béo.

Nhiệt độ đóng vai trò quan trọng trong công nghệ tách cream theo phương pháp tự nhiên. Khi đun nóng sữa đến nhiệt độ lớn hơn 70°C làm giảm tốc độ tách cream sữa bởi sự biến tính của thành phần agglutinin. Ngược lại, khi làm lạnh đến 7–8°C làm tăng nhanh quá trình tách cream sữa do tạo thành các hạt chất béo nhỏ từ các cầu béo rồi tạo thành các nhân chứa trong lòng chất béo dưới dạng lỏng nhờ quá trình co lại và phá vỡ của một số cầu béo dưới tác động của nhiệt độ thấp.

4.1.1.2. Tách cream bằng phương pháp ly tâm gạn

Trong công nghiệp sản xuất bơ, người ta không sử dụng phương pháp gạn tự nhiên bởi quá trình chậm và không liên tục, mà chủ yếu sử dụng phương pháp ly tâm gạn nhằm tăng nhanh quá trình tách cream cũng như làm cho quá trình tách được tiến hành liên tục. Khi ly tâm mạnh lực sẽ tác động lên các cầu béo theo hệ thức:

$$F = 1/6 \pi D^3 (P - p) \omega^2 L$$

trong đó *D*- đường kính của các cầu béo được phân tách;

P và *p*- thể tích của khối sữa được tách cream và thể tích của khối cream tách được;

ω tốc độ góc quay;

L- khoảng cách từ các cầu béo đến trục quay của thiết bị.

Tốc độ chuyển dời của các cầu béo ứng với chế độ phân

tăng về lý thuyết được biểu diễn dưới dạng sau (theo Stokes):

$$V = \frac{1}{18} \cdot \frac{D^2(P - p)\omega^2 L}{N}$$

N - độ nhớt động học của sữa đã tách cream.

Quan hệ giữa tốc độ phân tách cream khi sử dụng thiết bị tách ly tâm và gạn tự nhiên như sau:

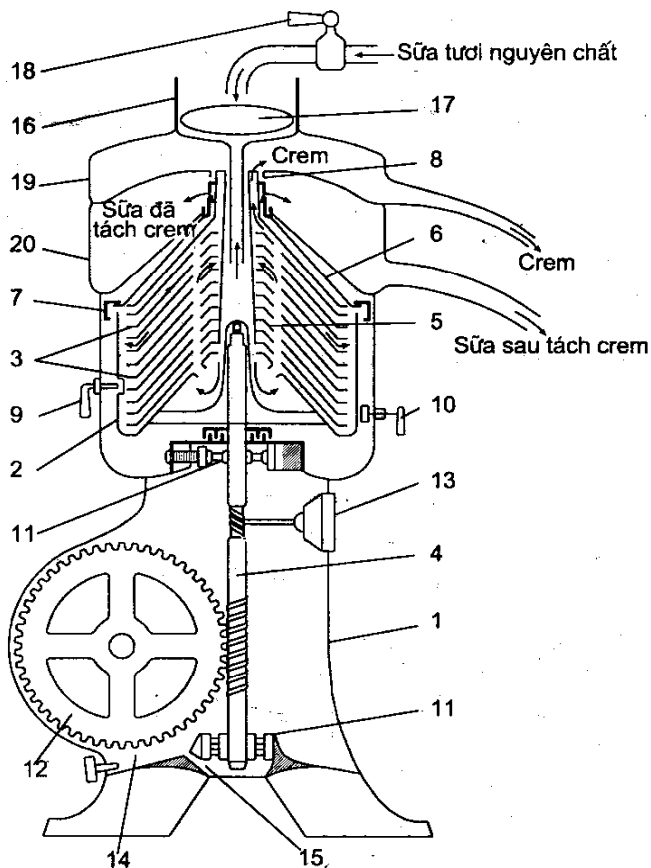
$$\frac{V}{p} = \frac{w^2 g}{L}$$

Cần nhấn mạnh rằng thiết bị ly tâm tách cream có tốc độ khác nhau do đó khoảng cách giữa các hạt với trung tâm của thiết bị cũng rất khác nhau. Mặt khác, trong khi tách cream không phải lúc nào cũng thực hiện được trong điều kiện chế độ phân tầng của dòng sữa lỏng mà thường trong điều kiện chảy rối hoặc các chế độ trung gian khác. Trong các điều kiện này, sự chuyển dời của các cầu béo không thể giải thích bằng cơ chế như đã nêu ở phần trước được.

4.1.1.3. Một số thiết bị tách cream từ sữa

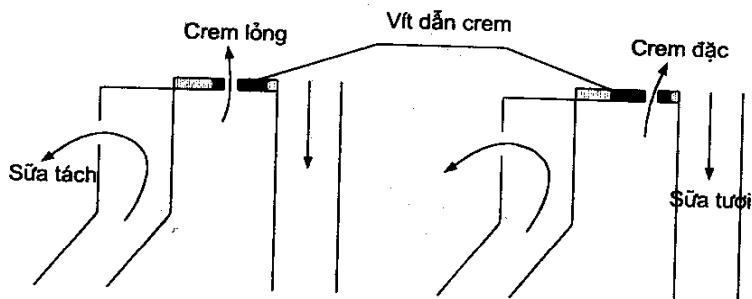
Do hàm lượng cream khác nhau ở vị trí đĩa khác nhau nên cần phải điều chỉnh khoảng cách giữa đĩa với trục quay nhằm nâng cao hàm lượng chất béo có trong khối cream khi ra khỏi thiết bị. Nguyên lý như sau trong hình 4.2.

Khi quay các vít, khối cream sẽ cách xa (hoặc gần) trục quay của thiết bị dạng bát úp do đó khối cream được lấy ra càng xa trục quay càng chứa ít chất béo.

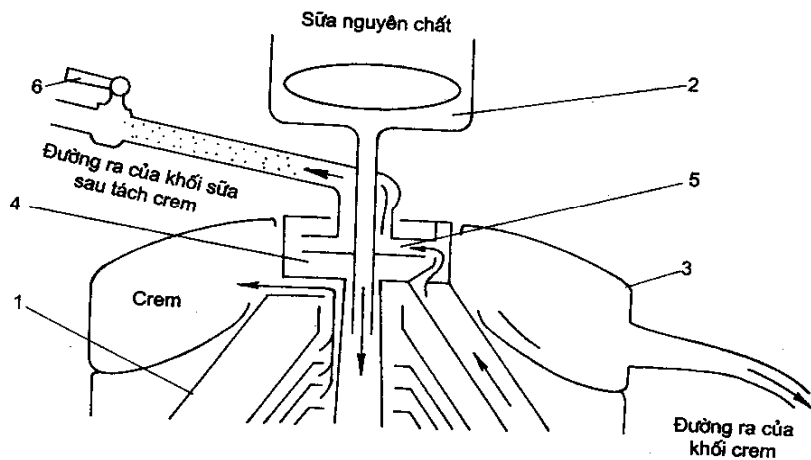


Hình 4.1. Sơ đồ nguyên lý thiết bị tách mỡ sữa dạng hờ dùng trong công nghiệp:

1- giá đỡ; 2- bộ phận tách cream dạng bát úp; 3- đĩa tách cream; 4- trục điều khiển các bát; 5- cổ định bát vào trục; 6- nắp dạng bát úp; 7- vòng xiết chặt nắp dạng bát úp; 8- vít dẫn cream; 9- bộ phận khóa; 10- phanh; 11- gối gặm lăn bằng ổ bi; 12- bánh xe xoắn điều khiển chuyển động trục; 13- tốc kế vòng; 14- cacte dầu; 15- lỗ tra dầu mỡ cho máy; 16- bộ phận tiếp liệu; 17- bộ phận phao để điều hòa lưu lượng sữa; 18- khóa điều chỉnh lưu lượng; 19- bộ phận chứa bằng sắt tây; 20- bộ phận chứa sữa đã tách cream bằng sắt tây



Hình 4.2. Nguyên lý điều chỉnh quá trình làm giàu chất béo có trong khối cream của thiết bị tách mỡ dạng hồ



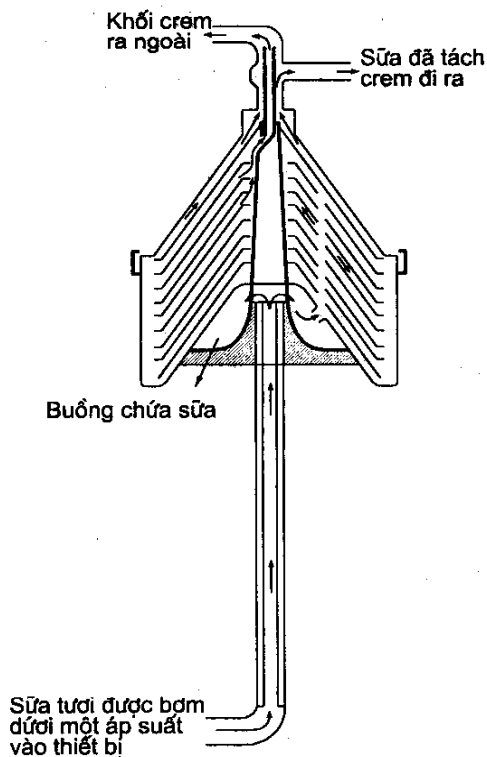
Hình 4.3. Đường dẫn sữa sau tách cream và đường dẫn cream trong thiết bị tách cream loại bán kín:

- 1- thiết bị dạng bát úp; 2- bộ phận nạp liệu; 3- bộ phận chứa khối cream bằng sắt tây; 4- phòng giữ sản phẩm trước khi ra khỏi thiết bị; 5- vòng kẹp để cố định bộ phận giữ sản phẩm trước khi ra khỏi thiết bị; 6- van điều chỉnh

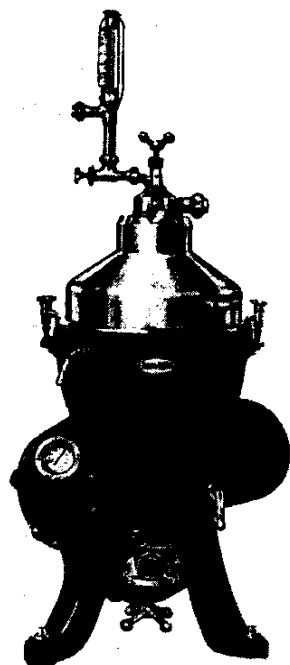
4.1.2. Kỹ thuật sản xuất bơ

4.1.2.1. Sơ đồ sản xuất bơ

Sản phẩm bơ có nhiều loại khác nhau được sản xuất ở các cơ sở sản xuất khác nhau (nông trại, nhà máy) với các công đoạn cũng khác nhau. Có hai sơ đồ sản xuất sau.



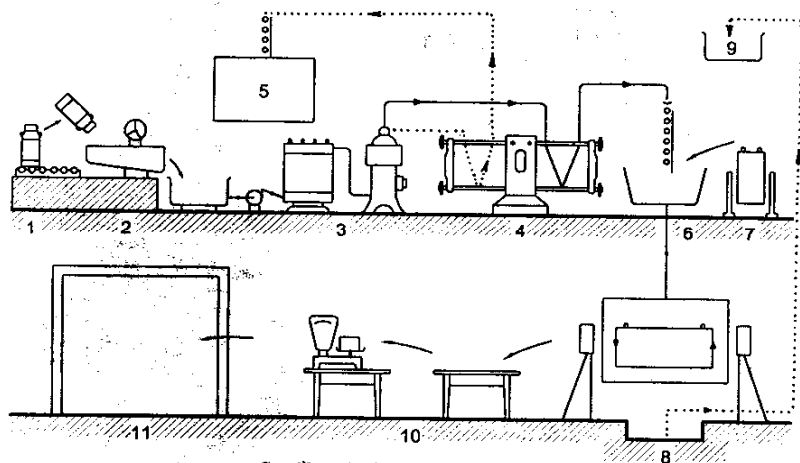
Hình 4.4. Hướng đi chuyển của sữa đã tách mỡ và cream trong thiết bị tách chất béo loại kín theo hướng từ dưới lên



Hình 4.5. Thiết bị tách cream sữa dạng kín. Bộ phận cao trên cùng là thiết bị đo lượng cream tách được

Hai sơ đồ trong hình 4.6, 4.7 mô tả các công đoạn trong công nghệ sản xuất bơ theo phương pháp liên tục được ứng dụng hầu khắp trong các nhà máy ở Pháp từ nhiều năm nay. Các công đoạn cơ bản như sau: cream tách được có thể để nguyên dạng tươi tự nhiên hoặc làm giảm độ axit hoặc được thanh trùng rồi làm lạnh để sau đó cấy vi khuẩn có khả năng lên men lactic. Quá trình chín của bơ sẽ tạo ra độ chua và hương thơm. Cream được làm chín tiếp tục được khuấy trộn cho đến khi thành bơ và tiếp theo tiến hành tách dịch sữa ra khỏi khối bơ rồi rửa bơ và cuối cùng được nhào trộn trước khi đóng gói.

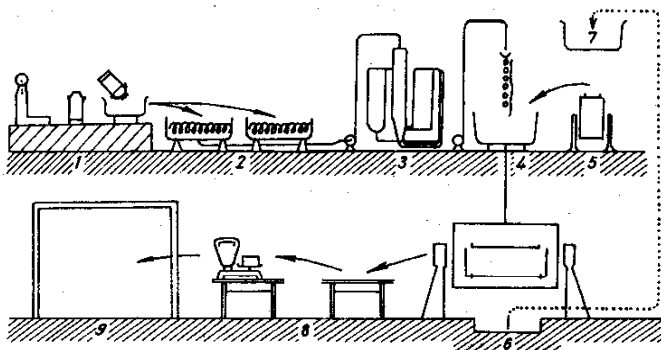
a) Sơ đồ sản xuất bơ từ sữa tươi



Hình 4.6. Sơ đồ quá trình sản xuất bơ từ sữa tươi:

- 1- thu thập sữa; 2- sang trút sữa và cân; 3- đun nóng sữa và tách cream; 4- thanh trùng; 5- thùng (bể) chứa sữa đã tách cream và thanh trùng; 6- làm chín khối cream; 7- thùng chứa giống vi khuẩn; 8- đánh khối cream để sản xuất bơ; 9- thùng chứa khối cream sau khi đánh; 10- đóng gói bơ; 11- bảo quản bơ trong phòng lạnh

b) Sơ đồ sản xuất bơ từ cream được tách từ các nông trại



Hình 4.7. Sơ đồ quá trình sản xuất bơ từ cream được tách từ các nông trại:
 1- thu nhận, lấy mẫu và sang trút khối cream; 2- làm giảm độ axit của khối cream; 3- thiết bị trung hòa (vacuator); 4- làm chín khối cream; 5- thùng chứa giống vi khuẩn; 6- đánh cream; 7- thùng (bể) chứa cream sau khi đánh; 8- đóng gói bơ; 9- bảo quản bơ trong phòng lạnh.

Trong một vài nhà máy việc tách cream lại tiến hành sau công đoạn thanh trùng sữa nhưng phương pháp này dễ bị nhiễm vi sinh vật khi chuyển qua giai đoạn tách cream nên không được khuyến khích sử dụng.

4.1.2.2. Quá trình làm giảm độ axit của khối cream thu được từ nông trại

Nếu nhà máy thu gom sữa, thì cream sữa có thể chứa trong các thiết bị thanh trùng sau khi được tách. Nếu nhà máy thu gom trực tiếp cream sữa từ các nông trại thì nhất thiết phải thanh trùng cream sữa với chế độ thích hợp. Công đoạn quan trọng nhất trong công đoạn này là giảm độ axit một cách hợp lý, nghĩa là tiến hành chuẩn hóa thành phẩm chất béo.

Có hai biện pháp kỹ thuật sau thường được dùng trong việc làm giảm độ axit:

- Rửa cream cho phép loại được các chất mang tính axit.
- Bổ sung thêm một số sản phẩm có khả năng trung hòa được lượng axit trong khối cream. Đây là phương pháp thường được sử dụng ở Pháp và các nước khác.

Các chất cho phép sử dụng để trung hòa gồm: CaO , Ca(OH)_2 , MgO , Mg(OH)_2 , NaOH , Na_2CO_3 , NaHCO_3 . Các chất trung hòa có thể sử dụng ở dạng đơn chất hay phối hợp.

Các chất trung hòa cần phải đáp ứng một số điều kiện sau:

- Rất tinh khiết để công dụng đạt được hiệu quả tối đa.
- Dễ hòa tan.
- Được bao gói đúng qui cách để đảm bảo sự ổn định về chất lượng khi chúng tiếp xúc với không khí và độ ẩm cao.

Liều lượng của các chất trung hòa (tính bằng lý thuyết) để trung hòa một phân tử gam axit lactic như sau:

MgO	20g	NaOH	40g
CaO	28g	Na_2CO_3	53g
Mg(OH)_2	29g	NaHCO_3	84g
Ca(OH)_2	37g	NaHCO_3	84g

a) Kỹ thuật làm giảm độ axit

Trước hết xác định khối lượng cream cần xử lý, xác định độ axit cũng như hàm lượng chất béo hiện có của khối cream và cuối cùng xác định độ axit cần giảm bớt.

Ví dụ: khối lượng cream là 1000kg, hàm lượng chất béo có trong khối cream là 35%, độ axit ban đầu là 60°D , độ axit cần giảm bớt sẽ là bao nhiêu để độ axit sau xử lý đạt 20°D . Cách

tính như sau:

Nếu cho hàm lượng chất béo có trong khối crem sau khi làm giàu là 100% (tức là tăng lên 65% tính bằng lý thuyết) ta có độ axit của khối crem là:

$$\frac{20 \times 65}{100} = 13^{\circ}\text{D}, \text{ do đó tổng lượng axit cần rút bớt là:}$$

$$(60 - 13) \times 1000 = 47000 \text{ dg axit lactic}$$

Lượng chất trung hòa cần dùng được tính theo cách sau:

Hòa tan một gam chất trung hòa vào 50 cm^3 axit H_2SO_4 , sau đó xác định độ axit bằng NaOH với chỉ thị phenolftalein.

Gọi V là thể tích NaOH sử dụng. Trọng lượng P của chất nào đó có thể trung hòa một decigam axit lactic sẽ là:

$$P = \frac{10}{9 \times (50 - V)}$$

$$\text{Chẳng hạn } V = 22,5 \text{ cm}^3$$

$$\Rightarrow P = \frac{10}{9 \times (50 - 22,5)} = 0,040 \text{ g}$$

Vậy lượng chất trung hòa cần cho vào trong 1000 kg crem ban đầu để đưa độ axit của khối crem về 13°D sẽ là:

$$0,040 \text{ g} \times 47000 = 1880 \text{ g.}$$

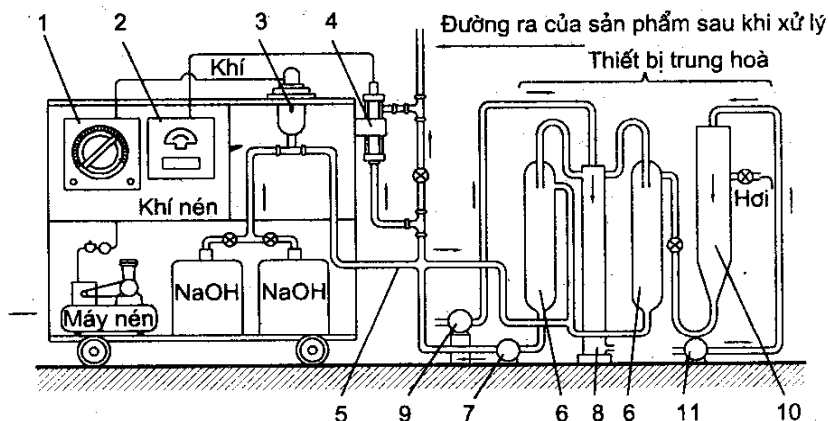
Nếu chất trung hòa sử dụng là MgO hoặc CaO thì liều lượng cần tăng lên khoảng 20% do đó cần thêm vào: $\frac{1880 \times 120}{100} = 2256 \text{ g}$ chất trung hòa cho 1000kg crem (như ví dụ đã cho).

Chú ý: để thêm chất trung hòa vào khối crem, trước hết chất

trung hòa phải được hòa tan trước trong nước ở 35°C với tỷ lệ chất trung hòa/nước = 1/10.

Khối cream cũng cần được đun nóng đến $30-35^{\circ}\text{C}$ để khối cream nóng chảy dễ trộn lẫn nhanh với chất trung hòa cũng như tác dụng sâu đến toàn khối.

b) Thiết bị để trung hòa lượng axit dư



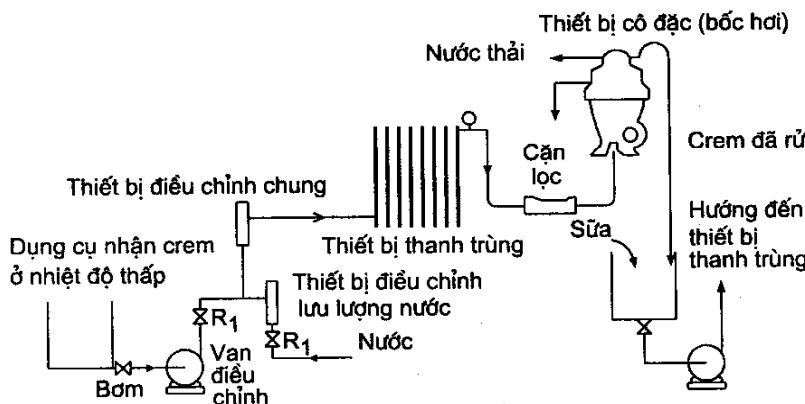
Hình 4.8. Phương pháp liên tục để giảm độ axit của khối cream (phương pháp Robichaux):

1- nơi kiểm tra độ pH của khối cream cần trung hòa bằng phương pháp ghi biểu đồ; 2- bộ phận khuếch đại các giá trị của pH; 3- van kiểm tra tự động liều lượng chất trung hòa; 4- điện cực pH đặt trên đường lưu chuyển khối cream cần trung hòa; 5- hệ thống đường ống dẫn chất trung hòa; 6- phòng chân không của hệ thống trung hòa; 7- bơm đường ống dẫn chất trung hòa; 8- bộ phận cô đặc dưới dạng phun của thiết bị trung hòa; 9- bơm nước cung cấp cho thiết bị trung hòa; 10- phòng thanh trùng của thiết bị trung hòa; 11- bơm cung cấp cream cho thiết bị trung hòa

4.1.2.3. Rửa crem thu được từ nông trại

Kỹ thuật này được sử dụng nhiều ở Đức và Áo bằng cách hòa crem vào nước với tỷ lệ 1:1 hay 1:2. Sau đó hỗn hợp được tách crem và phần nước được tách ra cuốn theo tất cả các sản phẩm phân hủy có mặt ban đầu trong khối crem đặc biệt là axit lactic. Quá trình xử lý được coi là hoàn chỉnh nếu sau khi rửa khối crem rồi được tiến hành tiêu chuẩn hóa đối với khối crem. Quá trình tiêu chuẩn hóa này còn kèm theo việc bổ sung thêm một lượng đường lactoza theo mong muốn.

Sơ đồ của một thiết bị rửa crem thu được ở nông trại như trong hình 4.9.



Hình 4.9. Sơ đồ làm việc của thiết bị rửa khối crem dạng kín (Alfa-Laval)

4.1.2.4. Thanh trùng crem

Là phương pháp được sử dụng rộng rãi trong phần lớn các quốc gia có nền công nghiệp sữa phát triển như Pháp, Đan Mạch, Hà Lan, Thụy Sĩ, Canada, Mỹ, Australia... Hiện nay có khoảng 450 xí nghiệp chế biến bơ theo phương pháp này.

Mục đích thanh trùng crem:

- Phá hủy cấu trúc của các vi sinh vật gây bệnh.
- Loại trừ phần lớn hệ vi sinh vật ban đầu có trong khối crem, đặc biệt vai trò của hệ vi sinh vật trong giai đoạn chín cũng có thể gây ra quá trình phân hủy các thành phần của crem hoặc hạn chế vai trò của vi khuẩn lactic được nuôi cấy thuần chủng.
- Đình chỉ hoạt động của các enzym lipaza là nguyên nhân của một số quá trình biến chất nguy hại trong quá trình bảo quản bơ tươi.

Điều kiện thanh trùng:

- Làm cho các bào tử của các vi sinh vật chịu nhiệt tồn tại trong khối crem không hoạt động được.
- Làm cho các enzym lipaza từ vi sinh vật không có khả năng hoạt động được ở nhiệt độ cao (khoảng 85°C).
- Đun nóng ở nhiệt độ cao có tác dụng giải phóng một số chất có khả năng chống oxy hóa nhằm hạn chế sự hình thành các mùi vị bất thường như mùi cá (do sự hợp thành của các nhóm sunthydryl - SH).
- Mùi da không xuất hiện nhanh trong khối crem như trong sữa được đun nóng.

Nhiệt độ thanh trùng vào khoảng 92–95°C trong 30 s, với chế độ này đảm bảo làm thay đổi cấu trúc của vi sinh vật gây

bệnh hoặc các enzym nhằm giữ được chất lượng cảm quan ban đầu của khối crem. Hơn nữa, nếu thực hiện quá trình thanh trùng trong điều kiện không có không khí có thể bảo toàn vitamin và tránh sự oxy hóa chất béo là nguyên nhân làm giảm chất lượng của bơ thành phẩm.

Ngày nay người ta thường áp dụng chế độ thanh trùng đối với crem từ 97–98°C trong vài giây.

Làm lạnh và khử mùi crem sau thanh trùng

• Quá trình làm lạnh cần phải:

– Nhanh để hạn chế xuất hiện các mùi vị lạ như mùi da, mùi dầu trong khối bơ.

– Tránh nhiễm vi sinh vật và các quá trình oxy hóa khác.

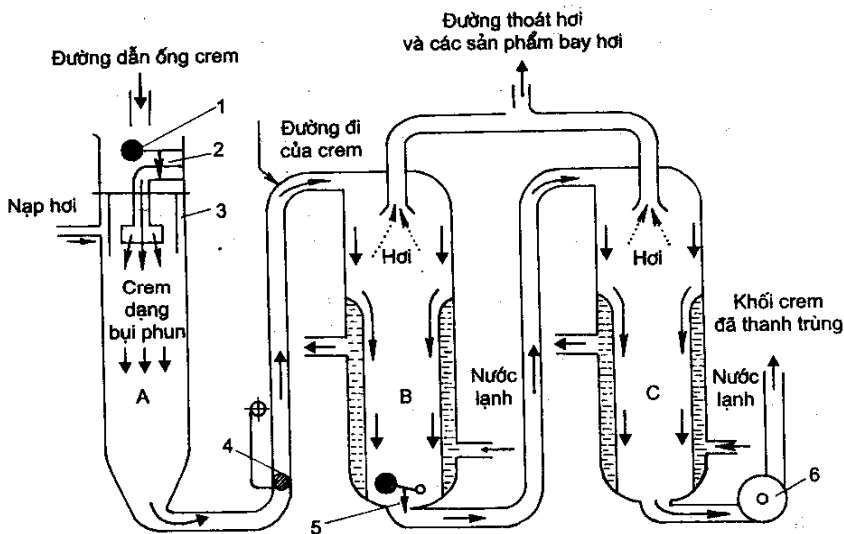
Nhiệt độ làm lạnh phụ thuộc vào các yếu tố khác nhau như: kỹ thuật làm chín bơ, thành phần hóa học của chất béo có trong khối crem và các thời điểm thu crem trong năm trong đó kỹ thuật làm chín bơ là quan trọng nhất.

Làm lạnh trong điều kiện không có không khí trong các thiết bị dạng ống hoặc dạng đĩa khó bị oxy hóa hoặc ô nhiễm. Ngoài ra, các thiết bị đều làm từ thép không gỉ nên rất dễ dàng làm sạch bởi các dung dịch hóa học được chuyển đến trong một chu trình kín dưới áp lực thích hợp. Mặt khác còn có lợi trong việc thu hồi nhiệt. Làm lạnh ở điều kiện không khí tự do trong các thiết bị có dòng nước chảy tràn đôi khi cũng thích hợp nếu trong trường hợp nhà máy xử lý khối crem thu từ nông trại. Nhưng trong trường hợp làm lạnh này để làm xuất hiện quá trình biến chất sâu sắc tạo ra các sản phẩm có vị ở dạng bay hơi nhất là từ trong các quá trình lên men khác nhau xảy ra trong khối crem khi bảo quản ở nông trại.

• Quá trình khử mùi bằng chưng cất:

Đây là phương pháp tương đối mới, hai quốc gia đầu tiên sử dụng loại thiết bị khử này là Niu Dirlan và Bỉ từ 1953 và bắt đầu đưa vào sử dụng ở Pháp năm 1955 dưới tên gọi "phương pháp A.P.V".

Phương pháp này cho phép loại trừ các thành phần bay hơi có mùi nhờ hơi nước trong thiết bị. Thiết bị này tiến hành đồng thời các công đoạn đun nóng, khử mùi và làm lạnh từng phần theo sơ đồ nguyên lý trong hình 4.10.



Hình 4.10. Sơ đồ hoạt động của thiết bị trung hòa (phương pháp Cherry-Burrel):
A- buồng thanh trùng: 5 600 mm Hg; nhiệt độ của khối sữa: 92 - 95°C;
B- buồng chưng cất thứ nhất: 340 mmHg; nhiệt độ của khối sữa: 70 - 80°C;
C- buồng chưng cất thứ hai: 90 mmHg; nhiệt độ của khối sữa: 45°C:

1- phao điều chỉnh lưu lượng sữa vào thiết bị; 2- van thu nhận sữa; 3- màn chắn;

4- van cân bằng; 5- van tháo sữa; 6- bơm ly tâm

Ngoài ra còn có các thiết bị xử lý crem dạng thùng cho phép tiến hành đồng thời các công đoạn: làm giảm bớt độ axit, thanh trùng, khử mùi bằng chân không, làm lạnh và làm chín ngay trong thùng.

4.1.2.5. Quá trình chín của crem

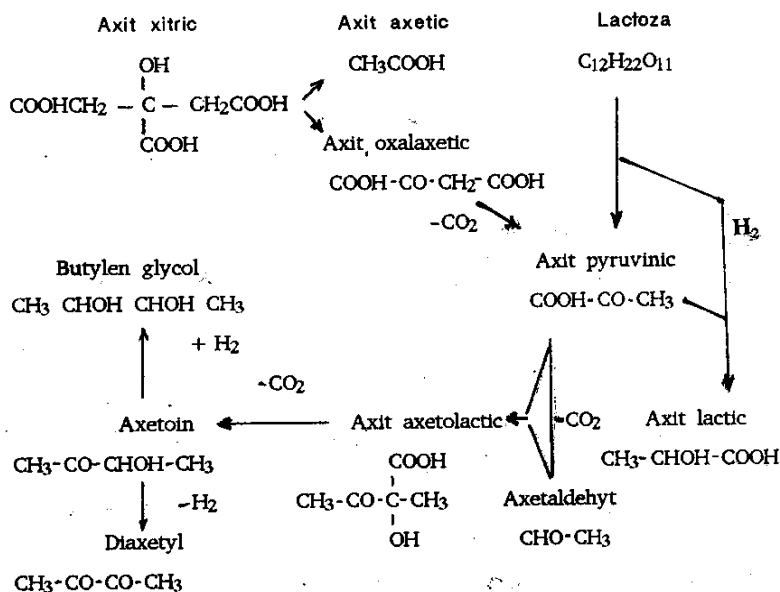
Giai đoạn này nhằm làm cho bơ sản phẩm có mùi thơm đặc trưng. Sự khác nhau về mức độ tạo hương trong sản phẩm phụ thuộc vào giai đoạn làm chín này. Nếu bơ chỉ được làm chín bằng phương pháp đánh crem thì bơ không mùi thơm. Ngược lại, nếu có quá trình làm giảm bớt độ axit trong khối crem trước khi tiến hành đánh crem thì hiệu quả về giá trị cảm quan (hương thơm của sản phẩm) tăng lên đáng kể.

Hương thơm của sản phẩm bơ: nhiều tác giả cho rằng hương của sản phẩm bơ có liên quan rất chặt chẽ đến quá trình lên men lactic nhờ một số loài vi khuẩn lactic mà ngày nay người ta gọi là các vi khuẩn tạo hương. Ngoài khả năng tạo ra một lượng axit lactic trong các khối crem ở trạng thái tươi, các vi khuẩn này còn tạo ra các chất như axetylmethylcarbinol hoặc axetoin ($\text{CH}_3 - \text{CHOH} - \text{CO} - \text{CH}_3$) từ các nguồn crem có độ axit cao. Axetoin là chất không mùi nhưng khi bị oxy hóa tạo ra diaxetyl ($\text{CH}_3 - \text{CO} - \text{CO} - \text{CH}_3$) là chất thơm chủ yếu trong bơ, lượng diaxetyl trong bơ từ 0,5–1,5 mg/kg bơ cho hương đặc trưng của sản phẩm. Chính các vi khuẩn lactic lên men không điển hình có khả năng tạo ra lượng quan trọng các chất axetylmethylcarbinol và diaxetyl.

Axetoin và diaxetyl tiếp tục bị chuyển hóa tạo ra 2–3 butylen-glycol ($\text{CH}_3 - \text{CHOH} - \text{CHOH} - \text{CH}_3$) là chất không mùi vị trong khoảng hai mươi bốn giờ, đặc biệt khi làm lạnh

thì quá trình chuyển hóa này bị dừng lại do đó hương thơm được bảo tồn.

Sự có mặt của axit xitric có trong khối cream đóng vai trò quan trọng trong việc sinh thành hương thơm cho sản phẩm theo sơ đồ chuyển hóa trong hình 4.11.



Hình 4.11. Cơ chế sinh hóa của sự tạo thành chất thơm trong sản phẩm bơ từ đường lactoza và axit xitric

Từ sự tạo thành hương thơm của bơ và vai trò quan trọng của chúng nên muốn có hương thơm cho bơ cần có hai tác nhân chính:

- Sự có mặt của vi sinh vật để tạo ra các sản phẩm lên men như axetoin và diaxetyl.

- Tác dụng hóa học làm cho thành phần của sản phẩm bơ khác với nguyên liệu sản xuất ra nó.

4.1.2.6. Quá trình đánh crem và quá trình nhào trộn bơ

Công đoạn đánh crem nhằm chuyển đổi crem thành bơ. Crem bản chất là dạng nhũ tương của chất béo trong dung dịch nước được chuyển thành thể nhũ tương của dung dịch nước trong chất béo nhờ quá trình đánh crem.

Về mặt lý thuyết, thành phần hóa học của bơ đã được xác định và ngày nay người ta quan niệm rằng bơ là pha liên tục của chất béo ở trạng thái tự do dưới thể lỏng trong điều kiện nhiệt độ môi trường và rất giàu olein. Chất béo ở thể tự do được phân chia một phần ở dạng các hạt cầu béo còn nguyên vẹn có thể kết tinh được ở nhiệt độ môi trường tùy thuộc vào hàm lượng glyxerit có điểm nóng chảy cao. Một phần khác là các hạt nước sữa (sữa đã tách crem) bị làm loãng (tùy mức độ) bởi nước trong quá trình rửa bơ. Vì vậy, chất béo ở trạng thái tự do đóng vai trò là chất gắn thật sự có tác dụng vây hãm đồng thời cả cầu béo và các hạt nước sữa (huyết thanh).

Vai trò chính của quá trình đánh crem là ở chỗ loại trừ được các chất béo tự do để đảm bảo cho liên kết bền vững giữa cầu béo ở trạng thái nguyên vẹn hay bị biến dạng bởi các hạt nước sữa.

• Điều kiện tiến hành đánh crem:

- Đảo trộn: thao tác này rất quan trọng, tốc độ đảo trộn khoảng 20 - 30 vg/ph tùy thuộc vào dung tích của thiết bị, hệ số đổ đầy trong thiết bị cho phép không được quá 50%.

- Nhiệt độ: nhiệt độ càng cao càng nâng cao hiệu quả của

quá trình đánh cream nhưng tổn thất chất béo lớn, do đó nhiệt độ thích hợp vào mùa đông từ 12–13°C, còn mùa hè từ 8 – 10°C.

- Axit hóa các thực nghiệm chứng minh rằng loại cream có hàm lượng axit cao thì quá trình đánh cream kết thúc nhanh hơn so với loại cream có độ axit thấp. Điều này được giải nghĩa bởi ảnh hưởng của độ axit đến thành phần của cầu béo.

• *Làm giàu chất béo trong khối cream:*

Nếu cream chứa quá nhiều chất béo thì quá trình đánh cream sẽ rất khó khăn bởi độ nhớt cao dẫn tới quá trình đảo trộn cũng không thuận lợi. Ngược lại, loại cream có hàm lượng chất béo thấp sẽ choán thể tích của thiết bị và tổn thất chất béo theo nước sữa có thể sẽ rất cao. Do đó để nâng cao hiệu quả của quá trình người ta tiến hành đánh cream khi khối lượng cream chứa 35–40% chất béo. Thời gian đánh cream khoảng 40–50 ph (nếu quá trình tiến hành thuận lợi). Hạt nước sữa tách ra sau quá trình đánh cream (huyết thanh) có thể lẫn chất béo với hàm lượng khoảng 3 - 4 g/lit sữa.

• *Rửa các hạt bơ:*

Thao tác rửa các hạt bơ được tiến hành sau khi kết thúc quá trình đánh cream. Đã từ lâu công đoạn này được coi là điều kiện quan trọng để sản xuất bơ có chất lượng cao. Về mặt lý thuyết, quá trình rửa được thực hiện nhằm thay thế các hạt nước sữa ở thể nhũ tương trong chất béo của bơ bằng các hạt nước tinh khiết. Nhờ sự đổi thay này mà trong khối bơ mới, các chất chứa nito, đường lactoza vốn là các chất dinh dưỡng cần thiết cho hoạt động sống của vi sinh vật sẽ không thể tồn tại ở thể lỏng do đó ức chế sự phát triển của chúng trong khối bơ, vì như chúng ta đã biết vi sinh vật không thể tăng sinh

trong chất béo được.

Trong quá trình rửa, việc thay thế các hạt nước sữa (sữa đã tách crem) bằng nước sạch có tính lý thuyết hơn là thực tế bởi kết quả của nhiều thí nghiệm cho thấy các chất chứa nito được hấp phụ khá phổ biến trên bề mặt của các cầu béo. Từ thực tế này, người ta không thể sử dụng giải pháp công nghệ là tiến hành rửa bơ nhiều lần bằng nước sạch, thông thường sau ba lần rửa hầu như không thể làm giảm nhiều hơn nữa lượng của các chất không béo. Đối với các loại bơ đã qua quá trình rửa hoàn thiện thì đạt được 95g/lit chất khô (không tính chất béo).

Nước sử dụng để rửa bơ phải là nước sạch tinh khiết chứa ít các ion kim loại và được tiệt trùng để tránh tạo ra các mùi bất bình thường cho sản phẩm và tránh được quá trình nhiễm vi sinh vật gây biến chất sản phẩm. Nhiệt độ của nước rửa phải xấp xỉ với nhiệt độ của các hạt bơ (cho phép thấp hơn 1°C). Nếu như nước rửa nóng hơn thì khối bơ sẽ trở nên quá ẩm do vậy ảnh hưởng đến sự rắn chắc cần thiết của khối bơ sau khi kết thúc quá trình đánh crem và hơn nữa sẽ dễ xảy ra quá trình liên kết các chất béo lại một cách chậm chạp dưới dạng các hạt có kích thước lớn hơn.

• Nhào trộn bơ:

Công đoạn này với mục đích liên kết các hạt bơ lại với nhau và loại trừ pha lỏng còn lại trong khối bơ do quá trình rửa trước đó. So với quá trình rửa thì quá trình nhào trộn này có tác dụng bảo quản khối bơ tốt hơn bởi vì vi sinh vật chỉ phát triển trong pha lỏng. Vì vậy, nếu quá trình nhào trộn đạt yêu cầu thì lượng nước tự do trong khối bơ sẽ còn không đáng kể.

Quá trình nhào trộn còn có tác dụng đến việc điều tiết lượng

ấm và cả đến sự phân phối ấm trong khối bơ. Trong thực tế hiện nay, thường khối bơ sau khi qua giai đoạn đánh crem và rửa, độ ấm còn vào khoảng thấp hơn 16%. Quá trình nhào trộn còn làm tăng các quá trình hóa học trong khối bơ: sự mất nước, các hạt nước sữa được hòa tan tăng lên làm cho sự tiếp xúc giữa chất béo với pha lỏng được tăng cường trên bề mặt khối bơ.

• *Màu sắc của bơ:*

Màu của bơ thành phẩm thường là màu vàng nhưng cường độ màu phụ thuộc rất nhiều vào vị trí địa lý và mùa thu hoạch. Chẳng hạn, bơ của vùng Normandi (Pháp) có cường độ màu vàng cao nhất vào tháng tư và tháng năm đồng thời trong khẩu phần thức ăn của động vật lấy sữa thường giàu caroten. Còn ở miền đông nước Pháp, động vật lấy sữa sử dụng nguồn thức ăn ít rau nên bơ sản xuất ra thường có màu sáng đôi khi hoàn toàn trắng.

Về màu sắc của bơ, sở thích của người tiêu dùng thay đổi theo vùng nhưng ở Pháp người tiêu dùng thích bơ màu vàng hơn là màu trắng đặc biệt là dân Pari. Vì vậy có thể sử dụng các chất màu được lấy từ nguồn tự nhiên trong sản xuất bơ khi các chất đó được cho phép. Các chất màu này được cho vào khối crem trước khi đưa sang công đoạn đánh crem nhằm đồng nhất hóa màu sắc của khối bơ về sau.

• *Mùi vị của bơ:*

Trong điều kiện cần thiết người ta có thể tạo hương cho bơ bằng cách: cho vào trong khối crem các sản phẩm có mùi thu được từ quá trình chungk cất sinh khối vi khuẩn lactic cho mùi mong muốn. Phương pháp này đòi hỏi công nghệ cao nhưng thu được bơ có hương thơm tự nhiên. Hoặc dùng các chất tạo

mùi thích hợp có nguồn gốc tự nhiên với những tỷ lệ thích hợp. Muốn sử dụng cách này đòi hỏi những nhà sản xuất phải có hiểu biết sâu về thành phần của các chất thơm, sử dụng tỷ lệ phối trộn...

Các phương pháp trên thường dùng ở Thụy Điển và Mỹ.

4.1.3. Bao gói và bảo quản bơ

Trọng lượng bao gói tùy thuộc vào yêu cầu sử dụng, có thể là 20; 25; 10kg hoặc 250; 125 và 20g trong các dạng bao bì khác nhau. Cho tiêu dùng, thường đóng gói từ 250–20g chứa trong các bao bì hoặc bằng giấy gói được xử lý bằng axit sunfuric hai lần hoặc bằng giấy tráng parafin hay giấy nhôm (phổ biến nhất).

Bảo quản bơ thành phẩm có nhiều cách:

- *Bảo quản nhờ natri clorua* (phương pháp muối) đây cũng là phương pháp sát trùng duy nhất cho phép sử dụng trên toàn thế giới. Phụ thuộc vào hàm lượng muối sử dụng mà bơ có tên gọi khác nhau:

- Bơ một nửa muối: có hàm lượng NaCl trong sản phẩm 25%.

- Bơ mặn: có hàm lượng NaCl từ 5–10%.

Tuy nhiên với hàm lượng muối như trên làm cho vị của bơ bị biến đổi nên thông thường trong bơ bổ sung hàm lượng muối từ 2–3% là vừa phải (có nơi chỉ 0,5%).

- *Bảo quản tạm thời trong kho lạnh*: nhiệt độ bảo quản -10°C và -15°C , ở nhiệt độ này bơ có thể bảo quản trong nhiều tháng và việc sử dụng không phụ thuộc vào mùa sản xuất cũng như ổn định giá trên thị trường quanh năm.

- *Bảo quản lạnh* đối với sản phẩm bơ không dưới -15°C hoặc làm lạnh đông bơ ở -30°C , vì dưới các nhiệt độ này không đảm bảo trạng thái tươi của sản phẩm.

Giống như các sản phẩm khác, bơ rất dễ hấp phụ nhanh các mùi khó chịu nên không bảo quản bơ chung với thịt, cá, phomat mà phải bảo quản chúng trong phòng lạnh riêng. Thời hạn bảo quản không vượt quá 2–3 tháng.

4.1.3.1. Các dạng thay đổi và biến chất của bơ

Các dạng thay đổi của bơ chủ yếu gồm:

- *Thay đổi về cấu trúc*: chủ yếu là sự liên kết lại của các glyxerit thành dạng kích thước lớn làm cho bơ bị gãy hoặc bơ bị lổn nhổn, xảy ra chủ yếu vào mùa đông. Ngoài ra còn có dạng bơ bị mềm hoặc bị dính do tỷ lệ của thành phần olein tự do ở dạng lỏng quá lớn ngay ở nhiệt độ môi trường đồng thời với sự hình thành các tinh thể lớn của glyxerit lẫn trong olein tự do hợp thành cấu trúc liên nhau hơn.

Một dạng thay đổi cấu trúc nữa của bơ đó là bơ bị sạn. Đây là hiện tượng quan trọng đặc biệt khi sản xuất bơ từ crem thu gom từ nông trại (chẳng hạn công đoạn sang trút crem, làm giảm độ axit của khối crem). Công đoạn thanh trùng crem làm cho khối crem nóng chảy sau đó các hạt bơ bị kết dính thành những cấu trúc lớn trong giai đoạn làm lạnh, đó chính là nguyên nhân của hiện tượng "sạn" trong khối bơ thành phẩm làm mất đi sự mềm mại và giá trị cảm quan của sản phẩm.

Trong một số trường hợp các thay đổi khác lại xảy ra khi dùng CaO để giảm bớt độ axit của khối crem, khi đó các kết tụ canxi caseinat sẽ bị phá vỡ. Hiện tượng này xảy ra khi người ta tiến hành làm giảm độ axit bằng cách sử dụng dung dịch

CaO quá đậm đặc.

- *Thay đổi do sự phân tán không đồng đều của nước:* khi tiến hành cất bơ, người ta nhận thấy trên nhất cất còn đọng lại các giọt nước do quá trình nhào trộn chưa đạt yêu cầu làm cho khối bơ có độ ẩm cao. Loại bơ chứa 14% nước thể hiện quá trình nhào trộn chưa tốt nên có thể làm cho nước bị rỉ ra. Còn đối với các loại bơ chứa 16 hoặc 18% nước (như trong các loại bơ của Đức) có hàm lượng chất khô hoàn chỉnh có nghĩa là khối bơ đã được nhào trộn thích hợp.

Nếu như nhất cất khối bơ còn xuất hiện các hạt nước sữa chúng tỏ khối bơ nhào trộn không đạt yêu cầu mà còn có thể do cả quá trình rửa bơ không đầy đủ.

4.1.3.2. Sự biến chất về mùi và vị

Biến chất về mùi và vị là rất phổ biến và đa dạng trong sản phẩm bơ theo thời gian bảo quản. Sự biến chất nguy hại này chủ yếu là do các vi sinh vật (sự ôi khét, mùi axit, mùi phomat, mùi nấm men, mùi mốc, mùi malt...) hoặc các quá trình hóa học (mùi kim loại, mùi mỡ, mùi cá, mùi caramen...). Sự ôi khét của sản phẩm bơ là dạng biến chất quan trọng nhất gây ra do nhiều nguyên nhân như đã biết: các chất béo trong quá trình bị phân hủy giải phóng ra một số axit bay hơi có mùi chua như axit butyric, axit caprolic... Khi axit xeton bị oxy hóa tạo ra metyl xeton có mùi rất khó chịu (chủ yếu do vai trò của vi khuẩn).

Có rất nhiều tác nhân gây ra quá trình ôi khét bơ nhưng chủ yếu là các enzym lipaza có trong tuyến vú hoặc từ các nguồn nhiễm khác có khả năng sinh ra hoặc chứa đựng enzym này. Ngoài tác nhân chủ yếu trên, còn có vai trò tham gia vào

quá trình ôi khét của vi sinh vật chứa enzym phân giải casein tạo ra amoniac. Amoniacc có thể kết hợp với axit béo tạo ra các sản phẩm có mùi thối.

Vi sinh vật tham gia vào quá trình ôi khét trước hết phải kể đến nấm mốc (*Geotrichum*, *Cladosporium*, *Penicillium*) và các vi khuẩn (vi khuẩn *fluorescentes*, *microcoques*...) Còn một số nấm men có khả năng tạo ra enzym thủy phân lipit nhưng hiếm gặp.

Như đã nêu trên, quá trình biến chất ngoài tác động của các enzym còn do các quá trình hóa học tạo ra các mùi khác nhau:

- *Mùi axit*: chủ yếu tạo ra do các vi khuẩn sinh ra lượng axit quá mức trong khối cream và cũng có thể gây ra từ sữa của vật nuôi có lượng cream ít. Lượng axit quá cao không những gây ra mùi khó chịu mà còn góp phần làm tăng các quá trình biến chất do sự axit hóa quá mức.

- *Mùi phomat*: tạo ra do quá trình phân hủy thành phần casein có trong cream hay trong bơ bởi enzym thủy phân protein của vi sinh vật bị nhiễm trong quá trình chế biến và bảo quản. Chính thành phần casein là nguyên liệu chính để chế biến phomat.

- *Mùi nấm men*: mùi này xuất hiện khi khối cream hay khối bơ bị nấm men lấn át, khi đó đường lactoza có thể bị lên men rượu đặc biệt trong các loại cream có độ axit cao. Nhất là về mùa hè càng tạo thuận lợi cho sự phát triển của các nấm men này.

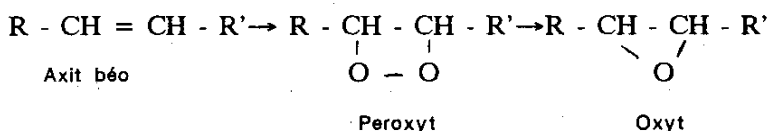
- *Mùi nấm mốc*: thường xảy ra trong các khối bơ được bảo quản bị nhiễm nấm mốc. Đối với nấm mốc việc tạo ra các enzym phân giải casein và lipit là rất hãn hữu.

– *Mùi malt*: gây ra bởi một số loài vi khuẩn lactic nhưng mùi này không nguy hại bằng các mùi nêu trên.

– *Mùi kim loại*: có liên quan đến vị tanh rất đặc trưng. Mùi kim loại xảy ra khi khối bơ tiếp xúc với sắt hay đồng với liều lượng cao, các kim loại này cũng tham gia vào giai đoạn đầu của quá trình hình thành các mùi nguy hại như mùi mỡ hoặc mùi cá.

– *Mùi crem nguyên liệu*: thường xảy ra đối với bơ được sản xuất từ crem thu mua từ nông trại đã trải qua quá trình làm giảm bớt độ axit và được sản xuất theo công nghệ không hợp lý. Đặc biệt mùi này xuất hiện chính trong khi thực hiện quá trình làm giảm độ axit với thời gian kéo dài.

– *Mùi mỡ*: đó là mùi của quá trình biến chất nghiêm trọng xảy ra chủ yếu trong các khối bơ được bảo quản lâu. Bản chất của mùi này được tạo ra do quá trình oxy hóa chất béo tạo ra sản phẩm peroxyt:



Nhưng trong thực tế không chỉ các nối đôi trong phân tử được dính với oxy để tạo ra oxyt mà thường tạo ra các dạng hydroperoxyt ($\text{R} - \text{CH} - \underset{\text{O} - \text{OH}}{\underset{|}{\text{CH}}} = \text{CH} - \text{R}$) nhờ quá trình oxy

hóa một nối đơn. Quá trình oxy hóa này rất quan trọng vì làm tăng mùi mỡ. Để đánh giá cường độ mùi này người ta dùng chỉ số peroxyt (là lượng các peroxyt khác nhau được tạo ra từ bơ). Xác định chỉ số peroxyt nhằm theo dõi sự biến đổi của sản

phẩm trong quá trình bảo quản bơ ở trạng thái lạnh. Chỉ số peroxyt được xác định theo phương pháp so màu dựa trên nguyên lý sự chuyển đổi của muối sắt hai thành muối sắt ba dưới tác dụng của chất béo bằng con đường oxy hóa và dựa trên phản ứng sau đó giữa sắt ba với amon sunfoxyanua.

Mùi mỡ dễ dàng xuất hiện khi khối bơ có độ axit cao hoặc có mặt của không khí hoặc có ánh sáng Mặt trời và sự có mặt của sắt đặc biệt là đồng với vai trò làm xúc tác quá trình oxy hóa. Diacetyl và muối cũng đều là các thành tố có khả năng tăng cường quá trình.

– *Mùi cá*: là mùi được tạo ra khi bảo quản bơ. Trước đây, nghiên cứu về mùi này người ta cho rằng do sự có mặt của trimethylamin là sản phẩm của quá trình biến chất lexithin. Ngày nay, người ta cho rằng bơ có mùi cá là kết quả của quá trình oxy hóa các axit béo không no của lexithin và glyxerit. Khối bơ có độ axit cao và sự có mặt của muối và kim loại đều làm xúc tác cho quá trình phân hủy lexithin. Quá trình thanh trùng khối crem ở nhiệt độ cao hơn 90°C sẽ tạo ra các chất chống oxy hóa có tác dụng làm cản trở quá trình phân hủy lexithin.

– *Mùi nấu, mùi caramen (hay mùi cháy)*: các mùi này là hậu quả của quá trình thanh trùng không hợp lý và liên quan đến hiện tượng cháy sém bên bề mặt trao đổi nhiệt của thiết bị thanh trùng. Các mùi này càng rõ rệt nếu khối crem được xử lý có độ axit cao. Thành phần casein và đường lactoza tham gia ngay từ đầu quá trình cháy cacbon làm xuất hiện mùi bất thường. Ngoài ra có một vài loại vi khuẩn lactic trong quá trình hoạt động đã gây ra mùi nấu.

Ngoài các mùi nêu trên, còn có thể xuất hiện các mùi kho chứa, mùi hấp hơi, mùi chuồng trại, mùi thức ăn cho vật nuôi, mùi bã ép, mùi tỏi... do các nguyên nhân và bản chất quá trình rất khác nhau.

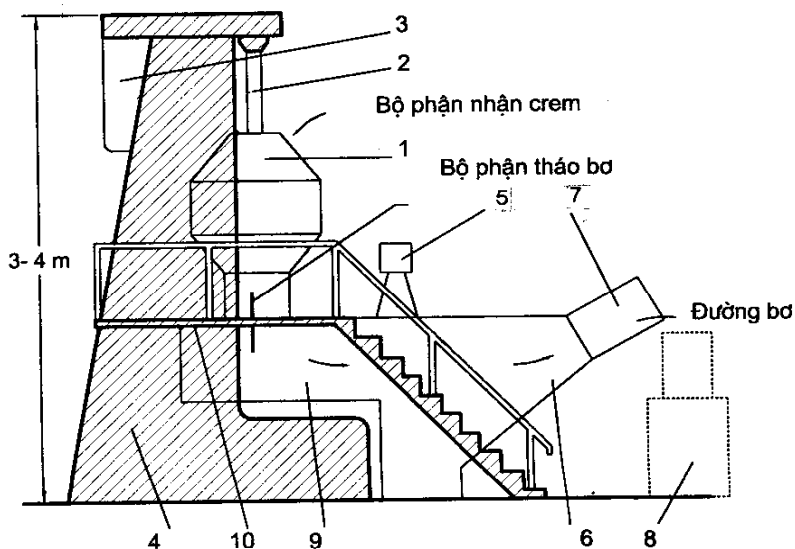
Biện pháp để làm giảm sự biến chất về mùi của bơ trong và sau chế biến cũng như bảo quản thì nhất thiết:

- Tránh sự có mặt của hệ vi khuẩn trong khối bơ (trừ hệ vi khuẩn lactic được dùng theo qui định).

- Đối với các biến chất do nguồn gốc hóa học muốn hạn chế cần tiến hành chế biến trong điều kiện không có không khí và không có mặt của kim loại vốn là chất xúc tác của quá trình oxy hóa.

4.1.3.3. Thiết bị liên tục chế biến bơ

a) Phương pháp Senn



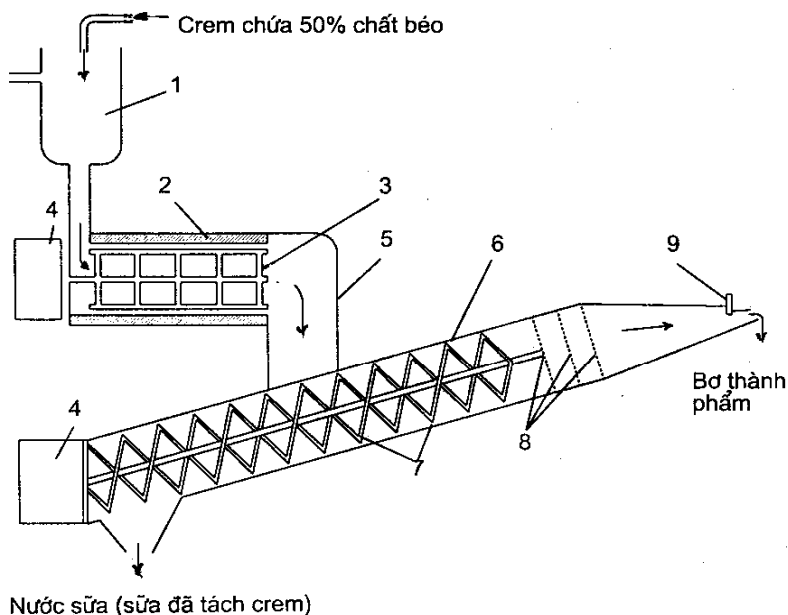
Hình 4.12. Sản xuất bơ bằng phương pháp liên tục theo nguyên lý Senn:

- 1- thùng chứa hình côn (100 l); 2- trục cánh khuấy (3000 vg/ph); 3- motor; 4- bộ đỡ bằng gang; 5- bơm nước để rửa; 6- vít vô tận; 7- máy nén; 8- thiết bị đóng gói bơ; 9- bộ phận chuyển tải bơ đến máy nén; 10- sàn bằng để vận hành thiết bị

Nguyên lý của phương pháp Senn: khối cream sau khi đã kiểm

tra các thông số cần thiết được đổ vào thùng chứa 1 và tiến hành đánh crem ngay bởi hệ thống cánh khuấy 2 hoạt động được nhờ mô-tơ 3. Sau khi kết thúc công đoạn đánh crem trong thùng 1 bơ được tháo xuống bộ phận chuyển tải bơ 9 nhờ vít vô tận 6, tại đây bơ được rửa nhờ bơm tuần hoàn nước 5 trước khi đến máy nén 7. Bơ sau khi ra khỏi máy nén được chuyển vào thiết bị đóng gói 8.

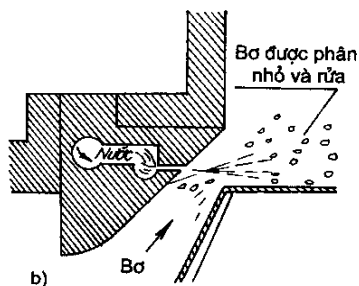
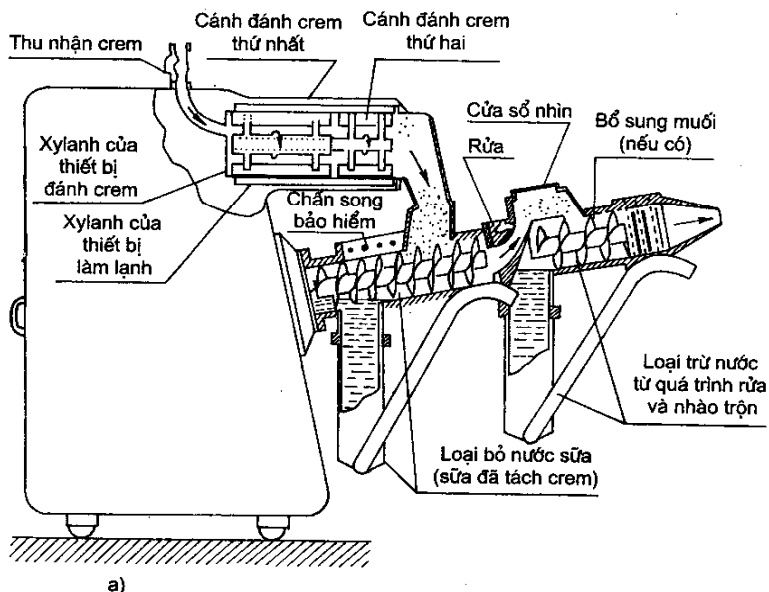
b) Phương pháp Fritz



Hình 4.13. Sơ đồ nguyên lý của thiết bị Fritz:

1- bể thu nhận crem; 2- thiết bị đánh crem dạng trụ có thành được làm lạnh; 3- cánh đánh crem từ 1500 - 3000 vg/ph; 4- mô-tơ; 5- đường ống chuyển khối bơ sau khi đánh crem; 6- thiết bị phân chia; 7- hai vít Archimède được đặt kề nhau và quay theo hướng ngược nhau; 8- các đĩa đục lỗ dùng cho nhào trộn bơ nhờ quá trình cán; 9- khe hở đi ra của bơ thành phẩm

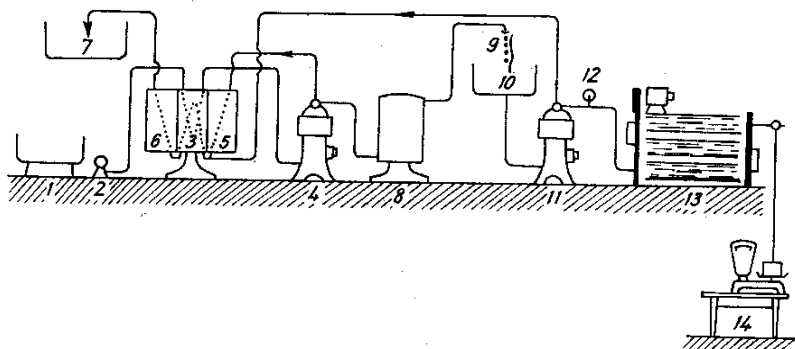
c) Phương pháp Contimab - Simon



Hình 4.14. Sơ đồ hoạt động của thiết bị Contimab - Simon liên kết với bộ phận rửa bơ:

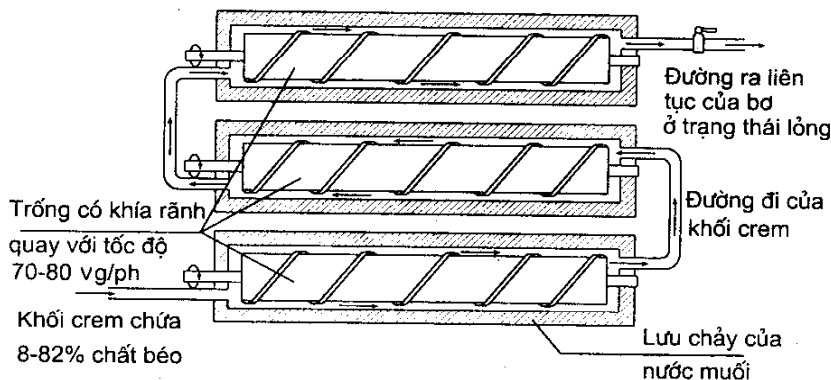
a- sơ đồ chung; b- chi tiết của bộ phận rửa bơ

d) Phương pháp Alfa



Hình 4.15. Quy trình của quá trình sản xuất bơ theo phương pháp Alfa:

1- bể tiếp nhận sữa; 2- bơm; 3- thiết bị đun nóng (50°C); 4- thiết bị tách cream; 5, 6- hệ thống thanh trùng và làm lạnh khối cream; 7- bể chứa cream sau làm lạnh; 8- thùng chứa cream (30% chất béo); 9- thiết bị trao đổi nhiệt; 10- thùng chứa cream sau đun nóng; 11- thiết bị nâng cao hàm lượng chất béo trong khối cream ($80 - 82\%$); 12- đồng hồ theo dõi lượng cream qua thiết bị chuyển pha; 13- thiết bị chuyển pha (tạo cấu trúc); 14- thiết bị đóng gói bơ



Hình 4.16. Sơ đồ hoạt động của bộ phận chuyển pha trong thiết bị sản xuất bơ theo phương pháp Alfa

Phương pháp Alfa có xuất xứ từ phương pháp Laval- vốn là phương pháp ra đời từ cuối thế kỷ XIX dùng chủ yếu để sản xuất bơ từ khối crem có hàm lượng chất béo cao mà không cần qua công đoạn tách nước sữa khối crem trước khi chế biến bơ.

Phương pháp Alfa được sử dụng phổ biến sau Chiến tranh thế giới lần thứ hai do giáo sư Mohr của Viện Nghiên cứu sữa ở Đức đề xuất. Hiện nay có hai phương pháp có cùng nguyên lý:

- Phương pháp Alfa - Laval của Thụy Điển.
- Phương pháp Alfa của Đức.

Phương pháp Alfa - Laval dùng để sản xuất bơ mặn và bơ có bổ sung chất thơm nhân tạo với yêu cầu sản phẩm bơ có hàm ẩm thấp hơn 16%. Ngược lại, phương pháp Alfa dùng để sản xuất bơ nhạt (không muối) từ khối crem có hàm lượng chất béo không cao và sản phẩm có hàm ẩm cho phép khoảng 18%.

Nhìn chung, hai phương pháp trên chỉ khác nhau ở một số công đoạn trong qui trình sản xuất. Hệ thống thiết bị Alfa có đặc trưng khác biệt dựa trên hai thiết bị chính sau:

- Thiết bị phân tách ly tâm (thiết bị chuyển pha) gồm ba xylanh hình trụ được xếp chồng lên nhau theo chiều nằm ngang và được bao bọc bởi vỏ có hai lớp, giữa hai lớp vỏ là nước muối lạnh tuần hoàn. Bên trong mỗi xylanh có tang quay hình trụ chuyển động tròn với tốc độ 70 – 80 vg/ph (hình 4.16).

Crem sau thanh trùng chứa khoảng 30% chất béo được làm lạnh đến 50°C và chuyển đến thiết bị phân tách theo kiểu ly tâm để nâng cao hàm lượng chất béo trong khối crem lên 80–

82%. Khối cream có hàm lượng chất béo cao đó được trộn muối hoặc chất thơm rồi chuyển đến thiết bị chuyển pha (thiết bị tạo cấu trúc) để thực hiện quá trình tạo trạng thái mới cho khối cream giàu chất béo. Quá trình chuyển pha bắt đầu thực hiện từ xylanh thứ hai ứng với chế độ nhiệt từ 13 – 14°C; sau đó bơ được tháo ra từ xylanh thứ ba có nhiệt độ 11 – 13°C tùy theo mùa. Tại thời điểm này, bơ vẫn còn trạng thái lỏng.

Sau khi ra khỏi thiết bị chuyển pha, người ta kéo dài thêm từ 20 – 30 ph để thực hiện quá trình chuyển bơ từ dạng lỏng sang dạng kết tinh, tuy nhiên ở thời điểm này bơ có độ đặc bình thường. Trong phương pháp Alfa - Laval của Thụy Điển, để tăng nhanh quá trình kết tinh, bơ lỏng được chảy qua một băng tải được làm bằng thép không gỉ và được làm lạnh bằng nước đá, đồng thời băng tải này chuyển bơ từ thiết bị chuyển pha sang thiết bị đóng gói.

Trong qui trình sản xuất bơ theo phương pháp Alfa dùng cream lỏng nguyên chất thu được sau khi ly tâm tách mỡ sữa nên chứa ít chất thơm. Ưu điểm nổi bật của bơ được sản xuất theo phương pháp Alfa là:

- Pha lỏng đặc của bơ được phun dưới dạng bụi rất đều trong điều kiện không có oxy không khí nên đảm bảo chỉ tiêu vi sinh.
- Qui trình công nghệ theo phương pháp Alfa không có công đoạn rửa bơ nên khối bơ còn chứa nhiều các chất oxy hóa.
- Thiết bị Alfa có năng suất 400 kg bơ/h nhưng giá thành không quá cao.

Hai phương pháp nêu trên được sử dụng phổ biến ở Đức, Thụy Điển và Liên Xô cũ. Pháp không sử dụng thiết bị này vào công nghiệp sản xuất bơ.

4.1.4. Kiểm tra hiệu suất của quá trình sản xuất bơ

Trong nhà máy sản xuất bơ thì hiệu suất thu hồi bơ được tính bằng lượng bơ thu được từ 100 lít hay 100 kg sữa.

Có rất nhiều yếu tố ảnh hưởng đến hiệu suất thu hồi bơ nhưng tập trung chủ yếu vào các yếu tố sau:

- Hàm lượng chất béo có trong nguyên liệu đầu.
- Thành phần hóa học của bơ phải đạt: cao nhất 18% tổng các chất không béo trong đó nước chiếm 16%.
- Qui trình công nghệ được tiến hành trong điều kiện tránh được đến mức tối đa các nguyên nhân gây tổn thất.

Để có hiệu suất cao tính cho một tấn sữa (trong đó hàm lượng chất béo có trung bình khoảng 40g/kg sữa) thì hàm lượng chất béo phải đạt:

- Chất béo có trong khối cream: 350g/kg.
- Chất béo còn lại trong sữa đã tách bơ: 0,5g/kg.
- Chất béo theo nước sữa: 2g/kg.
- Chất béo có trong bơ thành phần: 830g/kg (còn lại 16% nước và 1% chất khô khác - không kể chất béo).

Từ các dữ kiện trên cho phép xác định trọng lượng của bơ được sản xuất (tính theo lý thuyết):

Ví dụ: Nếu gọi C là khối lượng cream nhận được từ quá trình tách mỡ sữa của 100.000 kg sữa đem tách thì có 100000 kg - C là khối lượng của sữa đã được tách cream.

Gọi B là khối lượng bơ nhận được sau khi đánh cream từ khối lượng cream C thì ta có $C - B$ là khối lượng của nước sữa.

Giả thiết rằng: khối lượng của chất béo lúc vào nhà máy bằng đúng khối lượng chất béo lúc ra, tức là:

$$40 \times 100000 = 830 \times B + 0,5 (100000 - C) + 2(C - B)$$

Chất béo có
trong sữa

Chất béo
có trong bơ

Chất béo có trong
sữa đã tách kem

Chất béo
theo nước sữa

$$3950000 = 828B + 1,5C$$

$$\text{Vậy } B = \frac{3950000 - 1,5C}{828}$$

Tính C:

$$40 \times 100000 = 350 \times C + 0,5(100000 - C)$$

Chất béo có
trong sữa nguyên liệu

Chất béo có
trong khối cream

Chất béo có trong sữa
tách mỡ

$$C = \frac{3950000}{319,5} \approx 11.300\text{kg}$$

Lượng bơ thu được tính theo lý thuyết sẽ là:

$$B = \frac{3950000 - 1,5 \times 11300}{828} \approx 4750 \text{ kg}$$

Từ kết quả trên suy ra hiệu suất bơ sản xuất được theo lý thuyết sẽ là 4,75kg/100kg sữa nguyên liệu.

Từ đó, người ta quan niệm rằng hiệu suất của quá trình sản xuất bơ chính là quan hệ giữa khối lượng của bơ sản xuất được so với khối lượng của chất béo có trong lô sữa nguyên liệu.

Trong ví dụ trên thì hiệu suất sẽ là: $4.750/4.000 = 1,187$.

Một cách tổng quát, qui trình sản xuất bơ được trình bày trong Phụ lục (xem phụ lục 7).

4.2. CÔNG NGHỆ SẢN XUẤT PHOMAT

Phomat là sản phẩm được lên men hay không được lên men (tức là loại phomat chịu tác động ít nhất của quá trình lên men lactic) chủ yếu từ thành phần casein của sữa tạo thành dạng gel mất nước. Phomat giữ lại hoàn toàn lượng chất béo ban đầu gọi là phomat béo. Ngoài ra trong sản phẩm còn chứa một ít lactoza dưới dạng axit lactic và một tỷ lệ khác nhau về chất khoáng.

4.2.1. Nguyên lý cơ bản sản xuất phomat

Sản xuất phomat gồm ba giai đoạn chính sau:

- Sự hình thành dạng gel casein: về bản chất đó là quá trình đông kết hay quá trình đông tụ của sữa.
- Quá trình tách nước từng phần của gel này do sự co gel tức là sự co các mixen của phomat.
- Quá trình chín phomat nhờ hệ enzym có trong khối gel đã được tách nước, đó chính là sự chín tới của khối đông nhờ chủ yếu vào khả năng tăng sinh của một số vi sinh vật.

4.2.2. Sự đông tụ (hay đông đặc) của sữa

Về mặt vật lý, hiện tượng đông tụ của sữa được thể hiện bằng sự kết tụ giữa các mixen casein để tạo ra gel đặc. Để thực hiện quá trình kết tụ trong sản xuất phomat, cần thiết phải có một lượng axit lactic và men dịch vị được lấy từ múi khế của dạ dày bê để làm đông tụ sữa khi chế biến phomat. Tất cả các dạng đông tụ trong sản xuất phomat đều là kết quả đồng thời của men dịch vị và axit lactic vốn được sinh ra từ quá trình lên men đường lactoza bởi vi khuẩn lactic. Đôi khi một trong hai dạng kết tụ chiếm ưu thế. Khi đông tụ do men

dịch vị đóng vai trò chủ đạo thì lượng axit lactic tạo ra do vi khuẩn là không đáng kể, ngược lại khi đông tụ bằng axit lactic thì vai trò của men dịch vị bị hạn chế, do đó trong trường hợp này chính độ axit đóng vai trò quyết định đến quá trình đông đặc.

4.2.2.1. Đông tụ bởi axit lactic

Vi khuẩn lactic có mặt trong sữa sẽ biến đường lactoza thành axit lactic. Axit lactic sinh thành làm giảm pH của sữa. Khi điểm đẳng điện của casein đạt được ở pH tương ứng 4,6 sẽ xảy ra quá trình kết tụ để tạo gel có tính thấm, độ đàn hồi... Quá trình đông tụ do axit lactic (còn gọi là đông tụ lactic) thường chậm do các nguyên nhân chính sau:

- Thời gian bảo quản sữa tươi, sự gia tăng của các enzym xảy ra chậm (thường từ sau 2 - 3 h).
- Mức độ nhiễm cũng như giống, loài vi sinh vật có mặt trong sữa.
- Nhiệt độ thích hợp cho sự sinh sản và phát triển của vi sinh vật cũng như hoạt độ của enzym.
- Sự có mặt của các chất kháng sinh hay các chất sinh học khác.

4.2.2.2. Đông tụ bởi men dịch vị (hay bởi enzym renin)

Tốc độ đông tụ của sữa bởi men dịch vị phụ thuộc vào nhiều yếu tố:

- Liều lượng của men dịch vị sử dụng: men dịch vị có ký hiệu 1/10000 (số 294) có thể sử dụng theo tỷ lệ 1/(2000 - 15000 lít sữa).

– Nhiệt độ của khối sữa: thường ở nhiệt độ tối ưu là 39 - 43°C, dưới 20°C thì tác dụng của men dịch vị rất chậm, từ 60°C trở lên enzym này không hoạt động.

– pH của khối sữa: men dịch vị không hoạt động ở pH kiềm. Tốc độ đông tụ sữa sẽ tuyến tính khi pH của sữa nhỏ hơn 7.

– Hàm lượng của các muối canxi hòa tan có trong sữa: sự có mặt của ion canxi rất cần thiết cho quá trình kết tụ của các mixen để tạo ra phức canxi-paracazeinat. Quá trình này làm giảm hàm lượng các muối canxi hòa tan có trong sữa và kéo theo làm chậm quá trình đông tụ. Thật vậy, nếu trong khẩu phần thức ăn của động vật cho sữa nghèo canxi đặc biệt là canxi phosphat có thể làm cho sữa khó đông tụ dưới tác động của men dịch vị.

– Hàm lượng của các chất chứa nito hòa tan có trong sữa: hàm lượng của các chất chứa nito hòa tan tăng sẽ làm khó khăn cho quá trình đông tụ được giải thích bởi tác động của men dịch vị.

Các công trình mới đây cho biết: kích thước của phân tử phospho caseinat có ảnh hưởng lớn đến quá trình đông tụ nếu khuấy trộn chậm sữa (hoặc sử dụng men dịch vị) làm cho kích thước của phân tử phospho caseinat nhỏ hơn so với khi khuấy trộn nhanh. Mặt khác, các yếu tố về cấu trúc của phân tử casein cũng góp phần giải thích hiện tượng này.

4.2.3. Quá trình tách nước của khối đông tụ

Dạng gel được tạo thành từ sự kết tụ và từ quá trình hydrat hóa các mixen casein hay paracazein là một trạng thái vật lý rất bất ổn định. Đồng thời với quá trình này là tính co rút của mixen có liên quan chặt chẽ với sự loại nước từ khối đông tụ –

là quá trình có tính quyết định đến sự hình thành dạng gel ổn định cho phomat. Mặt khác, đây cũng là quá trình thực hiện sự phân chia casein và chất béo từ sữa. Phần chất lỏng được tách ra (gọi là huyết thanh) chứa các thành phần chủ yếu gồm: lactoza, lactalbumin và lactoglobulin.

Quá trình tách chất lỏng được thực hiện theo nhiều phương pháp khác nhau tùy thuộc vào bản chất của quá trình đông tụ (đông tụ lactic hay đông tụ bởi men dịch vị).

4.2.3.1. Quá trình tách chất lỏng từ khối đông tụ lactic

Quá trình tách lỏng trong khối đông tụ lactic thường xảy ra nhanh nhưng đôi khi không hoàn toàn vì các mixen của khối đông tụ lactic có sự co rút rất hạn chế. Ngoài ra, khối đông tụ lactic rất dễ vỡ (mùn, vụn) nên sự phân chia huyết thanh còn kéo theo sự phân chia từng phần cấu trúc casein.

Việc loại phần chất lỏng của khối đông tụ lactic thực hiện dễ dàng khi nhiệt độ cao được biểu thị ở kết quả chính sau:

- Axit hóa nhanh khối đông trong điều kiện nhiệt độ xấp xỉ 30°C là nhiệt độ tối ưu cho sự hoạt động của các enzym có trong vi khuẩn lactic.

- Sự co rút đặc trưng của mixen trong khối đông: dưới 10°C quá trình tách một phần chất lỏng hoàn toàn bị đình chỉ, ở $15-20^{\circ}\text{C}$ tiến trình xảy ra chậm.

4.2.3.2. Quá trình tách chất lỏng từ khối đông tụ bởi men dịch vị

Thực tế, nếu đông tụ bằng men dịch vị trong khi không có lên men lactic thì quá trình tách này không tự động xảy ra. Tuy nhiên vẫn xảy ra sự co rút của các mixen và tính không thấm

nước của khối đông tụ ngăn cản sự thoát huyết thanh. Để quá trình thoát huyết thanh được dễ dàng cần phải sử dụng các phương pháp cơ học khác nhau như sau:

- Cắt khối đông tụ thành các phần nhỏ nhằm tăng cường bề mặt thoát huyết thanh.

- Nhào trộn khối đông tụ sau khi đã cắt nhằm đảm bảo sự đồng đều ổn định cho các hạt có trong khối đông và ngăn cản quá trình gắn lại giữa các khối, nhờ vậy quá trình thoát huyết thanh được tăng cường.

- Ép khối đông sau khi cắt và nhào trộn nhằm tăng cường sự tách nước của khối đông. Người ta có thể sử dụng các phương pháp vật lý bằng cách tăng nhiệt độ của khối đông và sử dụng phương pháp cơ học. Trên $40 - 45^{\circ}\text{C}$ sự co gel (sự tụ phân tử) tiến hành mạnh mẽ và khối đông thu được chứa rất ít nước. Dưới 20°C sự tách nước coi như bị đình trệ.

Sử dụng phương pháp cơ học vào quá trình tách nước của khối đông tụ thu được nhờ men dịch vị cho hiệu quả cao hơn so với khối đông lactic có nghĩa là hàm lượng nước còn lại trong khối đông dùng men dịch vị ít hơn nhiều so với trong khối đông lactic.

4.2.4. Tinh luyện phomat

Tinh luyện phomat là công đoạn cuối cùng trong kỹ nghệ sản xuất phomat. Sau khi tách nước, khối đông đặc có hình dạng giống như chiếc bánh gatô với các đặc tính: cấu trúc chặt, thể tích và hình dáng cũng như thành phần hóa học đều được xác định. Nhìn chung các khối đông đặc thường có vị hơi chua do sự có mặt của axit lactic. Một vài loại phomat được sản xuất vào giai đoạn này gọi là "phomat tươi". Để tăng cảm giác ngon

cho sản phẩm, người ta có thể bổ sung thêm đường, muối hoặc crem. Các loại phomat còn lại đều phải trải qua giai đoạn chín sinh học nhằm làm nổi bật mùi vị của sản phẩm cũng như thay đổi kiểu dáng, cấu trúc và độ đặc của sản phẩm phomat.

Như đã biết, phomat là khối đông đặc chứa chủ yếu casein và chất béo. Hai thành phần này đại diện cho "kho hàng dự trữ" có thể lên men tạo ra phomat. Người ta cũng biết rằng đôi khi thành phần lipit là một trong số các chất hữu cơ chịu tác động sâu sắc bởi quá trình phân hủy sinh học nhưng trường hợp casein là đại diện đặc trưng nhất bởi sự biến đổi sâu sắc, do đó nó có tính quyết định đến quá trình tinh luyện. Sự thay đổi casein xảy ra một cách tự nhiên để tạo dạng pátê của phomat. Các chất gây vị có được từ quá trình phân hủy casein tức là từ các phân tử phức tạp sẽ được chuyển thành các phân tử đơn giản hơn.

Quá trình phân hủy casein thường làm xuất hiện các sản phẩm khác nhau như: pepton có mùi vị ít rõ nét, polypeptit và axit amin có mùi vị rõ nét nhưng vị nổi bật hơn cả là amoniac và hydro sunfua (H_2S) khi quá trình chín của phomat kéo dài cho đến giai đoạn thối rữa.

Theo Duclaux, thì hệ số của quá trình chín trong sản xuất phomat là tỷ số giữa lượng nito hòa tan được (có nghĩa là lượng nito được chuyển hóa)/100 nito tổng số. Trong quá trình tinh luyện, hệ số này tăng từng bước nhưng đôi khi chiều hướng bị thay đổi phụ thuộc vào các dạng phomat khác nhau, chẳng hạn: đối với phomat Pháp loại Camembert và Brie có hệ số của quá trình chín tăng rất nhanh (30–35% sau một tháng) trong khi đó một số loại phomat khác có hệ số thay đổi rất chậm (20 – 30% sau ba tháng).

Sự chuyển hóa casein là do diastaza. Các enzym quyết định chuyển hóa này gồm:

- Enzym có trong men dịch vị chính là enzym phân giải protein có tác động gây nên quá trình đông đặc sữa.

- Các enzym từ vi sinh vật, đặc biệt là từ nấm mốc và nhất là từ vi khuẩn.

- Một số loài vi sinh vật có khả năng vừa tạo độ axit cho sản phẩm (sinh ra axit lactic) vừa phân giải protein. Một số khác lại chỉ có khả năng phân giải protein (như vi khuẩn kiềm hóa sử dụng trong các loại phomat dạng pate mềm).

Các enzym từ vi sinh vật đóng vai trò chính còn enzym trong men dịch vị thường tham gia với tư cách là enzym khởi đầu như enzym caseolyza chỉ có mặt trong môi trường có độ axit cao. Các enzym từ vi sinh vật phân hủy cơ chất cho đến giai đoạn cuối cùng. Tuy nhiên, quá trình chuyển hóa này chỉ có thể thực hiện trong môi trường gần với môi trường kiềm. Phần lớn các diastaza, đặc biệt là các enzym phân giải protein không hoạt động trong môi trường axit.

Ngoài ra khối đông tụ tuy đã được tách một phần lỏng nhưng vẫn còn chứa một lượng chất khô với liều lượng thay đổi tùy thuộc vào cường độ của quá trình tách. Các chất khô còn lại (đường lactoza, casein...) giữ vai trò trong lên men lactic tạo cho khối đông tụ có độ axit tương ứng. Nếu như độ axit trong khối đông tụ cao thì enzym phân giải protein sẽ bị cản trở, lúc đó phomat sẽ không thực hiện được giai đoạn tinh luyện. Vì lẽ này, nhất thiết phải tiến hành trung tính hóa khối đông tụ nếu như muốn thực hiện quá trình chín của phomat.

4.2.5. Quá trình chín của phomat

Như đã biết quá trình chín của phomat phụ thuộc chủ yếu

vào tác động của vi sinh vật cùng với các yếu tố vật lý, hóa học khác tạo nên các yếu tố không thể thiếu được trong quá trình tinh luyện. Trong số các yếu tố thì các yếu tố sau đây là quan trọng nhất:

- Sự có mặt của oxy: là rất cần thiết cho sự sinh trưởng và phát triển của tất cả các loại nấm mốc và của nhiều loại vi khuẩn.

- Độ ẩm: giúp cho sự phát triển của vi sinh vật đặc biệt khi sản xuất phomat tươi là loại sản phẩm chứa hàm ẩm cao. Độ ẩm có tác dụng trong công đoạn tinh luyện vừa nhanh nhất vừa hiệu quả nhất (như phomat Camembert, Brie). Ngược lại, trong các loại phomat được tách nước triệt để (dạng pate rắn) thì quá trình tinh luyện lại xảy ra chậm và kém hiệu quả.

- Nhiệt độ: thay đổi phụ thuộc vào bản chất của enzym. Đối với các enzym của vi khuẩn lactic thông thường, nhiệt độ tối ưu là 30°C ; còn các enzym của vi khuẩn lactic chịu nhiệt thì nhiệt độ thích hợp lại là $40-45^{\circ}\text{C}$; đối với các enzym phân hủy protein sữa thì nhiệt độ phù hợp nhất chỉ $15-20^{\circ}\text{C}$.

- Sự có mặt của các muối: muối NaCl gây cản trở cho sự sinh trưởng và phát triển đối với một số nấm mốc (*Géotrichum lactic*) nhưng lại không gây tác hại cho sự phát triển của các enzym thường được sử dụng (*Penicillia*, vi khuẩn chứa enzym phân hủy protein). Mặt khác, muối còn có tác dụng trong việc chuẩn hóa hàm ẩm cho khối đông. Khi muối phủ kín bề mặt của khối đông sẽ có tác dụng hấp thụ một lượng nước không những từ các lớp bên ngoài mà còn từ bên trong của khối phomat. Khi có quá trình bốc ẩm ở điều kiện môi trường thì chính sự hấp thụ nước một mặt sẽ hình thành nên vỏ bọc ngoài cho khối phomat, mặt khác sẽ làm chậm tác dụng của enzym

phân giải casein khi tiến hành tách nước của khối pátê. Đồng thời muối còn tham dự vào quá trình làm tăng mùi vị cho phomat.

– pH: có tính quyết định đến khả năng sống và phát triển của vi sinh vật cũng như hoạt độ của enzym, nấm mốc tồn tại được trong môi trường axit nhưng vi khuẩn lại thích hợp trong môi trường trung tính.

4.2.6. Vi sinh vật trong công nghiệp sản xuất phomat

Hiện nay, các loại phomat đang sử dụng được sản xuất trên qui mô bán công nghiệp với các loài vi khuẩn được chọn lựa như sau:

– Các vi khuẩn lactic có khả năng axit hóa phomat, tạo hương cho sản phẩm hoặc pepton hóa sữa. Ngoài ra chúng còn có vai trò làm thay đổi độ nhớt.

– Các nấm mốc (*Penicillium candidum* và *Penicillium glaucum*) nhằm trung tính hóa khối đông đặc trong quá trình sản xuất phomat dạng pátê mềm.

– Các vi khuẩn kiềm hóa còn được gọi là "vi khuẩn đỏ" được sử dụng dưới dạng khuẩn lạc, chúng tham gia vào quá trình chuyển hóa casein trong phần lớn các loại phomat.

– Các vi khuẩn propionic tác dụng lên muối natri lactat để giải phóng ra axit propionic và khí CO₂ có tác dụng tạo ra các lỗ rỗng trong một số loại phomat (phomat Gruyère).

Trong số các vi sinh vật kể trên thì vi khuẩn lactic và nấm mốc được sử dụng trong thực tế nhiều hơn cả.

4.2.6.1. Sử dụng chế phẩm vi khuẩn lactic

Vấn đề sử dụng vi khuẩn lactic đã lựa chọn và sử dụng trong

công nghiệp chế biến sữa và các sản phẩm sữa có qua giai đoạn thanh trùng với đặc trưng quan trọng là nhiệt độ thích hợp cho sự phát triển.

Khi sản xuất phomat tươi, sử dụng *Streptococcus lactic* nhằm tạo độ axit phù hợp. Vi khuẩn này phát triển tốt ở nhiệt độ 15–18°C. Còn nếu sản xuất phomat dạng pate mềm lại sử dụng các loài *Streptococcus* phát triển tốt ở nhiệt độ giữa 20 và 32°C. Khi sản xuất phomat Gruyère, người ta sử dụng chế phẩm của vi khuẩn chịu nhiệt như *Streptococcus thermophilus* và *Lactobacillus helveticus* có nhiệt độ phát triển thích hợp từ 40 đến 50°C. Nhìn chung, người ta ít sử dụng chế phẩm dạng đơn lẻ mà thường là dạng hỗn hợp từ nhiều loài khác nhau vào các giai đoạn khác nhau của quá trình sản xuất. Ví dụ, khi sản xuất phomat Saint - Paulin thanh trùng (Pháp) người ta cấy vào sữa các chế phẩm của vi khuẩn lactic tạo axit ở dạng kết hợp từ nhiều chủng, loài khác nhau, các chế phẩm này hoạt động tốt ở nhiệt độ 30 – 34°C và tham gia vào quá trình đông tụ. Các chủng, loài hoạt động mạnh ở nhiệt độ 20°C được ứng dụng vào giai đoạn tách nước phomat bằng phương pháp ép.

4.2.6.2. Sử dụng chế phẩm nấm mốc

Chế phẩm này thường sử dụng từ các loài nấm mốc *Penicillium candidum* vào quá trình tinh luyện phomat có vỏ ngoài bóng như phomat Camembert, Brie, Carre de L'est. Loài nấm mốc *Penicillium glaucum* đảm trách việc tạo vân cho các loại phomat có lấm tấm xanh như phomat Roquefort, Bleu d'Auvergne...

Chế phẩm của nấm mốc thường được bán dưới dạng bánh men đã cấy nấm mốc đặc hiệu, sấy ở nhiệt độ nhỏ hơn 40°C

hoặc ở dạng huyền phù, dạng bột hoặc dạng viên của bào tử nấm mốc này. Thành phần môi trường nuôi cấy nấm mốc *P. glaucum*:

Bột mỳ: 6g

Nước sữa (không tách albumin): 60ml

Môi trường được axit hóa đến khoảng 70°D. Nuôi trong 6–7 ngày ở 20°C và sấy ở 40°C. Chế phẩm sau khi sấy có bề mặt được bao phủ bởi một hệ sợi nấm, tiến hành nghiền để tạo chế phẩm dạng bột.

Đối với nấm mốc *P. candidum*, có thể thu được ở dạng huyền phù của bào tử khi nuôi cấy thuần chủng. Chủng loài được lựa chọn phù hợp theo khả năng phát triển và khả năng tạo vị đặc trưng cho loại phomat cần sản xuất. Trên thị trường nấm mốc này được lưu hành dưới dạng bột ổn định nhiều hơn dạng lỏng (dạng huyền phù). Khi sản xuất, bào tử của nấm mốc *P. candidum* được phun dưới dạng bụi trên bề mặt khối đông với liều lượng thích hợp để tiến hành quá trình tách nước, không cho trực tiếp vào sữa hoặc cho vào trước khi sử dụng men dịch vị. Do vậy, người ta chỉ nghiên cứu các nguyên nhân gây ảnh hưởng đến sự phát triển của nấm mốc trắng trên bề mặt mà không nghiên cứu sự phát triển của chúng ở bên trong khối phomat.

Còn đối với nấm mốc *P. candidum* được bán trên thị trường dưới dạng bột lại sử dụng theo phương pháp trộn lẫn với muối và được cấy vào trong khối phomat cùng lúc với quá trình muối. Nguyên tắc chuẩn bị huyền phù của bào tử nấm mốc thuần khiết khá đơn giản nhưng khi sử dụng chúng lại phải tiến hành trong các điều kiện nghiêm ngặt về vệ sinh và các chế độ công

nghe cần thiết khác.

Để có được chủng giống nấm mốc thích hợp, đầu tiên phải tiến hành phân lập, lựa chọn nấm mốc có các đặc tính sinh lý và hóa sinh đặc thù, sau đó các chủng được bảo quản trong các ống thạch nghiêng chứa môi trường đặc có pH 3,5. Cứ khoảng 8–10 ngày người ta tiến hành cấy lại để trẻ hóa bào tử.

4.2.7. Thành phần của phomat và kiểm tra hiệu suất sản xuất phomat

Thành phần hóa học của phomat sản xuất với trình độ công nghiệp luôn tuân thủ các qui định theo tiêu chuẩn, tuy nhiên chất lượng của phomat phụ thuộc không ít vào quá trình công nghệ sản xuất cũng như thiết bị được lựa chọn sử dụng, có nghĩa là hiệu suất của quá trình sản xuất phomat phải được tính toán kỹ về mặt lý thuyết từ thể tích sữa sử dụng để thu được phomat có chất lượng cao.

Hệ số G:

Chúng ta biết rằng tất cả các cấu tử có trong sữa không thể đều tồn tại trong sản phẩm phomat mà một phần sẽ bị thải theo huyết thanh. Còn casein nguyên thủy và một phần chất béo chỉ còn sót lại trong phomat với tỷ lệ nhỏ so với các cấu tử khác và tỷ lệ đó có thể thay đổi tùy thuộc phương pháp sản xuất đặc biệt là vào công đoạn tách nước phomat.

Ngoài ra để qui tắc hóa quá trình sản xuất cần phải xác định hàm lượng chất béo có trong sữa đem sản xuất phomat cũng như hàm lượng chất khô không chứa chất béo có trong phomat thành phẩm từ một lít sữa được đưa vào chế biến. Do đó có thể hiểu hệ số G chính là hàm lượng chất khô đã tách chất

béo (theo Guerault).

Một cách hoàn chỉnh người ta có thể định nghĩa hệ số G chính là hàm lượng chất khô đã tách mỡ còn sót lại trong sản phẩm phomat mặn và "chín" tương ứng với một lít sữa được chế biến.

Để xác định hệ số G , người ta tiến hành phân tích giống như xác định hàm lượng chất béo dựa trên cơ sở tiến hành một phương thức sản xuất từ đó, có thể tiến hành ước lượng chính xác hơn.

Cụ thể:

Gọi V là thể tích sữa đem chế biến.

P là trọng lượng của phomat thu được sau khi tinh luyện.

EST là thành phần chất khô trung bình của phomat (tính bằng phần trăm tổng chất khô).

MG là phần trăm chất béo so với chất khô.

ESD là phần trăm chất khô chung đã tách mỡ.

Từ các ký hiệu về thành phần trên người ta tính hệ số G theo phương pháp sau:

Ta biết:

$$ESD = EST \frac{MG \times EST}{100}$$

Tổng chất khô đã tách mỡ trong quá trình sản xuất là $\frac{ESD \times P}{100}$

$$\text{Hệ số } G = \frac{ESD \times P}{100 \times V}$$

Tuy nhiên phương pháp tính trên chậm cho kết quả vì phải thông qua thực nghiệm đặc biệt trong trường hợp sản xuất loại phomat phải qua khâu tinh luyện. Mặt khác, hệ số G không ổn định bởi nó không chỉ phụ thuộc vào thành phần của sữa nguyên liệu ban đầu (chất béo, chất khô...) mà còn phụ thuộc vào bản chất của phương pháp sản xuất. Vì vậy, cần thiết phải xác định hệ số G theo lý thuyết dựa vào các dữ kiện phân tích được nhanh và dễ cho kết quả. Dưới đây là một ví dụ ứng dụng:

Ứng dụng phương pháp đơn giản để tính hệ số G trong trường hợp sản xuất phomat nhãn hiệu Gruyère.

Gọi E là chất khô đã tách chất béo từ 1kg sữa đem chế biến,
1- E là hàm lượng nước và chất béo.

Sau khi đông tụ và tách nước, từ 1kg sữa có thể thu được:

- Một lượng huyết thanh có chứa chất khô đã tách mỡ e , một lượng nước và chất béo R .

- Một lượng phomat chứa $E - e$ chất khô đã tách mỡ, một lượng nước và chất béo r .

Lượng chất khô đã tách chất béo có trong 1kg phomat (S) được tính theo quan hệ:

$$S = \frac{E - e}{E - e + r} \quad (4.1)$$

Lượng chất khô đã tách chất béo có trong 1kg huyết thanh (s) là:

$$s = \frac{e}{e + R} \quad (4.2)$$

$$\text{Cuối cùng có: } 1 - E = R + r \quad (4.3)$$

Trong đó các giá trị E, S, s có thể xác định nhanh chóng

trong phòng thí nghiệm. Từ các dữ kiện này rất dễ suy ra hệ số G theo lý thuyết bằng cách giải ba phương trình trên và cho kết quả tính toán:

$$E - e = \frac{S(E - e)}{S - s}$$

Suy ra hệ số G như sau:

$$G = \frac{S(E - e)d}{S - s}$$

trong đó d - tỷ trọng của sữa được cấy men dịch vị.

Cách tính này chỉ cho kết quả gần đúng bởi phương pháp không tính đến quá trình cho muối cũng như sự tổn thất xảy ra trong quá trình chế biến.

Tiếp theo một phương pháp khác xác định nhanh hệ số G (theo Kraemer) có tính đến tổn thất và quá trình bổ sung muối. Thế nhưng, tùy theo từng vùng, từng thời kỳ và phương pháp chế biến mà hệ số G có các giá trị khác nhau nhưng nhìn chung hệ số G dao động trong khoảng 27-35.

4.2.8. Thiết bị trong một số công đoạn quan trọng để sản xuất phomat

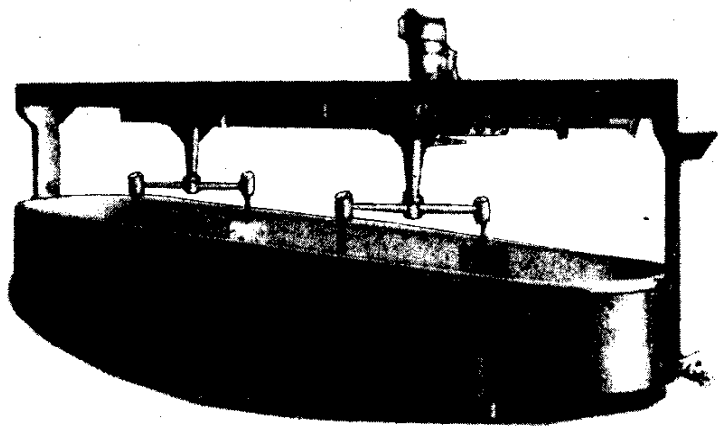
4.2.8.1. Công đoạn đông tụ

Sữa được cho vào thiết bị với nhiệt độ thích hợp, tiến hành đảo trộn và bổ sung men dịch vị, tiếp tục khuấy trộn để đồng nhất hóa hỗn hợp. Sau một thời gian, khối đông hình thành nhưng do sự phân tán bởi diastaza nên khối đông chưa đồng nhất biểu hiện có chỗ bị khô, chỗ bị nứt và làm cho quá trình tách nước gặp khó khăn. Để quá trình phân tán xảy ra đồng đều, người ta thường tiến hành pha loãng men dịch vị vào trong

một thể tích nước (gấp 5-6 lần men) trước khi bổ sung vào khối sữa.

Sau khi men dịch vị đã được trộn đều cần ngừng ngay quá trình đảo trộn để quá trình đông tụ xảy ra đồng thời trong khối sữa một cách hoàn toàn. Cần phải tránh các hiện tượng tạo khối đông gồm nhiều lớp hoặc thành các dải làm ảnh hưởng đến chất lượng của phomat.

Quá trình cho men dịch vị vào sữa được tiến hành trong các bể chứa có hình dạng và thể tích thay đổi theo yêu cầu của sản xuất. Vai trò của các thiết bị cơ khí dùng trong sản xuất phomat càng quan trọng khi dung tích của bể phối trộn men dịch vị càng lớn. Thường sử dụng các bể chứa có dung tích 100 lit để sản xuất phomat Camembert; còn để sản xuất các loại phomat Saint - Paulin hoặc phomat Hà Lan, người ta thường sử dụng các bể chứa có dung tích từ 3000 - 6000 lit.



Hình 4.17. Bể sản xuất phomat Hà Lan
(bên trong có các thiết bị đảo trộn và cắt khối đông tụ)

4.2.8.2. Công đoạn tách nước khối đông tụ

Như đã biết để sản xuất phomat người ta có thể sử dụng một trong ba nguồn chế phẩm vi sinh vật dưới dạng đơn lẻ thuần khiết hoặc hỗn hợp. Tùy theo cách thức và chế phẩm sử dụng sẽ có các loại phomat khác nhau. Ví dụ, đông tụ bằng chế phẩm của vi khuẩn lactic sẽ cho phomat tươi, sử dụng men dịch vị sẽ cho các loại phomat Cantal, Gruyère... hoặc hỗn hợp chế phẩm vi khuẩn lactic - men dịch vị sẽ cho các loại phomat Camembert, Brie... với hương vị và hình thức rất khác nhau. Xuất phát từ thực tế này, kỹ thuật tách nước từ khối đông tụ cũng rất khác nhau.

a) Tách nước từ khối đông lactic (phomat tươi)

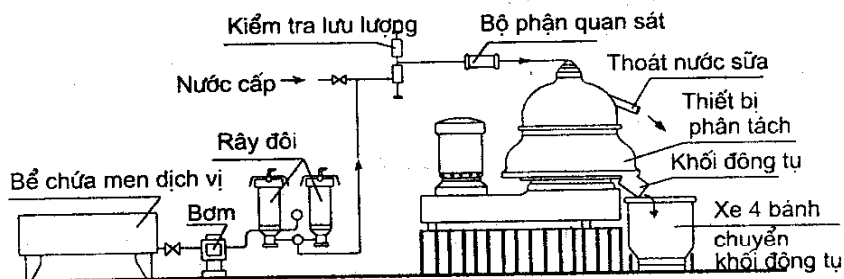
Quá trình tách nước này thường xảy ra tự nhiên, khối đông được cắt ra cho vào túi vải, qua lưới lọc (chính là túi), huyết thanh sẽ chảy ra. Với cách này, quá trình tách nước sẽ lâu (từ 15–24 h), do đó muốn rút ngắn thời gian tách nước, người ta thường đặt các túi chồng lên nhau để tạo áp lực làm tăng hiệu suất tách. Nhiệt độ yêu cầu trong quá trình tách nước luôn nhỏ hơn 22°C để đảm bảo cấu trúc của dạng pátê có độ đặc tốt. Ngày nay, để cơ giới hóa và điều chỉnh quá trình tách người ta dùng thiết bị theo nguyên lý Berge.

Thiết bị này bao gồm chủ yếu một hệ thống lọc gồm các túi lọc xếp chứa khối đông tụ bên trong. Tiến hành cho hệ thống chuyển động dao động với tốc độ chậm sẽ cho phép các khối đông chuyển dời vị trí và huyết thanh sẽ được tách ra một cách đều đặn do đó có tác dụng nâng cao hiệu suất lọc.

b) Tách nước từ khối đông tụ sử dụng men dịch vị hoặc sử dụng hỗn hợp vi khuẩn lactic - men dịch vị (phomat dạng pátê

hoặc dạng rắn có lỗ rỗng).

Tiến hành tách nước khối đông có thể bằng phương pháp tự nhiên (đối với phomat dạng pátê mềm), còn đối với các loại phomat cứng người ta cho khối đông đặc vào các khuôn bằng kim loại hay chất dẻo có đục lỗ có hình dáng và kích thước thay đổi tùy theo mẫu mã yêu cầu. Các khuôn đó được đặt lên bàn tách nước, các bàn thường làm bằng gỗ hoặc bằng sành hay bằng kim loại: các rãnh thoát trên mặt bàn được làm sâu xuống và có độ dốc nhằm tạo điều kiện thoát huyết thanh tốt. Tuy nhiên, các khuôn này không đặt trực tiếp lên mặt bàn mà đặt lên các bức màn mỏng hoặc các dụng cụ kê được cấu tạo bằng các đĩa gỗ nhằm ngăn chặn khối đông dính chặt vào mặt bàn và đồng thời tạo điều kiện thoát huyết thanh nhanh hơn. Để phân phối khối đông vào trong khuôn một cách đơn giản có thể sử dụng bằng tay với các dụng cụ như muôi hoặc thìa hoặc gáo... Sơ đồ hệ thống tách huyết thanh được giới thiệu trong hình 4.18.



Hình 4.18. Hệ thống thiết bị tách huyết thanh theo phương pháp ly tâm khối đông tụ (nguyên lý Westfalia)

4.2.8.3. Công đoạn làm chín phomat

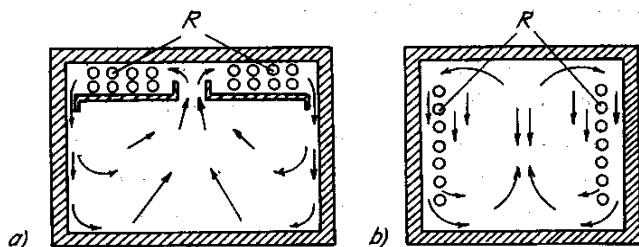
Sau giai đoạn đông tụ, khối đông sẽ chịu tác động của vi sinh vật để chuyển thành các loại phomat khác nhau với hương vị đặc trưng theo sở thích người tiêu dùng. Ngoài ra sản xuất phomat phải được tiến hành trong các điều kiện nhiệt độ, độ ẩm và môi trường thích hợp nhằm phát huy tối đa sự chuyển hóa có lợi góp phần đa dạng hóa không ngừng sản phẩm. Muốn vậy chính là nhờ vào công đoạn làm chín phomat.

Như trên đã nêu, trong quá trình làm chín có nhiều yếu tố ảnh hưởng đến hiệu suất của quá trình mà chủ yếu là nhiệt độ trong các thiết bị tinh luyện, sự bố trí các thiết bị tinh luyện và thời gian bảo quản phomat trong các bể chứa.

Nhiệt độ trong các thiết bị làm chín:

Nhiệt độ sử dụng trong các thiết bị làm chín phomat rất khác nhau phụ thuộc vào dạng sản phẩm mong muốn có. Chẳng hạn đối với phomat dạng pátê có lăm tấm xanh được làm chín ở nhiệt độ $5 - 10^{\circ}\text{C}$; dạng pátê mềm: $10 - 15^{\circ}\text{C}$; dạng pátê rắn: $12 - 15^{\circ}\text{C}$. Để tạo được nhiệt độ thích hợp người ta có thể dùng các chất tải lạnh (freon, NH_3 ...) hoặc không khí nén ở áp suất rất thấp hoặc có thể sử dụng các thiết bị đun nóng trong điều kiện mùa đông vừa điều chỉnh nhiệt độ của quá trình làm chín vừa điều chỉnh nhiệt độ cho quá trình lên men khi sản xuất phomat. Thông thường người ta sử dụng thiết bị làm lạnh đơn giản kiểu "lò suôi" bằng không khí lạnh được treo trên trần thiết bị hoặc đặt theo chiều dài của thành thiết bị hoặc đặt trong phòng nhỏ (hình 4.19).

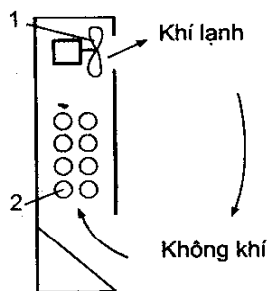
Hiện đại hơn, để tạo nhiệt độ thích hợp trong thiết bị làm chín người ta có thể sử dụng máy điều hòa cho phép quá trình



Hình 4.19. Tạo nhiệt độ trong các thiết bị làm chín theo kiểu "lò sưởi". R là thiết bị làm lạnh theo kiểu "lò sưởi":

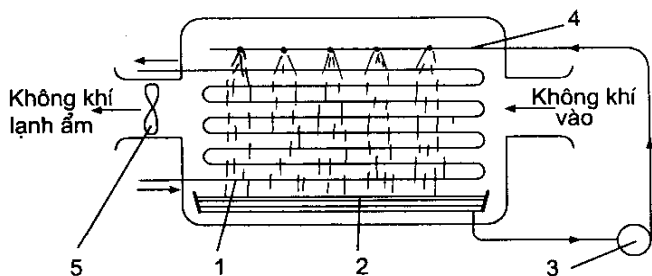
a- "lò sưởi" được treo theo trần của thiết bị tinh luyện; b- "lò sưởi" được đặt đối xứng dọc theo tường

khuyến tán lạnh tốt hơn nhờ dòng khí lạnh có tốc độ cực mạnh (hình 4.20) nhờ đó mà độ ẩm có thể điều chỉnh được dễ dàng bằng các loại nước có trong dòng khí trước khi ra khỏi thiết bị làm lạnh. Người ta cũng có thể dùng các thiết bị lạnh có độ ẩm cao (hình 4.21). Với thiết bị này, không khí được làm lạnh sẽ đi qua lớp nước đã được phun dưới dạng sương mù trước



Hình 4.20. Sơ đồ quá trình tạo không khí lạnh khô:

1- quạt; 2- thiết bị làm lạnh kiểu "lò sưởi" dùng không khí lạnh



Hình 4.21. Nguyên lý của quá trình tạo không khí lạnh ẩm:
 1- mạng đường ống tải lạnh; 2- bể nước; 3- bơm nước tuần hoàn;
 4- hàng lỗ phun nước; 5- quạt.

khí được đưa vào trong thiết bị làm chín. Thiết bị làm lạnh có độ ẩm cao với nước đá là thiết bị có nhiều ưu điểm đồng thời cho phép loại được các tạp chất có trong không khí (chẳng hạn bụi, ẩm...) và là thiết bị kinh tế nhất. Đôi khi người ta còn sử dụng các hệ thống làm lạnh hỗn hợp giữa kiểu lò sưởi và máy điều hòa tạo không khí lạnh khô hoặc ẩm sẽ cho hiệu quả rất cao song giá đắt.

Một cách tổng quát, qui trình sản xuất phomat được trình bày trong phần Phụ lục (xem phụ lục 8).

PHỤ LỤC

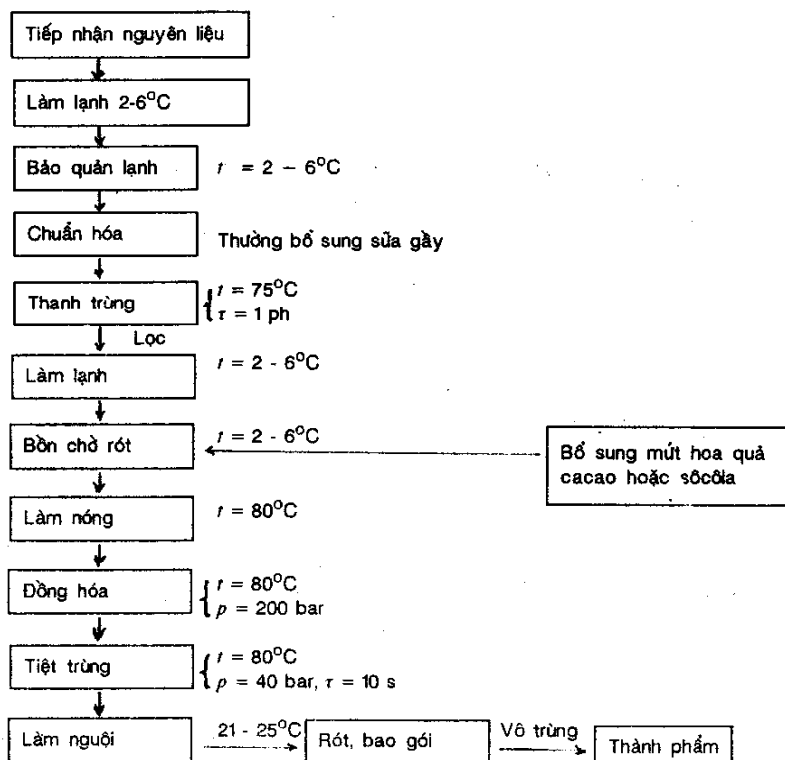
Phụ lục 1. Quy trình sản xuất sữa tươi tiệt trùng

1. Nguyên liệu

Nguyên liệu chính để sản xuất sữa tươi tiệt trùng gồm:

- Sữa tươi.
- Sữa bột gầy, bơ, hương sữa.
- Đường sacaroza.
- Chất ổn định.
- Sirô hoặc mứt hoa quả (cacao, dâu...), bột màu thực phẩm.
- Đậu nành để sản xuất sữa đậu nành.

2. Quy trình sản xuất sữa tươi tiệt trùng

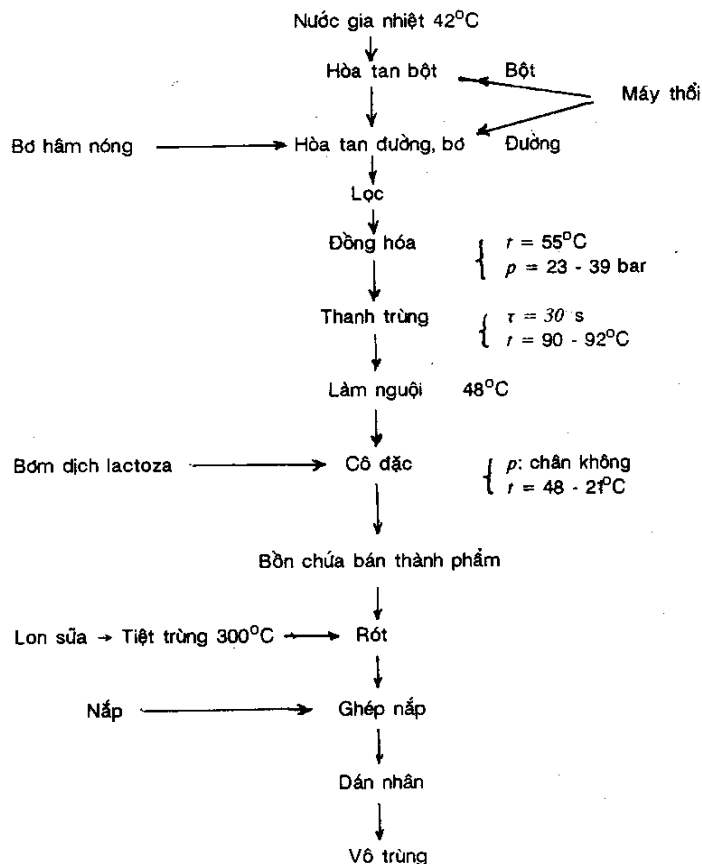


Phụ lục 2. Quy trình sản xuất sữa cô đặc có đường

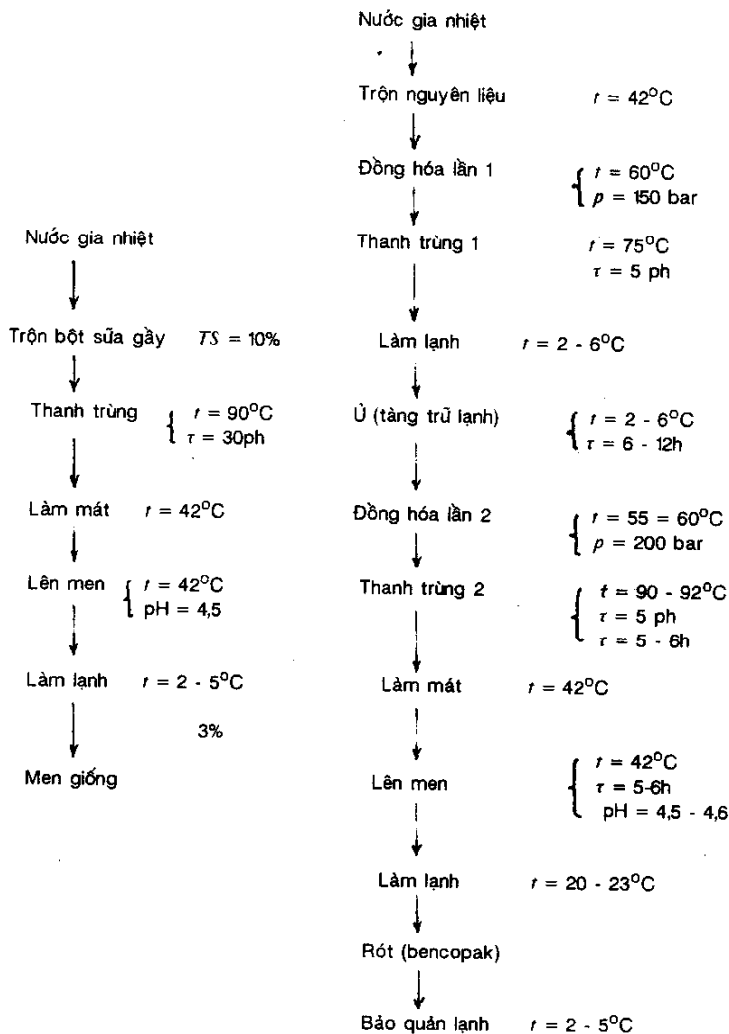
1. Nguyên liệu

Sữa bột, đường tinh luyện bơ (dầu), vitamin,...

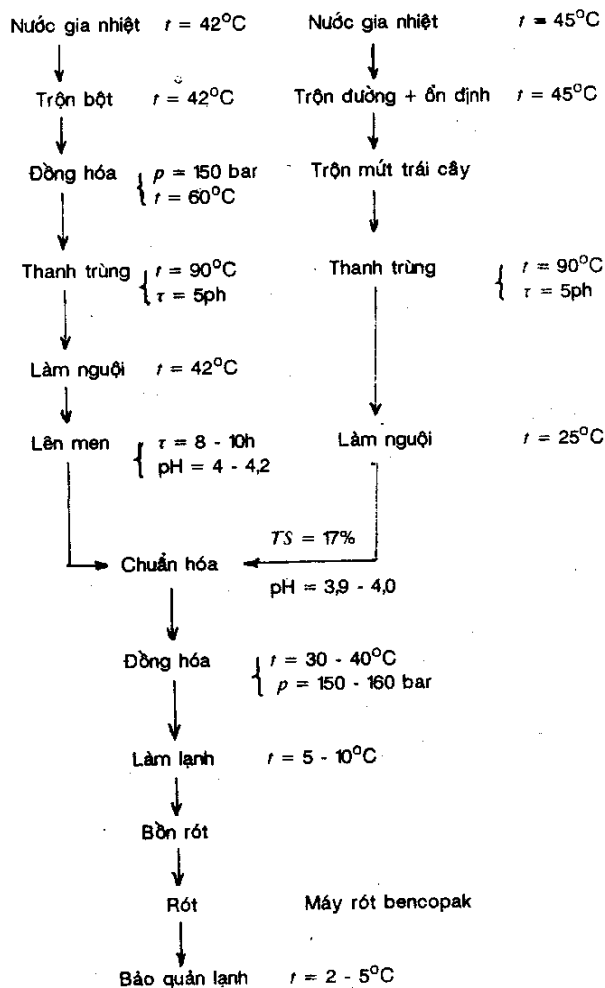
2. Quy trình sản xuất



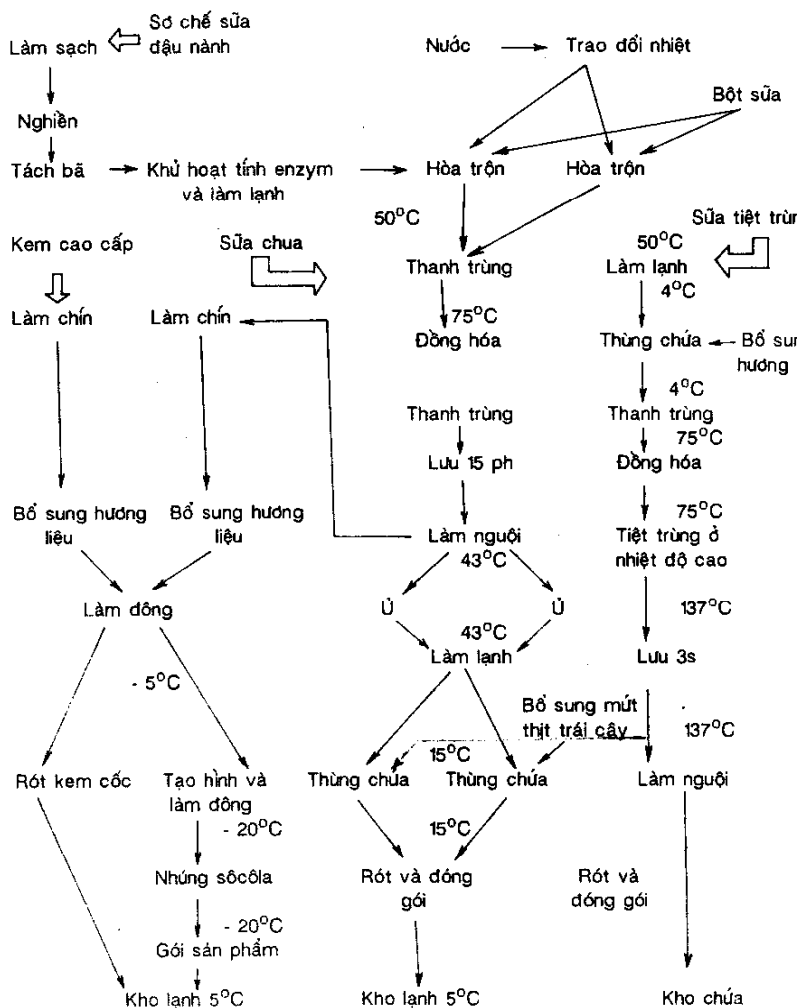
Phụ lục 3. Qui trình sản xuất sữa chua



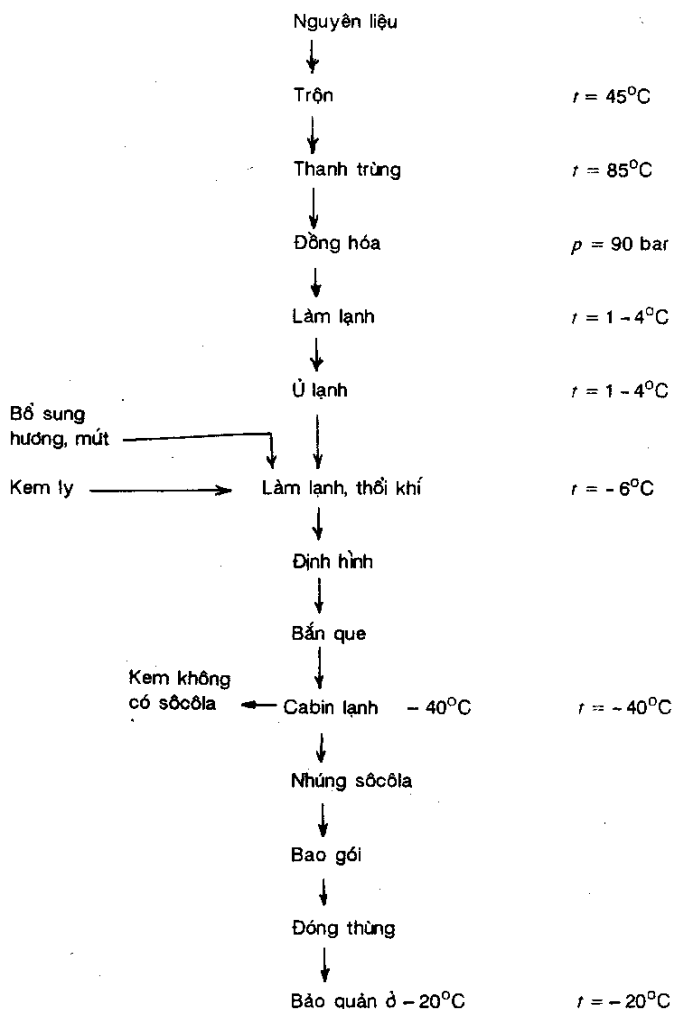
Phụ lục 4. Quy trình sản xuất sữa chua uống



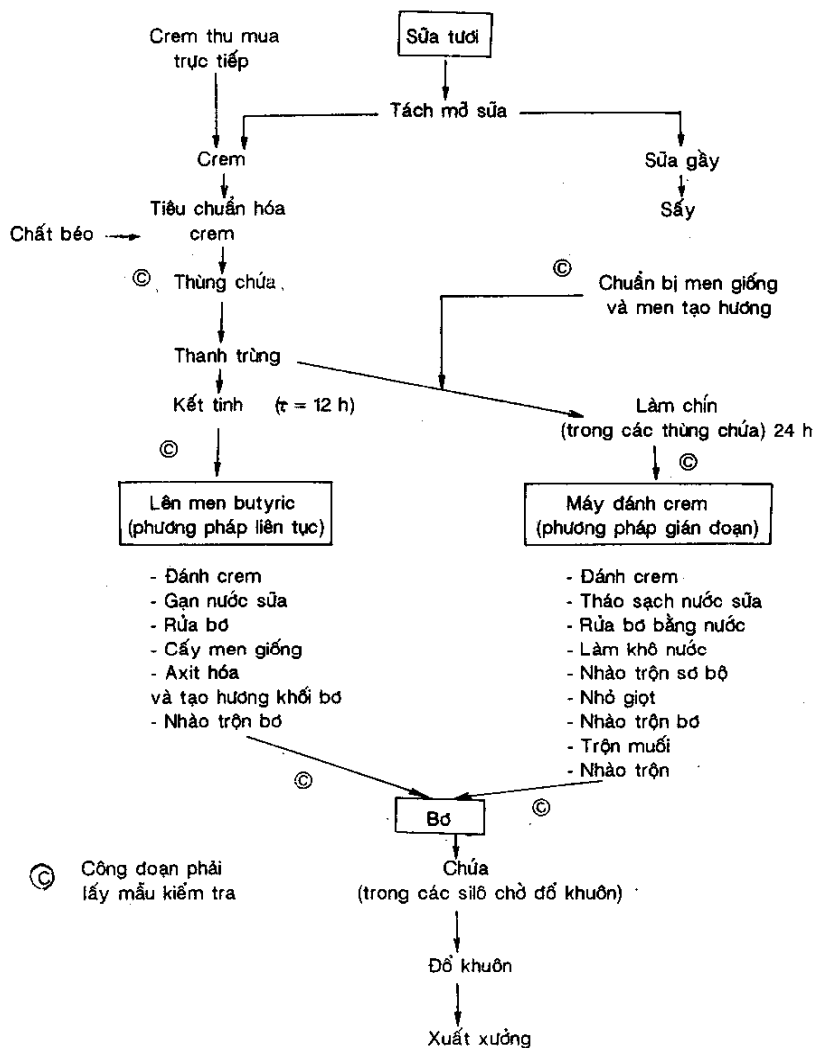
Phụ lục 5. Quy trình sản xuất sữa tiệt trùng, sữa chua, sữa đậu nành, kem cao cấp



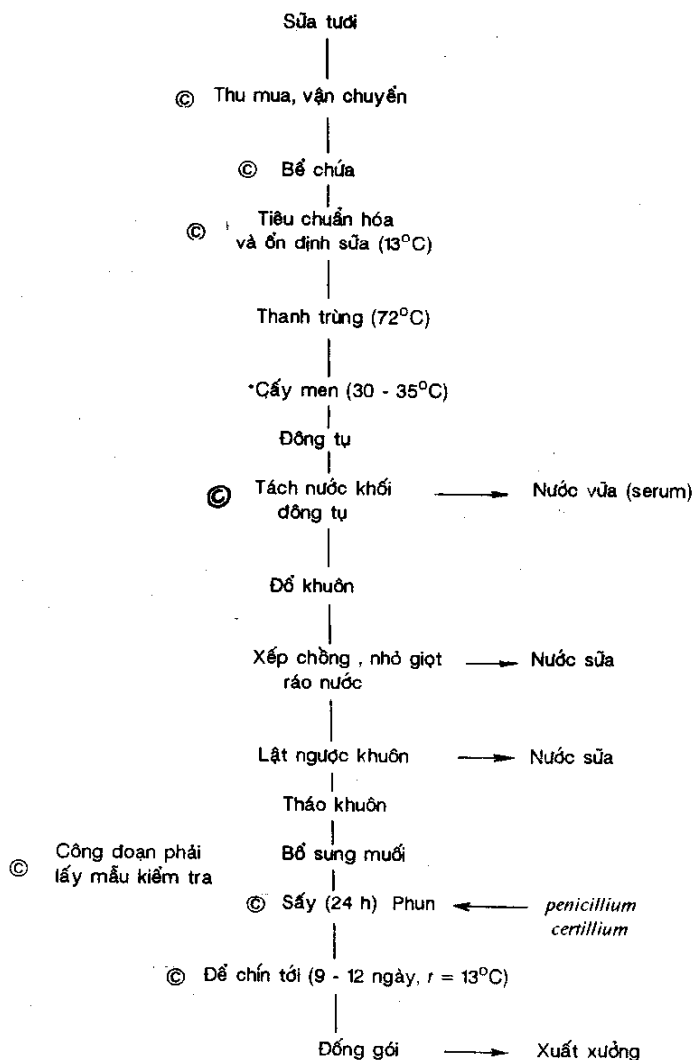
Phụ lục 6. Quy trình sản xuất kem que



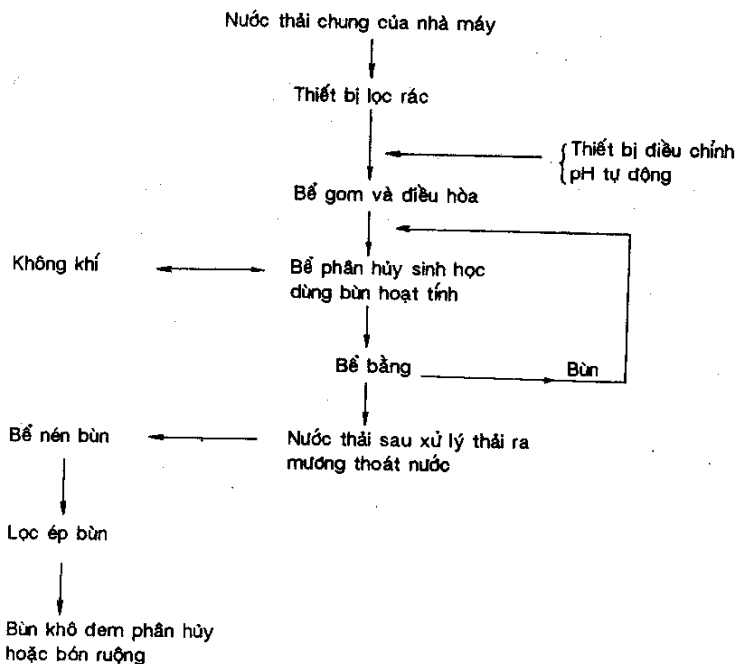
Phụ lục 7. Quy trình sản xuất bơ



Phụ lục 8. Quy trình sản xuất phomat



Phụ lục 9. Sơ đồ hệ thống xử lý nước thải trong nhà máy sữa



TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Albert Adrien, 1979. Selective toxicity (the physico - chemical basis therapy) - London champman and hall).
2. Centre technique de cooperation agricole et rurale(CTA), 1994. Creer une petite fromagerie - Les editions du Gret.
3. Cerr Michelle, 1990. Instrumentation industrielle - Tome I et II (édition) Technique et documentation - Lavoisier - France.
4. Ministerede l'agriculture, 1989. Controle de la qualité des produit laitiers. Tome I et II.
5. Robert Augustime L., 1969. Oxidation (Volume I). Marcel dekker, INC New York.
6. Roger Veisseyre, 1986. Techniques laitières - La maison rustique France.
7. Schulz G.E. and Schimer. R.H., 1986. Principles of protein structure Springer - Verlag New York Heidelberg Berlin.

MỤC LỤC

Lời nói đầu	3
<i>Chương 1. ĐẶC ĐIỂM, THÀNH PHẦN VÀ CẤU TRÚC CỦA SỮA TƯƠI</i>	
1.1. Tính chất vật lý của sữa tươi	5
12. Thành phần hóa học và cấu trúc hóa lý của sữa tươi	5
12.1. Chất béo của sữa	7
12.1.1. Đặc điểm của chất béo có trong sữa	7
12.1.2. Cấu trúc của chất béo có trong sữa	8
12.2. Các chất chứa nitơ của sữa	9
12.3. Đường lactoza	12
12.4. Các muối khoáng	16
12.5. Axit citric	17
12.6. Các chất có hoạt tính sinh học	17
12.6.1. Các vitamin	18
12.6.2. Các enzym	21
12.7. Các vi sinh vật có trong sữa và vai trò của nó	24
12.7.1. Nấm mốc	24
12.7.2. Nấm men	25
12.7.3. Vi khuẩn	25
13. Sữa biến chất và các dạng biến chất của sữa	27
13.1. Biến chất do việc bổ sung vào sữa các chất từ bên ngoài	27
13.2. Biến chất do sự thay đổi các cấu tử bình thường của sữa	28
13.2.1. Biến chất do vi sinh vật	28
13.2.2. Biến chất do enzym	29
13.2.3. Biến chất do các yếu tố lý hóa	30
13.2.4. Biến chất do pha sữa	31
<i>Chương 2. BẢO QUẢN, THU NHẬN, LỌC VÀ TIÊU CHUẨN HÓA SỮA TƯƠI</i>	
2.1. Bảo quản sơ bộ sữa tươi tại nơi vắt sữa	35
2.1.1. Lọc sữa sau khi vắt	36
2.1.2. Làm lạnh sữa	37
2.1.3. Chứa sữa và vận chuyển sữa	44
2.2. Thu nhận và lọc sữa trước khi đưa vào nhà máy	47
2.2.1. Thu nhận và lọc sữa trước khi đưa vào chế biến	48
2.2.2. Lọc sữa khi về nhà máy	50
2.3. Tiêu chuẩn hóa sữa trước khi chế biến	54

Chương 3. KỸ THUẬT CHẾ BIẾN SỮA (SỮA TIÊU DÙNG, SỮA BẢO QUẢN VÀ SỮA LÊN MEN)

3.1. Các phương pháp bảo quản sữa	58
3.2. Kỹ thuật bảo quản sữa ở nhiệt độ thấp	59
3.3. Kỹ thuật bảo quản sữa ở nhiệt độ cao	62
3.4. Thanh trùng sữa	68
3.4.1. Mục đích thanh trùng sữa	69
3.4.2. Điều kiện thanh trùng sữa	69
3.4.3. Các phương pháp thanh trùng sữa	73
3.4.3.1. Thanh trùng sữa ở nhiệt độ thấp	73
3.4.3.2. Thanh trùng sữa ở nhiệt độ cao	74
3.5. Tiệt trùng sữa	79
3.6. Công nghệ chế biến sữa	81
3.6.1. Công nghệ chế biến sữa tiệt trùng từ sữa tươi, sữa đậu nành và sữa khô (bột)	81
3.6.2. Công nghệ chế biến sữa thơm	83
3.6.3. Công nghệ chế biến sữa cô đặc	86
3.6.3.1. Phương pháp cô đặc sữa ở nhiệt độ thấp	87
3.6.3.2. Sản xuất sữa cô đặc có đường	90
3.6.4. Công nghệ chế biến sữa bột	90
3.6.4.1. Phương pháp Just - Hatmakes	92
3.6.4.2. Phương pháp phun dạng sương mù	93
3.6.5. Công nghệ chế biến sữa cho trẻ em và y học	93
3.6.5.1. Sữa cho trẻ sơ sinh	94
3.6.5.2. Sữa dùng trong y học	96
3.6.6. Công nghệ sản xuất sữa lên men (sữa chua)	97
3.6.6.1. Vi sinh vật và hóa sinh của quá trình sản xuất sữa chua	98
3.6.6.2. Công nghệ sản xuất sữa chua	

Chương 4. KỸ THUẬT SẢN XUẤT BƠ VÀ PHOMAT

4.1. Kỹ thuật sản xuất bơ	101
4.1.1. Công đoạn tách cream sữa	102
4.1.1.1. Tách cream bằng phương pháp gạn tự nhiên (phương pháp tĩnh học)	102
4.1.1.2. Tách cream bằng phương pháp ly tâm gạn	103
4.1.1.3. Một số thiết bị tách cream từ sữa	104
4.1.2. Kỹ thuật sản xuất bơ	107
4.1.2.1. Sơ đồ sản xuất bơ	107
4.1.2.2. Quá trình làm giảm độ axit của khối cream thu được từ nông trại	109

4.12.3. Rửa cream thu được từ nông trại	113
4.12.4. Thanh trùng cream	114
4.12.5. Quá trình chín của cream	117
4.12.6. Quá trình đánh cream và quá trình nhào trộn bơ	119
4.13. Bao gói và bảo quản bơ	123
4.13.1. Các dạng thay đổi và biến chất của bơ	124
4.13.2. Sự biến chất về mùi và vị	125
4.13.3. Thiết bị liên tục chế biến bơ	129
4.14. Kiểm tra hiệu suất của quá trình sản xuất bơ	135
4.2. Công nghệ sản xuất phomat	137
4.2.1. Nguyên lý cơ bản về sản xuất phomat	137
4.2.2. Sự đông tụ (hay đông đặc) của sữa	137
4.2.2.1. Đông tụ bởi axit lactic	138
4.2.2.2. Đông tụ bởi men dịch vị (hay bởi enzym renin)	138
4.2.3. Quá trình tách nước của khối đông tụ	139
4.2.3.1. Quá trình tách chất lỏng từ khối đông tụ lactic	140
4.2.3.2. Quá trình tách chất lỏng từ khối đông tụ bởi men dịch vị	140
4.2.4. Tinh luyện phomat	141
4.2.5. Quá trình chín của phomat	143
4.2.6. Vi sinh vật trong công nghiệp sản xuất phomat	145
4.2.6.1. Sử dụng chế phẩm vi khuẩn lactic	145
4.2.6.2. Sử dụng chế phẩm nấm mốc	146
4.2.7. Thành phần của phomat và kiểm tra hiệu suất sản xuất phomat	148
4.2.8. Thiết bị trong một số công đoạn quan trọng để sản xuất phomat	151
4.2.8.1. Công đoạn đông tụ	151
4.2.8.2. Công đoạn tách nước khối đông tụ	153
4.2.8.3. Công đoạn làm chín phomat	155
PHỤ LỤC	
Phụ lục 1. Quy trình sản xuất sữa tươi tiệt trùng	159
Phụ lục 2. Quy trình sản xuất sữa cô đặc có đường	160
Phụ lục 3. Quy trình sản xuất sữa chua	161
Phụ lục 4. Quy trình sản xuất sữa chua uống	162
Phụ lục 5. Quy trình sản xuất sữa tiệt trùng, sữa chua; sữa đậu nành, kem cao cấp	163
Phụ lục 6. Quy trình sản xuất kem que	164
Phụ lục 7. Quy trình sản xuất bơ	165
Phụ lục 8. Quy trình sản xuất phomat	166
Phụ lục 9. Sơ đồ hệ thống xử lý nước thải trong nhà máy sữa	167
Tài liệu tham khảo	168

TS LÊ THỊ LIÊN THANH
PGS, TSKH LÊ VĂN HOÀNG

CÔNG NGHỆ CHẾ BIẾN SỮA VÀ CÁC SẢN PHẨM TỪ SỮA

Chịu trách nhiệm xuất bản: PGS, TS TÔ ĐĂNG HẢI
Biên tập: NGUYỄN KIM ANH
Vẽ bìa: HUƠNG LAN

NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT
70 Trần Hưng Đạo, Hà Nội

6C8.72

KHKT - 2002

In 1000 cuốn khổ 14,5 x 20,5 cm. Tại cơ sở in 16 Hàng Chuối,
Nhà in Đại học Quốc gia Hà Nội. Số giấy phép : 111-332,
ngày 30/1/2002. In xong và nộp lưu chiểu 2/2002.