

TS. LÂM XUÂN THANH

GIÁO TRÌNH

Công nghệ các sản phẩm SỮA



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

TS. LÂM XUÂN THANH

Giáo trình CÔNG NGHỆ CÁC SẢN PHẨM SỮA

(In lần thứ 4 có sửa chữa, bổ sung)



**NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT
HÀ NỘI**

LỜI NÓI ĐẦU

Trong tự nhiên không có sản phẩm thực phẩm nào mà thành phần dinh dưỡng lại kết hợp một cách hài hòa như sữa. Chính vì thế mà sữa và các sản phẩm từ sữa có một ý nghĩa đặc biệt đối với dinh dưỡng của con người, nhất là với trẻ em, người già và người bệnh.

Do không ngừng đổi mới về công nghệ cũng như trang thiết bị hiện đại, ngành công nghiệp chế biến sữa ở Việt Nam đã phát triển rất mạnh mẽ trong những năm qua và đã đáp ứng được một phần nhu cầu tiêu dùng của cộng đồng. Các sản phẩm sữa của nước ta đã có mặt trên thị trường thế giới.

Chúng tôi biên soạn cuốn sách này nhằm cung cấp những kiến thức cơ bản về nguyên liệu sữa và công nghệ chế biến các sản phẩm từ sữa. Các vấn đề chi tiết bạn đọc có thể tìm thấy ở các tài liệu tham khảo khác.

Giáo trình này được dùng chủ yếu cho sinh viên ngành Công nghệ Thực phẩm trường Đại học Bách khoa Hà Nội. Đồng thời có thể dùng làm tài liệu tham khảo cho sinh viên các trường đại học và cao đẳng kỹ thuật có ngành đào tạo liên quan cũng như cán bộ nghiên cứu khoa học quan tâm đến ngành công nghiệp chế biến sữa ở nước ta.

Nhân dịp cuốn sách được tái bản, tác giả xin chân thành cảm ơn PGS Lê Ngọc Tú, PGS Trần Thế Truyền, PGS Nguyễn Duy Thịnh cùng các đồng nghiệp đã đóng góp nhiều ý kiến cho nội dung cuốn sách.

Tác giả xin trân trọng cảm ơn Ban biên tập và Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật đã tạo mọi điều kiện để sách lại đến được với bạn đọc.

Giáo trình chắc chắn còn những thiếu sót. Tác giả rất mong muốn nhận được các ý kiến đóng góp của bạn đọc.

Mọi thư từ liên hệ xin gửi đến Ban Biên tập sách Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật - 70 Trần Hưng Đạo, Hà Nội hoặc gửi trực tiếp cho tác giả.

Hà Nội, ngày 6/4/2004

Tác giả

Lời nói đầu**PHẦN I. SỮA NGUYÊN LIỆU**

Chương 1. Thành phần hóa học của sữa	2
1.1. Nước	4
1.1.1. Nước tự do	4
1.1.2. Nước liên kết	4
1.2. Chất khô	4
1.2.1. Lipit	5
1.2.2. Hệ thống protein của sữa	9
1.2.3. Lactoza	19
1.2.4. Các muối	21
1.2.5. Các vitamin	23
1.2.6. Chất khoáng	24
1.2.7. Các enzym	24
1.2.8. Các chất khí và sắc tố của sữa	26
1.3. Giá trị dinh dưỡng của sữa	26
Chương 2. Một số tính chất đặc trưng của sữa	28
2.1. Tính chất vật lý	28
2.1.1. Tỷ trọng	28
2.1.2. Độ nhớt	29
2.1.3. Áp suất thẩm thấu và nhiệt độ đóng băng	30
2.1.4. Sức căng bề mặt	32
2.1.5. Độ dẫn điện	32
2.1.6. Nhiệt dung (tỷ nhiệt)	33
2.1.7. Độ dẫn nhiệt	34
2.1.8. Hệ số dẫn nhiệt độ	34
2.2. Tính chất hóa học	35
2.2.1. Độ axit chung	35
2.2.2. Độ axit hoạt động	36
2.2.3. Tính chất oxy hóa - khử của sữa	36
2.2.4. Tính chất keo của sữa	37
Chương 3. Sữa nguyên liệu	40
3.1. Thu nhận, vận chuyển và bảo quản sữa	40
3.1.1. Thu nhận sữa	41
3.1.2. Làm sạch	44
3.1.3. Làm lạnh	45
3.1.4. Bảo quản	45

3.2. Ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian bảo quản đến hệ vi sinh vật trong sữa	45
3.3. Kiểm tra chất lượng sữa tươi	48
3.3.1. Độ axit chung	48
3.3.2. Chỉ số độ tươi	49
3.3.3. Chỉ tiêu vi sinh vật	50
3.3.4. Tạp chất cơ học (độ sạch, mức độ nhiễm bẩn)	51
3.3.5. Tỷ trọng	51
3.3.6. Xác định hàm lượng chất béo	53
3.3.7. Xác định chất khô của sữa	55
3.4. Một số vấn đề thường gặp ở sữa tươi nguyên liệu	56
3.4.1. Sữa từ những con bò bị bệnh	56
3.4.2. Sữa có mùi vị không tự nhiên (mùi vị lạ)	57
3.5. Li tâm sữa	58
3.5.1. Mục đích của li tâm	58
3.5.2. Nguyên tắc của li tâm	59
3.6. Đồng hóa sữa	62
3.6.1. Mục đích của đồng hóa	62
3.6.2. Nguyên tắc của đồng hóa	63
3.6.3. Phương pháp xác định hiệu quả đồng hóa	64
Chương 4. Một số yếu tố ảnh hưởng tới thành phần và chất lượng của sữa	65
4.1. Thức ăn	65
4.1.1. Thức ăn thô	65
4.1.2. Thức ăn tinh	65
4.1.3. Các chế phẩm sinh học	66
4.2. Chu kỳ vắt sữa	67
4.3. Giống	68
4.4. Tình trạng sức khỏe	70

PHẦN II. CÔNG NGHỆ CÁC SẢN PHẨM SỮA

Chương 5. Công nghệ sữa tươi uống	73
5.1. Sữa tươi thanh trùng	73
5.1.1. Ý nghĩa	73
5.1.2. Quy trình sản xuất sữa tươi thanh trùng	73
5.2. Sữa tươi tiệt trùng	77
5.2.1. Khái niệm	77
5.2.2. Quy trình sản xuất sữa tươi tiệt trùng	79
5.3. Sữa hoàn nguyên, sữa pha lại	84
5.3.1. Khái niệm	84
5.3.2. Quy trình sản xuất sữa hoàn nguyên	84

5.3.3. Sữa pha lại	86
5.4. Các loại sữa uống khác	88
Chương 6. Công nghệ sản xuất sữa hộp	89
6.1. Khái niệm sữa hộp	89
6.2. Các công đoạn chung chuẩn bị nguyên liệu	89
6.2.1. Tiêu chuẩn sữa nguyên liệu	89
6.2.2. Tiêu chuẩn hóa	90
6.2.3. Thanh trùng	91
6.2.4. Cô đặc	92
6.3. Sữa cô đặc	93
6.3.1. Sữa cô đặc tiệt trùng	93
6.3.2. Sữa cô đặc có đường	96
6.3.3. Sữa cô đặc có đường và phụ gia	101
6.4. Sữa bột	104
6.4.1. Mục đích, ý nghĩa và phạm vi sử dụng	104
6.4.2. Yêu cầu nguyên liệu	105
6.4.3. Các phương pháp sấy	106
6.4.4. Sữa bột nguyên chất	108
6.4.5. Sữa bột gầy	109
6.4.6. Sữa bột tan nhanh	110
Chương 7. Công nghệ sản xuất kem	111
7.1. Nguyên liệu chính để sản xuất kem	111
7.2. Sơ đồ quy trình sản xuất kem	112
7.2.1. Phối trộn nguyên liệu	113
7.2.2. Đồng hóa	113
7.2.3. Thanh trùng	113
7.2.4. Ủ chín	113
7.2.5. Bổ sung hương	113
7.2.6. Lạnh đông	114
7.2.7. Đóng gói và làm lạnh sâu	115
7.2.8. Bảo quản	115
7.3. Sơ đồ dây chuyền sản xuất kem	115
Chương 8. Công nghệ các sản phẩm lên men	117
8.1. Cơ sở lý thuyết các quá trình lên men	117
8.1.1. Lên men rượu	119
8.1.2. Lên men lactic	122
8.1.3. Lên men butiric	125
8.1.4. Lên men propionic	126
8.1.5. Các dạng lên men khác	127
8.2. Hệ vi sinh vật lên men các sản phẩm sữa	129
8.3. Công nghệ sản xuất sữa chua yoghurt	132

8.3.1. Phân loại sữa chua yoghurt	133
8.3.2. Nguyên liệu dùng để sản xuất sữa chua yoghurt	133
8.3.3. Sơ đồ quy trình sản xuất sữa chua yoghurt	133
8.3.4. Sơ đồ dây chuyền sản xuất sữa chua yoghurt	139
8.4. Công nghệ sản xuất sữa chua kefir	143
8.4.1. Đại cương nấm kefir và hệ vi sinh vật lên men kefir	143
8.4.2. Quy trình sản xuất sữa chua kefir	144
Chương 9. Công nghệ sản xuất pho mát	147
9.1. Đại cương về pho mát	147
9.2. Yêu cầu của sữa nguyên liệu dùng để sản xuất pho mát	148
9.3. Công nghệ sản xuất pho mát tươi (không có quá trình chín sinh hóa)	149
9.3.1. Sản xuất pho mát tươi theo phương pháp chua	149
9.3.2. Sản xuất pho mát tươi theo phương pháp men chua	150
9.4. Công nghệ sản xuất pho mát có quá trình chín sinh hóa	152
9.4.1. Sơ đồ quy trình sản xuất	152
9.4.2. Các phương pháp sinh học hạn chế sự phát triển của vi sinh vật có hại đối với chất lượng của pho mát	162
9.5. Các quá trình sinh hóa cơ bản xảy ra trong sản xuất pho mát	163
9.5.1. Sự biến đổi của lactose	165
9.5.2. Sự biến đổi của các protein	166
9.5.3. Sự biến đổi của chất béo	171
9.5.4. Sự tạo thành các chất khí	173
Chương 10. Công nghệ sản xuất bơ	176
10.1. Nguyên liệu để sản xuất cream	177
10.2. Công nghệ sản xuất bơ theo phương pháp đảo trộn	179
10.2.1. Sơ đồ quy trình công nghệ sản xuất bơ theo phương pháp đảo trộn	179
10.2.2. Sơ đồ dây chuyền sản xuất bơ theo phương pháp đảo trộn	188
10.3. Công nghệ sản xuất bơ theo phương pháp liên tục từ cream có hàm lượng chất béo cao	190
10.4. Chế biến bơ có gia vị	194
Tài liệu tham khảo	197

Phần 1

SỮA NGUYÊN LIỆU

Chương I

THÀNH PHẦN HÓA HỌC CỦA SỮA

Hàm lượng các thành phần cơ bản của sữa có thể dao động trong một phạm vi khá rộng, phụ thuộc vào sự khác biệt về giống, về điều kiện tự nhiên, điều kiện chăn nuôi. Sữa của các loại động vật khác nhau là rất khác nhau. Bảng 1.1 là thành phần của các loại sữa thường được dùng trong công nghệ chế biến sữa. Sữa cừu có hàm lượng protein và chất béo cao nhất, tiếp đến là sữa trâu. Hàm lượng lactoza trong sữa người mẹ cao hơn hẳn so với sữa của các loại động vật khác. Do đặc điểm về mùi vị cũng như thành phần hóa học mà người ta có thể sản xuất những sản phẩm sữa đặc trưng chỉ từ một loại sữa nào đó, ví dụ như kumis từ sữa dê...

Phổ biến nhất ở nhiều quốc gia trong đó có Việt Nam vẫn là sữa bò. Mặc dù việc chăn nuôi trâu sữa, dê sữa đã có ở nước ta khá lâu nhưng vì nhiều lý do nên sản lượng hai loại sữa này còn rất thấp. Vì vậy cho đến nay nguyên liệu chủ yếu cho ngành sữa Việt Nam vẫn là sữa bò.

Bảng 1.1. Thành phần của một số loại sữa

Loại sữa	Protein, %	Casein, %	Whey protein, %	Chất béo, %	Cacbohydrat, %	Tro, %
Sữa mẹ (người)	1,2	0,5	0,7	3,8	7,0	0,2
Sữa ngựa	2,2	1,3	0,9	1,7	6,2	0,5
Sữa bò	3,5	2,8	0,7	3,7	4,8	0,7
Sữa trâu	4,0	3,5	0,5	7,5	4,8	0,7
Sữa dê	3,6	2,7	0,9	4,1	4,7	0,8
Sữa cừu	5,8	4,9	0,9	7,9	4,5	0,8

Trong toàn bộ phần trình bày tiếp theo, chúng tôi chỉ đề cập tới sữa bò và được gọi đơn giản là sữa. Thành phần của 1 lít sữa bò được ghi ở bảng 1.2.

Bảng 1.2. Các thành phần chính của một lít sữa

Các thành phần		Trọng lượng	%
Nước	Pha lỏng	902	87,4
Gluxit (40-60 g/l)	<i>Dạng tự do:</i> lactoza (do galactoza và glucoza) ở trạng thái phân tử <i>Dạng kết hợp:</i> galactoza, galactosamin, axit sialic ở trạng thái keo, được liên kết với protein <1 g/l	49	4,75
Chất béo (25-45 g/l)	<i>Ở dạng cầu béo:</i> là những giọt chất béo có đường kính từ 1-10 μ m, được bao bằng một màng lipoprotein, ở dạng nhũ tương <i>Ở dạng các hợp chất hòa tan trong chất béo:</i> các sắc tố (β caroten), sterol (cholesterol), các vitamin	39	3,78
Hợp chất nitơ (25-40 g/l)	<i>Ở dạng mixen 28g:</i> ở dạng huyền phù, là phức của canxi phosphat liên kết với một liên hợp của các casein <i>Ở dạng hòa tan 4,7g:</i> là những cao phân tử của albumin và immunoglobulin <i>Nitơ phi protein 0,3g:</i> ure, axit uric, creatin...	33	3,2
Chất khoáng (25-40 g/l)	<i>Ở trạng thái keo và hòa tan:</i> - ở dạng phân tử và ion: axit xitric, K, Ca, P, Na, Cl, Mg - ở dạng các nguyên tố trung lượng (oligo-element): Zn, Al, Fe, Cu, I...	9	0,87
Chất khô tổng số (MST)	Sữa đã được làm bốc hơi nước	130	12,6
Các chất khác	<i>Các chất xúc tác sinh học:</i> các vitamin (A, D, E, K, B ₁ , B ₂ , PP, B ₆ , B ₁₂ , C...) và các enzym <i>Các khí hòa tan:</i> CO ₂ , O ₂ , N ₂ , 4-5% thể tích của sữa	Vết	

1.1. NƯỚC

1.1.1. Nước tự do

Nước tự do chiếm 96 - 97% tổng lượng nước. Nó có thể tách được trong quá trình cô đặc, sấy vì không có liên kết hóa học với chất khô. Ví dụ, trong các sản phẩm như bơ, pho mát tươi (cheese curd), nước tự do ở dạng các hạt có kích thước khác nhau, phân bố một cách tương đối đồng đều trong sản phẩm.

Nước tự do có thể bị bốc hơi trong quá trình bảo quản pho mát hoặc cũng có thể bị ngưng tụ ngay trên bề mặt. Khi bảo quản sữa bột, nước tự do xâm nhập vào làm cho sữa bột bị vón cục.

1.1.2. Nước liên kết

Nước liên kết chiếm một tỷ lệ nhỏ, khoảng 3 - 4%. Hàm lượng nước liên kết phụ thuộc vào các thành phần nằm trong hệ keo: protein, các phosphatit, polysacarit. Nước liên kết thường được gắn với các nhóm như $-NH_2$, $-COOH$, OH , $=NH$, $-CO-NH-$, ...

Hàm lượng nước liên kết trong các sản phẩm sữa rất khác nhau, ví dụ, trong sữa gầy có 2,13 - 2,59% nước liên kết, sữa đầu (colostrum) có 4,15% nước liên kết, nước tách ra trong quá trình sản xuất bơ (butter milk)- chỉ có 1,75% nước liên kết.

Nước liên kết đóng băng ở nhiệt độ nhỏ hơn $0^{\circ}C$, không hòa tan muối, đường.

Dạng đặc biệt của nước liên kết là nước kết tinh với lactoza dưới dạng $C_{12}H_{22}O_{11} \cdot H_2O$.

1.2. CHẤT KHÔ

Trừ nước ra, chất khô của sữa bao gồm tất cả các thành phần của sữa.

Có thể xác định chất khô của sữa bằng phương pháp sấy đến trọng lượng không đổi hoặc bằng công thức tính toán.

Có nhiều cách tính hàm lượng chất khô của sữa một cách khá chính xác bằng các công thức kinh nghiệm.

Ví dụ, công thức của Richmond:

$$S = 1,21F + 0,25a + 0,66$$

hoặc công thức của Fleischman:

$$S = 1,2M + \frac{266,5(a-1)}{a}$$

trong đó: S - hàm lượng chất khô của sữa, %;
 M - hàm lượng chất béo của sữa, %;
 a - tỷ trọng của sữa theo độ lactometer.

Ví dụ, tỷ trọng của sữa đo được theo tỷ trọng kế lactometer là $1,026 \text{ g/cm}^3$ thì $a = 26$.

1.2.1. Lipit

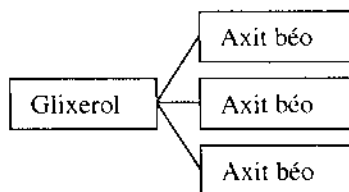
Lipit của sữa bao gồm chất béo, các phosphatit, glicolipit, steroid.

1.2.1.1. Chất béo sữa

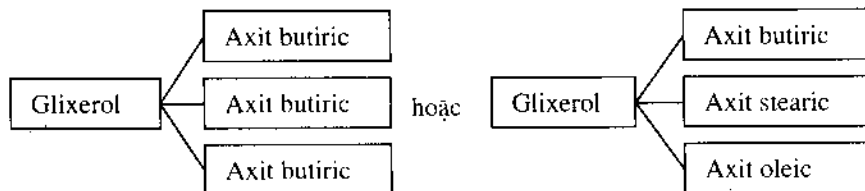
Chất béo sữa (milk fat) được coi là thành phần quan trọng. Về mặt dinh dưỡng, chất béo có độ sinh năng lượng cao, có chứa các vitamin hòa tan trong chất béo (A, D, E). Đối với các sản phẩm sữa lên men, chất béo ảnh hưởng tới mùi vị, trạng thái của sản phẩm. Có tới 98 - 99 % chất béo của sữa là các triglycerit, 1 - 2% còn lại là các phospholipit, cholesterol, caroten, vitamin A, D, E và K.

Trong sữa có 18 axit béo. Mỗi glycerol có thể kết hợp với ba phân tử axit béo mà ba axit béo này có thể cùng loại hoặc khác loại. Vì vậy số glycerit (triglycerit) khác nhau là vô cùng lớn.

Chất béo của sữa bao gồm các triglycerit, diglycerit, axit béo, sterol, carotenoid, vitamin A, D, E, K và một số chất khác.



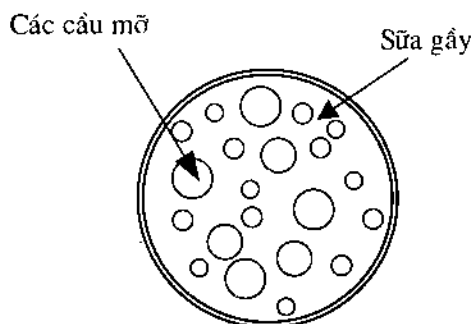
Ví dụ:



Khi để yên sữa, một lớp váng sữa (cream) sẽ được tạo thành trên bề mặt. Dưới kính hiển vi người ta nhận thấy trong váng sữa có rất nhiều thể hình cầu với kích thước khác nhau, nổi bật trong sữa. Mỗi thể cầu mỡ được bao bọc bằng một màng mỏng.

Các thể hình cầu đó là các cầu mỡ và màng bao của chúng được tạo thành chủ yếu từ protein và các phosphatit. Màng bao của các cầu mỡ rất bền, có tác dụng bảo vệ, giữ cho chúng không bị phá hủy bởi các enzym có trong sữa.

Các cầu mỡ có đường kính từ 0,1 đến 20 μm (đường kính trung bình từ 3 đến 4 μm). Trong 1 ml sữa có khoảng 3000 - 4000 triệu cầu mỡ. Các cầu mỡ là thành phần nhẹ nhất trong sữa (tỷ trọng 0,925 g/cm^3) và chúng có xu hướng nổi lên trên bề mặt sữa.



Hình 1.1. Sự phân bố các cầu mỡ trong sữa

Kích thước các cầu mỡ có ảnh hưởng đến hiệu suất tách chất béo bằng li tâm. Các cầu mỡ có kích thước lớn dễ dàng bị tách khỏi sữa bằng li tâm.

Thành phần màng bao cầu mỡ gồm phospholipit, lipoprotein, protein, axit nucleic, enzym, các nguyên tố vi lượng và nước.

Chất béo của sữa khác với mỡ của các động vật khác là chứa nhiều axit béo no, có khối lượng phân tử thấp.

Các axit béo chủ yếu của sữa được trình bày ở bảng 1.3.

Bảng 1.3. Các axit béo chủ yếu trong sữa

Các axit béo	Số nguyên tử cacbon	Điểm nhiệt độ nóng chảy	Tỷ lệ so với tổng số, %
Các axit béo no			
butiric	4	-8	3,0 - 4,5
caproic	6	-2	1,3 - 2,2
caprilic	8	16	0,8 - 2,5
capric	10	31	1,8 - 3,8
lauric	12	44	2,0 - 5,0
miristic	14	54	7,0 - 11,0
palmitic	16	63	25,0 - 29,0
stearic	18	70	7,0 - 13,0
Các axit béo không no			
oleic	18 : 1	+14	30,0 - 40,0
linoleic	18 : 2	-11	2 - 3,0
linolenic	18 : 3	-5	1,0

Từ bảng 1.3 ta nhận thấy:

- Bốn axit béo có tỷ trọng cao nhất là miristic, palmitic, stearic và oleic.

- Nhiệt độ nóng chảy của các axit béo tăng khi khối lượng phân tử tăng. Còn số lượng nối đôi lại làm giảm nhiệt độ nóng chảy.

a) Điểm nóng chảy của chất béo sữa

Ở nhiệt độ thường các axit béo như butyric, caproic, caprylic tồn tại ở thể lỏng, còn các axit lauric, miristic, palmitic lại ở thể rắn.

Tỷ lệ giữa các axit béo có nhiệt độ nóng chảy cao và các axit béo không no có nhiệt độ nóng chảy thấp có ảnh hưởng lớn đến độ cứng của chất béo : chất béo chứa nhiều axit béo có nhiệt độ nóng chảy cao sẽ cứng, trong khi chất béo chứa nhiều axit béo có nhiệt độ nóng chảy thấp sẽ mềm.

Tỷ trọng chất béo sữa là $0,93 \text{ g/cm}^3$, nhiệt độ nóng chảy (hoặc đông đặc) của chất béo sữa không rõ ràng. Chất béo sữa được tạo thành từ các triglixerit hỗn tạp khác nhau nên chất béo sữa có khoảng nhiệt độ nóng chảy $28 - 35^\circ\text{C}$ và đông đặc ở $19 - 26^\circ\text{C}$.

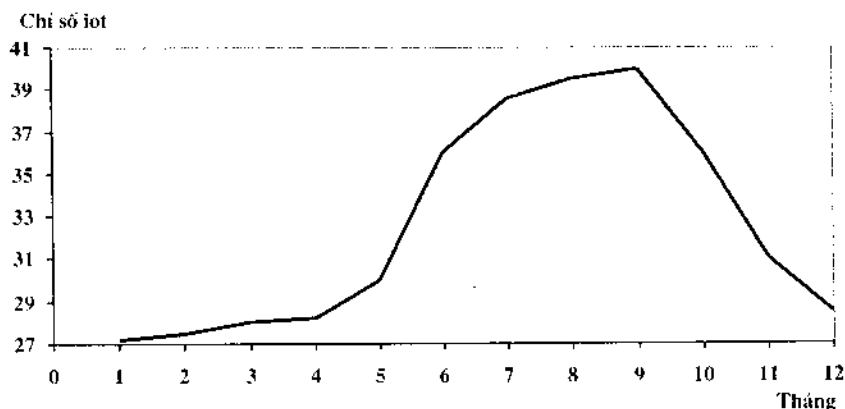
b) Chỉ số iot

Chỉ số iot là một tiêu chí quan trọng và được sử dụng khá phổ biến trong sản xuất. Chỉ số iot biểu thị số gam iot kết hợp với axit béo không no có trong 100g mỡ sữa.

Chỉ số iot trung bình dao động trong khoảng 24 - 46. Khi chỉ số iot thấp thì bơ thường cứng và ngược lại thì bơ sẽ mềm. Chỉ số iot tối ưu cho bơ trong khoảng từ 32 - 37.

Chỉ số iot dao động phụ thuộc vào điều kiện chăn nuôi (thức ăn, thời tiết...).

Dưới đây là một ví dụ về sự dao động chỉ số iot trong năm. Vì axit oleic chiếm tỷ trọng lớn nhất trong tổng số các axit béo nên người ta thường xác định hàm lượng axit oleic và từ đó tính chỉ số iot.



Hình 1.2. Sự biến đổi chỉ số iot theo mùa trong năm

Nhìn vào đồ thị cho thấy sự thay đổi chỉ số iot trong năm là rất lớn. Chỉ số này nhỏ nhất ở các tháng 1, 2, 3 và cao nhất ở các tháng 7, 8, 9. Biết được sự thay đổi này là cần thiết để điều chỉnh thông số kỹ thuật cho phù hợp (xem thêm phần công nghệ sản xuất bơ).

1.2.1.2. Phosphatit và glicolipit

Các phosphatit và glicolipit đóng vai trò quan trọng trong việc tạo thành màng các cầu mỡ. Trong thành phần của chúng có cả axit béo hòa tan trong chất béo và axit béo hòa tan trong nước.

Hàm lượng các phosphatit và glicolipit khoảng 0,03% - 0,05%. Màng của các cầu mỡ chứa xấp xỉ 60% các phosphatit và lượng phosphatit trong sữa đầu gấp 2 - 3 lần trong sữa bình thường.

1.2.2. Hệ thống protein của sữa

Trong dung dịch có chứa hai kiểu protein khác nhau:

- Protein hòa tan: gồm albumin, immunoglobulin, lizozim, lactoferin, lactoperoxydaza...
- Protein ở trạng thái keo không bền: gồm một phức hệ mixen hữu cơ của các caseinat và canxi phosphat.

Tỷ lệ phần trăm của hai kiểu protein và đặc trưng của chúng như ở trong bảng 1.4.

Bảng 1.4. Tỷ lệ của casein và protein hòa tan (%)

Casein (78-85%)		Protein	
Casein (78-85%)		Protein hòa tan (15-22%)	
Casein α_s (45-55%)	- Casein α_{s1}: - Gồm 199 axit amin $M=26\ 614$ Da 12-15g/l sữa đã tách bơ	β -lactoglobulin (7-12%)	162 axit amin 5 Cys : 2(-S-S) và 1(-SH) $M=18277$ Da 3-4g/l sữa đã tách bơ
	- Casein α_{s2}: - Gồm 207 axit amin 2 Cys: 2 (-SH); 10-13P 25230 Da 3-4g/l sữa đã tách bơ		
Casein β (25-35%)	209 axit amin $M=23\ 983$ Da 9-11g/l sữa đã tách bơ	α -Lactalbumin (2-5%)	123 axit amin 8 Cys : 4(-S-S) và 1(-SH) $M=14\ 175$ Da 0.6-1,7g/l sữa đã tách bơ
Casein κ (8-15%)	169 axit amin 2 Cys : 2(-SH) $M=19\ 007$ Da	Proteo-pepton (2-6%)	
Casein γ (3-7%)		Imunoglobulin (1.9-3.3%)	IgG ₁ $M=153-163000$ Da 0.3-0.6g/l sữa đã tách bơ
			IgG ₂ $M=146-154000$ Da 0.05-0.1g/l sữa đã tách bơ
			IgA $M=385-417000$ Da
			IgM $M=960-1000000$ Da 0.05-0.1g/l sữa đã tách bơ
		Serum albumin	582 axit amin 35 Cys : 17(-S-S) và 1(-SH) $M=66\ 267$ Da

1.2.2.1. Tính chất của các casein

Casein là một phosphoprotein. Trong thành phần của nó có chứa gốc axit phosphoric. Casein có nhiều nhóm chức tự do khác nhau như $-\text{COOH}$, $-\text{NH}_2$, $=\text{NH}$, $-\text{OH}$, $-\text{NH}-\text{CO}-$, $-\text{HS}$, $-\text{NH}-\text{C}-\text{NH}_2$... chính nhờ các nhóm



này mà casein có khả năng tham gia các phản ứng hóa học. Trong số nhóm trên, nhóm cacboxyl $-\text{COOH}$ và nhóm amin $-\text{NH}_2$ có ý nghĩa nhất vì một

- 2) Trong các casein chỉ có casein κ là có chứa gluxit (khoảng 5%). Điều đó chứng tỏ casein κ là khá háo nước.
- 3) Casein κ có chứa hai gốc Cys/mol điều đó chứng tỏ không có cầu disulfua.
- 4) Casein κ có khả năng ổn định các casein khác bằng cách ngăn cản sự kết tủa của các casein này bởi ion canxi, nhờ tạo ra trong sữa một phức hệ mixen dưới dạng keo bền vững.
- 5) Khi casein κ bị thủy phân bởi chimosin ở liên kết peptit giữa Phe₁₀₅ và Met₁₀₆ thì sẽ khử bền các mixen của sữa và do đó sữa bị đông tụ.

• **Tính chất của casein κ**

Một số tính chất đặc trưng của casein κ được tóm tắt ở bảng 1.5.

Bảng 1.5. Tóm tắt tính chất của casein κ

		Tích điện ở pH=6,6
Casein κ	169 axit amin, 2 biến thể A B	-4,3 -3,3
Biến thể A	Thay thế Thr cho Ile ở 136 và thay Ala ở 148 bằng Asp	
Biến thể B	Asp ₄ , Asn ₇ , Thr ₁₄ , Ser ₁₂ , SerP ₁ , PyroGlu ₁ , Glu ₁₂ , Glu ₁₄ , Pro ₂₀ , Gly ₂ , Ala ₁₅ , 1/2 Cys ₂ , Val ₁₁ , Met ₂ , Ile ₁₃ , Leu ₈ , Tyr ₉ , Phe ₄ , Lys ₉ , His ₃ , Trp ₁ , Arg ₅	
Tác dụng của chimozin	Cắt liên kết peptit giữa Phe-Met (105-106) - Paracasein κ (1-105) không hòa tan (là một cation kỵ nước kết tủa dưới dạng sợi) - Caseinoglucopeptit (106-169) hòa tan (không có axit amin vòng, giàu axit amin alcol, chứa tất cả gluxit, là một anion âm, rất hòa tan trong nước)	
Caseinoglucopeptit (106-169)	17 axit amin alcol (Ser, Thr)/ 26 trong casein κ	Chứa tất cả gluxit giữa 124 (Thr) và 155 (Ser) A: -8,8 B: -7,8 (Anion)
Paracasein κ (1-105)	Chứa tất cả axit amin vòng giữa 17 và 105: Trp ₁ , Phe ₄ , Tyr ₉	Chỉ có duy nhất một phân tử mặc dù có các biến thể A và B của casein κ +4,5 (Cation)

Trong casein κ , sự có mặt giới hạn các nhóm phosphat (chỉ một gốc ở Ser₁₄₉ so với casein α_s và casein β rất giàu P) không cho phép nó tạo muối canxi không hòa tan.

1.2.2.2. Phức hệ mixen của casein và canxi phosphat

a) Thành phần chung của mixen

Trong sữa các casein có mặt dưới dạng các hạt hình cầu - đó là các mixen- có đường kính từ 20 - 300nm. Các mixen là một tập hợp các dưới đơn vị (các siêu mixen) có đường kính từ 15 đến 20nm.

Bảng 1.6. Thành phần mixen của sữa (g/100g chất khô)

Phần hữu cơ,	Casein α_{s1} 33	Casein β 33	Casein α_{s2} 11	Casein κ 11	Các loại khác 4		Casein tổng số 92
Phần vô cơ	Phosphat (ion) 4,3	Ca 2,9	Xitrat (ion) 0,5	Mg 0,1	Na 0,1	K 0,3	8

b) Thành phần muối của mixen

- Canxi phosphat dưới dạng apatit ở trạng thái keo.
- Canxi cũng có mặt dưới dạng xitrat và có thể được liên kết một phần với casein thông qua các nhóm phosphat.
- Magie cũng có thể tạo ra những muối tương tự muối của canxi.
- Tricanxi phosphat $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ dưới dạng vô định hình. Sự chuyển hóa của dạng này thành hydroxyapatit tinh thể thường bị ức chế bởi các protein và nhất là bởi các ion Mg. Hydroxyapatit $\text{Ca}_5(\text{OH})(\text{PO}_4)_3$ thường kết tinh dưới dạng tinh thể hình lăng trụ dài và mảnh. Trong mô xương, hydroxyapatit cũng có thể ở dạng tinh thể hoặc vô định hình.

c) Thành phần hữu cơ của mixen

Các casein liên kết với nhau để tạo thành phức khi có mặt canxi và sẽ kết tủa xuống nếu không có casein κ . Các siêu mixen chỉ tồn tại nhờ có mặt casein κ (vốn có khả năng làm bền các casein khác khi có mặt canxi). Các siêu mixen có kích thước nhỏ hơn nhiều polyme của casein β (có $M \approx 700.000$).

d) Sự tổ chức của mixen

Sự tổ chức của mixen được mô tả qua hình 1.3.

Mixen được tổ chức như sau:

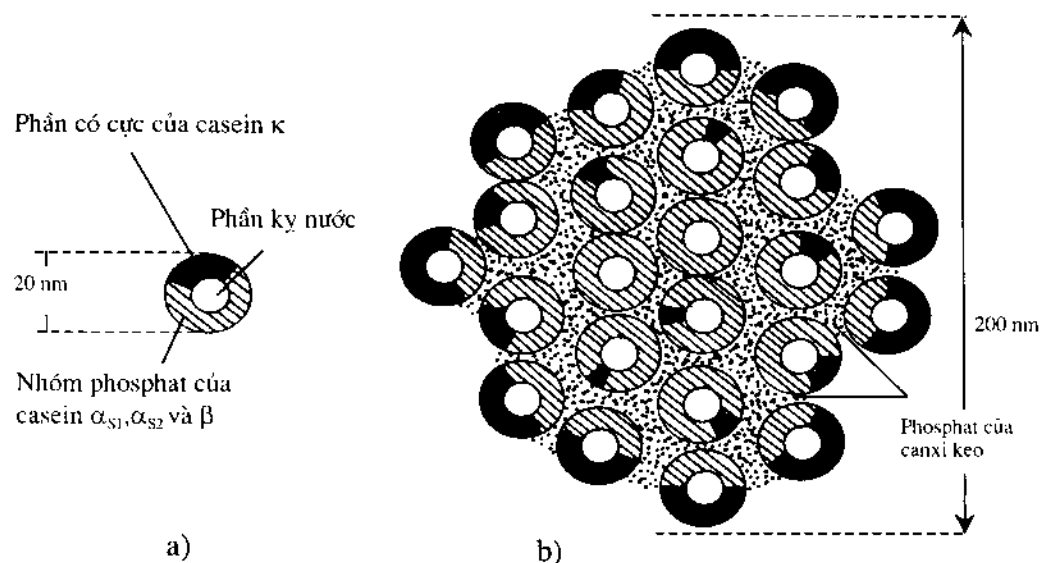
- Các siêu mixen được hợp thành từ các casein α_{s1} , α_{s2} , β và κ có đường kính khoảng 20nm và được sắp xếp như thế nào để các đầu kỵ nước được gấp vào phía trong, còn các nhóm háo nước của các casein và casein κ thì phủ ở bề mặt.

- Nhiều siêu mixen sẽ tập hợp lại thành một mixen nhờ canxi phosphat dạng keo rất mịn liên kết các casein α_{s1} , α_{s2} , β với nhau thông qua các nhóm phosphat của chúng. Các siêu mixen nghèo casein κ sẽ nằm ở phía trong mixen và mixen sẽ ngừng lớn khi toàn bộ mặt ngoài được bao phủ bằng casein κ .

Như vậy casein κ chủ yếu nằm ở phía ngoài mixen, caseinoglucopeptit đầu tận cùng C rất háo nước nên dễ tạo thành những sợi giống bộ rễ tự do và rất mềm dẻo (từ axit amin 86 đến axit amin 169) dày khoảng 7 nm nổi ở trong dịch sữa.

- Trong sơ đồ trên ta thấy vai trò bảo vệ của casein κ rất rõ ràng. Nhờ hàm lượng P bé và giàu glucit của casein κ làm cho nó rất háo nước và đảm bảo một độ bền cho mixen. Mixen càng chứa nhiều casein κ thì kích thước càng bé và càng bền.

- Dưới tác dụng của chymosin trên casein κ thì vỏ bao háo nước bị phá hủy và tức thì các ion canxi sẽ tiếp cận dễ dàng với các casein α_s , β và paracasein κ và sẽ dính kết chúng lại với nhau.



Hình 1.3: a- sơ đồ tổ chức của siêu mixen; b- sơ đồ tổ chức của mixen.

e) Đặc trưng của siêu mixen và mixen casein

Đặc trưng của siêu mixen và mixen casein được ghi trong bảng 1.7.

Bảng 1.7. Đặc trưng của siêu mixen và mixen casein

Siêu mixen	Thành phần		Các liên kết
	- Các phức của casein α_s với casein β hoặc với casein κ và các polyme của casein α_s và casein β. 3.10^5 dalton (tương đương 10-12 phân tử) đường kính: 10nm		Tương tác kỵ nước và tĩnh điện
Mixen	Các trị giá		
Đường kính	130-160 nm	Tỷ khối	$4,4 \text{ cm}^3 \cdot \text{g}^{-1}$
Diện tích	8.10^{-10} cm^2	Khối lượng phân tử (đã tách nước)	5.10^8 Da
Thể tích	$2,1.10^{-15} \text{ cm}^3$	Số lượng các protein	$>10^4$
Khối lượng riêng (có cả nước)	$1,0632 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$	Số các hạt trong 1ml sữa	$10^{14}-10^{16}$
Khối lượng	$2,2.10^{-15} \text{ g}$	Tổng diện tích của các hạt	$5.10^4 \text{ cm}^2/\text{ml sữa}$
Lượng nước hydrat hóa	$3,7 \text{ g H}_2\text{O}/\text{g protein}$	Khoảng cách tự do trung bình	240 nm

1.2.2.3. Khả năng đông tụ của casein

Sữa tươi luôn có độ pH xấp xỉ 6,6 - 6,7 và các mixen casein mang điện tích âm. Vì tất cả các mixen đều có điện tích âm nên chúng đẩy nhau và điều đó khiến các mixen casein tồn tại dưới dạng keo.

Các phân tử nước cũng liên kết với các điện tích của casein và góp phần duy trì các mixen trong dung dịch.

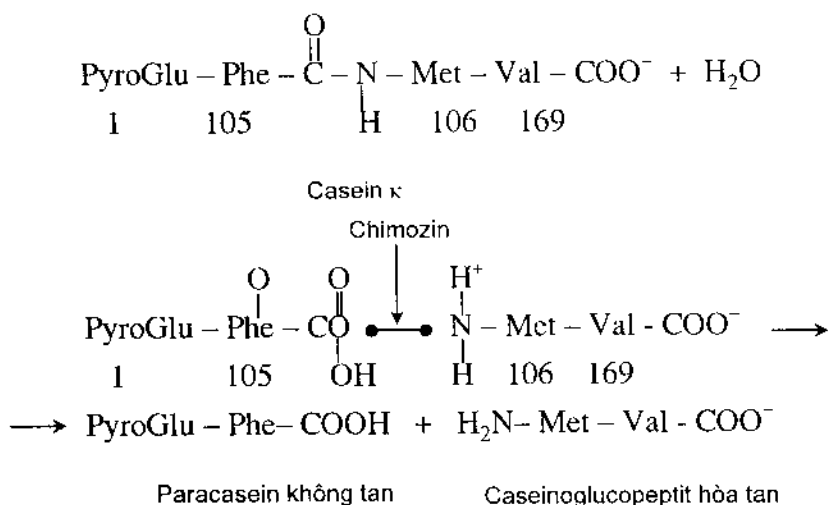
Khi giảm độ pH (do kết quả của quá trình lên men tạo ra axit lactic hoặc axit do con người chủ động đưa vào), các ion H^+ của axit sẽ liên kết với mixen casein mang điện tích âm và làm giảm điện tích của mixen casein. Khi tới giới hạn, các mixen casein sẽ đông tụ (tạo thành gel).

Theo lý thuyết, điểm đẳng điện pI của casein là 5,1 - 5,3. Trong dung dịch muối như điều kiện của sữa, casein đông tụ tốt nhất ở pH 4,5 đến 4,7.

Khi cho dư axit (hoặc khi quá trình lên men quá dài, sữa có độ chua cao) vào casein đã đông tụ, casein sẽ bị tái hòa tan, tạo thành muối và axit.

Bên cạnh khả năng bị đông tụ bởi axit như đã trình bày ở trên, casein còn bị đông tụ bởi renin (renin là một proteaza được chiết xuất từ dạ dày bê).

Quá trình đông tụ casein của sữa dưới tác dụng của renin thực chất là quá trình thủy phân hạn chế casein κ , vỏ háo nước bị phá hủy do đó các ion canxi dễ dàng tiếp cận với các casein α , β và paracasein κ và làm cho chúng tạo gel. Renin thủy phân liên kết peptit giữa Phe-Met (ở vị trí 105 - 106) của casein κ để tạo ra caseinoglucopeptit (106 - 169) hòa tan và paracasein κ (1 - 105) không hòa tan. Phản ứng này không phụ thuộc vào ion Ca^{2+} .

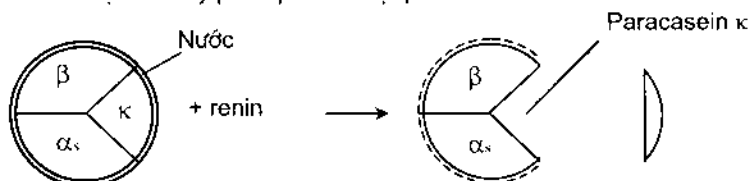


Sự đông tụ tạo ra là do loại bỏ một phần caseinoglucopeptit, làm giảm sự tích điện bề mặt của mixen tức là giảm lực đẩy tĩnh điện giữa các mixen. Bề mặt của các mixen trở nên ưa béo và do đó mà các mixen liên hợp một cách dễ dàng.

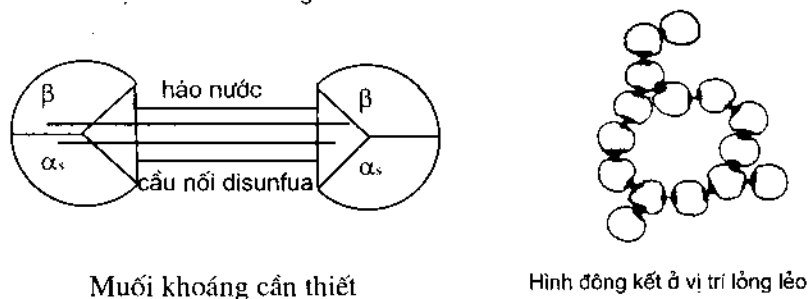
Có thể nói, tác động của renin đối với casein bao gồm ba bước: bước 1: cắt liên kết Phe 105 và Met 106 trong phân tử casein κ ; bước 2: tạo thành tập hợp (đông tụ); bước 3: tác động của renin với các cấu tử casein xảy ra trong quá trình chín pho mát (hình 1.4).

Tốc độ của ba bước này phụ thuộc chủ yếu vào nhiệt độ và pH. Riêng đối với bước thứ hai thì còn chịu ảnh hưởng của nồng độ canxi, các tính chất của mixen casein có hoặc không có liên kết với serum protein biến tính.

I. Giai đoạn 1: thủy phân protein một phần



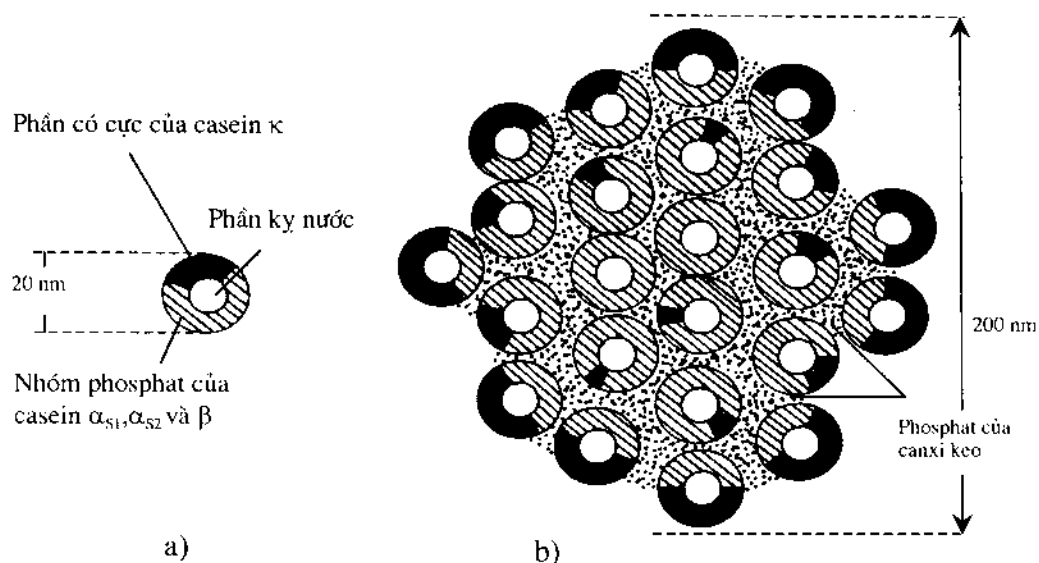
II. Giai đoạn 2: hình thành gel



III. Giai đoạn 3: thủy phân protein (sự chín) với sự giải phóng peptit

Hình 1.4. Sơ đồ mô hình tác động của renin làm đông tụ sữa

Các tương tác ion cũng xảy ra giữa phần tích điện dương của paracasein κ và phần tích điện âm của casein α_s và β . Các cầu canxi phosphat cũng được thiết lập.



Hình 1.3: a- sơ đồ tổ chức của siêu mixen; b- sơ đồ tổ chức của mixen.

e) Đặc trưng của siêu mixen và mixen casein

Đặc trưng của siêu mixen và mixen casein được ghi trong bảng 1.7.

Bảng 1.7. Đặc trưng của siêu mixen và mixen casein

Siêu mixen	Thành phần		Các liên kết
	- Các phức của casein α_s với casein β hoặc với casein κ và các polyme của casein α_s và casein β. $3 \cdot 10^5$ dalton (tương đương 10-12 phân tử) đường kính: 10nm		Tương tác kỵ nước và tĩnh điện
Mixen	Các trị giá		
Đường kính	130-160 nm	Tỷ khối	$4,4 \text{ cm}^3 \cdot \text{g}^{-1}$
Diện tích	$8 \cdot 10^{-10} \text{ cm}^2$	Khối lượng phân tử (đã tách nước)	$5 \cdot 10^8 \text{ Da}$
Thể tích	$2,1 \cdot 10^{-15} \text{ cm}^3$	Số lượng các protein	$>10^4$
Khối lượng riêng (cả nước)	$1,0632 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$	Số các hạt trong 1ml sữa	$10^{14} \cdot 10^{16}$
Khối lượng	$2,2 \cdot 10^{-15} \text{ g}$	Tổng diện tích của các hạt	$5 \cdot 10^4 \text{ cm}^2/\text{ml sữa}$
Lượng nước hydrat hóa	$3,7 \text{ g H}_2\text{O}/\text{g protein}$	Khoảng cách tự do trung bình	240 nm

1.2.2.3. Khả năng đông tụ của casein

Sữa tươi luôn có độ pH xấp xỉ 6,6 - 6,7 và các mixen casein mang điện tích âm. Vì tất cả các mixen đều có điện tích âm nên chúng đẩy nhau và điều đó khiến các mixen casein tồn tại dưới dạng keo.

Các phân tử nước cũng liên kết với các điện tích của casein và góp phần duy trì các mixen trong dung dịch.

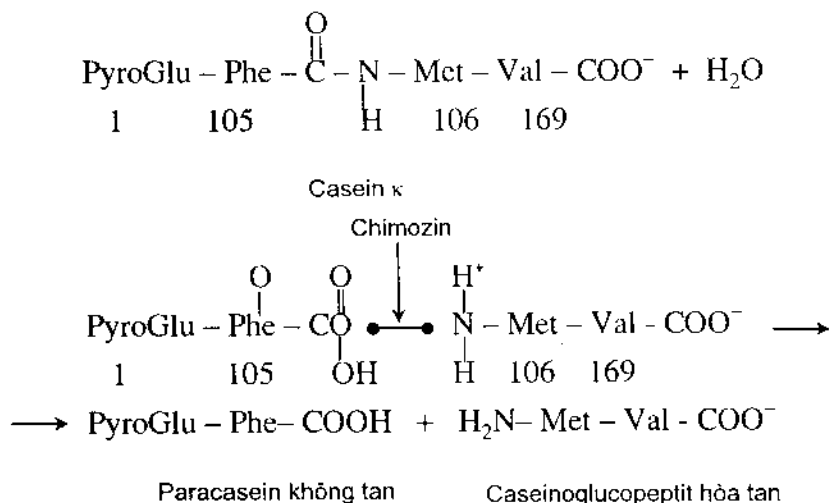
Khi giảm độ pH (do kết quả của quá trình lên men tạo ra axit lactic hoặc axit do con người chủ động đưa vào), các ion H^+ của axit sẽ liên kết với mixen casein mang điện tích âm và làm giảm điện tích của mixen casein. Khi tới giới hạn, các mixen casein sẽ đông tụ (tạo thành gel).

Theo lý thuyết, điểm đẳng điện pI của casein là 5,1 - 5,3. Trong dung dịch muối như điều kiện của sữa, casein đông tụ tốt nhất ở pH 4,5 đến 4,7.

Khi cho dư axit (hoặc khi quá trình lên men quá dài, sữa có độ chua cao) vào casein đã đông tụ, casein sẽ bị tái hòa tan, tạo thành muối và axit.

Bên cạnh khả năng bị đông tụ bởi axit như đã trình bày ở trên, casein còn bị đông tụ bởi renin (renin là một proteaza được chiết xuất từ dạ dày bê).

Quá trình đông tụ casein của sữa dưới tác dụng của renin thực chất là quá trình thủy phân hạn chế casein κ , vỏ háo nước bị phá hủy do đó các ion canxi dễ dàng tiếp cận với các casein α , β và paracasein κ và làm cho chúng tạo gel. Renin thủy phân liên kết peptit giữa Phe-Met (ở vị trí 105 - 106) của casein κ để tạo ra caseinoglucopeptit (106 - 169) hòa tan và paracasein κ (1 - 105) không hòa tan. Phản ứng này không phụ thuộc vào ion Ca^{2+} .

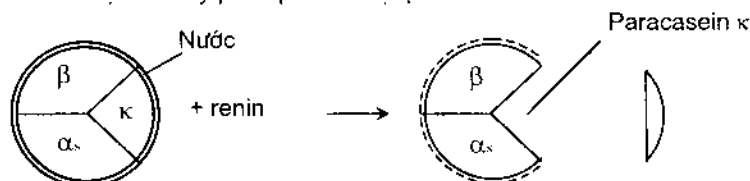


Sự đông tụ tạo ra là do loại bỏ một phần caseinoglucopeptit, làm giảm sự tích điện bề mặt của mixen tức là giảm lực đẩy tĩnh điện giữa các mixen. Bề mặt của các mixen trở nên ưa béo và do đó mà các mixen liên hợp một cách dễ dàng.

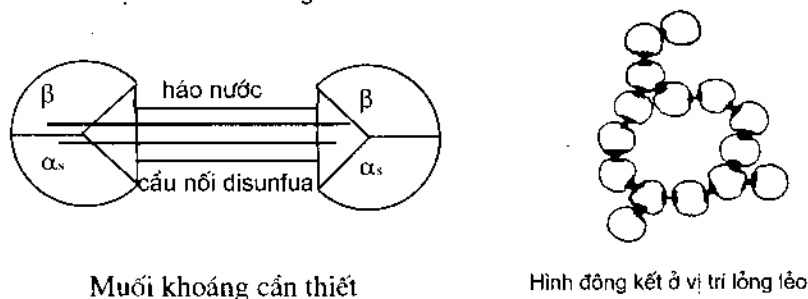
Có thể nói, tác động của renin đối với casein bao gồm ba bước: bước 1: cắt liên kết Phe 105 và Met 106 trong phân tử casein κ ; bước 2: tạo thành tập hợp (đông tụ); bước 3: tác động của renin với các cấu tử casein xảy ra trong quá trình chín pho mát (hình 1.4).

Tốc độ của ba bước này phụ thuộc chủ yếu vào nhiệt độ và pH. Riêng đối với bước thứ hai thì còn chịu ảnh hưởng của nồng độ canxi, các tính chất của mixen casein có hoặc không có liên kết với serum protein biến tính.

I. Giai đoạn 1: thủy phân protein một phần



II. Giai đoạn 2: hình thành gel



III. Giai đoạn 3: thủy phân protein (sự chín) với sự giải phóng peptit

Hình 1.4. Sơ đồ mô hình tác động của renin làm đông tụ sữa

Các tương tác ion cũng xảy ra giữa phân tích điện dương của paracasein κ và phân tích điện âm của casein α_s và β . Các cầu canxi phosphat cũng được thiết lập.

Sau khi kết tủa casein bằng axit, trong phần nước sữa còn lại (whey) chứa α - lactalbumin, β - lactoglobulin và một lượng nhỏ protein albumin.

Khi sữa bị gia nhiệt, các protein lactosera bị biến tính và liên kết với casein làm giảm khả năng đông tụ của casein bằng renin và giảm khả năng liên kết với ion canxi.

Protein lactosera, đặc biệt là α -lactalbumin có giá trị dinh dưỡng rất cao. Thành phần axit amin của chúng rất giống với thành phần axit amin lý tưởng.

- **α - Lactalbumin** : Có thành phần axit amin tương tự casein. Điểm đẳng điện ở pH 5,1. Không bị đông tụ bởi renin.

- **β - Lactoglobulin** : Có điểm đẳng điện ở pH 5,3. Khi đun sữa trên 60°C, hàng loạt các phản ứng xảy ra. Cầu disulfua bắt đầu tạo thành giữa các phân tử β - lactoglobulin, giữa phân tử β - lactoglobulin và phân tử casein κ , giữa β - lactalbumin và α - lactalbumin. Ở nhiệt độ cao, các hợp chất chứa lưu huỳnh như H_2S lần lượt được giải phóng, tạo thành mùi nấu (cooked flavor) cho sữa.

β - Lactoglobulin có hai cầu disulfua và các nhóm SH tự do, chúng có thể tự liên hợp tạo thành các dime, octame. Khi bị đun đến 80°C β - lactoglobulin đông tụ một cách dễ dàng. Sự đông tụ này xảy ra theo hai giai đoạn. Giai đoạn 1 ở 65 - 70°C kèm theo sự thay đổi cấu hình phân tử của protein liên quan tới sự giãn ra của các polypeptit của globulin. Giai đoạn 2 là giai đoạn đông tụ, tạo thành gel. Khi đó xảy ra sự liên hợp tạo thành các liên kết S - S do các nhóm tiol tự do trong cùng một phân tử hoặc giữa các phân tử.

Renin không làm đông tụ β - lactoglobulin ở điều kiện thường nhưng β - lactoglobulin bị biến tính do xử lý nhiệt độ cao nên sau đó, khi lên men β - lactoglobulin sẽ chuyển vào quện sữa.

- **Imunoglobulin (các globulin miễn dịch)**: Có thể kết tủa các globulin miễn dịch bằng magie sunfat, amon sunfat. Trong sữa bình thường, hàm lượng globulin miễn dịch rất thấp. Ngược lại, trong sữa đầu chúng chiếm tới 90% tổng số protein lactosera.

Khi tác dụng lên sữa nhiệt độ từ 70°C trở lên, casein có khả năng hydrat hóa cao và đạt mức cực đại ở 90 - 95°C, ở nhiệt độ cao hơn nữa, khả năng hydrat hóa của casein lại giảm.

Việc xử lý nhiệt làm giảm khả năng đông tụ bằng renin của casein. Sữa đun ở 120°C trong 15 phút hoàn toàn mất khả năng đông tụ bằng renin.

Khi độ axit của sữa cao thì casein lại đông tụ ở nhiệt độ thấp.

Albumin và globulin kém bền đối với nhiệt hơn. Ngay ở 60°C albumin đã bắt đầu bị biến tính và khi nhiệt độ càng tăng thì biến tính lại càng mạnh, ở 80 – 95°C albumin bị biến tính hoàn toàn.

Globulin biến tính ở 75°C.

Xử lý nhiệt ở nhiệt độ cao hơn 85°C khiến cho sữa có mùi thơm đặc trưng (mùi hạnh nhân) do sự biến đổi các axit amin kèm theo sự tạo thành các nhóm sunfhydryl (-SH) của các protein.

1.2.3. Lactoza

Lactoza chiếm vị trí hàng đầu trong gluxit của sữa. Lactoza tồn tại ở hai dạng tự do và liên kết với các protein và các gluxit khác. Tỷ lệ lactoza tự do / lactoza liên kết là 8/1.

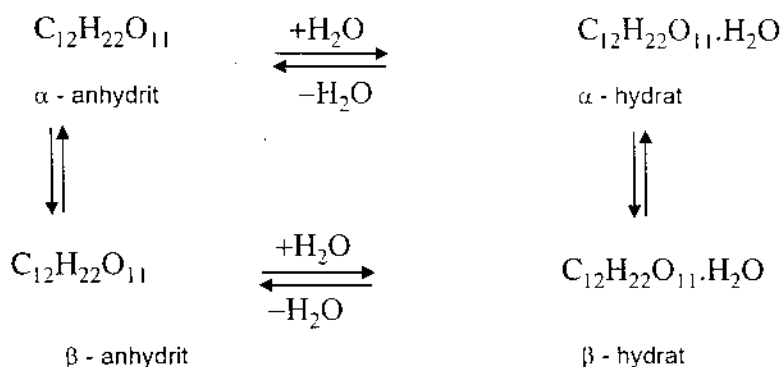
Độ ngọt của lactoza kém sacaroza 30 lần. Độ hòa tan trong nước cũng kém hơn. Độ hoà tan trong nước của lactoza được ghi trong bảng 1.8.

Bảng 1.8. Độ hòa tan của lactoza (g/100 g nước)

Nhiệt độ, °C	α - Lactoza	β - Lactoza
0	5,0	45,1
25	8,6	-
39	12,6	-
100	70,0	94,7

Mặt khác lactoza còn tồn tại ở hai dạng α và β . Ở 20°C α - lactoza chiếm 40% và β - lactoza chiếm 60%.

Đường lactoza trong dung dịch có hai dạng α và β và liên kết với một phân tử nước $C_{12}H_{22}O_{11} \cdot H_2O$. Đường lactoza khan cũng có hai dạng, chúng có thể chuyển hóa từ dạng này sang dạng kia theo sơ đồ sau:



Làm lạnh kết tinh lactoza là một khâu quan trọng quyết định chất lượng cô đặc có đường (xem ở phần 6.3.2).

Gia nhiệt đến 100°C không làm thay đổi lactoza. Ở nhiệt độ cao hơn, xảy ra sự biến màu do sự xuất hiện các melanoit tạo thành khi các axit amin của sữa tác dụng với lactoza. Ngoài ra, khi ở nhiệt độ cao hơn 100°C , lactoza bị phân giải một phần, tạo thành các axit lactic, axit formic v.v. mà kết quả làm tăng độ chua của sữa lên 1 - 2 $^\circ\text{T}$.

Khi gia nhiệt trên 100°C thì lactoza sẽ bị biến đổi. Đầu tiên là tạo thành lactuloza, sau đó là sự phân giải đường tạo ra một loạt các sản phẩm của sự phân giải này (axit lactic, axit formic...) kết quả làm cho sữa có màu nâu. Sự biến màu này là do phản ứng giữa lactoza với protein, với các axit amin tạo thành hợp chất không bền melanoit. Người ta cho rằng, đầu tiên sự tạo thành phức đường - amin (ví dụ, phức lactozoamin). Sau đó có sự chuyển nhóm trong phân tử này, kết quả làm xuất hiện các lactuloza. Các chất này không có màu. Tiếp đó phức bị phân giải tạo thành các hợp chất cacbonyl (các aldehyt, furfurool, oxymetylfurfurool...), cuối cùng các hợp chất cacbonyl này ngưng tụ với các axit amin,

polypeptit và protein tạo thành hợp chất có màu nâu - melanoit.

Sự tạo thành melanoit còn có thể xảy ra khi bảo quản sữa bột thời gian dài ở nơi có độ ẩm cao. Đó là do các nhóm axit amin tự do đã tác dụng với lactoza (theo Diachenco khi bảo quản sữa bột, các nhóm NH_2 của lyzin, arginin, histidin đã phản ứng với lactoza).

Lactuloza hòa tan tốt trong nước, không bị kết tinh ngay cả trong dung dịch đậm đặc. Người ta có thể dùng lactuloza làm mầm kết tinh thay cho lactoza hoặc dùng trong dinh dưỡng cho trẻ em vì nó kích thích sự hoạt động của *Lactobacterium bifidum* và có tác dụng tốt cho tiêu hóa ở ruột.

1.2.4. Các muối

Do trong sữa có mặt các cation K^+ , Na^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} và các anion của các axit phosphoric, limonic, clohydric nên trong sữa có nhiều loại muối khác nhau.

Các muối clorua (KCl , NaCl , CaCl_2 , MgCl_2 ...), các muối phosphat (KH_2PO_4 , NaH_2PO_4 , K_2HPO_4 , Na_2HPO_4 ...), các muối xitrat ($\text{K}_2(\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7)$, $\text{Na}_2(\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7)$, $\text{Ca}_3(\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7)_2$...).

Trong các muối trên, muối canxi có ý nghĩa lớn đối với người, đặc biệt là trẻ em. Hai nguyên tố canxi và phospho trong sữa có tỷ lệ rất hài hòa $\text{Ca/P} = 1/1,31$ và ở dạng cơ thể dễ hấp thụ.

Muối canxi có ý nghĩa quan trọng trong chế biến các sản phẩm sữa. Khi sữa có hàm lượng canxi thấp, sữa đó sẽ không bị đông tụ hoặc bị đông tụ rất chậm. Ngược lại, nếu sữa có hàm lượng canxi cao thì sẽ bị đông tụ bởi renin nhanh hơn nhưng quện sữa (gel đông tụ) lại không mịn. Trong sữa, canxi nằm trong các hợp chất canxi caseinat, canxi phosphat, canxi limonat...

Trong sữa còn có Mg (12 mg%), K (113 - 171 mg%), Na (30 - 77 mg%). Tỷ lệ K/Na = 3,3 tương ứng với tỷ lệ này trong sữa mẹ. Muối kali và natri có tác dụng giữ trạng thái cân bằng muối trong sữa, giữ áp suất thẩm thấu ở trạng thái bình thường.

Các muối của axit phosphoric là những hợp chất đệm điển hình có tác dụng giữ cân bằng hệ muối và hệ keo của sữa.

Các muối của axit citric đặc biệt có ý nghĩa đối với sự tạo thành các chất thơm trong các sản phẩm sữa lên men, các loại bơ. Trong thành phần chủng vi sinh vật dùng để sản xuất các sản phẩm trên có các vi khuẩn tạo mùi thơm. Các vi khuẩn này, trong quá trình hoạt động đòi hỏi sự có mặt của axit limonic để tạo thành các diacetyl, acetoin, các axit bay hơi...

Nhiệt độ cao làm thay đổi các thành phần muối của sữa. Các muối hòa tan của axit phosphoric và axit limonic chuyển thành không hòa tan. Trong quá trình này tạo thành axit phosphoric làm tách một phần casein khỏi phức canxi phosphat caseinat. Sự giảm nồng độ ion canxi làm giảm khả năng đông tụ của sữa bằng renin. Nhiệt độ cao còn làm giảm độ bền của casein đối với nhiệt. Casein bền vững ngay cả ở 100°C, nếu nó được liên kết với một lượng nhất định canxi. Nếu giảm lượng canxi thì trạng thái keo của casein cũng giảm sự bền vững.

Các cặn muối không tan của sữa cùng với các protein (chủ yếu albumin và globulin) bị kết tủa trên bề mặt đun nóng của thiết bị, tạo thành “đá sữa”, làm giảm khả năng truyền nhiệt, gây khó khăn cho việc rửa thiết bị.

1.2.5. Các vitamin

Thành phần các vitamin có mặt trong sữa được ghi ở bảng 1.9. Điều

dễ dàng nhận thấy là mặc dù trong sữa có nhiều vitamin gồm cả loại hòa tan trong nước (vitamin nhóm B, C) và vitamin hòa tan trong chất béo (A, D, E) nhưng hàm lượng tương đối thấp, đặc biệt là vitamin D.

Bảng 1.9. Thành phần các vitamin trong sữa

Vitamin	mg/l	Vitamin	mg/l
A (retinol)	0,3	B ₃ (nicotinamit)	1
D (canciferol)	0,001	B ₅ (axit pantothenic)	3
E (tocoferol)	1,4	C	20
B ₁ (thiamin)	0,4	H (biotin)	0,04
B ₂ (lactoflavin)	1,7	M (axit folic)	0,05
B ₆ (pyridoxin)	0,5		
B ₁₂ (xianocobal- amin)	0,005		

Với chế độ gia nhiệt trong quá trình chế biến sữa thì các vitamin hòa tan trong chất béo A, D và cùng các vitamin hòa tan trong nước: B₂, B₃, B₅, H tương đối bền. Còn các vitamin C, B₁, B₆, B₁₂, M đều bị ảnh hưởng bởi chế độ gia nhiệt ở những mức độ khác nhau.

Khi thanh trùng, vitamin C giảm khoảng 10 - 17%, trong khi đó, nếu qua UHT và tiệt trùng thì hao hụt tương ứng là 30% và 60%. Do ảnh hưởng của tiệt trùng, các vitamin B₁, B₆, B₁₂ giảm 20%, còn vitamin M giảm 30%.

Để thành phần các vitamin cân đối và hoàn hảo hơn, người ta đã bổ sung thêm một số loại vitamin cần thiết trong quá trình chế biến các sản phẩm sữa.

1.2.6. Chất khoáng

Người ta quy ước chất khoáng trong sữa là hàm lượng tro. Nó bao gồm các nguyên tố Ca, Mg, Na, K, Fe, Cu, Co, Ni, I, Cl, P, S, Al, Pb, Sn, Ag, As... trong đó các nguyên tố Ca, Mg, Na, K, P, S và Cl chiếm tỷ lệ cao hơn cả.

Bảng 1.10. Thành phần các nguyên tố khoáng trong sữa

Thành phần	mg/l	Thành phần	µg/l
Kali	1500	Kẽm	4000
Canxi	1200	Nhôm	500
Natri	500	Sắt	400
Magie	120	Đồng	120
		Molipden	60
		Mangan	30
		Niken	25
Phospho	3000	Silic	1500
Clo	1000	Brom	1000
Lưu huỳnh	100	Bo	200
		Flo	150
		Iot	60

Các nguyên tố vi lượng đóng vai trò quan trọng trong việc tạo thành sữa cũng như tới chất lượng các sản phẩm. Việc sử dụng các nguyên tố vi lượng vào khẩu phần ăn có khả năng làm tăng hàm lượng của chúng trong sữa.

1.2.7. Các enzym

Trong sữa có chứa các enzym thường gặp trong tự nhiên. Chúng có mặt trong sữa từ tuyến sữa, từ vi sinh vật có trong không khí và từ nhiều nguồn

khác. Con người còn chủ động đưa vào các loại vi khuẩn, nấm men hoặc enzym. Tất cả các enzym của sữa và các loại dùng trong chế biến sữa có thể chia thành sáu nhóm :

1. Oxydoreductaza
2. Transpheraza
3. Hydrolaza
4. Liaza
5. Izomeraza
6. Ligaza

Về phương diện kỹ thuật chế biến người ta quan tâm nhiều tới một số enzym sau :

- **Lipaza** : Nguồn gốc lipaza có thể từ tuyến sữa. Khi tuyến sữa làm việc bình thường thì lượng lipaza không đáng kể. Khi gặp điều kiện thuận lợi, lipaza phân hủy một phần chất béo của sữa và làm cho sữa và sản phẩm từ sữa có vị đắng, mùi ôi.

Lipaza hòa tan tốt trong chất béo, dễ dàng xâm nhập vào các cầu mỡ nên chế độ thanh trùng tức thời ở 72 - 75°C không đủ để tiêu diệt lipaza. Đây là một trong những nguyên nhân làm hư hỏng sản phẩm sữa.

Bình thường, lipaza bị phá hủy ở 75°C sau 60 s.

- **Catalaza**: Sữa vắt từ bò bị bệnh viêm vú thì hàm lượng catalaza thường cao. Enzim này bị phá hủy ở 75°C sau 60 s.

- **Phosphataza** : Phosphataza xâm nhập vào sữa theo con đường từ tuyến sữa. Trong sữa có phosphataza kiềm (pH 9 - 10) và phosphataza axit (pH 4 - 4,3). Phosphataza kiềm bị phá hủy hoàn toàn ở chế độ thanh trùng 65°C - 30 phút hoặc 80°C tức thời. Người ta sử dụng tính chất này để kiểm tra hiệu quả thanh trùng sữa (dùng natriphenolftalein phosphat 1%).

- **Các proteaza** : Proteaza tuyến sữa; về hoạt tính, tương tự như tripsin. Điều kiện tối ưu cho enzym này là môi trường kiềm nhẹ, nhiệt độ 37 - 42°C. Proteaza tuyến sữa bị phá hủy hoàn toàn ở 75°C.

Proteaza vi khuẩn : Proteaza vi khuẩn được tổng hợp từ các vi khuẩn trong sữa. Các vi khuẩn này xâm nhập vào sữa từ không khí hoặc do con người chủ động đưa vào khi sản xuất một số sữa chua, pho mát...

Một số enzym trong sữa bắt đầu bị vô hoạt khi nhiệt độ từ 55°C và khi nhiệt độ cao hơn 90°C thì các enzym bị phá hủy hoàn toàn.

Một số enzym có vai trò quan trọng trong quá trình chuyển hóa như galactosa, lipaza cũng bị tiêu diệt. Tuy nhiên, vì hàm lượng của chúng quá nhỏ nên không ảnh hưởng tới giá trị sinh học của sữa.

1.2.8. Các chất khí và sắc tố của sữa

Lượng chất khí hòa tan trong sữa khoảng 70ml / lít trong đó 50 - 70% là CO₂, 5 - 10% oxy và 20 - 30% là nitơ. Sữa mới vắt ra chứa một lượng lớn khí, sau đó sẽ giảm dần và đạt mức bình thường. Trong số các khí có mặt trong sữa chỉ có oxy là ảnh hưởng xấu vì nó có thể là nguyên nhân phát triển các quá trình oxy hóa.

Khi sữa được gia nhiệt, khí cacbonic, nitơ và oxy bị bay hơi và hàm lượng của chúng trong sữa giảm không ít hơn 20%. Kết quả của việc bài khí này khiến cho độ axit của sữa giảm 0,5 - 2°T.

Sữa và mỡ sữa có màu là do sự có mặt của nhóm carotenoit mà đại diện là carotin. Hàm lượng carotin trong sữa mùa hè 0,3 - 0,6 mg/kg, mùa đông 0,05 - 0,2 mg/kg.

Trong sữa còn có sắc tố màu xanh là clorofin. Màu xanh vàng của whey là do lactoflavin (vitamin B₂).

Màu trắng của sữa là do sự khuếch tán ánh sáng bởi các mixen protein.

1.3. GIÁ TRỊ DINH DƯỠNG CỦA SỮA

Sữa là một trong những sản phẩm thực phẩm có giá trị dinh dưỡng cao nhất. Trong sữa có đầy đủ tất cả các chất dinh dưỡng cần thiết và dễ được cơ thể hấp thụ. Ngoài các thành phần chính là protein, lactoza, lipit, muối

khoáng còn có tất cả các loại vitamin chủ yếu, các enzym, các nguyên tố vi lượng không thể thay thế.

Protein của sữa rất đặc biệt, có chứa nhiều và hài hòa các axit amin cần thiết. Hàng ngày mỗi người chỉ cần dùng 100g protein sữa đã có thể thỏa mãn hoàn toàn nhu cầu về axit amin. Cơ thể người sử dụng protein sữa để tạo thành hemoglobin dễ dàng hơn bất cứ protein của thực phẩm nào khác. Độ tiêu hóa của protein sữa 96 - 98%.

Lipit của sữa giữ vai trò quan trọng trong dinh dưỡng. Khác với các loại mỡ động vật và thực vật khác, mỡ sữa chứa nhiều nhóm axit béo khác nhau, chứa nhiều vitamin và có độ tiêu hóa cao do có nhiệt độ nóng chảy thấp và chất béo ở dưới dạng các cầu mỡ có kích thước nhỏ.

Giá trị dinh dưỡng của đường sữa (lactosa) không thua kém sacaroza.

Hàm lượng muối canxi và phospho trong sữa cao, giúp cho quá trình tạo thành xương, các hoạt động của não. Hai nguyên tố này ở dạng dễ hấp thụ, đồng thời lại ở tỷ lệ rất hài hòa. Cơ thể có thể hấp thụ được hoàn toàn. Đối với trẻ em, canxi của sữa là nguồn canxi không thể thay thế.

Sữa là nguồn cung cấp tất cả các vitamin.

Sữa không những bổ mà còn có tác dụng chữa bệnh, giải độc.

Trong số các thức ăn tự nhiên của con người không có sản phẩm nào mà hỗn hợp các chất cần thiết lại được phối hợp một cách có hiệu quả như sữa.

Chương 2

MỘT SỐ TÍNH CHẤT ĐẶC TRƯNG CỦA SỮA

2.1. TÍNH CHẤT VẬT LÝ

2.1.1. Tỷ trọng

Tỷ trọng của sữa cũng như của chất lỏng khác là tỷ số giữa khối lượng sữa ở 20°C và khối lượng nước ở 4°C có cùng thể tích ($d_{20/4}$).

Phụ thuộc vào các thành phần của sữa, tỷ trọng dao động trong khoảng 1,026 - 1,032 g/cm³ (trung bình là 1,029). Một số thành phần làm tăng tỷ trọng như protein, glucit, chất khoáng (tỷ trọng > 1). Còn hàm lượng chất béo lại làm giảm tỷ trọng của sữa. Do đó, nếu sữa có nhiều chất béo thì tỷ trọng sẽ thấp.

Một số thành phần của sữa có tỷ trọng như sau :

Chất béo	:	0,9250
Casein	:	1,2831
Muối	:	2,1555
Lactosa tinh thể :		
- Tinh thể nhỏ	:	1,5534
- Tinh thể lớn	:	1,4759

Tỷ trọng của sữa chịu ảnh hưởng của nhiều yếu tố như thời gian có mang, điều kiện sống và giống gia súc. Sữa đầu chứa nhiều protein nên tỷ trọng có thể đạt 1,040, thậm chí còn có thể cao hơn. Tỷ trọng sữa của gia súc ốm có giá trị thấp hơn bình thường.

Người ta quy ước đo tỷ trọng ở 20°C. Nếu vì lý do nào đó, thí nghiệm tiến hành ở nhiệt độ cao hơn hoặc thấp hơn đều được quy đổi về tỷ trọng ở 20°C (xem chi tiết chương 3). Ngoài ra, tỷ trọng của sữa còn có thể xác định bằng các công thức thực nghiệm khác.

Ví dụ tỷ trọng của sữa ở 15,5°C có thể tính:

$$d_{15,5^{\circ}\text{C}} = \frac{100}{\frac{M}{0,93} + \frac{S_0}{1,608} + W}, \quad \text{g/cm}^3$$

trong đó: M - hàm lượng chất béo, %;

S_0 - hàm lượng chất khô không mỡ, %;

W - hàm lượng nước, %

$$W = 100 - M - S_0$$

Ví dụ: $M = 3,2$; $S_0 = 8,5$

$$d_{15,5^{\circ}\text{C}} = \frac{100}{\frac{3,2}{0,93} + \frac{8,5}{1,068} + (100 - 3,2 - 8,5)} = 1,036 \quad \text{g/cm}^3$$

2.1.2. Độ nhớt

Độ nhớt của sữa thường được xác định theo tỷ số so với độ nhớt của nước và gọi là độ nhớt tương đối. Giá trị trung bình 1,8 cP (centipoa). Theo đơn vị quốc tế, độ nhớt đo bằng pascan.giây (Pa.s) tức là Ns/m^2 . Thực tế thường dùng đơn vị poa.

$$1 \text{ Pa (pascan)} = 1 \text{ N/m}^2$$

$$1 \text{ P (poa)} = 0,1 \text{ pascan giây (Ns/m}^2\text{)}$$

$$0,01 \text{ P} = 1 \text{ centipoa}$$

Độ nhớt phụ thuộc vào thành phần hóa học của sữa, trước hết là protein còn các muối lactoza không ảnh hưởng tới độ nhớt. Hàm lượng chất béo càng cao thì độ nhớt càng cao.

Độ nhớt phụ thuộc rất nhiều vào nhiệt độ. Khi nâng nhiệt độ đến 60°C, độ nhớt giảm rõ rệt, ở nhiệt độ cao hơn độ nhớt lại tăng. Độ nhớt giảm khi đun đến 60°C là do tăng tốc độ chuyển động của các phân tử (tính chất

chung của phần lớn các dung dịch). Còn khi đun trên 60°C (thanh trùng, tiệt trùng v.v.) độ nhớt lại tăng là do sự thay đổi hóa lý của các protein khiến cho các phân tử của chúng lớn lên.

Khi cô đặc sữa trong thiết bị cô đặc chân không, độ nhớt tăng 2 - 3 lần. Đặc biệt sữa cô đặc có đường có độ nhớt tới 30 - 40 poa. Sau khi bảo quản 2 - 6 tháng ở $25 - 28^{\circ}\text{C}$, giá trị này tăng lên tới 100 - 457 poa. Khi cô đặc, độ nhớt tăng là do nồng độ chất khô, do tính chất lý hóa của protein thay đổi và đối với sữa cô đặc có đường còn do đưa một lượng lớn đường vào.

2.1.3. Áp suất thẩm thấu và nhiệt độ đóng băng

Đối với sữa, áp suất thẩm thấu tương đối ổn định và trung bình 6,6 at ở 0°C . Áp suất thẩm thấu phụ thuộc nhiều vào hàm lượng lactoza và muối phân bố ở dạng phân tử và ion. Các chất protein ít có ảnh hưởng, còn chất béo hầu như không ảnh hưởng tới áp suất thẩm thấu.

Bảng 2.1. Áp suất thẩm thấu của một số thành phần của sữa

Thành phần	Khối lượng phân tử	Hàm lượng, %	Áp suất thẩm thấu, at	Phần trăm so với tổng số áp suất
Lactoza	342	4,7	3,03	46
Natri clorua	58,5	0,1	1,33	19
Các muối khác	-	-	2,42	35
Tổng số			6,78	100

Nhiệt độ đóng băng của sữa là $-0,555^{\circ}\text{C}$, có thể dao động từ $-0,540$ đến $-0,590^{\circ}\text{C}$. Nhiệt độ này tương đối ổn định nên có thể dùng để xác định độ thật của sữa. Giữa áp suất thẩm thấu và nhiệt độ đóng băng có mối quan hệ chặt chẽ. Từ nhiệt độ đóng băng có thể tính được áp suất thẩm thấu theo định luật Boyle - Mariotte : 1 phân tử gam vật chất trong 1 lít dung dịch gây ra một áp suất 22,4 at. Nhiệt độ đóng băng của dung dịch đó so với nước bị giảm đi $1,86^{\circ}\text{C}$. Ở nhiệt độ đóng băng của sữa là $-0,555^{\circ}\text{C}$, áp suất thẩm thấu là :

$$\frac{22,4}{-0,55} - \frac{1,86}{-0,55} \Rightarrow X = \frac{22,4 \cdot 0,65}{1,86} = 6,6 \text{ at}$$

Đơn vị quốc tế dùng là pascan (Pa)

$$1 \text{ at} = 9,81 \cdot 10^4 \text{ N/m}^2$$

$$1 \text{ at} = 9,81 \cdot 10^4 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$$

Áp suất thẩm thấu và nhiệt độ đóng băng sẽ thay đổi khi sữa bị thêm nước hoặc khi sữa lấy từ gia súc bị ốm, từ gia súc có mang v.v. Áp suất thẩm thấu của sữa rất gần với áp suất thẩm thấu của các dung dịch sinh hóa khác của gia súc như máu, mật v.v. Do đó, nếu áp suất thẩm thấu của các dung dịch trong cơ thể gia súc ốm thay đổi thì áp suất thẩm thấu của sữa cũng thay đổi.

Khi độ chua của sữa tăng thì sẽ làm giảm nhiệt độ đóng băng do tăng lượng phân tử tạo thành khi phân giải lactoza. Thường một phân tử lactoza khi phân giải sẽ cho 4 phân tử axit lactic. Ví dụ, khi độ chua tăng từ 17 lên 32^oT (độ axit biểu thị bằng độ Thorner ^oT), nhiệt độ đóng băng thay đổi từ - 0,570 đến - 0,665^oC.

Người ta có thể tính được tỷ lệ nước (%) đã pha thêm vào sữa bằng công thức:

$$W = \frac{0,53 \cdot 100}{t_{db}} - 100, \%$$

Ví dụ: $t_{db} = -0,47^{\circ}\text{C}$

$$W = \frac{0,53 \times 100}{0,47} - 100 = 13\%$$

Trong thời kỳ gia súc có mang, do sự thay đổi các quá trình sinh hóa trong cơ thể, nhiệt độ đóng băng của sữa cũng thay đổi : thời kỳ đầu nó giảm xuống (- 0,564^oC), giai đoạn giữa tăng (- 0,555^oC) và đến cuối lại giảm đáng kể (- 0,581^oC).

2.1.4. Sức căng bề mặt

Sức căng bề mặt của sữa không ổn định. Nó phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố mà trước hết là thành phần hóa học, nhiệt độ và thời gian bảo quản. Sức căng bề mặt ở ranh giới giữa không khí và plasma có ý nghĩa lớn đối với quá trình chế biến sữa.

Sự tạo thành bọt trong quá trình sấy, cô đặc sữa, sự tạo thành bơ và hàng loạt công đoạn khác nữa đều có mối liên quan với sức căng bề mặt của sữa.

Đơn vị : dyn/cm

Đơn vị quốc tế : N/m

$$1 \text{ dyn/cm} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ N/m}$$

Sức căng bề mặt của sữa nguyên là 42,4 - 46,5 dyn/cm, đối với sữa gầy là 47,2 - 51,9 dyn/cm (của nước 72,7 dyn/cm).

2.1.5. Độ dẫn điện

Sữa có khả năng dẫn điện do chúng có các ion tự do, các phân tử mang điện tích và các phân tử trung hòa. Tất cả các thành phần này đều ảnh hưởng tới độ dẫn điện của sữa với những mức độ khác nhau.

Lactoza không đóng góp tích cực vào độ dẫn điện bởi phân tử của nó không phân li thành ion và không có điện tích. Casein và các protein khác có điện nhưng do kích thước lớn, các phân tử chuyển động chậm, làm tăng ma sát bên trong của dung dịch và do đó làm giảm độ dẫn điện. Các cầu mỡ cũng làm giảm độ dẫn điện.

Độ dẫn điện của sữa là $46 \cdot 10^{-4} \Omega$ (có thể dao động từ $38 \cdot 10^{-4}$ đến $60 \cdot 10^{-4}$). Độ dẫn điện phụ thuộc vào nhiều yếu tố như thời gian có thai, giống gia súc, bệnh tật.

Khi pha thêm nước, độ dẫn điện giảm.

Khi độ axit tăng, độ dẫn điện tăng.

2.1.6. Nhiệt dung (tỷ nhiệt)

Nhiệt dung riêng được xác định bằng lượng nhiệt cần để đun nóng 1 đơn vị khối lượng 1 kg lên 1°C.

Đơn vị : kcal / kg.°C

Đơn vị quốc tế : J / kg.K

Khi hàm lượng chất béo tăng, nhiệt dung của sữa phải giảm vì nhiệt dung của chất béo thấp hơn nhiệt dung của nước. Tuy nhiên, trong khoảng 10 - 20°C thì nhiệt dung tăng khi hàm lượng chất béo tăng. Điều đó có thể giải thích như sau : trong khoảng nhiệt độ này, một phần mỡ sữa ở dạng rắn nên một phần nhiệt phải chi phí cho việc chuyển trạng thái từ rắn sang lỏng. Ở nhiệt độ cao hơn, khi toàn bộ mỡ sữa ở trạng thái lỏng, nhiệt dung sẽ giảm khi hàm lượng chất béo tăng.

$$C = C_n B + C_{CK} (1 - B), \quad \text{kcal/kg.}^\circ\text{C}$$

C_n - nhiệt dung của nước, kcal/kg.°C;

B - hàm lượng nước, %;

C_{CK} - nhiệt dung của chất khô, kcal/kg.°C.

Thường $C_{CK} = 0,25 - 0,35$ Kcal/kg.°C. Bảng 2.2 là nhiệt dung riêng của sữa và một số sản phẩm sữa.

Bảng 2.2. Nhiệt dung riêng của sữa và sản phẩm sữa (kcal/kg.°C)

Sản phẩm	Nhiệt độ, °C				
	0	10	20	30	40
Sữa gầy	0,97	0,97	0,98	0,98	0,98
Sữa nguyên Cream	0,92	0,92	0,95	0,94	0,94
20%	0,90	0,92	1,02	0,90	0,89
40%	0,85	0,98	1,06	0,84	0,77
60%	0,60	0,96	1,14	0,82	0,70
Sữa cô đặc có đường	-	-	0,54	-	-
Bơ	0,51	-	0,44	-	-
Sữa bột	-	-	0,48	-	-

2.1.7. Độ dẫn nhiệt

Độ dẫn nhiệt là lượng nhiệt đi qua một đơn vị mặt phẳng trong một đơn vị thời gian khi chênh lệch nhiệt độ của các mặt phẳng vật chất đó là 1°C .

Độ dẫn nhiệt của sữa chủ yếu phụ thuộc vào thành phần hóa học, cấu trúc sản phẩm và nhiệt độ. Sữa có hàm lượng chất béo cao hơn thường dẫn nhiệt chậm hơn.

Bảng 2.3. Độ dẫn nhiệt của sữa và một số sản phẩm sữa (kcal/m.h. $^{\circ}\text{C}$)

Sản phẩm	Hàm lượng chất béo, %	Xác định ở nhiệt độ	
		0 - 2°C	18 - 20°C
Sữa gầy	0,1	0,360	0,470
Sữa nguyên	3,5	0,345	0,426
Cream	40,0	0,242	0,273
Bơ được sản xuất theo:			
- Phương pháp dây chuyền	85,0	0,136	0,201
- Phương pháp đảo trộn	84,0	-	0,173
Mỡ sữa	100,0	0,113	0,145
Sữa đặc có đường	8,5	-	0,22 - 0,24
Sữa bột	26 - 28	-	0,16 - 0,18

2.1.8. Hệ số dẫn nhiệt độ

Hệ số dẫn nhiệt độ (a) là tỷ số giữa độ dẫn nhiệt với nhiệt dung riêng và tỷ trọng:

$$a = \frac{\lambda}{C \cdot \rho}$$

Đơn vị của hệ số dẫn nhiệt độ theo đơn vị quốc tế là m^2/s , còn có thể dùng m^2/h .

$$1 \text{ m}^2/\text{h} = 2,778 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$$

Hệ số dẫn nhiệt độ càng cao thì quá trình đun nóng hoặc làm lạnh sản phẩm càng nhanh.

Bảng 2.4. Hệ số dẫn nhiệt độ của sữa và một số sản phẩm

Sản phẩm	Nhiệt độ	$\alpha \cdot 10^6$	
		m ² /h	m ² /s
Sữa nguyên	15	440	0,122
Sữa gầy	15	410	0,14
Sữa đặc có đường	-	333	0,092
Bơ sản xuất theo phương pháp đảo trộn	18 - 20	221	0,0614
Mỡ sữa	15	336	0,0933
Whey	15	460	0,128

2.2. TÍNH CHẤT HÓA HỌC

2.2.1. Độ axit chung

Người ta thường biểu thị độ axit chung (còn gọi là chỉ số axit) bằng độ Thorner (°T). Nó cho ta biết lượng mililit NaOH 0,1N đã dùng để trung hòa axit tự do có trong 100ml sữa. Độ axit chung phụ thuộc vào các thành phần của sữa mà chủ yếu là các muối axit của axit phosphoric và limonic, các protein (casein, albumin, globulin) và CO₂ tồn tại dưới dạng hòa tan trong sữa.

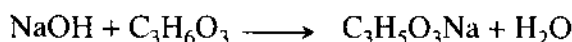
Giá trị trung bình độ axit của sữa bò là 16 - 18°T. Đối với sữa dầu, độ axit có thể rất cao do có hàm lượng protein và muối cao. Theo kết quả nghiên cứu của Inikhov :

Ngày thứ 1 sau khi để, sữa có độ axit	49,5°T
2	40,5°T
3	29,8°T
4	28,7°T
5	26,7°T
6	25,6°T
11	21,8°T

Còn có thể biểu thị độ axit chung theo độ Soxhlet - Henkel (°SH),

(dùng dung dịch NaOH 0,25N), độ Dornic ($^{\circ}\text{D}$) (với dung dịch NaOH 0,125N) hoặc theo phần trăm axit lactic.

Cơ sở của nó dựa vào phản ứng sau :



1 phân tử + 1 phân tử $\rightarrow$ 1 phân tử + 1 phân tử

Đương lượng phân tử của axit là 90.

1ml NaOH $\rightarrow$ 1 $^{\circ}\text{T}$

1ml NaOH tương đương với 0,009% axit lactic.

Bảng 2.5. Mối tương quan giữa các đơn vị đo độ axit của sữa

$^{\circ}\text{SH}$	$^{\circ}\text{T}$	$^{\circ}\text{D}$	% axit lactic
1	2,5	2,25	0,0225
0,4	1	0,9	0,009
4/9	10/9	1	0,01

2.2.2. Độ axit hoạt động

Độ axit hoạt động biểu thị tính hoạt động của các ion H^+ . Giá trị pH = 6,5 - 6,8. Trung bình là 6,6. Độ pH của sữa không đặc trưng cho độ tươi của sữa. Nó biến đổi rất chậm so với độ axit chung.

2.2.3. Tính chất oxy hóa - khử của sữa

Sữa là một chất lỏng phức tạp mà trong đó ngoài các thành phần chính: protein, lipid và lactoza còn chứa hàng loạt các hợp chất khác rất dễ bị oxy hóa, bị khử (vitamin C, vitamin E, B_2 , enzym, chất màu v.v.).

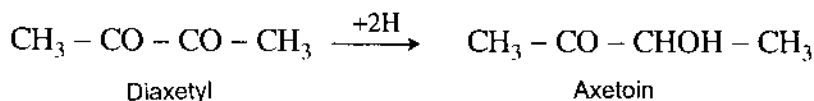
Khả năng oxy hóa - khử của dung dịch được đặc trưng bằng thế oxy hóa - khử, ký hiệu là E_h , tính bằng milivôn hoặc vôn. Đối với sữa bình thường $E_h = 0,2 - 0,3\text{V}$ (200 - 300mV). Khả năng oxy hóa - khử phụ thuộc vào nồng độ ion hydro do đó còn có thể biểu thị bằng rH_2 :

$$rH_2 = \frac{E_h}{0,029} + 2pH \text{ ở } t = 18^\circ\text{C}$$

Như vậy, thế oxy hóa - khử E_h hoặc rH_2 cho phép đánh giá các quá trình năng lượng xảy ra trong sữa.

Xanh metylen có thể bị mất màu khi cho vào sữa (trong một số trường hợp). Điều đó chứng tỏ trong sữa có chất dễ oxy hóa. Nếu cho formaldehyt vào sữa bị oxy hóa chứng tỏ trong sữa có chất khử.

Theo kết quả nghiên cứu của Maximmoski về sự tạo thành và bảo tồn diacetyl trong men sữa chua cho thấy: trong môi trường khử mạnh và thế oxy hóa yếu thì diacetyl bị chuyển thành axetoin:



Trong môi trường khử mạnh như thế vi khuẩn tạo chất thơm *Streptococcus paracitrovorus* hoạt động mạnh còn *Streptococcus diacetylactis* lại kém hoạt động hơn.

Điều kiện tối ưu để *Streptococcus diacetylactis* tạo diacetyl ở pH = 4,5 - 4,7 ($rH_2 = 6,0$), ở môi trường pH thấp hơn diacetyl biến mất sau 2 h.

2.2.4. Tính chất keo của sữa

Sữa là một dung dịch keo có ba pha tồn tại đồng thời:

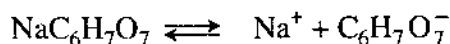
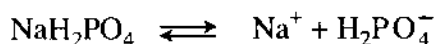
- Dung dịch thực.
- Dung dịch huyền phù.
- Dung dịch nhũ tương.

2.2.4.1. Dung dịch thực

Thành phần gồm nước và các chất hòa tan như lactoza, muối khoáng và vitamin hòa tan trong nước.

Lactoza hòa tan trong nước của sữa và tạo thành dung dịch phân tử (kích thước phân tử 1,0 - 1,5 nm).

Muối vô cơ và hữu cơ ở dạng phân tử ion với kích thước nhỏ hơn 1nm hoặc ở dạng các phân tử keo, kích thước 10 - 20 nm. Ở dạng phân tử ion gồm các muối hòa tan của natri và kali : clorua, mono và diphosphat và xitrat. Các muối này đều phân li thành ion:



Các muối hòa tan này của sữa mang tính chất là những dung dịch đậm. Nhờ đó mà sữa tươi luôn luôn có pH = 6,7.

Các muối kém hòa tan : canxi phosphat, tribasic tồn tại ở dạng keo.

2.2.4.2. Dung dịch huyền phù

Chủ yếu là protein và các chất liên kết khác như lipoprotein. Các protein trong sữa ở dạng phân tử lớn có kích thước từ 15 - 200 nm (albumin 15 - 50 nm, globulin 25 - 50 nm, casein 40 - 200 nm). Do kích thước phân tử protein lớn tạo thành dung dịch keo. Trên bề mặt các phân tử protein có chứa các nhóm háo nước $-\text{NH}_2$, $-\text{COOH}$, $-\text{CO}$, $-\text{NH}$ v.v. nên rất dễ dàng hút nước. Khi các nhóm này phân li sẽ tạo thành các điện tích (+) và (-) với số lượng xác định. Hai yếu tố này (háo nước và có điện tích) thường quyết định sự bền vững của protein ở dạng keo. Khi hai yếu tố này bị phá hủy sẽ dẫn tới sự đông tụ của protein và do đó thường yếu tố háo nước có ý nghĩa quan trọng hơn đối với độ bền của protein sữa. Điều này giải thích vì sao albumin và globulin trong môi trường axit bền hơn casein. Do có độ háo nước cao nên chúng không bị đông tụ ngay cả ở điểm đẳng điện.

2.2.4.3. Dung dịch nhũ tương

Chủ yếu là chất béo ở dưới dạng các cầu mỡ. Kích thước và số lượng các cầu mỡ không ổn định và phụ thuộc vào nhiều yếu tố mà chủ yếu là

khẩu phần thức ăn, giống, điều kiện sống, thời kỳ có thai. Kích thước các cầu mỡ có ý nghĩa quan trọng, nó xác định sự biến đổi chất béo vào sản phẩm trong hàng loạt các quá trình công nghệ (lì tâm, đồng hóa, quá trình sản xuất phomat, bơ).

Nhũ tương chất béo của sữa khá bền vững. Đun sữa đến nhiệt độ cao (thanh trùng, tiệt trùng), làm lạnh tới nhiệt độ thấp, tác động cơ học của bơm, cánh khuấy v.v. vẫn không làm phá vỡ được màng bao cầu mỡ. Vỏ này chỉ có thể bị phá hủy khi có tác dụng cơ học đặc biệt (khi sản xuất bơ) hoặc do ảnh hưởng của hóa chất (axit, kiềm).

Theo ý kiến của nhiều nhà nghiên cứu thì trên bề mặt của các cầu mỡ được bao bằng một lớp lipoprotein do đó các cầu mỡ không bị phá hủy khi có tác động cơ học mạnh.

3.1. THU NHẬN, VẬN CHUYỂN VÀ BẢO QUẢN SỮA

Muốn chế biến sữa hoặc bất cứ sản phẩm sữa nào cũng đều phải qua một số công đoạn ban đầu như : thu nhận, kiểm tra chất lượng, làm lạnh, bảo quản, chế biến tiếp (lì tâm, đông hóa v.v.).

Công việc ban đầu này tuy đơn giản nhưng ảnh hưởng lớn tới chất lượng sản phẩm. Chỉ có thể chế biến ra các sản phẩm tốt khi có sữa nguyên liệu tốt.

Việc thu nhận sữa có thể được tiến hành tại nhà máy (A) hoặc qua trạm thu mua trung gian rồi sau đó mới đưa về cơ sở chế biến sữa (B):

A. Người sản xuất sữa → Cơ sở chế biến (nhà máy)

B. Người sản xuất sữa → Trạm thu mua → Cơ sở chế biến

Sữa được vắt từ những con bò khỏe mạnh vào những thời điểm nhất định trong ngày, thường là vào lúc sáng sớm và chiều tối.

Sữa mới vắt ra có nhiệt độ khoảng 37°C là môi trường rất thuận lợi cho các loại vi khuẩn gây hư hỏng sữa. Vì vậy sữa phải được làm lạnh xuống 4-6°C càng nhanh càng tốt và phải giữ ổn định nhiệt độ này trong suốt thời gian bảo quản.

Dùng máy vắt sữa (hình 3.1) cho phép thu được sữa chất lượng cao bởi vì rất vệ sinh. Sữa vắt ra được làm lạnh ngay, tránh được mọi biến đổi xấu đối với sữa. Trong trường hợp vắt sữa bằng tay, sữa được lọc qua vải màn (vải lớp) để loại bỏ những tạp chất cơ học có kích thước lớn. Có thể phải lọc nhiều lần, sau đó làm lạnh tại chỗ trong thiết bị chuyên dùng.

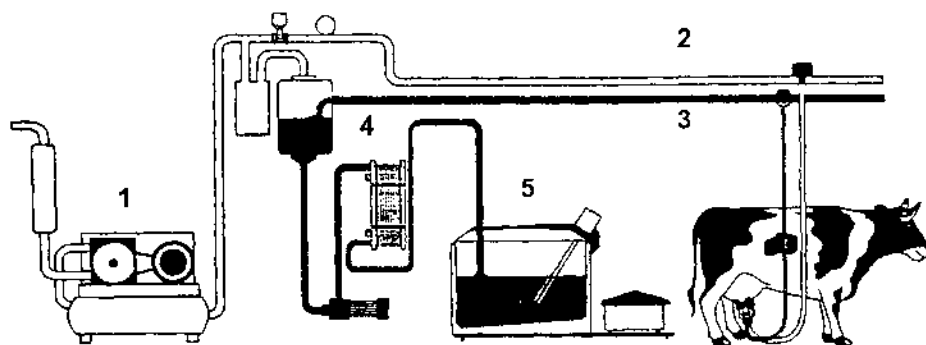
Vận chuyển sữa tới nhà máy : Có thể dùng xe ô tô lạnh, dùng tàu hỏa,

tàu thủy v.v. để vận chuyển sữa tới cơ sở sản xuất. Dụng cụ đựng sữa phải là thép không gỉ (phía trong) hoặc nhôm có lớp cách nhiệt. Trong quá trình vận chuyển nhiệt độ của sữa hầu như không thay đổi đáng kể. Trong 10 giờ, khi nhiệt độ xung quanh $\pm 30^{\circ}\text{C}$ thì nhiệt độ của sữa tăng lên hoặc giảm đi 2°C .

Người ta dùng động cơ ô tô tạo chân không trong xitec rồi hút sữa vào. Trong xitec có phao nổi để xác định mức độ đầy, voi của sữa.

Đáng chú ý nhất là việc vận chuyển sữa theo đường ống. Dùng phương pháp này giảm được đáng kể cường độ lao động và đảm bảo chất lượng sữa. Việc rửa và sát trùng đường ống có thể làm được dễ dàng nhưng đòi hỏi vốn đầu tư cao.

Ở nước ta hiện nay, chủ yếu vắt sữa bằng tay. Sữa được vận chuyển tới các cơ sở chế biến bằng ô tô lạnh.

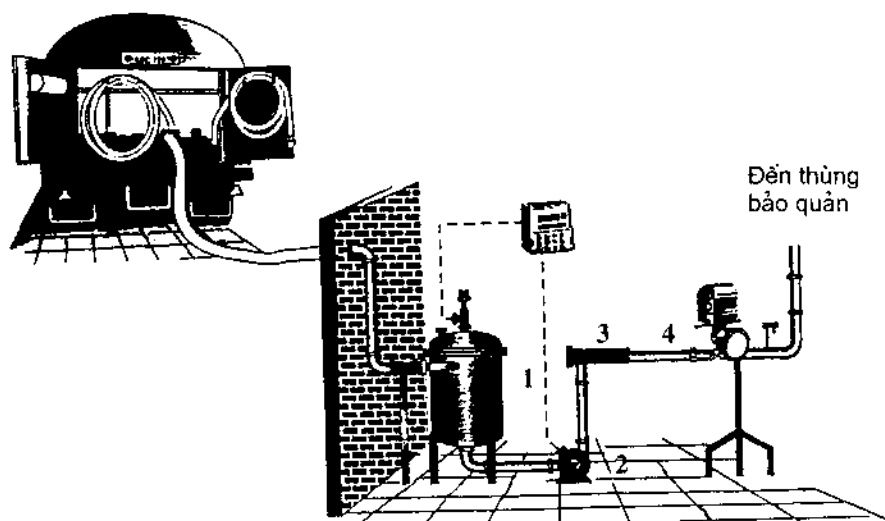


Hình 3.1. Sơ đồ hệ thống vắt sữa bò bằng máy có kèm theo thiết bị làm lạnh sữa:

- 1- bơm chân không; 2- đường dẫn chân không; 3- đường ống dẫn sữa;
4- thiết bị làm lạnh; 5- thùng chứa sữa đã được làm lạnh.

3.1.1. Thu nhận sữa

Sơ đồ thu nhận sữa từ xe lạnh vào các thùng chứa được mô tả ở hình 3.2.



Hình 3.2. Sơ đồ thu nhận sữa từ xe lạnh vào thùng tạm chứa:

1- thiết bị bài khí ; 2- bơm; 3- thiết bị lọc; 4- thiết bị đo

Sữa từ xe lạnh được nối với thiết bị bài khí. Từ đây, sữa được bơm qua lọc 3 rồi qua đồng hồ đo 4 vào thùng 2 tạm chứa. Thông qua chỉ số trên đồng hồ đo sẽ biết được lượng sữa tiếp nhận.

Theo lý thuyết thì sữa đến nhà máy đã được làm lạnh đến $4 - 6^{\circ}\text{C}$. Nếu sữa chưa đạt nhiệt độ này thì trước khi đưa vào thùng tạm chứa, sữa được đưa qua thiết bị làm lạnh xuống nhiệt độ $4 - 6^{\circ}\text{C}$.

Sữa mang đến điểm thu mua được lấy mẫu để xác định chất lượng qua các chỉ tiêu cảm quan, chỉ tiêu hóa lý và chỉ tiêu vi sinh vật. Trên cơ sở chất lượng của từng mẫu mà thanh toán với từng người cung cấp sữa.

Với quy mô và quy trình sữa hiện nay của công ty sữa Việt Nam, người chăn nuôi mang sữa đến các trạm thu mua mà tại đây sữa được lấy mẫu để kiểm tra độ tươi, vi sinh vật tổng số và khả năng đông tụ. Còn các chỉ tiêu khác được làm tại phòng thí nghiệm trung tâm ở nhà máy.

Nhà máy dù lớn hay nhỏ đều có một bộ phận thu nhận sữa, có nhiệm vụ kiểm tra số lượng và chất lượng của sữa, có thể dùng cân hoặc đồng hồ đo để xác định số lượng sữa.

Trước khi nhận sữa, cần chú ý tới độ sạch của dụng cụ đựng sữa (thùng chứa, xitec...). Lúc mở nắp cần xác định mùi của sữa, sau đó khuấy đều, xác định nhiệt độ rồi mới lấy mẫu đi phân tích các chỉ tiêu hóa học, vật lý, sinh học.

Các chỉ tiêu đặc trưng cần kiểm tra được tóm tắt trong bảng 3.1.

Bảng 3.1. Các chỉ tiêu chung của sữa tươi nguyên liệu

STT	Chỉ tiêu	Phương pháp kiểm tra
1	Mùi và vị	Cảm quan
2	Độ sạch	Lọc, so sánh với mẫu chuẩn
3	Tổng số vi khuẩn (để phân loại sữa)	- Phản ứng mất màu xanh metylen - Phản ứng resazurin
4	Hàm lượng chất béo	Butyrometric
5	Hàm lượng protein	Kjeldahl
6	Nhiệt độ đông băng	
7	Độ axit chung	Chuẩn độ bằng NaOH
8	Tỷ trọng	Tỷ trọng kế
9	Tổng chất khô	

Sữa nguyên liệu dùng cho chế biến phải đáp ứng các yêu cầu chung dưới đây:

1. Sữa được lấy từ những con bò khỏe mạnh, không chứa vi khuẩn gây bệnh.
2. Sữa có mùi vị tự nhiên, không có mùi vị lạ, không chứa chất kháng sinh, chất tẩy rửa.
3. Sữa có thành phần tự nhiên.
4. Sữa phải tươi và được làm lạnh ngay đến 4 - 6°C sau khi vắt.

Để sản xuất một số sản phẩm sữa, sữa nguyên liệu còn phải có một số yêu cầu riêng (xem bảng 3.2).

Bảng 3.2. Một số yêu cầu đặc trưng khác của sữa nguyên liệu

STT	Đặc trưng	Pho mát	Bơ	Sữa lên men
1	Khả năng lên men	+	+	+
2	Khả năng đông tụ bởi renin	+	-	-
3	Vi khuẩn đặc trưng	+	+	+
4	Chỉ số iot	+	+	-
5	Độ chua của cream	-	+	+
6	Sự oxy hóa chất béo	-	+	+

Ghi chú: + cần phải kiểm tra; - không cần phải kiểm tra.

3.1.2. Làm sạch

Tại nơi vắt sữa, người ta thường lọc sữa bằng vải lọc.

Lọc sữa bằng vải lọc không đảm bảo sạch hoàn toàn vì chỉ có những tạp chất cơ học có kích thước lớn mới bị giữ lại.

Hiện nay, người ta sử dụng rộng rãi thiết bị hiện đại hơn, đó là máy li tâm làm sạch sữa (thiết bị chuyên dùng). Nhờ li tâm lớn, trọng lượng riêng của các tạp chất lớn hơn trọng lượng riêng của sữa, do đó các tạp chất cơ học nặng hơn sẽ bị bắn vào thành thùng quay, làm thành từng lớp cặn. Sữa đã được làm sạch theo đường ống dẫn ra ngoài.

Có thể làm sạch sữa lạnh hoặc sữa nóng. Hiệu quả li tâm làm sạch sữa lạnh thấp vì độ nhớt của sữa khi đó cao. Đun đến 80 - 85°C làm giảm độ nhớt nhưng trong thời gian đó có thể hòa tan các tạp chất có kích thước nhỏ mà khó có thể tách được chúng ra khỏi sữa. Do đó hiệu quả cũng kém.

Hiện nay, người ta thường gia nhiệt sữa tới 35 - 45°C rồi mới cho qua thiết bị làm sạch. Khi đó, hiệu suất làm sạch cao và không làm thay đổi các thành phần của sữa.

3.1.3. Làm lạnh

Trong các nhà máy sữa thường dùng thiết bị trao đổi nhiệt dạng tấm bản để làm lạnh sữa. Thiết bị này làm lạnh sữa nhanh và trong dòng kín. Thiết bị gồm hai ngăn: làm lạnh bằng nước lạnh và nước muối. Có thể thay nước muối bằng nước đá. Mỗi ngăn của máy lạnh gồm nhiều tấm bản. Dùng bơm đưa sữa qua ngăn làm lạnh bằng nước lạnh. Ở đó xảy ra sự trao đổi nhiệt qua bề mặt của tấm bản với nước lạnh. Sau đó sữa qua ngăn thứ hai và được làm lạnh bằng nước muối hoặc nước đá đến 2 - 4°C. Quá trình xảy ra trong thiết bị kín nên đảm bảo vệ sinh tốt.

3.1.4. Bảo quản

Sau khi làm sạch và làm lạnh, sữa được bảo quản trong các xitec. Trong xitec có lớp cách nhiệt và có cánh khuấy. Mặt trong phải bằng thép không gỉ hoặc bằng nhôm.

Thời gian bảo quản sữa phụ thuộc vào nhiệt độ làm lạnh sữa và điều kiện nơi bảo quản. Sữa được bảo quản ở 4 - 6°C cho đến khi chế biến.

Thường xuyên kiểm tra nhiệt độ của sữa trong xitec và có xử lý kịp thời.

Sau khi giải phóng sữa, các xitec phải được làm vệ sinh sạch sẽ.

3.2. ẢNH HƯỞNG CỦA NHIỆT ĐỘ VÀ THỜI GIAN BẢO QUẢN ĐẾN HỆ VI SINH VẬT TRONG SỮA

Bình thường, với điều kiện vệ sinh tốt thì trong sữa vẫn chứa một lượng lớn tế bào (khoảng từ 100.000 đến 200.000 tế bào/ml sữa) và có một hệ vi sinh vật đa dạng. Hệ vi sinh vật trong sữa bao gồm vi khuẩn, nấm men và nấm mốc. Nhóm vi khuẩn lactic là nhóm vi khuẩn quan trọng nhất. Chúng bao gồm các liên cầu khuẩn *Streptococcus lactic*, *S. diacetylactic*,

S. paracitrovorus; Các trực khuẩn *Lactobacillus bulgaricum*, *L. acidophilum*, *L. lactic*, *L. helveticum*. Các vi khuẩn lactic này có vai trò đặc biệt quan trọng trong sản xuất các sản phẩm lên men, tạo axit lactic và các chất thơm như diacetyl, các axit bay hơi, este... Vi khuẩn propionic có trong sữa có vai trò đặc hiệu trong việc tạo thành các mùi thơm của phomat. Trong sữa còn có thể gặp một số vi khuẩn như *E. coli aerogenes*, vi khuẩn butyric. Nấm men trong sữa thuộc các giống *Saccharomyces* (có thể lên men lactoza để tạo thành rượu và khí CO₂ như trong sản xuất sữa chua kefir và kumis), *Mucoderma*, *Torula* hay *Candida* có hoạt tính proteaza.

Quá trình vắt sữa, thu nhận, vận chuyển và bảo quản sữa có thể làm thay đổi hệ vi sinh vật vốn có của sữa tươi. Sự thay đổi này phụ thuộc vào thành phần ban đầu, vào nhiệt độ và thời gian bảo quản.

Bảng 3.3 chỉ ra sự biến đổi vi sinh vật trong sữa phụ thuộc vào mức độ nhiễm ban đầu và nhiệt độ bảo quản.

Bảng 3.3. Sự biến đổi tổng số vi sinh vật trong sữa phụ thuộc vào mức độ nhiễm ban đầu, nhiệt độ và thời gian bảo quản

Mẫu	Điều kiện vệ sinh	Nhiệt độ bảo quản, °C	Tổng số vi sinh vật, 1000 tế bào/ml		
			Ban đầu	Sau 24 h	Sau 48 h
1	Bò cái, dụng cụ vắt sữa, điều kiện vệ sinh tốt	4,5	4	4	4,6
		10,0	4	14	128
		15,5	4	1 600	33 000
2	Bò cái, dụng cụ vắt sữa, điều kiện vệ sinh trung bình	4,5	39	88	122
		10,0	39	180	832
		15,5	39	4 500	99 100
3	Bò cái, dụng cụ vắt sữa, điều kiện vệ sinh kém	4,5	136	282	540
		10,0	136	1200	13 700
		15,5	136	24 700	640 000

Kết quả nghiên cứu trên đây cho thấy, nhiệt độ bảo quản càng thấp thì càng tốt. Mẫu 1, với số lượng vi sinh vật ban đầu như nhau, khi nhiệt độ bảo quản ở 10°C thì tốc độ phát triển của vi sinh vật tăng lên 3,5 lần sau 24 h và

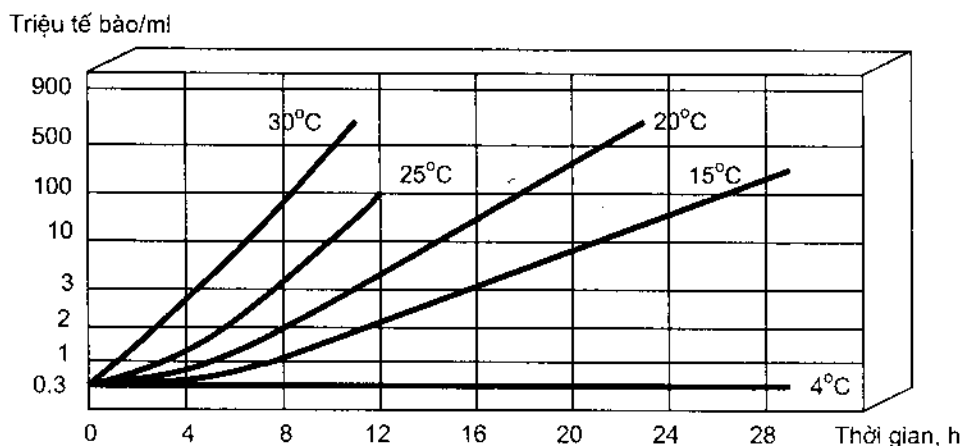
27,8 lần sau 48 h so với bảo quản ở $4,5^{\circ}\text{C}$. Mức độ nhiễm ban đầu cao thì sự phát triển của vi sinh vật tăng nhanh hơn. Mẫu 2 có mức độ nhiễm cao gấp 10 lần so với mẫu 1. Sau 24 h bảo quản, số vi sinh vật cao hơn 22 lần và sau 48 h tăng hơn 26,8 lần so với mẫu 1.

Trong sữa tươi mới vắt ra, có một khoảng thời gian vi khuẩn không phát triển, thậm chí có thể giảm và được gọi là giai đoạn tự kháng.

Người ta nhận thấy trong sữa có một số chất như lactoferin, lactoperoxydaza, lactein có khả năng tiêu diệt hoặc ngăn cản sự phát triển của vi khuẩn. Mỗi chất này có một cơ chế riêng. Ví dụ như lactoferin được gắn với các phân tử sắt và ngăn cản sự phát triển của *E. coli* là loại vi khuẩn cần sắt để nhân lên. Ngoài ra còn có vai trò của các globulin miễn dịch.

Biện pháp hữu hiệu để đảm bảo độ tươi của sữa là phải làm lạnh sữa càng sớm càng tốt. Nhiệt độ bảo quản càng thấp sẽ kéo dài giai đoạn tự kháng này.

Đồ thị ở hình 3.3 là một ví dụ khác về ảnh hưởng của nhiệt độ bảo quản. Với mức độ ban đầu là 300 000 CFU/ml, hiệu quả của việc bảo quản lạnh ở 4°C là rất rõ ràng. Ở các nhiệt độ 15, 20, 25 và 30°C tốc độ phát triển của vi sinh vật là rất lớn.



Hình 3.3. Ảnh hưởng của nhiệt độ bảo quản tới sự phát triển của vi sinh vật

3.3. KIỂM TRA CHẤT LƯỢNG SỮA TƯƠI

Chất lượng của các sản phẩm phụ thuộc vào nhiều yếu tố, như chất lượng nguyên liệu ban đầu, điều kiện bảo quản, quy trình công nghệ, điều kiện trang thiết bị. Trong đó chất lượng sữa nguyên liệu ban đầu ảnh hưởng nhiều đến chất lượng thành phẩm, do vậy việc tiến hành kiểm tra chất lượng nguyên liệu là điều rất quan trọng đối với công tác nghiên cứu và thực tế sản xuất. Trong sản xuất cũng như nghiên cứu thông thường người ta tiến hành một số chỉ tiêu sau đây : độ axit, độ nhiễm khuẩn, tỷ trọng, hàm lượng chất khô, hàm lượng protein, đường sữa (lactose), chất béo, khả năng lên men...

3.3.1. Độ axit chung

Độ axit chung của sữa thường được đo bằng độ Thorner ($^{\circ}\text{T}$), bằng số mililit NaOH 0,1N cần để trung hòa axit tự do có trong 100 ml sữa. Có thể đo bằng phần trăm axit lactic.

Đương lượng gam của axit lactic là 90 suy ra 1 ml 0,1N NaOH tương ứng với 0,009% axit lactic.

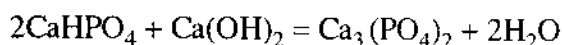
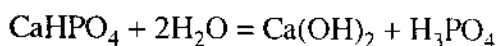
Độ axit của sữa tươi thường từ 16 - 19 $^{\circ}\text{T}$ Khi chuẩn với chất chỉ thị phenolphthalein có màu hồng nhạt. Phản ứng axit này phù hợp với sự có mặt của casein, muối axit của axit phosphoric và xitric, của CO_2 hòa tan trong sữa.

Cho 10ml sữa tươi vào cốc (hoặc bình tam giác) có dung tích 100ml rồi thêm 20ml nước cất, 3 giọt phenolphthalein, lắc đều và trung hòa hỗn hợp này bằng NaOH 0,1N cho tới khi có màu hồng nhạt không mất màu trong 30 giây.

Lượng NaOH 0,1 N đã dùng để trung hòa nhân với 10 cho ta độ axit của sữa theo độ Thorner.

Sự chênh lệch giữa hai mẫu thí nghiệm song song không được quá 1 $^{\circ}\text{T}$.

Theo phương pháp trên, việc cho thêm nước vào làm tăng độ hòa tan của canxi phosphat. Kết quả của sự thủy phân canxi phosphat hai lần chuyển thành canxi phosphat ba lần thay thế:



Khi chuẩn sữa bằng NaOH 0,1N kèm theo sự pha thêm nước gấp hai lần (20ml) làm cho độ axit của sữa thấp hơn so với khi chuẩn sữa không pha thêm nước.

Người ta cho phép chuẩn sữa để xác định độ axit của sữa mà không pha thêm nước nhưng khi đó kết quả thu được phải trừ đi 2^oT.

3.3.2. Độ tươi

Chỉ số độ tươi

Chỉ số độ tươi được đo bằng tổng lượng mililit NaOH 0,1N để trung hòa các axit tự do và lượng H_2SO_4 0,1N để đông tụ protein có trong 100ml sữa.

Lấy 10ml sữa tươi (ở cùng mẫu sữa vừa xác định độ axit), thêm 20ml nước cất sau đó chuẩn bằng H_2SO_4 0,1N tới khi xuất hiện kết tủa.

Lượng H_2SO_4 0,1N nhân với 10 là chỉ số đông tụ.

Chỉ số độ tươi = chỉ số axit + chỉ số đông tụ.

Thông thường chỉ số độ tươi không thấp hơn 60 là sữa tốt, nếu thấp hơn 60 thì chứng tỏ sữa không tươi.

Người ta còn có thể kiểm tra độ tươi của sữa bằng cồn.

Cồn là một chất háo nước. Khi cho vào sữa, nếu sữa đó không tươi (có độ chua cao) thì khả năng làm mất vỏ hydrat của các protein trong sữa sẽ nhanh, làm cho các phân tử protein liên kết lại dễ dàng và sữa bị đông tụ ngay.

Lấy 2 - 4 ống nghiệm có dung tích 20ml, lấy vào mỗi ống 2 - 3ml sữa và 2 - 3ml cồn 68%. Lắc đều các ống nghiệm khoảng 1 - 2 phút. Quan sát xem nếu trên thành ống nghiệm không xuất hiện các hạt nhỏ thì kết luận

mẫu sữa có độ tươi đạt yêu cầu. Ngược lại, nếu trên thành ống nghiệm có các hạt kết tủa nhỏ thì ta kết luận sữa đó kém tươi và độ axit của sữa đã tăng vượt độ axit giới hạn tức là vào khoảng 21 - 22^oT. Nếu các hạt kết tủa có kích thước lớn và dịch sữa hình như bị đặc, ta đem ống nghiệm hơi nóng trên bếp điện, nếu sữa bị vón cục thì sữa có độ tươi quá kém, lúc đó độ axit khoảng 26 - 28^oT. Đây là phương pháp định tính xác định kết quả nhanh nên người ta thường dùng trong sản xuất. Nhờ kết quả này mà có thể phân loại sữa tốt, trung bình và xấu.

3.3.3. Chỉ tiêu vi sinh vật

a) Chất chỉ thị xanh metylen

Nguyên tắc: Dựa vào tính chất khử của enzym reductaza làm mất màu xanh của chất chỉ thị xanh metylen. Enzym reductaza do vi khuẩn tiết ra, lượng vi khuẩn càng nhiều thì lượng enzym reductaza càng lớn và sự mất màu càng nhanh.

Cách tiến hành: Cho 10ml sữa vào ống nghiệm (có nút) và 1ml xanh metylen. Lắc đều. Đặt ống nghiệm vào nồi cách thủy có nhiệt độ 37 - 38^oC là nhiệt độ thích hợp của reductaza. Chú ý để mức nước ngoài ống nghiệm cao hơn mức sữa trong ống nghiệm. Sau khi nhiệt độ của sữa trong ống nghiệm đạt 38 - 40^oC thì bắt đầu tính thời gian.

Dựa vào kết quả thời gian mất màu, người ta phân loại chất lượng sữa theo phương pháp mất màu xanh metylen như trong bảng 3.4.

Bảng 3.4. Phân loại sữa dựa vào thời gian mất màu của xanh metylen

Thời gian mất màu, phút	Lượng vi sinh vật trong 1ml sữa	Chất lượng sữa	Xếp loại
≤ 20	≥ 20 triệu	Rất tồi	IV
20 - 120	4 - 20 triệu	Tồi	III
120 - 330	500.000 - 4 triệu	Trung bình	II
> 330 (5,5 h)	< 500.000	Tốt	I

b) Chất chỉ thị resazurin

Có thể dùng chất chỉ thị resazurin để phân loại sữa.

Nguyên tắc: Sự thay đổi màu của chất chỉ thị này theo thời gian phụ thuộc vào sự hoạt động của vi sinh vật và tế bào thân thể hiện diện trong sữa. Điều đó cũng có nghĩa là phản ứng với resazurin cho ta biết mức độ hoạt động của vi sinh vật hơn là số lượng của chúng.

Cách tiến hành: Lấy vào ống nghiệm (đã được tiệt trùng) 10ml sữa và 1ml resazurin. Lắc đều. Đặt vào nồi cách thủy 37 - 38°C và tính thời gian thay đổi màu từ khi hỗn hợp đạt được nhiệt độ trên.

Dựa vào sự thay đổi màu của hỗn hợp sữa và resazurin, người ta phân loại sữa như trong bảng 3.5.

Bảng 3.5. Phân loại sữa dựa vào sự thay đổi màu của resazurin

Thời gian mất màu	Sự thay đổi màu	Chất lượng sữa	Xếp loại
≤ 20	Trắng	Rất tồi	IV
Sau 1h	Hồng	Tồi	III
Sau 1h	Xanh - tím	Trung bình	II
Sau 1h	Xanh (không đổi màu)	Tốt	I

3.3.4. Tạp chất cơ học (độ sạch, mức độ nhiễm bẩn)

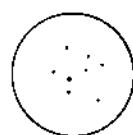
Trong quá trình thu nhận, qua nhiều khâu từ dụng cụ, môi trường không khí v.v. tạp chất cơ học có thể xâm nhập vào sữa.

Tùy theo mức độ nhiễm bẩn tạp chất cơ học người ta chia làm ba loại:

- Loại I: Trên giấy lọc hầu như không có hoặc chỉ có một vài đốm nhỏ. Đó là sữa tốt.
- Loại II: Trên giấy lọc có ít đốm bẩn. Sữa loại trung bình.
- Loại III: Trên giấy lọc có nhiều đốm bẩn. Sữa kém phẩm chất.



I



II



III

Cách tiến hành: Lấy 1 miếng giấy lọc cho vào phễu. Qua đó đổ 100-150ml sữa chảy qua, lấy giấy lọc ra, làm khô rồi so sánh với mẫu chuẩn.

3.3.5. Tỷ trọng

Người ta xác định tỷ trọng của sữa để qua đó đánh giá được phần nào chất lượng của sữa.

Giá trị tỷ trọng trung bình của sữa tươi ở 20°C là 1,026 – 1,033 g/cm³. Khi nhiệt độ chênh lệch nhau 1°C thì giá trị tỷ trọng sai khác $\pm 0,0002$.

Nếu nhiệt độ trên 20°C thì :

Kết quả = giá trị đo được + 0,0002 $\times \Delta t$

$$\Delta t = t - 20$$

Nếu nhiệt độ dưới 20°C thì :

Kết quả = giá trị đo được – 0,0002 $\times \Delta t$

$$\Delta t = 20 - t$$

Ví dụ: Tỷ trọng của sữa ở 16°C đo được bằng 1,0298. Suy ra ở 20°C sẽ là:

$$d_{20/4} = 1,0298 - (0,0002 \times 4) = 1,029$$

Cách tiến hành: Dùng một ống dong hình trụ dung tích 250 - 500ml, đổ sữa từ từ vào thành ống (để hạn chế sự tạo bọt). Thả nhẹ nhàng tỷ trọng kế và để nó nổi tự do. Sau đó đọc kết quả trên thang chia độ của tỷ trọng kế.

Nếu nhiệt độ của sữa không phải ở 20°C thì kết quả phải cộng (trừ) hiệu chỉnh như trình bày ở trên.

Khi đo tỷ trọng của sữa ở 20°C lớn hơn 1,030 ta nghĩ ngay đến một trong các nguyên nhân sau:

- Sữa đã bị tách bớt chất béo.
- Sữa đã bị pha thêm chất khô vào (pha thêm sữa bột).

Ta có thể xác định được lượng chất béo đã lấy ra:

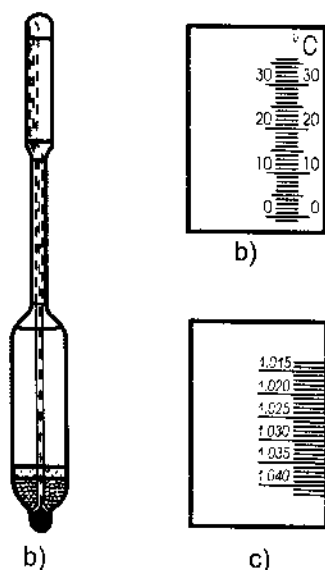
$$CB = \frac{M - M_1}{M} \cdot 100\%$$

trong đó: CB- phần trăm chất béo hay lượng chất béo đã bị lấy bớt đi;

M- hàm lượng chất béo sữa tiêu chuẩn, %;

M₁- hàm lượng chất béo sữa kiểm tra, %.

Ngược lại, khi $d_{20/4} < 1,026$ có thể do nguyên nhân pha thêm nước vào.



Hình 3.4. Tỷ trọng kế:

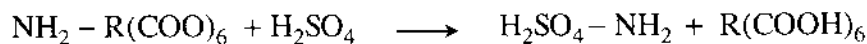
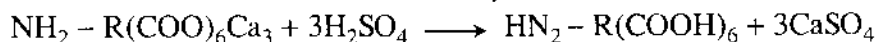
a- tỷ trọng kế; b- thang chia độ trên nhiệt kế; c- thang chia độ trên tỷ trọng kế

3.3.6. Xác định hàm lượng chất béo

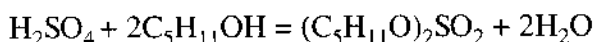
Đặt mỡ kế lên giá, rót định lượng vào mỡ kế 10ml axit sunfuric có tỷ trọng 1,81 - 1,82. Lấy tiếp vào mỡ kế 10,77ml sữa và 1ml rượu isoamilic. Nút chặt bằng nút caosu, quấy vãi xung quanh mỡ kế, lắc từ từ cho đến khi trong mỡ kế chuyển thành màu đen, đặt mỡ kế vào nồi cách thủy nhiệt độ nước 70°C, thời gian 5 phút. Lấy mỡ kế ra nút chặt lại, đặt vào máy li tâm (nhớ đặt hai mỡ kế đối xứng nhau). Li tâm tốc độ 1 000 vòng/phút, trong thời gian 5 phút. Sau đó, dùng máy li tâm, lấy mỡ kế ra và đặt vào nồi cách thủy nhiệt độ và thời gian giống như lần đầu, chú ý để đầu có nút caosu xuống phía dưới. Lấy mỡ kế ra và điều chỉnh cho chất béo ở vị trí số 0, hoặc 1 để đọc (dùng nút cao su để điều chỉnh). Chỉ số đọc được trên mỡ kế chính là hàm lượng phần trăm chất béo của sữa.

Bản chất phương pháp

Trong sữa, chất béo ở dạng hình cầu, phía ngoài các cầu mỡ có màng bao bọc, muốn phá vỡ màng cầu mỡ phải dùng axit H_2SO_4 đậm đặc để chuyển muối canxi caseinat thành hợp chất casein - axit sunfuric:



Cho rượu isoamilic vào để tạo thành 1 este tách hoàn toàn chất béo:

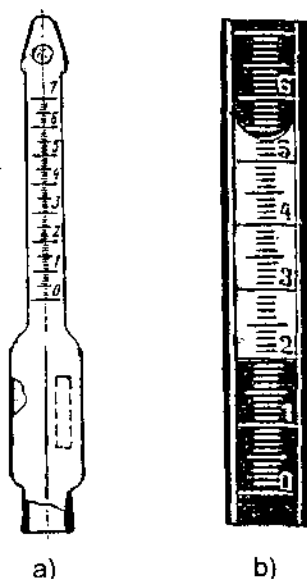


Ngoài ra có thể xác định bằng phương pháp Inikhov theo cách dưới đây.

Xác định chất béo bằng phương pháp không li tâm (phương pháp Inikhov)

Cho 10ml dung dịch xút vào mỡ kế sao cho cổ ống không bị dây xút. Dùng pipet hút 10,77ml sữa nhỏ từ từ theo thành ống. Thêm vào đó 1ml rượu. Đóng ống bằng nút cao su. Dùng giẻ khô lột tay, lắc đều cho tới lúc tạo bọt ngấm vào nổi cách thủy 70 - 73°C. Chú ý để phần nút lên trên. Cách 5 phút lắc mạnh mỡ kế. Làm như vậy hai lần, sau đó lại cho vào nổi cách thủy thêm 10 phút nữa. Đảo mỡ kế, cho phần nút xuống phía dưới. Để ở vị trí này cho đến lúc hết bọt.

Sau đó người ta đặt mỡ kế sang nổi cách thủy khác ở 65°C trong 5 phút. Lấy mỡ kế ra, đọc hàm lượng chất béo trên thang chia độ của mỡ kế.



Hình 3.5. Mỡ kế:

a- mỡ kế; b- thang chia độ trên mỡ kế

3.3.7. Xác định chất khô của sữa

Cân vào cốc thủy tinh (chuyên dùng để xác định chất khô) đã biết trọng lượng khoảng 20 - 25 g cát và 1 mẫu đĩa thủy tinh. Cho cốc có cát và đĩa thủy tinh vào tủ sấy sấy ở $t^{\circ} = 102 - 105^{\circ}\text{C}$. Khoảng nửa giờ, sau đó làm nguội cốc trong bình hút ẩm, tiếp đó lấy ra đem cân lại trên cân phân tích với độ chính xác 0,001 g. Dùng pipet hút 10ml sữa vào cốc vừa cân xong. Hiệu số giữa hai lần cân là trọng lượng 10ml sữa. Đặt cốc có cát, đĩa thủy tinh và sữa lên nồi cách thủy đun đến khi bốc hết hơi nước thì đặt vào tủ sấy, sấy ở nhiệt độ $102 - 105^{\circ}\text{C}$, thời gian sấy khoảng 2 h (nhớ mở nắp cốc). Sau 2 h lấy cốc ra cho vào bình hút ẩm để làm nguội khoảng 25 đến 30 phút, lấy ra đem cân lần 1, cân xong cho lại vào tủ sấy và sấy tiếp khoảng 1 h, sau đó lấy ra làm nguội trong bình hút ẩm khoảng 20 phút (nhớ mở nắp cốc ra), đem cân lại lần 2. Sai khác trọng lượng hai lần không vượt quá 0,004 g.

Nếu hiệu số giữa hai lần cân vượt quá 0,004 g thì lại cho cốc vào tủ sấy sấy tiếp khoảng 30 phút. Làm nguội, cân lại lần ba, nếu hai lần cân cuối có trọng lượng xấp xỉ nhau là được.

Cách tính

Hàm lượng chất khô trong sữa tính theo phần trăm:

$$x = \frac{b - a}{c} \times 100$$

trong đó : x - hàm lượng chất khô của sữa, g ; ;

a - trọng lượng chén + cát + đĩa, g;

b - trọng lượng chén + cát + đĩa + sữa, %;

c - trọng lượng mẫu phân tích, g.

Phương pháp tính theo công thức

Ngoài phương pháp sấy đến trọng lượng không đổi, ta có thể dùng công thức sau đây để xác định chất khô:

Công thức của Richmond:

$$S = 1,21F + 0,25a + 0,66$$

3.4. MỘT SỐ VẤN ĐỀ THƯỜNG GẶP Ở SỮA TƯƠI NGUYÊN LIỆU

3.4.1. Sữa từ những con bò bị bệnh

Khi bò bị bệnh, trong sữa có thể có vi khuẩn gây bệnh. Dưới đây là một số bệnh chính có thể truyền qua sữa.

a) Bệnh lao

Bầu vú của những con bò cái bị bệnh lao có chứa các vi khuẩn lao *Mycobacterium tuberculosis*. Việc lây truyền bệnh qua sữa sẽ gây nguy hiểm cho người sử dụng loại sữa này.

Vi khuẩn lao trong sữa cũng có thể có nguồn gốc từ phân bò bị bệnh lao đường ruột hoặc từ dịch của bò bị bệnh lao phổi.

Sữa cũng có thể bị nhiễm vi khuẩn lao do người vắt sữa bị bệnh. Vi khuẩn lao tồn tại kéo dài trong sữa thậm chí cả sau khi lên men.

b) Bệnh sẩy thai truyền nhiễm

Những con bò mắc bệnh sẩy thai truyền nhiễm âm tính, tiềm ẩn có thể thải vi khuẩn qua sữa. Việc bài thải qua sữa có thể kéo dài 7 - 8 năm. Lượng vi khuẩn thải ra lớn nhất ở những ngày đầu tiên sau khi đẻ hoặc sẩy thai.

Vi khuẩn *Brucella abortus* kém bền nhiệt. Gia nhiệt ở 60°C trong 30 phút làm mất độc tính của vi khuẩn này. Trong sữa chưa thanh trùng, vi khuẩn có thể sống 7 - 9 ngày, trong sữa chua là 9 ngày và trong bơ là 50 ngày.

c) Bệnh than

Vi khuẩn bệnh than *Bacillus anthracis* nhiễm vào sữa thì người tiêu thụ sữa này sẽ có thể bị bệnh than thể ruột. Sữa bị nhiễm vi khuẩn bệnh này phải bỏ đi.

d) Bệnh viêm vú do tụ cầu khuẩn và liên cầu khuẩn

Trong các độc tố tụ cầu khuẩn thì độc tố enterotoxin đáng chú ý nhất vì loại độc tố này bền với nhiệt độ. Qua xử lý ở 100⁰C trong 30 phút nó vẫn có thể gây độc cho người sử dụng loại sữa này.

e) Bệnh thương hàn

Vi khuẩn *Salmonella* có thể nhiễm vào sữa từ con bò đang bị bệnh hoặc đang mang mầm bệnh. Trong sữa bò, *Salmonella* có thể sống sót tới 60 ngày. Biện pháp thanh trùng có thể tiêu diệt vi khuẩn này.

f) Bệnh tụ huyết trùng

Vi khuẩn *Pasteurella multocida* thải vào sữa khi bò bị bệnh tụ huyết trùng ở thể cấp tính. Đến nay chưa phát hiện ra những trường hợp người bị bệnh do tiêu thụ loại sữa này nhưng nó vẫn được xem là nguồn gây bệnh.

Biện pháp cần thiết là phải tiêm phòng đầy đủ, đúng cách và đủ liều cho bò. Khi bò bị ốm phải được điều trị triệt để. Trong suốt thời gian bò bị bệnh không được dùng sữa này cho sản xuất hàng hóa.

3.4.2. Sữa có mùi vị không tự nhiên (mùi vị lạ)

Nguyên nhân có thể do thức ăn, mùi cỏ, mùi của hóa chất bảo vệ thực vật, thuốc tẩy rửa, thuốc sát khuẩn...

Khi sữa bị nhiễm vi khuẩn đường ruột và vi khuẩn huỳnh quang từ rơm cỏ có thể làm cho sữa có mùi lạ.

Nấm men và trực khuẩn đường ruột có thể làm cho sữa bị sủi bọt.

3.5. LI TÂM SỮA

3.5.1. Mục đích của li tâm

Người ta có thể li tâm sữa để thu được cream và sữa gầy (li tâm tách béo) hoặc cream và sữa có hàm lượng chất béo định sẵn (li tâm tiêu chuẩn hóa chất béo) hoặc đơn giản là li tâm để loại bỏ các tạp chất cơ học (li tâm làm sạch).

Về cơ bản, nguyên tắc của li tâm ở cả ba trường hợp trên là như nhau. Phần li tâm làm sạch và li tâm tiêu chuẩn hóa sẽ được đề cập ở những chương sau. Ở đây chỉ thảo luận về li tâm tách béo.

Cream thu được sẽ là nguyên liệu cho các quá trình sản xuất cream lên men (cultured, sour cream), sản xuất bơ hoặc để tiêu chuẩn hóa chất béo cho các sản phẩm khác. Còn sữa gầy sẽ được sử dụng để sản xuất các sản phẩm như sữa chua gầy, sữa bột gầy...

Tốc độ tách các cầu mỡ tính như sau:

$$v = 8,77n^2 Rr^2 \frac{p_1 - p_2}{\mu}$$

trong đó: v - tốc độ tách các cầu mỡ, m/s;

n - tốc độ thùng quay, vòng/phút;

R - bán kính thùng quay, m;

r - bán kính cầu mỡ, m;

p_1 - tỷ trọng của plasma, kg/m³;

p_2 - tỷ trọng của cầu mỡ, kg/m³;

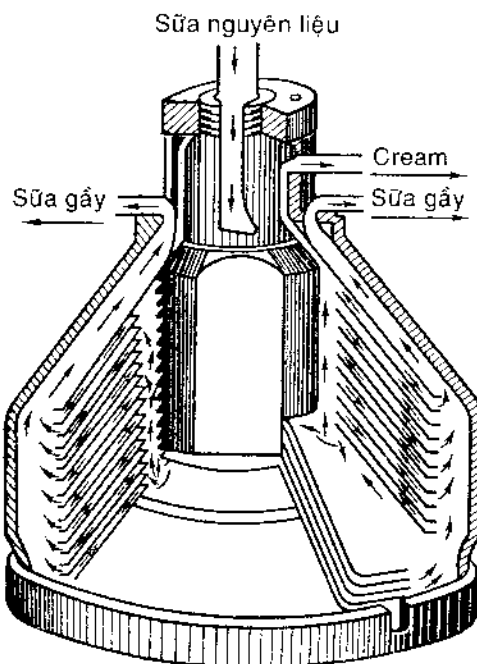
μ - độ nhớt động học, kg/ms.

Từ công thức này, chúng ta nhận thấy tốc độ tách các cầu mỡ tỷ lệ thuận với kích thước và tốc độ thùng quay, tỷ trọng của sữa gầy và của cream và tỷ lệ nghịch với độ nhớt của sữa.

Do vậy, để tăng công suất của máy li tâm, cần tăng kích thước thùng quay, tốc độ quay và giảm độ nhớt của sữa. Khi đun nóng sữa lên 40 - 45°C để giảm độ nhớt của nó, giúp cho quá trình li tâm được dễ dàng.

3.5.2. Nguyên tắc của li tâm

Hình 3.6 là sơ đồ nguyên tắc làm việc của thiết bị li tâm tách chất béo.



Hình 3.6. Sơ đồ thiết bị li tâm tách chất béo

Sữa được đưa vào qua ống trục giữa, chảy theo các rãnh vào khe của các đĩa rồi phân bố thành lớp mỏng giữa các đĩa. Khe hở giữa các đĩa của thùng quay khoảng 0,4mm. Sữa trong thùng quay chuyển động với tốc độ 2 - 3cm/s. Dưới tác dụng của lực li tâm sẽ phân chia sữa: các cầu mỡ nhẹ hơn nên dưới tác dụng của gia tốc hướng tâm sẽ chuyển động về phía trục quay và tập trung xung quanh trục giữa. Các cầu mỡ có kích thước lớn tập trung ở gần tâm, càng xa tâm thì lượng cream càng giảm dần.

Sữa gầy nặng hơn nên có xu hướng tiến về phía ngoại vi. Các tạp chất cơ học có trong sữa là thành phần nặng hơn so với plasma⁽¹⁾ bị bắn vào thành thùng quay và tập hợp vào khoảng không gian giành chứa tạp chất.

Sữa nguyên được tiếp tục đưa vào gây áp suất đẩy sữa gầy và cream

⁽¹⁾ Plasma sữa (milk plasma) là phần còn lại sau khi loại hết chất béo sữa, nói cách khác, là dung dịch mà trong đó các cầu mỡ nổi tự do.

Cream theo một đường riêng qua van điều chỉnh và được đưa ra ngoài.

Sữa gầy đi qua một đường khác ra ngoài, chảy vào bình đựng sữa gầy.

Khi li tâm, chỉ có các cầu mỡ có kích thước nhỏ mới bị lẫn vào dòng sữa gầy. Hàm lượng chất béo trong sữa gầy là 0,05%.

Ngoài việc phân chia sữa nguyên thành sữa gầy và cream, trong quá trình li tâm còn loại trừ được tạp chất cơ học.

3.5.2.1. Điều chỉnh hàm lượng chất béo của cream

Người ta có thể điều chỉnh được hàm lượng chất béo của cream. Đặt van điều chỉnh ở đường ra của cream. Muốn thu được cream có hàm lượng chất béo cao thì điều chỉnh khe van cho gần với trục thùng quay. Như ta đã biết, càng gần với trục giữa càng tập trung nhiều cream. Như vậy, khe van càng nhỏ thì cream cho ra càng ít nhưng hàm lượng chất béo càng cao.

Khi điều chỉnh cho khe van lớn hơn thì cream ra nhiều hơn nhưng lại có hàm lượng chất béo thấp.

Lượng cream thu được khi li tâm :

$$G_c = \frac{G_s(M_s - M_0)}{M_s - M_0}$$

G_c - lượng cream thu được khi li tâm, kg;

G_s - lượng sữa đem đi li tâm, kg;

M_s - hàm lượng chất béo của sữa, % ;

M_0 - hàm lượng chất béo của sữa gầy, %;

M_c - hàm lượng chất béo của cream, %.

Hiệu suất tách cream là lượng cream tính bằng phần trăm (%) so với lượng sữa đem li tâm, tính theo công thức sau :

$$H = \frac{100(M_s - M_0)}{M_c - M_0}$$

H - hiệu suất tách cream, %;

M_s - hàm lượng chất béo của sữa, %;

M_o - hàm lượng chất béo của sữa gầy, %;

M_c - hàm lượng chất béo của cream, %.

3.5.2.2. Những yếu tố ảnh hưởng tới kết quả li tâm

a) Kích thước các cầu mỡ

Cream ở dưới dạng các cầu mỡ có kích thước 0,3 - 10 μm . Phần lớn có kích thước 1 - 5 μm . Khi li tâm sữa có thể tách được các cầu mỡ $d \geq 1 \mu\text{m}$. Các cầu mỡ bé hơn nằm lại trong sữa gầy. Có thể giải thích đó là sự khác nhau về tỷ trọng của các cầu mỡ, phụ thuộc vào kích thước của chúng.

Trong cream, các cầu mỡ có kích thước lớn chiếm đa số. Tỷ trọng của các cầu mỡ này nhỏ hơn tỷ trọng của plasma. Còn các cầu mỡ nhỏ, chủ yếu là màng lipoprotein, do đó tỷ trọng của các cầu mỡ nhỏ gần bằng tỷ trọng plasma. Sự khác nhau giữa tỷ trọng plasma và các cầu mỡ nhỏ rất ít do vậy mà khi li tâm không tách được chúng.

b) Độ sạch và độ tươi của sữa

Trong quá trình li tâm làm sạch, các tạp chất cơ học được tách khỏi sữa. Nếu sữa chứa nhiều tạp chất hoặc có độ axit cao thì khoảng không gian trong thiết bị để chứa tạp chất sẽ chóng đầy và khi đó tạp chất bắt đầu tụ tập trên bề mặt các đĩa. Trong trường hợp này việc sữa gầy chuyển ra vùng ngoại vi sẽ khó hơn. Sữa gầy bị dâng lên giữa các đĩa và có thể chảy vào rãnh dành cho cream. Kết quả là hàm lượng chất béo của cream giảm đi đáng kể, lượng chất béo trong sữa gầy lại tăng.

c) Tốc độ cho sữa vào

Máy li tâm có công suất nhất định. Nếu tăng hoặc giảm đều làm ảnh hưởng tới hiệu suất li tâm.

Nếu tăng tốc độ cho sữa vào, có nghĩa là sữa phải đi qua thùng quay nhanh hơn thì lực li tâm tác dụng lên sữa sẽ ít hơn, một phần các cầu mỡ không kịp tách khỏi sữa dẫn tới hàm lượng chất béo trong sữa gầy cao.

Khi giảm tốc độ cho sữa vào, lực li tâm tác dụng lên sữa sẽ lâu hơn, chất béo tách được triệt để hơn. Tuy nhiên, việc giảm tốc độ này làm giảm công suất của máy.

d) Nhiệt độ của sữa

Sữa lạnh có độ nhớt cao làm giảm hiệu suất li tâm, đặc biệt đối với các cầu mỡ có kích thước nhỏ.

Sữa được đun tới 40 - 45°C có độ nhớt nhỏ hơn hai lần so với độ nhớt cũng của sữa đó ở 10°C.

e) Hàm lượng chất béo của sữa

Chất lượng sữa gầy phụ thuộc vào hàm lượng chất béo của sữa.

Sữa nguyên liệu thường có hàm lượng chất béo 4%. Khi sữa có hàm lượng chất béo cao hơn, cần gia nhiệt tới 40 - 45°C và giảm tốc độ cho sữa vào để đảm bảo li tâm đạt kết quả tốt.

3.5.2.3. Xác định hiệu quả li tâm

Hiệu quả li tâm được đánh giá qua hàm lượng chất béo còn trong sữa gầy. Li tâm có hiệu quả tốt khi trong sữa gầy lượng chất béo còn ít hơn hoặc bằng 0,05%.

3.6. ĐỒNG HÓA SỮA

3.6.1. Mục đích của đồng hóa

Mục đích của đồng hóa là làm giảm kích thước của các cầu mỡ, làm cho chúng phân bố đều chất béo trong sữa, làm cho sữa được đồng nhất.

Đồng hóa có thể làm tăng độ nhớt của sữa lên chút ít nhưng làm giảm được đáng kể quá trình oxi hóa, làm tăng chất lượng của sữa và các sản phẩm sữa (tăng mức độ phân tán cream, phân bố lại giữa pha chất béo và plasma, thay đổi thành phần và tính chất của protein).

Trong sản xuất các loại sản phẩm sữa chua, đồng hóa tạo điều kiện thu được quện sữa đồng nhất và bền.

Các sản phẩm sữa qua đồng hóa được cơ thể hấp thu dễ dàng.

Tốc độ nổi của các cầu mỡ:

$$v = \frac{2}{9} \frac{r^2 (p_p - p)}{\mu} g$$

trong đó: v - tốc độ nổi của cầu mỡ, m/s;
 r - bán kính cầu mỡ, m;
 p_p - tỷ trọng của cầu mỡ, kg/m^3 ;
 p - tỷ trọng của sữa, kg/m^3 ;
 g - gia tốc trọng trường, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$;
 μ - độ nhớt, kg/ms .

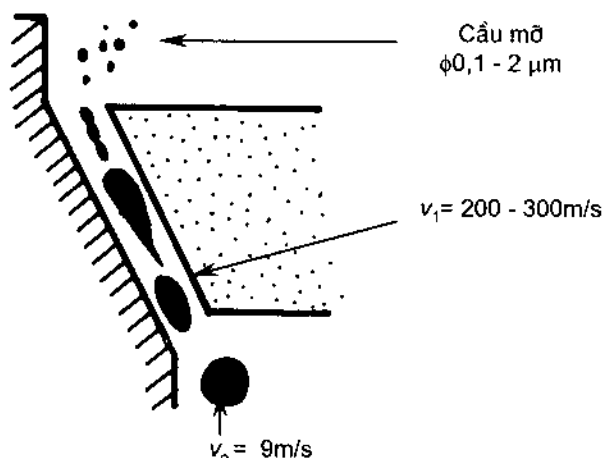
Từ công thức này ta dễ dàng nhận thấy tốc độ nổi của cầu mỡ tỷ lệ thuận với bình phương bán kính cầu mỡ. Trong sữa đã đồng hóa, kích thước của các cầu mỡ giảm, do đó giảm sự nổi lên của các cầu mỡ.

Ngoài việc nâng cao mức độ phân tán của mỡ sữa, đồng hóa làm phân bố lại giữa pha chất béo và plasma sữa, cũng như làm thay đổi thành phần và tính chất của protein.

3.6.2. Nguyên tắc của đồng hóa

Người ta dùng thiết bị đồng hóa để đồng hóa sữa.

Máy đồng hóa là một bơm pitông ba cấp. Trên ống tăng áp người ta đặt van đồng hóa. Van này ép sát bằng lò xo vào lỗ có đường kính 5 - 10mm gọi là đế van.



Hình 3.7. Sơ đồ nguyên tắc đồng hóa

Theo Barabanovxki, các cầu mỡ bị phân chia nhỏ là kết quả của sự thay đổi đột ngột tốc độ của sữa khi qua khe van. Tốc độ chuyển động của sữa trong buồng tăng áp $v_0 = 9 \text{ m/s}$. Do kết quả của sự thay đổi đột ngột tiết diện dòng sữa khi đi từ buồng tăng áp vào khe van rất nhỏ, tốc độ sữa sẽ tăng đáng kể. Trong khe van, sữa có tốc độ $v_1 = 200 - 300 \text{ m/s}$ (hình 3.6).

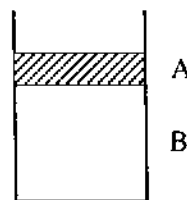
Khi cầu mỡ chuyển từ vùng có tốc độ thấp v_0 vào vùng có tốc độ cao, phần phía trước của cầu mỡ đi vào khe van với tốc độ v_1 bị kéo căng và từng phần của nó bị đứt khỏi cầu mỡ. Tốc độ v_1 càng lớn (phụ thuộc vào áp suất) thì cầu mỡ bị kéo càng mạnh gần như thành sợi chỉ và khi đó thu được các cầu mỡ có kích thước nhỏ hơn.

Mức độ phân chia các cầu mỡ phụ thuộc vào áp suất. Nên đồng hóa sữa ở nhiệt độ $60 - 85^\circ\text{C}$.

3.6.3. Phương pháp xác định hiệu quả đồng hóa

Hiệu quả đồng hóa (I) được xác định bằng phương pháp sau đây:

Lấy 1000ml sữa vào cốc hoặc ống đong có chia vạch. Giữ ở nhiệt độ $4 - 6^\circ\text{C}$ trong 48 h. Sau đó lấy ra 100ml (1/10 thể tích) sữa vào một cốc khác. Xác định hàm lượng chất béo của lớp sữa này (M_1).



Phần sữa còn lại trong cốc được trộn đều và đưa đi xác định hàm lượng chất béo (M_2). Tính hiệu quả đồng hoá theo công thức:

$$I = \frac{(M_1 - M_2)}{M_1} \times 100$$

Giá trị này nằm trong khoảng từ 1 - 10 là tốt. Trong ví dụ trên, với $M_1 = 3,15$; $M_2 = 2,9$. Vậy ta có:

$$I = \frac{(3,15 - 2,9)}{3,15} \cdot 100 = 7,9$$

Chương 4

MỘT SỐ YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG TỚI THÀNH PHẦN VÀ CHẤT LƯỢNG CỦA SỮA

4.1. THỨC ĂN

Kết quả nghiên cứu cũng như thực tế đã chứng minh rằng, giá trị dinh dưỡng các thành phần thức ăn của bò sữa ảnh hưởng trực tiếp tới sự tạo thành sữa cũng như các thành phần của sữa.

Thức ăn sử dụng cho bò sữa ảnh hưởng trực tiếp tới sự tạo thành sữa cũng như chất lượng của sữa. Các loại thức ăn chủ yếu dùng cho bò sữa như sau.

4.1.1. Thức ăn thô

Nguồn thức ăn thô xanh chủ yếu là cỏ. Thức ăn thô khô chủ yếu là rơm. Vì là loài động vật ăn cỏ nên không có loại thức ăn nào khác có thể thay thế hoàn toàn được cho cỏ. Một bò cái vắt sữa nặng 400 kg cần ăn 20 - 30 kg cỏ tươi và 2 - 3 kg rơm. Với khẩu phần cơ bản này, bò cái có thể sản xuất 5 kg sữa/ngày. Khi giảm lượng thức ăn thô mà chủ yếu là xenluloza thì hàm lượng chất béo trong sữa giảm đi. Thức ăn giàu glucit như củ cải đường với mức 15 - 30 kg/ngày kích thích sự tăng sản lượng sữa và hàm lượng chất béo trong sữa.

Các loại củ quả như bầu bí, khoai tây bí, khoai lang... đều có thể dùng làm thức ăn cho bò. Thức ăn củ quả giàu vitamin, nhiều bột đường rất tốt cho bò.

4.1.2. Thức ăn tinh

Vì thức ăn thô không đủ cung cấp đầy đủ chất dinh dưỡng cho bò sữa nên cần bổ sung thức ăn tinh. Tùy theo loại thức ăn tinh mà tính toán khẩu

phần cho phù hợp, sao cho từ kilogam sữa thứ sáu, mỗi kilogam sữa tăng thêm cho ăn thêm 0,5kg thức ăn hỗn hợp dành riêng cho bò sữa.

Khi tăng hàm lượng protein trong khẩu phần thì trong sữa, hàm lượng protein cũng tăng. Tương tự như thế, thức ăn giàu canxi, phospho thì hàm lượng của chúng trong sữa cũng tăng.

Có thể sử dụng cho bò ăn các loại phụ phẩm như bã bia, bã đậu tương, bã sắn, vỏ dừa, mật rỉ. Có thể thay thế 1 kg thức ăn tinh bằng 4,5 kg bã bia hoặc 6 kg bã sắn hoặc 7 kg bã đậu nành. Đối với mật rỉ, có thể cho bò ăn 1 - 2 kg/ngày.

4.1.3. Các chế phẩm sinh học

Việc áp dụng các thành tựu sinh học vào chăn nuôi bò sữa đã đem lại kết quả khả quan. Các chế phẩm nói chung đều giúp bò tiêu hóa tốt, tăng sản lượng sữa và chất lượng của sữa.

BST (Bovin Somatotropine) có tác dụng tăng tiết sữa do đó mà làm tăng 15 - 20% sản lượng sữa. Chế phẩm này tiêm vào bò ở thời điểm 60 - 80 ngày sau khi sinh.

Người ta còn chứng minh được khi bổ sung một số loại nấm men vào thức ăn cho bò, giúp bò tăng sản lượng sữa. Các loại nấm men này có nhiều trong các loại bã men bánh mì, bã rượu, bã bia.

Chế phẩm enzym Feedadd NC 3 có bổ sung vitamin B, D có tác dụng tăng sự hấp thu thức ăn, tăng năng suất sữa, ngăn ngừa cho bò cái các bệnh do thiếu canxi và vitamin B.

Khẩu phần thức ăn cho bò sữa được xây dựng dựa theo năng suất sữa, khối lượng bò cái và giai đoạn cho sữa hay cạn sữa.

Thức ăn không chỉ ảnh hưởng tới số lượng mà cả tới chất lượng thành phần chất béo. Ví dụ, ngũ cốc, bã đậu tương, tinh bột làm giảm chỉ số iot của cream (do giảm axit béo không no); cỏ, hạt hướng dương lại làm tăng hàm lượng axit béo không no.

4.2. CHU KỲ VẮT SỮA

Từ khi bò đẻ, bắt đầu chu kỳ vắt sữa và trung bình kéo dài khoảng 300 ngày. Thành phần và sản lượng sữa thay đổi theo từng thời kỳ vắt sữa.

Các giai đoạn vắt sữa:

- Giai đoạn từ sau khi đẻ đến tuần thứ 10 là giai đoạn bò cho sữa cao nhất.
- Giai đoạn từ tuần thứ 11 đến tháng thứ 6 là giai đoạn cho sữa giảm dần.
- Giai đoạn từ tháng thứ 7 đến tháng thứ 10 là cuối kỳ sữa. Giai đoạn này sản lượng sữa giảm mạnh.
- Giai đoạn khô sữa (cạn sữa) là khoảng 2 tháng trước khi bò đẻ.

Sữa đầu có màu vàng tối, dễ bị đông tụ khi gia nhiệt do chứa nhiều albumin, globulin. Hàm lượng muối khoáng cao, lactoza thấp.

Trong sữa đầu còn chứa nhiều chất miễn dịch và các licoxit có tác dụng bảo vệ cơ thể bê con. Lượng vitamin trong sữa đầu cũng cao hơn. Như vậy sữa đầu có chức năng sinh hóa và dinh dưỡng đặc biệt đối với bê con. Trong công nghiệp chế biến người ta không dùng sữa đầu.

Thành phần sữa đầu sẽ ổn định sau 6 - 10 ngày kể từ lúc bò đẻ.

Bảng 4.1 là sự thay đổi thành phần hóa học và một số tính chất của sữa đầu. Nhìn vào bảng ta nhận thấy thành phần sữa đầu thay đổi rất nhanh: lượng lactalbumin và lactoglobulin giảm một cách đáng kể, lượng chất béo và muối khoáng giảm còn lượng lactoza lại tăng.

Trong các thời kỳ vắt sữa tiếp theo, sự thay đổi thành phần hóa học không đáng kể nếu các yếu tố khác như thức ăn, điều kiện sống không có biến đổi đặc biệt.

Bảng 4.1. Sự thay đổi thành phần của sữa trong chu kỳ vắt sữa

Sau khi bò đẻ, (ngày)	Protein tổng số, %	Casein, %	Lactal- bumin, lacto- globulin, %	Hợp chất nitơ khác, %	Lac- toza, %	Chất béo, %	Tro, %	Độ axit, °T	Tỷ trọng ở 20°C	CaO, %
1	14,9	5,1	8,3	4,4	4,00	6,25	1,01	53,3	1,0397	0,28
2	9,9	4,1	4,7	1,14	4,29	5,68	0,95	44,5	1,0387	0,23
3	6,6	3,4	2,3	1,06	4,51	5,48	0,82	41,6	1,0394	0,21
4	5,8	3,4	1,7	0,94	4,75	5,16	0,86	36,9	1,0360	0,22
5	4,9	3,1	0,8	0,86	4,67	4,91	0,82	32,0	1,0379	0,20
10	4,5	3,2	0,6	0,80	4,80	4,66	0,80	27,8	1,0335	0,20
15	4,1	2,9	0,5	0,66	4,74	4,77	0,76	25,0	1,0324	0,21
20	4,0	2,9	0,5	0,62	4,73	4,24	0,70	22,4	1,0322	0,18
25	3,7	2,8	0,4	0,56	4,41	4,47	0,76	21,3	1,0304	0,20
30	3,5	2,4	0,4	0,51	4,62	3,87	0,77	19,4	1,0298	0,22

4.3. GIỐNG

Ở những mức độ khác nhau, giống có ảnh hưởng tới thành phần và sản lượng sữa. Kích thước và số lượng các cầu mỡ, khả năng đông tụ của casein bằng renin cũng không hoàn toàn giống nhau.

Sản lượng sữa bình quân của bò sữa nước ta hiện nay được tóm tắt trong bảng 4.2.

Bảng 4.2. Sản lượng sữa trung bình của bò HF thuần chủng và bò lai HF

Năm	Tổng số bò sữa trong nước, con	Trong đó bò lai HF, con	Sản lượng sữa (kg/con/chu kỳ)	Trong đó bò Holstein Friesia, con	Sản lượng sữa bò HF (kg/con/chu kỳ)
1990	11.000	9.000	2.100	2.000	2.800
1991	12.100	9.300	2.200	1.800	3.000
1992	13.100	11.500	2.200	1.600	3.200
1993	15.100	13.600	2.250	1.500	3.200
1994	16.500	15.000	2.300	1.500	3.300
1995	18.700	17.200	2.330	1.500	3.300
1996	22.000	20.500	2.500	1.500	3.400
1997	24.500	23.050	2.700	1.450	3.500
1998	27.000	25.650	2.800	1.450	3.600
1999	29.500	27.800	3.000	1.700	3.700
2000	35.000	33.000	3.300	1.750	3.850
Ước 12/2001	38.000-40.000	36.000-38.000	3.600	2.000	4.100

Về cơ cấu giống hiện nay chủ yếu là bò Hostein Friensia (HF) : chiếm tới 95% tổng số đàn bò sữa. Còn lại chỉ khoảng 5% là giống bò HF thuần chủng. Trong 5 năm (1995 – 2000) năng suất sữa bình quân tăng từ 2330 kg/chu kỳ lên 3300 kg/chu kỳ. Bò thuần chủng HF có năng suất trung bình tăng từ 3300 kg/chu kỳ lên 4100 kg/chu kỳ. Riêng sản lượng sữa trung bình ở thành phố Hồ Chí Minh hiện nay là 3720 kg/chu kỳ, một số ít có thể đạt

4500 – 5000 kg/chu kỳ. Cá biệt có những con bò lai đạt mức kỷ lục 6000 – 7000 kg/chu kỳ.

4.4. TÌNH TRẠNG SỨC KHỎE

Khi bò bị đau ốm, thành phần và sản lượng sữa biến đổi một cách rõ rệt. Đặc biệt là các bệnh đường ruột, sản lượng sữa giảm hẳn, thậm chí ngừng hẳn.

Bò bị bệnh lao thì lượng lactoza giảm đáng kể thậm chí có thể mất hoàn toàn, chất béo giảm khoảng 1%, protein tăng 5 – 7% do tăng lượng lactoglobulin và lactalbumin. Vi khuẩn lao tồn tại kéo dài trong sữa, thậm chí sau khi lên men. Ví dụ, trong sữa chua, vi khuẩn lao có thể tồn tại 18 – 21 ngày, trong bơ 3 tuần, trong phomat 1 – 6 tháng.

Bệnh lở mồm long móng ở bò có thể làm cho sữa bị nhiễm virus này. Ở 50°C virus này bị tiêu diệt.

Bệnh than ở bò có thể làm cho sữa bị nhiễm trực khuẩn *Bacillus anthracis*. Sữa này phải bỏ đi.

Bò bị bệnh viêm vú thì hàm lượng chất béo, protein và muối khoáng tăng, lactoza giảm. Ở thể nặng, hàm lượng các thành phần đều giảm trừ protein do tăng lượng lactalbumin và lactoglobulin.

Còn nhiều yếu tố khác nữa ảnh hưởng tới thành phần hóa học. Đó là điều kiện sống, tốc độ phát triển, đặc điểm sinh lý, phương pháp vắt sữa, khí hậu, thời tiết ...

Khi bò bị đau ốm, thành phần và sản lượng sữa bị ảnh hưởng một cách đáng kể. Vì vậy phòng bệnh là rất quan trọng – phòng bệnh hơn chữa bệnh. Trong công tác phòng bệnh cần chú ý vệ sinh ăn uống, vệ sinh thân thể, vệ sinh chuồng trại và đảm bảo vệ sinh khâu vắt sữa. Tiêm phòng đầy đủ đúng định kỳ theo pháp lệnh thú y. Một bò sữa giống tốt sẽ cho năng suất sữa tối đa khi được nuôi dưỡng tốt, khẩu phần dinh dưỡng hợp lý, chuồng trại sạch sẽ.

Phần 2

**CÔNG NGHỆ
CÁC SẢN PHẨM SỮA**

5.1. SỮA TƯƠI THANH TRÙNG

5.1.1. Ý nghĩa

Sản phẩm này được sử dụng rộng rãi bởi lẽ công nghệ chế biến đơn giản, phù hợp với thị hiếu của người tiêu dùng. Ngoài ra sữa thanh trùng còn giữ được mùi vị và giá trị tự nhiên của sữa.

Có thể có nhiều loại sữa tươi thanh trùng. Chủ yếu khác nhau về hàm lượng chất béo. Thông thường trong công nghiệp sản xuất loại sữa 3,2 và 3,6% chất béo. Độ chua của nó không được quá 21^oT.

5.1.2. Quy trình sản xuất sữa tươi thanh trùng

Quy trình như sau:

Nhận sữa → Kiểm tra chất lượng → Làm lạnh bảo quản →
→ Gia nhiệt → Li tâm làm sạch → Tiêu chuẩn hóa →
→ Đồng hóa → Thanh trùng → Làm lạnh →
→ Rót (chai, túi) → Bảo quản

Các công đoạn nhận sữa, đánh giá chất lượng, làm lạnh và bảo quản lạnh giống như phần sữa nguyên liệu đã trình bày ở chương 3.

Về nguyên tắc, chỉ sử dụng sữa loại 1 để đảm bảo chất lượng cao của sữa thanh trùng.

Li tâm làm sạch

Sữa được gia nhiệt đến 40^oC rồi qua thiết bị li tâm làm sạch để loại bỏ các tạp chất cơ học, tế bào...

Tiêu chuẩn hóa

Trong phạm vi ở đây, khi nói đến tiêu chuẩn hóa sữa người ta chỉ đề cập tới một chỉ tiêu, đó là chất béo. Cần điều chỉnh sao cho thành phẩm có hàm lượng chất béo như đã định sẵn (ví dụ 3,2%; 3,6% v.v.).

Khi tiêu chuẩn hóa sữa, người ta có thể cho thêm cream (nếu sữa nguyên liệu có hàm lượng chất béo thấp hơn sữa thành phẩm ($M_S < M_{STT}$) hoặc dùng sữa gầy (sữa đã tách chất béo) để giảm hàm lượng chất béo trong sữa thành phẩm ($M_S > M_{STT}$).

Có thể tiến hành tiêu chuẩn hóa sữa bằng hai phương pháp: bằng máy li tâm tiêu chuẩn hoá tự động hoặc bằng phối trộn. Tốt nhất là dùng máy li tâm - điều chỉnh tự động làm đồng thời hai nhiệm vụ: li tâm làm sạch và tiêu chuẩn hóa chất béo của sữa.

Người ta dùng bơm đưa vào ngăn hoàn nhiệt của máy thanh trùng kiểu tấm bản. Sữa được đun nóng đến 40 - 45°C rồi chuyển sang máy li tâm làm sạch, li tâm tiêu chuẩn hoá. Sau khi sữa được điều chỉnh tới hàm lượng chất béo cần thiết, nó được đưa về lại thiết bị thanh trùng để thanh trùng và làm lạnh.

Trong trường hợp không có máy li tâm điều chỉnh tự động như thế, người ta dùng máy li tâm tách chất béo. Sữa nguyên liệu, sau khi được đun nóng ở ngăn hoàn nhiệt của máy thanh trùng một phần lớn sẽ đi vào máy làm sạch sữa, phần còn lại đi vào máy li tâm tách chất béo.

Khi hàm lượng chất béo của sữa thanh trùng thấp hơn hàm lượng của sữa nguyên liệu, ta cần tách bớt một lượng cream.

$$G_C = \frac{G_S(M_S - M_{TC})}{M_C - M_{TC}}$$

G_C - lượng cream tách được khi li tâm, kg;

G_S - lượng sữa cần đem li tâm, kg;

M_S, M_{TC}, M_C - hàm lượng chất béo của sữa nguyên liệu, của sữa tiêu chuẩn và của cream, %.

Ở những cơ sở sản xuất nhỏ, việc tiêu chuẩn hóa tiến hành theo phương pháp phối trộn. Khi đó với một lượng sữa nguyên liệu xác định, người ta pha thêm sữa đã tách chất béo hoặc cream cần dùng xác định theo công thức sau :

$$G_0 = \frac{G_s(M_s - M_{TC})}{M_{TC} - M_0}$$

$$G_C = \frac{G_s(M_{TC} - M_s)}{M_C - M_{TC}}$$

G_0, G_C - lượng sữa gầy hoặc cream dùng để tiêu chuẩn hóa, kg; .

M_0 - hàm lượng chất béo của sữa gầy, %.

Thanh trùng

Thanh trùng là khâu rất quan trọng, quyết định chất lượng và thời gian bảo quản sản phẩm. Chế độ thanh trùng thường được sử dụng là 72-75⁰C trong vài giây.

Tuy nhiên, mỗi nhà máy tự lựa chọn cho mình một chế độ thích hợp căn cứ vào chất lượng sữa tươi nguyên liệu, điều kiện sản xuất..., miễn sao chế độ thanh trùng đó đảm bảo tiêu diệt các vi khuẩn gây bệnh và không ảnh hưởng tới chất lượng của sữa.

Đồng hóa

Mục đích và nguyên tắc của đồng hóa đã được trình bày ở chương sữa nguyên liệu. Vấn đề cần chú ý ở đây là sự lựa chọn giữa phương án đồng hóa một phần, đồng hóa toàn bộ hay hoàn toàn không đồng hóa sữa. Điều này phụ thuộc vào thị hiếu tiêu dùng của mỗi nước, vào điều kiện cụ thể của từng nhà máy, kể cả về phương diện kinh tế.

Rót sản phẩm

Trước khi rót, sữa phải được kiểm tra các tiêu chuẩn lý hóa, tiêu chuẩn cảm quan. Có thể dùng các loại bao bì khác nhau : chai thủy tinh, chai nhựa, hộp giấy, túi polyetylen, bi đông, xitec v.v. để đựng sữa.

Việc rót sữa vào chai tiến hành trong các thiết bị chuyên dùng, có thể là dây chuyền tự động công suất lớn bao gồm nhiều máy.

Dây chuyền tự động rót sữa vào chai công suất 1.200 chai/h làm việc theo nguyên tắc sau : chai đựng trong các sọt được đưa lên băng tải và máy tự động nhấc các chai ra khỏi sọt đưa tới máy rửa chai. Chai sau khi được rửa sạch và qua sát trùng mới được đưa đến máy rót chai. Trên đường đi (băng tải) người ta kiểm tra độ sạch và loại trừ các chai nứt mẻ.

Máy rót và đóng nắp gồm hai bộ phận liên quan tới nhau : bộ phận rót và bộ phận đóng nắp. Đầu tiên chai được đưa đến máy rót làm việc theo cơ cấu rót chân không đến gần quy định. Theo cơ cấu này loại trừ được trường hợp rót sữa vào chai nứt mẻ. Đó là vì sữa chảy vào chai khi áp suất trong chai và trong thùng chứa sữa của máy rót chai bằng nhau. Trong các chai nứt mẻ, chân không không thể có được và do đó sữa sẽ không rót vào những chai này.

Chai đã rót sữa được chuyển qua máy ghép nắp. Máy tự đặt lên mỗi chai một miếng giấy nhôm và sau đó dập kín miệng chai. Trên nắp có đóng dấu tên sản phẩm, ngày sản xuất, thể tích, tên nhà máy v.v.

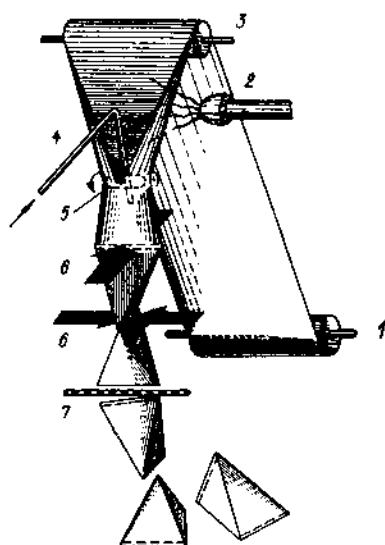
Trong thời gian trên, các giỏ đựng chai cũng được đem đi rửa, sấy rồi sau đó chuyển tới nơi đựng sản phẩm.

Người ta còn dùng phổ biến máy rót sữa vào bao giấy АП1-H (hình 5.1) và АП2-H. Nguyên liệu làm bao bì là một loại giấy đặc biệt mặt ngoài có tráng một lớp paraffin mỏng, mặt trong màng polyetylen không thấm nước và không khí.

Máy АП1-H và АП2-H có công suất 3.600 gói/h dung tích 0,5 lít và 4.500 gói/h dung tích 0,25 lít. Trong thiết bị có rulo giữ, từ đó băng giấy đi qua con lăn 3. Trên đường đi, giấy được tiết trùng bằng một loại đèn đặc biệt 2. Sau đó băng giấy qua bộ phận tạo thành ống giấy và hàn một đường theo chiều dọc. Que hàn điện có nhiệt độ 200°C đã làm chảy màng polyetylen ở hai mép giấy và dán chúng lại với nhau.

Sữa theo ống dẫn 4 đi vào bộ phận tạo thành ống giấy. Nếu ống giấy không có hoặc không kín thì bộ phận điều chỉnh tự động sẽ ngắt không cho

sữa vào. Ống giấy có dây sữa bên trong tiếp tục chuyển qua bộ phận 6 để tạo thành đường dán ngang. Hai đôi kẹp sau một khoảng thời gian nhất định cặp chặt ống giấy theo hướng vuông góc tạo thành một dây dài liên tục các bao sữa. Đường dán vuông góc được tạo thành nhờ tác dụng của que hàn đặt trong các kẹp. Tiếp đó dùng dao 7 cắt rời từng bao. Theo băng tải, các bao sữa đi đến bộ phận xếp tự động vào các giỏ sắt.



Hình 5.1 Sơ đồ đóng gói vô trùng trong thiết bị rót AIII-H

1- cuộn giấy ; 2- đèn khử trùng; 3- con lăn;
4- ống dẫn sữa; 5- thiết bị tạo thành ống giấy; 6- thiết bị hàn; 7- dao cắt

Bảo quản

Với sữa nguyên liệu chất lượng cao, điều kiện sản xuất đảm bảo, sữa thanh trùng có thể bảo quản được 8 -10 ngày ở 4 - 6°C.

5.2. SỮA TƯƠI TIỆT TRÙNG

5.2.1. Khái niệm

Sữa tươi tiệt trùng được xử lý ở nhiệt độ cao đảm bảo tiêu diệt hết vi sinh vật và enzym, kể cả loại chịu nhiệt. Thời hạn bảo quản và sử dụng sữa ở

nhệt độ thường kéo dài tới vài tháng. Vì vậy sữa tiệt trùng được sử dụng rất rộng rãi do những ưu điểm vượt trội so với sữa thanh trùng.

Các phương pháp tiệt trùng sữa

Người ta thường sử dụng hai phương pháp tiệt trùng sữa:

1- Tiệt trùng sữa trong bao bì (in container sterilisation)

Bao bì dùng cho loại sữa tươi tiệt trùng này thường là chai thủy tinh. Ta qui ước gọi đây là phương pháp tiệt trùng sữa trong chai.

Sữa được tiệt trùng ở khoảng 120°C trong 20 phút.

2- Tiệt trùng sữa ở nhiệt độ siêu cao (ultra-high temperature, ký hiệu là sữa UHT). Sữa được xử lý ở nhiệt độ 135 - 150°C trong vài giây, sau đó làm nguội, rót vô trùng vào bao bì giấy có khả năng chống ánh sáng và không khí lọt qua.

Cả hai phương pháp đều cho hiệu quả tiệt trùng như nhau nhưng về mặt cảm quan thì có sự khác biệt rõ rệt.

Chất lượng của sữa tiệt trùng phụ thuộc vào độ bền đối với nhiệt và độ sạch của sữa nguyên liệu.

Độ bền của sữa đối với nhiệt có thể xác định bằng một số phương pháp:

Khi cho vào 10ml sữa từ 0,5ml trở lên HCl 0,1N mà sữa không bị đông tụ.

- Khi cho vào 10ml sữa từ 0,5ml trở lên dung dịch CaCl_2 nồng độ 1% mà sữa không bị đông tụ.
- Khi cho rượu etylic 75% vào sữa với tỷ lệ 1:1 mà sữa không bị đông tụ.
- Khi đun sữa ở 130°C trong 20 phút mà sữa không bị đông tụ.
- Sữa qua tiệt trùng phải là sữa có chất lượng cao, độ chua không quá 18°T, độ sạch không dưới nhóm II và phải có khả năng chịu nhiệt để dưới tác dụng của nhiệt độ cao không xảy ra quá trình đông tụ protein (chủ yếu là casein).

Người ta có thể dùng một số chất ổn định để tăng độ bền với nhiệt của sữa như natri xitrat và dinatri phosphat.

5.2.2. Quy trình sản xuất sữa tiệt trùng

5.2.2.1. Tiệt trùng sữa sau khi rót chai

Nhận sữa → Đánh giá chất lượng → Làm sạch →
→ Tiêu chuẩn hóa → Gia nhiệt → Đồng hóa → Rót chai →
→ Tiệt trùng → Làm lạnh → Kiểm tra chất lượng →
→ Bảo quản

Theo quy trình này sữa sau khi được làm sạch và tiêu chuẩn hóa sẽ qua gia nhiệt ở 70 - 75°C rồi chuyển sang đồng hóa ở 260 bar. Sau đó sữa được đưa đi rót chai và tiệt trùng, thường ở 115 - 120°C (15 - 20 phút).

Sữa tiệt trùng này thường có màu sẫm, mùi nâu và mùi caramen rõ rệt cung như sự tổn thất các vitamin là không tránh khỏi, vitamin B₂ và vitamin C bị phá huỷ hoàn toàn.

Người ta rót sữa vào các chai thủy tinh miệng nhỏ, dung tích 1,0; 0,5; 0,25 lít. Trước khi rót, chai phải được rửa sạch, qua sát trùng. Việc rót tiến hành trên máy rót chân không (trong thời gian tiệt trùng, thể tích của sữa có thể tăng lên vì thế không nên rót đầy, phải để chừa khoảng 4 - 8cm từ miệng chai trở xuống). Thiết bị có bộ phận đóng nút tự động. Nút chai có miếng đệm và miếng lót bằng nhôm lá. Với cách đóng chai như vậy cho phép không khí và hơi nước có thể từ chai thoát ra ngoài do thể tích sữa tăng lên lúc tiệt trùng. Trong quá trình làm lạnh, hơi nước trong chai ngưng tụ, thể tích sữa giảm xuống, kết quả tạo thành chân không. Khi đó nút chai cùng đệm và miếng lót bằng nhôm khép chặt vào miệng chai, đảm bảo độ kín.

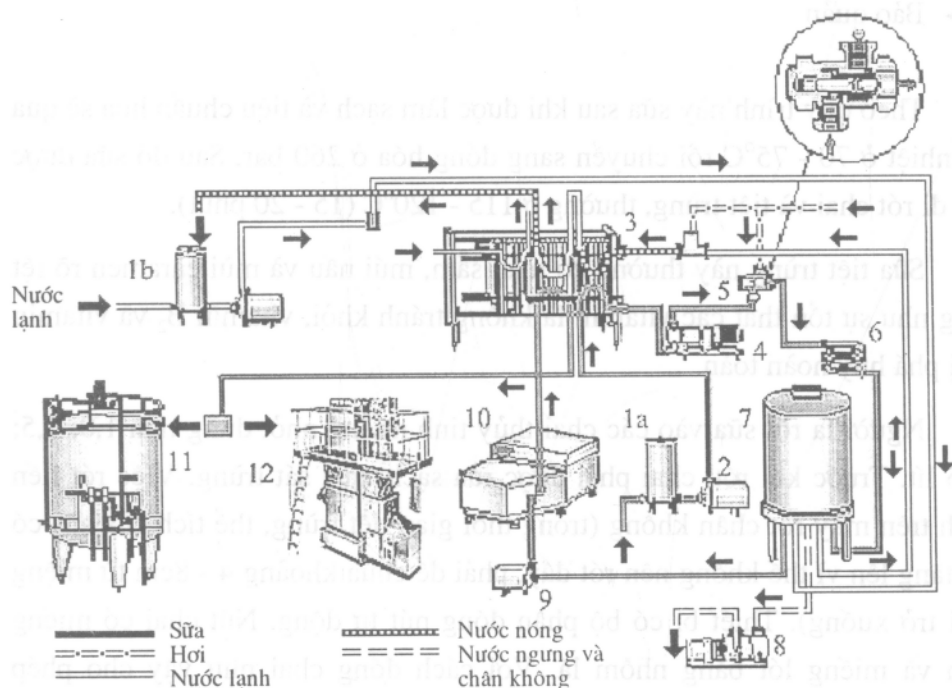
Theo băng tải, những chai sữa này đi vào thiết bị tiệt trùng, làm việc

liên tục kiểu bốn tháp đứng (nhãn hiệu Stork, năng suất 6.000 lít/h). Trong tháp thứ nhất, sữa được đun bằng nước nóng tới 100°C , tháp thứ hai - bằng hơi tới 120°C trong 18 - 20 phút, tháp thứ ba - sữa được làm nguội bằng nước lạnh đến $90 - 95^{\circ}\text{C}$, tháp thứ tư - bằng nước lạnh tới $45 - 55^{\circ}\text{C}$. Chế độ tiết trùng đối với từng loại (1 lít, 0,5 lít, 0,25 lít) được điều chỉnh bằng cách điều chỉnh tốc độ chuyển động của băng tải.

Sau khi ra khỏi tháp tiết trùng, các chai sữa được chuyển tới kho lạnh để làm nguội đến 20°C .

5.2.2.2. Tiết trùng sữa ở nhiệt độ siêu cao UHT

a) Tiết trùng trực tiếp



Hình 5.2. Sơ đồ quá trình tiết trùng trực tiếp bằng hơi kết hợp với thiết bị trao đổi nhiệt dạng tấm bản:

- 1a- thùng cân bằng (sữa); 1b- thùng cân bằng nước; 2- bơm đẩy; 3- thiết bị trao đổi nhiệt dạng tấm bản; 4- bơm; 5- injector; 6- ống lưu nhiệt; 7- thiết bị bốc hơi chân không; 8- bơm chân không; 9- bơm li tâm; 10- thiết bị đồng hóa vô trùng; 11- thùng tạm chứa (vô trùng); 12- thiết bị rót vô trùng

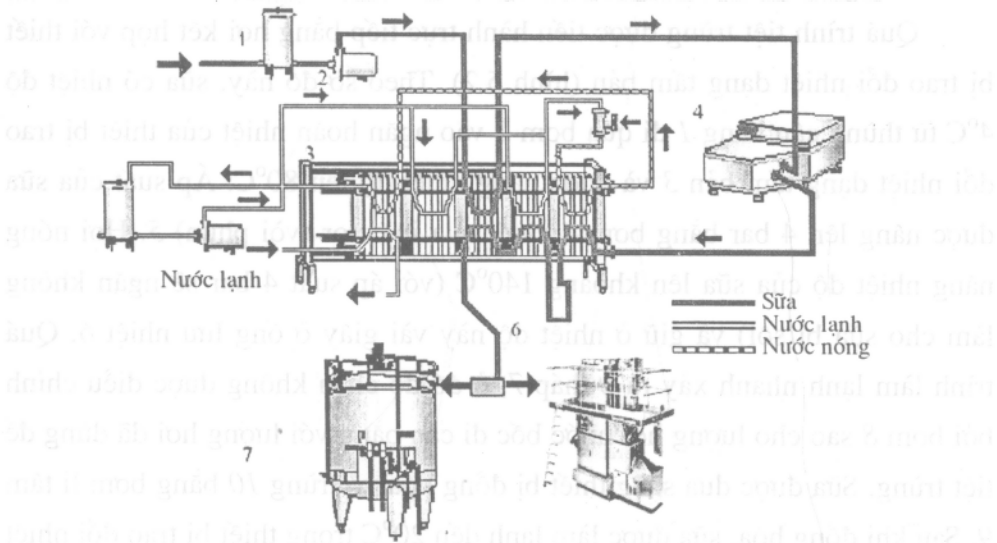
Quá trình tiệt trùng được tiến hành trực tiếp bằng hơi kết hợp với thiết bị trao đổi nhiệt dạng tấm bản (hình 5.2). Theo sơ đồ này, sữa có nhiệt độ 4°C từ thùng cân bằng 1 đi qua bơm 2 vào ngăn hoàn nhiệt của thiết bị trao đổi nhiệt dạng tấm bản 3 và được nâng nhiệt độ lên 80°C . Áp suất của sữa được nâng lên 4 bar bằng bơm 4 và đi qua injector (vòi phun) 5. Hơi nóng nâng nhiệt độ của sữa lên khoảng 140°C (với áp suất 4 bar sẽ ngăn không làm cho sữa bị sôi) và giữ ở nhiệt độ này vài giây ở ống lưu nhiệt 6. Quá trình làm lạnh nhanh xảy ra ở tháp 7, ở đó độ chân không được điều chỉnh bởi bơm 8 sao cho lượng hơi nước bốc đi cân bằng với lượng hơi đã dùng để tiệt trùng. Sữa được đưa sang thiết bị đồng hóa vô trùng 10 bằng bơm li tâm 9. Sau khi đồng hóa, sữa được làm lạnh đến 20°C trong thiết bị trao đổi nhiệt 3 và đưa đến máy rót vô trùng hoặc đến thùng tạm chứa trung gian 11 chờ rót.

Nước lạnh dùng cho ngưng tụ chuyển từ thùng cân bằng 1b, sau khi ra khỏi tháp bốc hơi 7 được dùng như tác nhân gia nhiệt sau khi ra khỏi injector.

b) Tiệt trùng gián tiếp

Hệ thống tiệt trùng (UHT) gián tiếp sử dụng thiết bị trao đổi nhiệt dạng tấm bản được mô tả ở hình 5.3.

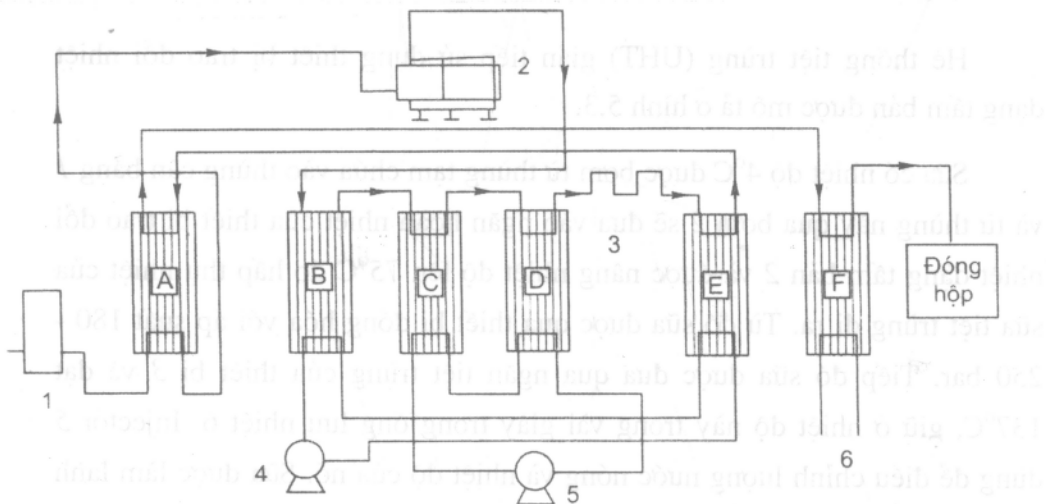
Sữa có nhiệt độ 4°C được bơm từ thùng tạm chứa vào thùng cân bằng 1 và từ thùng này qua bơm 2 sẽ đưa vào ngăn hoàn nhiệt của thiết bị trao đổi nhiệt dạng tấm bản 2 và được nâng nhiệt độ lên 75°C do hấp thụ nhiệt của sữa tiệt trùng đi ra. Từ đó sữa được qua thiết bị đồng hóa với áp suất 180 - 250 bar. Tiếp đó sữa được đưa qua ngăn tiệt trùng của thiết bị 3 và đạt 137°C , giữ ở nhiệt độ này trong vài giây trong ống lưu nhiệt 6. Injector 5 dùng để điều chỉnh lượng nước nóng và nhiệt độ của nó. Sữa được làm lạnh bằng cách trao đổi nhiệt với nước và với sữa lạnh đi vào. Kết quả làm giảm nhiệt độ sữa tiệt trùng xuống 20°C . Cuối cùng sữa được đưa đến bồn chờ rót vô trùng.



Hình 5.3. Sơ đồ hệ thống tiệt trùng UHT gián tiếp sữa tươi bằng cách đun nóng trong thiết bị trao đổi nhiệt dạng tấm bản:

- 1- thùng cân bằng; 2- bơm đẩy; 3- thiết bị trao đổi nhiệt dạng tấm bản;
4- thiết bị đồng hóa; 5- injector; 6- thiết bị lưu nhiệt;
7- thùng tạm chứa (vô trùng); 8- thiết bị rót vô trùng.

Nguyên tắc tiệt trùng gián tiếp còn có thể mô phỏng đơn giản qua sơ đồ hình 5.4.



Hình 5.4. Sơ đồ nguyên tắc làm việc của hệ thống tiệt trùng gián tiếp:

- 1- bồn cân bằng; 2- máy đồng hóa; 3- ống lưu nhiệt; 4- bơm li tâm (bơm nước nóng);
5- hơi nước; 6- nước đá; 7- A, B, C, D, E, F- các ngăn trao đổi nhiệt

Sữa trước khi đồng hóa được bơm vào ngăn A của thiết bị trao đổi nhiệt. Tại đây, sữa nguyên liệu (4°C) được làm nóng sơ bộ lên 60°C do trao đổi nhiệt với dòng sữa đã tiệt trùng. Từ ngăn A sữa được đi qua thiết bị đồng hóa. Sau đồng hóa, sữa trở về ngăn B. Tại đây sữa trao đổi nhiệt với dòng nước nóng, nâng nhiệt độ sữa lên nhiệt độ tiệt trùng 85°C . Tiếp theo dịch sữa qua C và D, ở đây sữa được trao đổi nhiệt với dòng hơi nước, nâng nhiệt độ lên 137°C . Ở nhiệt độ này, sữa được dẫn dọc theo đường ống lưu nhiệt trong thời gian 4 s. Sau đó tiếp tục qua ngăn E và cuối cùng qua ngăn A để trao đổi nhiệt với dòng sữa nguyên liệu mới vào. Lúc này sữa đã nguội xuống còn 30°C sau khi đã trao đổi nhiệt với dòng nước lạnh tại ngăn F. Khi đã tiệt trùng và được làm lạnh, sữa sẽ đi vào máy rót hộp.

5.3. SỮA HOÀN NGUYÊN, SỮA PHA LẠI

5.3.1. Khái niệm

Do nhu cầu sử dụng các sản phẩm sữa ngày càng cao mà năng lực sản xuất sữa tươi không phải lúc nào cũng đáp ứng đầy đủ. Vì vậy, việc sử dụng sữa bột nguyên, sữa bột gầy và dầu bơ để sản xuất là giải pháp tích cực.

Có hai khái niệm cần được làm rõ, đó là:

Sữa hoàn nguyên (reconstituted milk) là sữa thu được khi hòa nước với sữa bột gầy hoặc sữa bột nguyên.

Sữa pha lại (recombined milk) là sữa thu được khi hòa nước với sữa bột gầy và bổ sung chất béo sữa sao cho đạt được hàm lượng chất béo mong muốn.

Sữa hoàn nguyên và sữa pha lại có mùi thơm tự nhiên, không có

mùi vị lạ, màu trắng, mịn, đồng nhất. Với công nghệ tiên tiến và thiết bị phù hợp, các sản phẩm sữa này hoàn toàn đáp ứng được nhu cầu của người tiêu dùng cả về mặt chất lượng cũng như chủng loại sản phẩm.

Sữa bột phải được bảo quản ở nơi mát, thông gió, nhiệt độ 1 - 10 °C, độ ẩm không quá 75% nếu sữa không được bao kín và 85% nếu sữa đã đóng gói kín.

5.3.2. Quy trình sản xuất sữa hoàn nguyên

Tóm tắt sơ đồ quy trình sản xuất sữa hoàn nguyên như sau:

Nguyên liệu sữa bột → Kiểm tra chất lượng → Hòa tan → Làm lạnh →
 → Ủ hoàn nguyên → Lọc → Đồng hóa → Xử lý nhiệt →
 → Làm lạnh (làm nguội) → Rót chai (túi) → Bảo quản

Tiêu chuẩn sữa bột:

Sữa bột nguyên chất (hoặc sữa bột gầy) phải có mùi thơm tự nhiên, không có mùi vị lạ, màu sắc đồng nhất, tươi, xốp.

Trước khi sử dụng, người ta phải kiểm tra chất lượng về độ ẩm, chất béo, độ hòa tan của sữa bột. Trên cơ sở này tính được lượng sữa bột cần thiết theo công thức (với giả thiết độ hòa tan 100%) :

$$G_{SB} = \frac{100 \cdot P \cdot M_{shn}}{D_{ht} \cdot M_{SB}}$$

G_{SB} - lượng sữa bột nguyên chất cần để sản xuất 1 tấn sữa hoàn nguyên, kg;

P - định mức nguyên liệu trên 1 tấn sữa hoàn nguyên, kể cả hao hụt, kg;

M_{shn} - hàm lượng chất béo của sữa hoàn nguyên, %;

D_{ht} - độ hòa tan thực tế của sữa bột, %;

M_{SB} - hàm lượng chất béo của sữa bột, %.

Lượng nước cần để hòa tan sữa bột để sản xuất 1 tấn sữa hoàn nguyên (kg) :

$$N = P - G_{SB} \frac{D_{ht}}{100}$$

Những yếu tố chính ảnh hưởng tới quá trình pha sữa bột:

1. Khả năng thấm nước: Khả năng thấm nước của sữa bột phụ thuộc nhiều vào kích thước hạt sữa bột. Khi tăng kích thước hạt sữa bột lên 130 -150 μm sẽ làm tăng khả năng thấm nước. Loại sữa bột có thời gian thấm nước nhỏ hơn 30 s là tốt.

2. Khả năng phân tán: Cấu trúc, kích thước và hình thể phân tử protein của hạt sữa bột là những yếu tố rất quan trọng quyết định khả năng phân tán. Loại sữa bột nào có hàm lượng protein biến tính cao sẽ kém phân tán (kém hòa tan) hơn.

3. Độ hòa tan: Độ hòa tan của sữa bột phụ thuộc vào chế độ công nghệ đã sử dụng để sản xuất ra chúng (xem thêm ở phần sữa bột, chương 6).

Pha sữa và ủ hoàn nguyên:

Người ta đun nước ấm 45 - 50°C để hòa tan sữa bột. Không nên dùng nước lạnh vì nước lạnh làm giảm tốc độ hòa tan. Ngược lại nước nóng quá sẽ làm cho sữa dễ bị vón cục, khó hòa tan.

Hoàn nguyên sữa ở 4 - 6°C trong 6 h với mục đích để sữa trở lại trạng thái ban đầu (protit trương nở, hòa tan triệt để hơn, các muối trở lại

trạng thái cân bằng ...) Khi kết thúc giai đoạn này, cần kiểm tra lại độ khô của sữa. Trong trường hợp cần thiết thì tiến hành tiêu chuẩn hóa.

Từ đây, các công đoạn tiếp theo giống như đối với sữa tươi.

5.3.3. Sữa pha lại

Để sản xuất sữa pha lại, người ta thường sử dụng sữa bột gầy và dầu bơ (butter oil), cream hoặc chất béo sữa nguyên chất (anhydrous milk fat - AMF).

Các nguyên liệu chính:

Sữa bột gầy: Sữa bột gầy được phân loại dựa vào công nghệ đã dùng để sản xuất ra chúng, cụ thể là dựa vào chế độ xử lý nhiệt trước khi cô đặc và sấy. Trong quá trình này, whey protein bị biến tính ở những mức độ khác nhau và mức độ biến tính đó được đánh giá qua chỉ số WPNI (Whey Protein Nitrogen Index).

Chất béo: Người ta có thể dùng cream 40% chất béo, bơ 83% chất béo. Xu hướng phổ biến hiện nay là sử dụng chất béo sữa nguyên chất (AMF) có hàm lượng chất béo gần như tuyệt đối 99,8 - 99,9%. AMF có thể bảo quản ở nhiệt độ 30 - 40°C tới 6 - 12 tháng.

Nước: Nước là một thành phần quan trọng trong sản xuất sữa pha lại. Tiêu chuẩn của nước tương tự như tiêu chuẩn nước uống tinh khiết:

Không chứa vi khuẩn gây bệnh.

Độ cứng: Hàm lượng CaCO_3 phải nhỏ hơn 100 mg/l

Hàm lượng Cu tối đa 0,05mg/l.

Hàm lượng Fe tối đa 0,1mg/l.

Lượng nước cần để hòa tan sữa bột gầy tính theo công thức:

$$N = \frac{G_{\text{sbg}}(O_{\text{sbg}} - O_{\text{spl}})D_{\text{htg}}}{100 \cdot O_{\text{spl}}}$$

N - lượng nước cần dùng để hòa tan, kg;

G_{sbg} - lượng sữa bột gầy, kg;

O_{sbg} - hàm lượng chất khô sữa bột gầy, %;

O_{spl} - hàm lượng chất khô sữa pha lại, %;

D_{htg} - độ hòa tan của sữa bột gầy, %.

Cần chú ý khi pha sữa bột gầy sẽ tạo ra một lượng lớn bọt. Bản thân sữa bột gầy chứa khoảng 40% không khí (theo thể tích) cộng với bọt khí tạo thành do tác động của khuấy trộn. Vì vậy lượng sữa pha chỉ nên lớn hơn hoặc bằng 80% thể tích thùng chứa.

Quy trình sản xuất sữa pha lại chỉ khác với sữa hoàn nguyên ở giai đoạn phối trộn nguyên liệu (thực chất là tiêu chuẩn hoá).

Các bước tiếp theo tương tự như sản phẩm sữa hoàn nguyên.

Trong cả hai trường hợp, sau khi ủ hoàn nguyên và lọc, dịch sữa sẽ qua xử lý nhiệt độ thu được sản phẩm tương ứng: sữa thanh trùng hoặc tiệt trùng.

Xử lý nhiệt:

Người ta có thể:

Thanh trùng sữa ở 72°C trong đó, làm nguội 4 - 6°C và rót.

Tiệt trùng sữa trong chai ở 110°C trong 30 - 45 phút, làm nguội 38 - 54°C.

UHT ở 135 - 145°C trong vài giây, làm nguội xuống 20°C và rót vào thùng.

5.4. CÁC LOẠI SỮA UỐNG KHÁC

Ngoài hai loại sữa uống thanh trùng, tiệt trùng nguyên chất (từ sữa tươi hoặc từ sữa bột), người ta còn sản xuất nhiều loại sản phẩm khác bằng cách bổ sung thêm đường, cà phê, cacao, hương hoa quả, các vitamin, muối khoáng hoặc các hoạt chất sinh học (taurin, axit folic...) nhằm phục vụ cho các nhóm đối tượng tiêu dùng khác nhau. Tên gọi của các sản phẩm khi đó kèm theo tên của chất chính được bổ sung vào như sữa tiệt trùng cacao, sữa tiệt trùng cam, chanh...

Chương 6

CÔNG NGHỆ SẢN XUẤT SỮA HỘP

6.1. KHÁI NIỆM SỮA HỘP

Sữa là sản phẩm có đầy đủ chất dinh dưỡng, có giá trị thực phẩm cao đồng thời cũng là môi trường thuận lợi để vi sinh vật phát triển. Việc sản xuất sữa hộp các loại nhằm bảo quản sữa được lâu hơn và rất thuận tiện cho việc sử dụng.

Theo tính chất của quy trình sản xuất người ta chia sữa hộp thành hai nhóm: sữa cô đặc và sữa bột.

Mỗi loại sữa hộp có một quy trình kỹ thuật riêng. Song cũng có một số công đoạn giống nhau: nhận sữa, lọc, làm sạch, tạm chứa, tiêu chuẩn hóa, thanh trùng, cô đặc.

6.2. CÁC CÔNG ĐOẠN CHUNG CHUẨN BỊ NGUYÊN LIỆU

Để thuận tiện cho việc nghiên cứu, chúng tôi trình bày phần chung, giống nhau trước. Còn đặc điểm riêng sẽ trình bày ở từng phần sản phẩm riêng biệt.

6.2.1. Tiêu chuẩn sữa nguyên liệu

Sữa dùng để chế biến sữa hộp loại có chất lượng cao, lấy từ gia súc khỏe mạnh, độ chua của sữa khi đưa vào chế biến không quá 20°T , hàm lượng chất khô 12%, canxi 125 mg%. Tỷ số giữa hàm lượng chất béo và chất khô không mỡ là 0,41.

Ngoài các yêu cầu về chất lượng như đối với các sản phẩm sữa khác, để sản xuất sữa cô đặc còn cần kiểm tra hai yếu tố:

- Số lượng nha bào và các vi khuẩn chịu nhiệt (bền với nhiệt) trong sữa.
- Độ bền của sữa (protein) đối với nhiệt độ. Sữa không bị vón, đông tụ khi xử lý nhiệt (thanh trùng, cô đặc, tiệt trùng).

Thường sữa được cô đặc ở nhiệt độ 65 - 70°C. Ở nhiệt độ dưới 65°C các nha bào và vi khuẩn chịu nhiệt có điều kiện phát triển, sẽ gây hư hỏng. Do đó, yêu cầu quan trọng trong sản xuất là phải kiểm soát điều kiện vệ sinh hết sức chặt chẽ.

6.2.2. Tiêu chuẩn hóa

Thành phần của sữa hộp được điều chỉnh theo tiêu chuẩn. Mỗi loại sản phẩm chứa một lượng chất khô và nước nhất định.

Để có được tỷ lệ giữa chất béo và chất khô của thành phẩm đúng tiêu chuẩn thì ngay từ khi phối chế, tỷ lệ này phải được đảm bảo.

Trong tính toán kỹ thuật, người ta sử dụng một số chỉ tiêu về hàm lượng chất béo và chất khô không mỡ trong sản phẩm. Bảng 4.1 là một ví dụ:

Bảng 6.1. Một số chỉ tiêu về hàm lượng chất béo và chất khô không mỡ

Loại sữa hộp	Hàm lượng trong sản phẩm, %		Tỷ lệ chất béo chất khô không mỡ
	Chất béo	Chất khô không mỡ	
Sữa cô đặc	10,0	27,0	0,370
Sữa cô đặc có đường	8,8	20,7	0,425
Sữa cô đặc có đường và cacao	7,2	14,1	0,511
Sữa cô đặc có đường và cà phê	7,4	14,0	0,528
Sữa bột	16,5	80,5	0,204

Tiêu chuẩn hóa hàm lượng chất béo bằng cách lấy một lượng cream trộn với sữa để được hỗn hợp sữa có hàm lượng chất béo cần thiết.

Còn có thể tiêu chuẩn hóa hàm lượng chất béo bằng thiết bị li tâm tiêu chuẩn hóa tự động.

Khi biết hàm lượng chất béo của cream, sữa gầy hoặc sữa nguyên có thể tiêu chuẩn hóa bằng cách tính toán, sử dụng phương pháp tam giác hoặc hình chữ nhật.

6.2.3. Thanh trùng

Trong sản xuất sữa hộp, thanh trùng là công đoạn bắt buộc, không thể thiếu được. Cần chọn chế độ thanh trùng sao cho có hiệu quả nhất mà lại ít thay đổi tính chất lý hóa của sữa.

Thanh trùng nhằm tiêu diệt vi trùng và phá hủy các men đồng thời làm thay đổi một cách đáng kể tính chất của protein, các chất khoáng và ảnh hưởng trực tiếp tới trạng thái của sản phẩm.

Dưới ảnh hưởng của nhiệt độ, các cấu tử casein được sắp xếp lại, casein mất tính linh động, một phần bị thủy phân và khi nhiệt độ tăng thì lượng casein β , κ và γ cũng tăng do kết quả của việc kết hợp chúng với whey protein và đồng thời làm thay đổi hàm lượng whey protein.

Nếu tăng nhiệt độ thanh trùng đến 115°C thì hàm lượng globulin miễn dịch trong sữa sẽ giảm xuống còn 38,7 mg% còn hàm lượng α -lactalbumin tăng từ 17 đến 139 mg% do các whey protein kết hợp với các cấu tử khác.

Ở 130°C thì hàm lượng các globulin bị giảm xuống chỉ còn 30,4 mg% và β -lactalbumin còn 54,2 mg%. Khi các whey protein biến tính thì hàm lượng của chúng giảm đi 2 - 3 lần và các whey protein kết hợp với casein. Kích thước của cấu tử casein tăng 10 - 35% khi tăng nhiệt độ thanh trùng.

Khi thanh trùng ở $115 - 130^{\circ}\text{C}$, độ phân tán của casein giảm, các cấu tử whey protein và casein bị phân bố lại, độ nhớt của sữa cô đặc có đường giảm. Bình thường, độ nhớt từ 3 - 5 Pa.s.

Muốn độ nhớt của sữa cô đặc có đường bình thường thì nhiệt độ thanh trùng phải thay đổi theo mùa cho phù hợp.

Mùa hè, protein của sữa có độ bền với nhiệt cao, sự biến tính của các whey protein cũng ít hơn. Do đó, cần thanh trùng ở nhiệt độ không thấp hơn 105°C . Còn mùa đông thì chỉ cần thanh trùng ở 95°C .

Thanh trùng còn nhằm mục đích tạo một nhiệt độ cần thiết để khi đưa vào nồi cô đặc, sữa có thể bốc hơi ngay, tránh sự chênh lệch nhiệt độ cao trong nồi cô chân không.

Bảng 6.2. Ảnh hưởng của nhiệt độ thanh trùng tới kích thước các cấu tử casein và hàm lượng các whey protein

Nhiệt độ thanh trùng, °C	Kích thước cấu tử casein $m.10^{-10}$	Hàm lượng các whey protein trong sữa, %
0	434,57	0,706
75	756,10	0,490
85	768,57	0,483
95	784,86	0,390
105	795,40	0,374
115	812,20	0,358
130	839,17	0,210

Sau khi thanh trùng cần làm nguội tới nhiệt độ cô đặc 60 - 70°C. Khi đã làm nguội đến nhiệt độ này, người ta có thể đưa vào thùng trung gian rồi từ đó cho vào nồi cô đặc hoặc có thể cho trực tiếp vào nồi cô đặc.

6.2.4. Cô đặc

Cô đặc sữa để giảm bớt lượng nước, tăng lượng chất khô. Có thể cô đặc ở áp suất thường hoặc cô đặc trong nồi cô chân không.

Khi cô đặc ở áp suất thường thì sản phẩm luôn luôn tiếp xúc với không khí nên dễ bị nhiễm bẩn. Các vitamin và chất béo bị phân hủy, sản phẩm thường đặc sệt và có màu vàng sẫm).

Cô đặc ở áp suất chân không thường khắc phục được các nhược điểm trên. Vì thời gian cô đặc ngắn, nhiệt độ thấp do đó sản phẩm có chất lượng cũng như màu sắc tốt.

Trong công nghiệp sữa hiện nay người ta sử dụng thiết bị cô chân không một nồi hoặc nhiều nồi, hoạt động gián đoạn hoặc liên tục.

Thời gian cô đặc sữa phụ thuộc vào cấu tạo của thiết bị, hệ số bốc hơi,

phương pháp cô đặc và tính chất của hỗn hợp sữa.

Tùy theo loại sản phẩm, người ta cô đặc sữa tới mức độ nhất định rồi cho đường (hoặc các phụ gia khác như cà phê, ca cao...). Nếu sản xuất sữa bột thì đưa sang máy sấy.

Nếu sản xuất sữa đặc tiết trùng thì đưa sữa cô đặc sang bộ phận rót hộp (chai) và qua tiết trùng.

6.3. SỮA CÔ ĐẶC

Phương pháp bảo quản sữa bằng cách tiết trùng sữa cô đặc đóng trong bao bì kín bắt đầu từ những năm 1880. Trước đó, khoảng năm 1850, phương pháp bảo quản sữa cô đặc bằng cách cho thêm đường đã được một người Mỹ hoàn thiện.

Ngày nay, hai phương pháp bảo quản trên đã liên tục phát triển và được sản xuất với quy mô công nghiệp, hiện đại.

Sữa cô đặc tiết trùng có màu nhạt, có mùi thơm tự nhiên, loại sản phẩm này được sử dụng hết sức rộng rãi cho nhiều đối tượng với nhiều mục đích khác nhau. Đặc biệt ở những nơi chưa có đủ sữa tươi.

Sữa cô đặc có đường có màu vàng, độ nhớt cao, trông giống maione. Hàm lượng đường trong sản phẩm này cao, làm tăng áp suất thẩm thấu của sữa tới mức hầu hết các vi sinh vật bị tiêu diệt.

6.3.1. Sữa cô đặc tiết trùng

6.3.1.1. Tiêu chuẩn hóa sữa

Hai tiêu chuẩn đáng chú ý nhất là hàm lượng chất béo và chất khô. Tùy loại sản phẩm, con số cụ thể có thể thay đổi (xem bảng 6.1) nhưng phổ biến nhất là 8% chất béo và 18% chất khô không mỡ (solid non fat - SNF).

Với thiết bị hiện đại như ngày nay, tiêu chuẩn hóa chất béo và chất khô không mỡ hoàn toàn tự động. Tuy nhiên, cần thận trọng vì chỉ sai sót nhỏ trong tính toán khi tiêu chuẩn hóa, sẽ dẫn tới sai sót lớn khi cô đặc.

6.3.1.2. Xử lý nhiệt

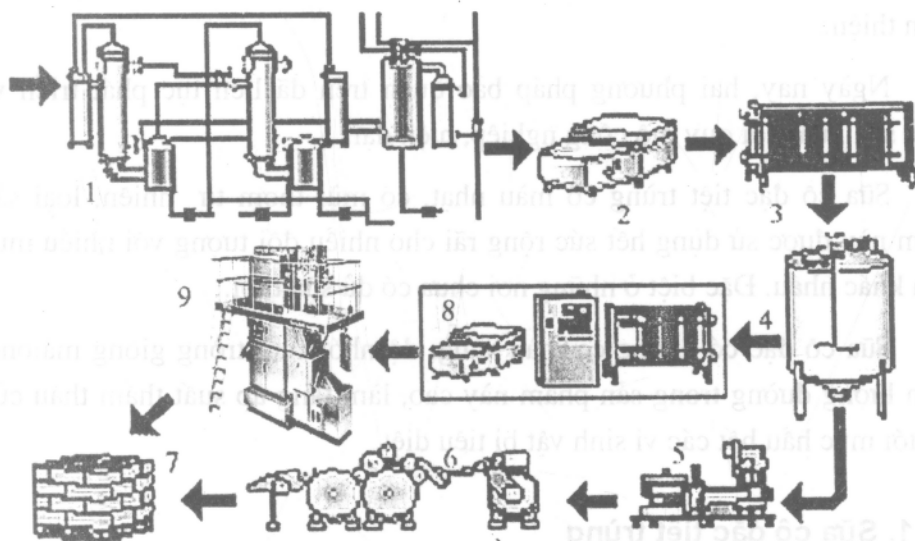
Trước khi tiệt trùng, sữa đã tiêu chuẩn hóa phải qua xử lý nhiệt để tiêu diệt vi sinh vật, tăng độ bền của sữa.

Thường sữa được xử lý 100 - 120°C từ 1 - 3 phút. Trong thời gian này, phần lớn serum protein bị biến tính, các muối canxi bị kết tủa. Bằng cách đó phức protein của sữa trở nên bền vững hơn và vì vậy, khi tiệt trùng ở giai đoạn sau, protein không bị vón, đông tụ.

Người ta làm nguội sữa tới khoảng 70°C.

6.3.1.3. Sơ đồ dây chuyền sản xuất sữa cô đặc không đường từ sữa tươi

Hình 6.1 là sơ đồ dây chuyền sản xuất sữa cô đặc không đường từ sữa tươi.



Hình 6.1. Sơ đồ dây chuyền sản xuất sữa cô đặc không đường từ sữa tươi:

- 1- thiết bị cô đặc; 2- thiết bị đồng hóa; 3- thiết bị làm lạnh; 4- thùng tạm chứa;
5- rót hộp; 6- tiệt trùng; 7- tạm chứa; 8- UHT; 9- rót vô trùng.

Theo sơ đồ này, sau khi xử lý nhiệt, sữa lần lượt qua các công đoạn sau:

Cô đặc

Sau khi xử lý nhiệt, sữa được bơm vào thiết bị cô đặc (thường là loại nhiều nồi, sữa chảy theo màng mỏng). Sữa đi qua các ống được đun nóng

bằng hơi và sôi ở 50 - 60°C. Nước bốc hơi và độ khô của sữa tăng lên. Cô đặc sữa gây kết thúc khi tỷ trọng 1,09 - 1,10 g/cm³ ở 50 - 60°C tương ứng với độ khô 37 - 38%. Còn đối với sữa nguyên, điểm kết thúc khi tỷ trọng đạt 1,077 - 1,090 g/cm³ ở 50 - 60°C tương ứng với độ khô 37 - 38%. Để có 1 kg sữa cô đặc, 8% chất béo, 18% chất khô không mỡ cần 2,1 kg sữa nguyên liệu có hàm lượng chất béo là 3,80 và chất khô không mỡ là 8,55.

Đồng hóa

Áp suất đồng hóa 125 - 250 bar. Đồng hóa nhằm giảm kích thước cầu mỡ, làm mất khả năng nổi lên, tránh hiện tượng các cầu mỡ tập trung trở lại khi tiệt trùng.

Làm lạnh

Sữa cô đặc được làm lạnh đến 14°C và rót. Nếu chưa rót ngay, thì cần làm lạnh đến 5 - 8°C và bảo quản. Trước khi rót, người ta phải kiểm tra hàm lượng chất béo chất khô không mỡ.

Người ta có thể cho thêm chất ổn định để tăng độ bền với nhiệt cho sữa cô đặc. Thường là dinatri hoặc trinatri phosphat.

Nếu cần bổ sung vitamin thì đây cũng là thời điểm thích hợp.

Rót

Việc rót hộp được tiến hành bằng máy, rót và ghép mí.

Tiệt trùng

Tiến hành tiệt trùng 110 - 120°C trong 15 - 20 phút.

Các hộp sữa được đưa vào thiết bị tiệt trùng mà trong đó các hộp được luôn luôn chuyển động đảo. Bất cứ protein nào bị kết tủa trong quá trình xử lý nhiệt đều bị hòa tan trong sữa.

Do tác động của nhiệt độ cao, thời gian dài nên phản ứng Maillard đã xảy ra. Kết quả làm cho sản phẩm có màu nâu nhạt.

Có thể sử dụng UHT để tiệt trùng sữa cô đặc. Trong trường hợp đó, sau khi sữa được làm nguội, bổ sung chất ổn định, sữa sẽ được tiệt trùng ở 140°C trong 4 s, làm nguội, rót vô trùng và bảo quản.

Người ta còn có thể cho thêm chất ổn định như muối natri limonat và natri photphat. Tác dụng của các muối này là liên kết các anion của axit xitric và photphoric với canxi đã bị ion hóa, chuyển nó sang dạng không hòa tan. Trong quá trình này xảy ra sự phân tán các phần tử protein và nâng cao độ háo nước của chúng.

Về mùa đông và xuân, độ bền với nhiệt của sữa thường giảm do đó đối với sữa cô đặc tiệt trùng người ta phải cho thêm lyzin vào sữa và giảm nhiệt độ tiệt trùng xuống 112°C trong 20 phút (thay cho 118°C).

Bảo quản

Ở $0 - 15^{\circ}\text{C}$ có thể bảo quản thời gian dài. Nếu nhiệt độ bảo quản cao quá, sữa sẽ bị biến màu, trở nên nâu sẫm. Nếu nhiệt độ quá thấp, protein sẽ bị kết tủa.

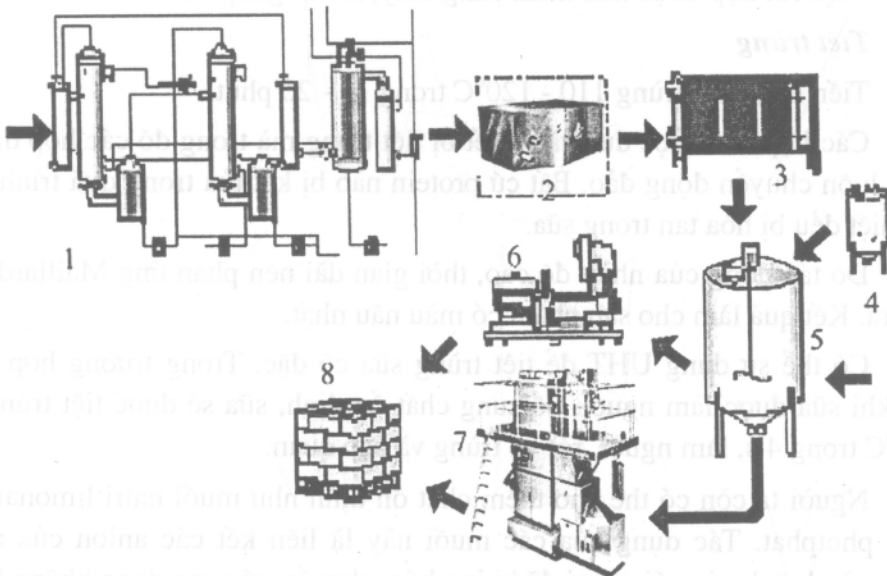
Sữa cô đặc phải được kiểm tra :

- Hàm lượng chất béo.
- Hàm lượng chất khô không mỡ.
- Độ nhớt.
- Vi khuẩn, nha bào.
- Màu, mùi, vị.

Mỗi mẻ (batch) phải giữ lại mẫu để kiểm tra, để ở nhiệt độ thích hợp là 30 và 38°C . Sau 10 - 14 ngày tiến hành kiểm tra chất lượng của mỗi mẻ .

6.3.2. Sữa cô đặc có đường

Hình 6.2 là sơ đồ dây chuyền sản xuất sữa cô đặc có đường từ sữa tươi.



Hình 6.2. Sơ đồ dây chuyền sản xuất sữa cô đặc có đường từ sữa tươi:

- 1- thiết bị cô đặc; 2- thiết bị đồng hóa; 3- thiết bị làm lạnh; 4- thùng chứa mầm kết tinh;
5- thùng làm lạnh kết tinh; 6- thiết bị rót hộp; 7- thiết bị rót túi giấy; 8- bảo quản

Theo sơ đồ này, sau khi thanh trùng sữa được đưa qua thiết bị cô đặc 1, đồng hóa 2, làm nguội, làm lạnh kết tinh 5 và rót 6. Điều kiện cụ thể của các công đoạn đó được tóm tắt dưới đây:

Thanh trùng

Thanh trùng sữa nhằm tiêu diệt vi sinh vật, enzym tránh hư hỏng cho sữa, đồng thời còn để ổn định các hợp phần của protein.

Thanh trùng ở 90°C trong 10 phút nếu muốn sản phẩm có độ nhớt cao và ở 116°C trong 30 s nếu muốn sản phẩm có độ nhớt thấp.

Nồng độ đường 62,5% đủ để tạo áp suất thẩm thấu tốt, khống chế sự phát triển của vi khuẩn.

$$C_D = \frac{D_{TP} \cdot 100}{W_{TP} + D_{TP}}$$

C - Nồng độ đường, %;

D - Hàm lượng đường trong thành phẩm, %;

W_{TP} - Hàm lượng nước, %.

Thông thường có hai cách cho đường :

- Dùng đường khô cho vào trước khi thanh trùng.
- Dùng đường dưới dạng sirô cho vào trong quá trình cô đặc sữa.

Người ta nhận thấy rằng, nếu dùng cách 1 thì sữa sẽ trở nên rất quánh (độ nhớt cao) khi bảo quản.

Cô đặc

Đối với loại sữa cô đặc có đường có thể cô đặc ở 50 - 60°C nếu dùng nồi cô chân không một nồi hoặc ở 70 - 75°C ở nồi thứ nhất và 50 - 60°C ở nồi thứ hai nếu dùng thiết bị cô đặc hai nồi.

Trong thiết bị cô chân không một nồi, sữa được cô đặc tới độ khô 35 - 40% rồi cho sirô vào. Đối với thiết bị chân không hai nồi thì việc trộn đường vào sữa có thể làm theo nhiều cách hoặc pha 1/2 lượng sirô vào sữa rồi cô, khi gần kết thúc thì cho tiếp nửa sirô còn lại, hoặc cho hết đường vào sữa rồi mới cô.

Chuẩn bị sirô : Đường dùng vào chế biến phải tinh khiết, khô, tỷ lệ sacaroza phải đạt 99,75%, độ ẩm không quá 0,14%.

Lượng đường kính cho vào sữa tính bằng :

$$G_d = G_s \frac{D_{tp} \cdot M_s}{M_{tp} \cdot 100} \cdot k_s \cdot k_d$$

G_d - lượng đường cần cho vào, kg;

G_s - lượng sữa nấu 1 mẻ, kg;

M_s, M_{tp} - hàm lượng chất béo của sữa và của thành phẩm (sữa cô đặc có đường), %;

D_{tp} - hàm lượng đường trong thành phẩm, %;

k_s, k_d - hệ số hao hụt của sữa và của đường;

$$k_s = 0,9945$$

$$k_d = 1,0277$$

Nồng độ đường của sirô khoảng 60 - 65% là tốt nhất, đảm bảo sự tuần hoàn hỗn hợp đường sữa. Siro được thanh trùng ở 95°C và sau đó được làm nguội tới nhiệt độ cô đặc.

Cô đặc hỗn hợp sữa với đường

Người ta cho sirô vào nồi cô chân không, khi sữa đã được cô đặc tới độ khô 35 - 40% và sau đó tiếp tục cô đặc cho tới khi đạt độ khô của thành phẩm. Để xác định điểm kết thúc, người ta dùng chiết quang kế để đo hàm lượng chất khô.

Bảng 6.3. Hàm lượng chất khô theo hệ số khúc xạ

n	CK	n	CK
1,466	70,1	1,471	72,3
1,467	70,5	1,472	72,8
1,468	71,0	1,473	73,2
1,469	71,4	1,474	73,6
1,470	71,9	1,475	74,1

Ghi chú: n - hệ số khúc xạ ánh sáng ở 20°C.

CK- hàm lượng chất khô trong sữa cô đặc có đường, %.

Xác định điểm kết thúc bằng cách đo tỷ trọng $d = 1,30 \text{ g/cm}^3$ cho sữa nguyên và $d = 1,35 \text{ g/cm}^3$ cho sữa gầy. Từ 2,5 kg sữa 3,2% chất béo và 0,44 kg đường cho 1 kg sữa đặc có đường với 8% chất béo, 45% đường và 27% nước.

Làm lạnh kết tinh

Sau khi sữa cô đặc đạt độ khô cần thiết, người ta hạ nhiệt độ sản phẩm

xuống 30°C, bổ sung mầm kết tinh, khuấy đều rồi làm lạnh đến 18 - 20°C. Đường lactoza chuyển từ trạng thái bão hòa sang quá bão hòa. Độ nhớt của sản phẩm tăng 3 - 4 lần.

Khả năng hòa tan của lactoza thấp. Muốn hòa tan 1 phần lactoza cần 6 phần nước ở 18°C. Còn trong sữa cô đặc có đường tỷ lệ nước/đường lactoza khoảng bằng 2 do đó một phần lactoza sẽ kết tinh ở 18 - 20°C.

Trong quá trình cô đặc sữa, lactoza chuyển sang trạng thái bão hòa và sau đó nhờ làm lạnh, lactoza chuyển sang quá bão hòa. Khi đó α -lactoza bắt đầu kết tinh. Sự giảm α -lactoza làm phá vỡ cân bằng và một phần β -lactoza chuyển thành α -lactoza, rồi α -lactoza lại tiếp tục kết tinh. Quá trình này tiếp tục cho đến khi sữa cô đặc có đường đạt nhiệt độ 20°C.

Kích thước tinh thể đường lactoza tạo thành trong sữa cô đặc có đường rất khác nhau và ảnh hưởng tới chất lượng sản phẩm. Kết quả nghiên cứu trong bảng 6.4 cho thấy mối liên quan đó.

Bảng 6.4. Ảnh hưởng của tinh thể đường lactoza đến chất lượng sản phẩm

Lượng tinh thể lactoza trong 1mm ³ sản phẩm	Kích thước trung bình của tinh thể, μm	Chất lượng sản phẩm
400.000 - 300.000	< 11	Mịn, đồng nhất
300.000 - 100.000	12 - 15	Hơi cát
100.000 - 50.000	16 - 20	Cát
50.000 - 25.000	21 - 25	Rất cát
< 25.000	> 25	Sạo rõ rệt

Ở đây chúng ta chỉ mới nêu ra một khía cạnh của chất lượng sữa cô đặc có đường qua cảm nhận kích thước của tinh thể đường lactoza. Nếu tinh thể nhỏ, ta không cảm thấy, nếu càng to thì cảm giác có tinh thể càng rõ. Chúng ta vẫn quen gọi là hiện tượng "cát" hoặc "sạo đường".

Quá trình tạo thành tinh thể đường lactoza gồm hai giai đoạn : tạo mầm tinh thể và phát triển các tinh thể đó.

Sự tạo mầm tinh thể phụ thuộc vào tốc độ tạo mầm và cường độ trao đổi các phân tử giữa dung dịch quá lạnh và mầm tinh thể.

Tốc độ phát triển các tinh thể bằng tốc độ khuếch tán và sự tham gia của các chất kết tinh.

Để tạo ra hàng loạt mầm kết tinh đường lactoza, người ta đưa thêm nhân kết tinh vào. Nhân kết tinh tốt nhất là chính đường lactoza dùng ở dạng

bột, có kích thước hạt 2 - 3 μm hoặc ở dạng dung dịch (1ml có chừng 400.000 tinh thể lactoza với kích thước không quá 2,2 μm).

Tỷ lệ sử dụng nhân kết tinh 0,02% so với lượng sản phẩm. Các nhân kết tinh càng nhỏ, càng nhiều bao nhiêu thì hiệu quả tác dụng của chúng càng lớn bấy nhiêu.

Nhiệt độ thích hợp cho nhân kết tinh 25 - 35°C phụ thuộc vào thành phần của sữa và chế độ làm lạnh.

Người ta sử dụng một số phương pháp làm lạnh sữa cô đặc có đường như phương pháp tiếp xúc (qua bề mặt làm lạnh), phương pháp chân không (do kết quả của sự bốc hơi sản phẩm nóng trong chân không) và phương pháp phối hợp (qua bề mặt làm lạnh và do sản phẩm tự bốc hơi nước).

Trong máy lạnh kiểu tiếp xúc, sản phẩm được làm lạnh ở áp suất thường. Trong trường hợp này, thành phần của sữa hầu như không thay đổi. Có hai loại thiết bị làm lạnh : liên tục và gián đoạn.

Thiết bị làm việc gián đoạn có tốc độ làm lạnh chậm, quá trình tinh thể hóa kéo dài 4 - 7 h. Khi làm lạnh lâu có thể xảy ra sự khử đường sacaroza, trương nở protein lúc bảo quản và tăng độ nhiễm bẩn. Trong quá trình làm lạnh sacaroza chưa kết tinh hoàn toàn, do đó trong quá trình bảo quản sẽ tiếp tục kết tinh.

Để khắc phục các hạn chế trên, người ta đã thiết kế máy lạnh hoạt động liên tục để làm lạnh sữa cô đặc có đường.

Người ta còn dùng thiết bị làm lạnh chân không. Trong thiết bị này ở áp suất 1995 N/m² sản phẩm được đưa vào ở trạng thái quá nóng. Theo lý thuyết, nhiệt lượng đó đủ làm bốc hơi nước trong sản phẩm một cách nhanh chóng. Việc sôi mạnh và làm lạnh nhanh sản phẩm làm cho lactoza kết tinh ở dạng tinh thể nhỏ. Sau 25 - 50 phút, sản phẩm hạ nhiệt độ từ 60°C xuống 20°C.

Bất cứ dùng phương pháp nào để làm lạnh cũng cần đưa nhân kết tinh vào. Không có nhân kết tinh, lactoza sẽ kết tinh dưới dạng tinh thể có kích thước lớn. Khi ăn, ta sẽ có cảm giác "cát".

Phương pháp làm lạnh phối hợp ít được dùng để làm lạnh sữa cô đặc có đường vì nó không đảm bảo cho sản phẩm có trạng thái đồng nhất.

Rót hộp

Quá trình rót sữa vào hộp được thực hiện trong điều kiện vô trùng. Chủ yếu sữa cô đặc có đường được đóng vào hộp sắt tây loại 400g. Trước khi rót, hộp sắt tây phải được vô trùng. Nắp hộp cũng được tiệt trùng trước khi ghép nắp.

6.3.3. Sữa cô đặc có đường và phụ gia

6.3.3.1. Sữa cô đặc có đường và cacao

Thành phần của sữa cô đặc có đường cacao bao gồm nước 27,5%, đường 43,5%, chất khô của sữa và cacao 28,5% trong đó chất béo 7,5%. Lượng bột cacao (độ ẩm 4 - 6%) là 43 - 74,5g cho 1 kg sản phẩm. Nồng độ đường sacaroza 62,5%.

Trong cacao có 5,4% nước, 11,23% chất béo, 22,62% prôtein, 5,98% tro và 12,15% chất thuộc da, 1,65% trobromin, 01% cafein.

Cacao hạt chứa khoảng 50% chất béo, khi tiêu chuẩn hóa sữa, người ta phải tính cả lượng chất béo do cacao bổ sung vào. Cụ thể là hàm lượng chất béo của sản phẩm theo tính toán chỉ cần 7,2 chứ không phải là 7,6%.

Người ta nhận sữa, làm sạch, tiêu chuẩn hóa. Số lượng cream hoặc sữa gầy, số lượng đường tính như phần trên. Mức độ sử dụng chất khô của cacao phụ thuộc vào hàm lượng ẩm của nó. Ví dụ, khi độ ẩm bằng 4%, hệ số sử dụng cacao là 0,96. Khi đó lượng cacao cần dùng là :

$$G_{cc} = \frac{G_{hh} \cdot M_{hh} \cdot m_{cc}}{100 \cdot M_{tp} \cdot 0,96}$$

G_{cc} - lượng cacao cần dùng, kg;

G_{hh} - lượng hỗn hợp sữa, kg;

M_{hh}, M_{tp} - hàm lượng chất béo trong hỗn hợp sữa và trong thành phẩm, %;

m_{cc} - hàm lượng cacao trong thành phẩm, %.

Thanh trùng

Hỗn hợp sữa được thanh trùng ở 85 - 87°C hoặc ở 104 - 108°C.

Cô đặc

Tiến hành trong thiết bị chân không đến 35 - 40% chất khô ở những điều kiện kỹ thuật như sữa cô đặc có đường.

Sirô được chuẩn bị với bột cacao. Trộn hỗn hợp đường cacao vào sữa cô đặc bằng hai cách : cho vào nồi cô chân không khi hàm lượng chất khô của sữa cô đặc không quá 40%, hoặc cho vào thiết bị làm lạnh chân không ngay sau khi cho sữa cô đặc vào. Làm theo cách thứ hai bảo vệ được mùi thơm của cacao hơn. Theo phương pháp này bột cacao trộn chung với đường kính rồi đổ vào nước sôi, giữ trong 5 phút. Sau đó cho vào thiết bị làm lạnh chân không. Cũng thời điểm đó, hỗn hợp sữa cô đặc trong nồi cô chân không được đưa vào thiết bị làm lạnh chân không để trộn đều với đường cacao.

Người ta cho thêm vani với lượng 0,03% so với lượng cacao bột để tăng mùi thơm của sản phẩm.

6.3.3.2. Sữa cô đặc có đường và cà phê

Thành phần của sản phẩm có 29% nước, 44% đường, 27% chất khô (của sữa và của cà phê) trong đó có 7% chất béo. Nồng độ đường sacaroza 62 - 62,5%, lactoza 20 - 22%.

Trong cà phê tự nhiên chứa 0,56 - 0,7% cafein và treobromin có tác dụng kích thích hệ thần kinh. Cà phê có mùi thơm đặc biệt và có vị hơi đắng.

Sau khi nhận sữa, đánh giá chất lượng làm sạch và làm lạnh, người ta tiêu chuẩn hóa hỗn hợp.

Chế độ thanh trùng, cô đặc giống như đối với sữa cô đặc có đường - cacao.

Chuẩn bị nước chiết cà phê :

Tỷ lệ cà phê / nước khoảng 1/4,5 hoặc 1/5. Đun sôi, để lắng bã cà phê, sau đó lọc bã. Hàm lượng chất khô của nước chiết cà phê 5 - 6%.

Trước khi đưa vào nồi cô, nước chiết cà phê phải được thanh trùng và lọc một lần nữa.

Thường việc chiết cà phê thực hiện trong thiết bị chuyên dùng bằng cách cho nước nóng luân chuyển qua lớp cà phê.

Nước chiết cà phê trộn với sữa cô đặc có đường trong nồi cô chân không ngay sau khi cho sirô vào.

Rót hộp

Giống như sữa cô đặc có đường và cacao.

Một số hiện tượng hư hỏng thường xảy ra khi bảo quản sữa cô đặc có đường:

- Sản phẩm có độ nhớt thấp (dưới 2,5 Pa/s) thì sẽ dẫn đến sự phân lớp: phần trên là chất béo, dưới đáy hộp là đường lactoza. Biện pháp khắc phục là nhất thiết phải đồng hóa sữa trước khi cô đặc với áp suất 100 bar. Kinh nghiệm cho thấy, sữa qua đồng hóa có độ nhớt cao gấp hai lần so với đối chứng.

- Sữa bị quánh, đặc (độ nhớt bị thay đổi nhiều, gấp 2 - 4 lần bình thường). Nguyên nhân có thể do sữa nguyên liệu có độ chua cao, chế biến nhiệt kéo dài (thanh trùng, cô đặc).

- Sữa có màu vàng hoặc xám nâu. Hiện tượng này thường xảy ra khi bảo quản ở nhiệt độ cao hơn 30°C và là kết quả của phản ứng melanoidin. Đường dùng trong công nghiệp sữa cô đặc có đường, nấu đúng tiêu chuẩn thì sẽ không tham gia phản ứng melanoidin bởi vì nó không có nhóm hydroxyl hemiacetal nên không còn tính chất khử. Khi sacaroza bị nghịch đảo thì các nhóm hydroxyl của các đường đơn mới tạo ra sẽ kết hợp với -NH₂ tự do của protein để sinh thành chất melanoidin. Nói chung, lượng đường khử trong sản phẩm càng ít càng tốt (không được quá 0,6%).

Mức độ nghịch đảo đường sacaroza phụ thuộc vào chất lượng của đường và cách chuẩn bị sirô. Nếu chuẩn bị sirô 75% từ sacaroza chứa lượng đường khử khác nhau thì sau khi nấu lượng này đã tăng gấp 2 lần, sau 15 phút - tăng 3 lần, sau 30 phút - tăng 4 - 9 lần. Mức độ tăng lượng đường khử phụ thuộc vào hàm lượng ban đầu của chúng.

Khi sữa cô đặc bị sẫm màu thì độ chua và hàm lượng aldehyt đều tăng. Sản phẩm chứa 0,5 - 0,6% đường nghịch đảo thì có sự biến đổi. Khi sữa chứa 0,8 - 1,2% đường nghịch đảo thì độ chua của sữa tăng 2 lần, aldehyt tăng 2 - 3,5 lần, khi đó màu của sữa trở thành nâu.

Để ngăn chặn và hạn chế phản ứng melanoidin người ta phải loại

glucoza và oxy ra khỏi sữa cô đặc có đường. Nếu bổ sung vào sản phẩm glucooxydaza hoặc axit ascorbic thì các biểu hiện của phản ứng melanoidin hầu như không xảy ra trong thời gian 8 tháng bảo quản.

Như vậy, tốt nhất là dùng đường chứa không quá 0,02% đường khử và chỉ pha sirô nồng độ 60% và cho thẳng vào nổi cô. Khi làm lạnh sữa cô đặc có đường, song song với việc cho lactoza (mầm kết tinh) người ta cho thêm 0,02% axit ascorbic.

Trong sữa cô đặc có đường có chứa một lượng vi khuẩn, trong đó một số loại có khả năng phân giải prôtein làm giảm chất lượng của sản phẩm (các loại micrococki mốc nâu). Người ta đã giải quyết vấn đề này bằng cách cho thêm axit sorbic và glucooxydaza với nồng độ 0,3% axit sorbic đủ để tiêu diệt các cầu khuẩn còn đối với mốc chỉ cần nồng độ 0,02% là đủ.

Chủ yếu hiện nay người ta dùng axit sorbic để hạn chế sự hư hỏng sữa cô đặc có đường.

Khi sản xuất mặt hàng này, cần chú ý các biện pháp nâng cao độ bền của sữa với nhiệt: sữa nguyên liệu khi đến nhà máy tốt nhất được thanh trùng rồi mới bảo quản ở 6 - 8°C để chế biến tiếp. Với cách làm này có thể để sữa 1 - 2 ngày mà chất lượng vẫn tốt.

6.4. SỮA BỘT

6.4.1. Mục đích, ý nghĩa và phạm vi sử dụng

Sữa bột được sử dụng hết sức rộng rãi với nhiều mục đích khác nhau như:

- Sản xuất sữa pha lại, sữa hoàn nguyên.
- Dùng trong sản xuất bánh mỳ để tăng độ nở, độ tươi của bánh.
- Dùng thay thế trứng trong sản xuất bánh mỳ, bánh ngọt.
- Công nghệ sôcôla.
- Công nghệ xúc xích, công nghệ lương thực.
- Nguyên liệu cho sản xuất sữa hỗn hợp cho trẻ em.
- Phục vụ chăn nuôi.

Một trong những tính chất quan trọng nhất của sữa bột là độ hòa tan, nó biểu hiện khả năng phục hồi của sữa tức là khả năng protein của sữa phân

tán trở lại, tạo thành dung dịch keo bền vững.

Độ hòa tan được tính bằng lượng chất không hòa tan còn lại trong ống sau khi li tâm. Phụ thuộc vào phương pháp sấy, độ hòa tan của các loại sữa sẽ rất khác nhau: khi sấy màng, lượng chất không tan 20-15ml tức độ hòa tan 80 - 85%, còn khi sấy phun, lượng đó là 2,0 - 0,5ml chất không tan - độ hòa tan 98 - 99,5%.

Sữa bột bảo quản được lâu, sử dụng thuận tiện. Thông thường, theo lý thuyết, thời gian bảo quản sữa bột gầy là 3 năm, sữa bột nguyên là 6 tháng.

Thành phần của một số loại sản phẩm sữa bột được ghi ở bảng 6.5.

Bảng 6.5. Thành phần của một số sản phẩm sữa bột (%)

Các thành phần	Sữa bột nguyên chất	Sữa bột gầy	Cream bột	Butter milk bột	Whey bột
Nước	3,5	4,3	4,0	3,1	7,1
Protein	25,2	35,0	21,5	33,4	12,0
Chất béo	26,2	1,0	40,0	2,3	1,2
Lactosa	38,1	51,9	29,5	54,7	71,5
Chất khoáng	7,0	7,8	5,0	6,5	8,2

6.4.2. Yêu cầu nguyên liệu

Sữa bột thành phẩm có đòi hỏi rất cao. Ví dụ như sữa bột gầy cao cấp ADMI (Mỹ) phải đáp ứng các chỉ tiêu chất lượng ghi trong bảng 6.6. Muốn vậy, sữa nguyên liệu phải có chất lượng rất khắt khe.

Bảng 6.6. Tiêu chuẩn chất lượng sữa bột gầy cao cấp ADMI (Mỹ)

STT	Hàm lượng	Sấy phun (không quá)	Sấy màng (không quá)
1	Chất béo	1,25%	1,25%
2	Độ ẩm	4,00 %	4,00%
3	Độ axit (axit lactic)	0,15%	0,15%
4	Chỉ số không tan	1,25 ml	15,00 ml
5	Tổng số vi sinh vật	50 000 /g	50 000 /g
6	Hạt bị cháy	15,0 mg	22,5 mg

Nhìn vào bảng 6.6 ta thấy với yêu cầu tiêu chuẩn tổng số vi sinh vật nhỏ hơn 50 000 /g tương ứng với trong sữa pha lại là 5000/lít. Điều đó có nghĩa là sữa phải rất sạch, điều kiện công nghệ trước sấy phải đủ để kiểm soát tổng số vi sinh vật cũng như nha bào. Thông thường, người ta tiến hành siêu lọc để loại bỏ hết nha bào.

Cần kiểm tra xem sữa nguyên liệu đưa đến nhà máy đã qua xử lý nhiệt chưa. Nếu đã qua xử lý nhiệt có thể làm cho whey protein bị kết tủa, độ hòa tan và mùi vị của sữa bột sẽ giảm.

6.4.3. Các phương pháp sấy

6.4.3.1. Sấy phun

Người ta dùng không khí nóng để sấy phun sữa. Khi không khí bị đun nóng, thể tích của nó tăng lên còn mức độ bão hòa nước lại giảm, khả năng hấp thụ nước tăng lên. Không khí nóng đóng vai trò vừa là nguồn năng lượng, vừa là chất hấp thụ nước.

Các phân tử sữa cô đặc có kích thước nhỏ từ 40 - 250 μm , có tổng diện tích bề mặt lớn 150 - 250 m^2 /1 lít sữa sẽ nhanh chóng bị khô đi khi gặp không khí nóng. Những giọt sữa có kích thước 40 μm ở nhiệt độ 49 - 54°C sẽ khô đi sau 2 s và giảm một nửa lượng nước.

Người ta có thể dùng vòi phun hoặc đĩa phun trong thiết bị sấy phun.

Hàm lượng chất khô của sữa cô đặc khoảng 50% là vừa đảm bảo phun đều.

Trong máy sấy kiểu này, nhiệt độ không khí đưa vào 155 - 165°C. Điều chỉnh nhiệt độ trong phòng sấy bằng cách điều chỉnh lượng và nhiệt độ hơi nóng và cũng như tốc độ đưa sữa cô đặc vào thiết bị. 75% lượng không khí nóng được đưa vào phía dưới, 25% còn lại đưa vào vùng phun phía trên và dưới đĩa phun.

Những hạt sữa bột rơi xuống đáy tháp sấy được đưa ra ngoài bằng bộ phận cơ học.

Các hạt sữa không rơi xuống đáy tháp sấy mà lại theo không khí bay lên sẽ đi qua bộ phận lọc. Khi đó ta sẽ thu lại được sữa bột.

Những hạt sữa rất nhỏ thường đọng lại trên bề mặt nóng của tháp sấy và có thể bị cháy. Kết quả làm thay đổi màu và vị của sữa

bột, làm giảm độ hòa tan. Một số nguyên nhân khác làm cho sữa bị cháy có thể là do: sự tích tụ các điện tích trong vùng nóng, sự xuất hiện tia lửa do ma sát cơ học, v.v. Để ngăn chặn và khắc phục hiện tượng này, nhất thiết tối đa sau 18h làm việc, máy sấy phải được làm vệ sinh nghĩa là làm sạch bề mặt tháp sấy, tốt nhất là dùng không khí nén.

Có loại thiết bị khác trong đó các hạt sữa chuyển động song song với không khí nóng (độ ẩm 0,5 - 1%) và được làm khô trong vài giây. Nhiệt độ không khí vào 200°C, nhiệt độ không khí ra 100°C. Quá trình sấy xảy ra theo hai giai đoạn. Giai đoạn 1 đặc trưng là sự hạ thấp nhiệt độ không khí một cách đột ngột và cường độ bốc hơi cao. Trong khoảng khắc làm bốc hơi 80 - 85% lượng nước có trong sữa. Kết quả của giai đoạn này là tạo thành các hạt sữa rắn.

Giai đoạn hai xảy ra ở nhiệt độ hầu như không đổi. Các hạt sữa được sấy khô tiếp tục và ở giai đoạn cuối đạt nhiệt độ thấp hơn 5 - 7°C so với nhiệt độ không khí ra.

Sau khi ra khỏi máy sấy, không khí cùng với bột sữa đi qua máy li tâm có khả năng tách được 99,5% sữa bột. Sữa bột từ xyclon qua âu thoát liệu ra ngoài.

6.4.3.2. Sấy màng

Thường dùng nhất là máy sấy hai trục.

Nhược điểm của phương pháp sấy màng là làm thay đổi rõ rệt các thành phần của sữa : sữa có màu sắc không đẹp, độ hòa tan thấp, chất béo tự do chiếm một tỷ lệ khá cao nên dễ bị oxy hóa trong quá trình bảo quản.

Yêu cầu quan trọng của sấy màng là phải đưa được sữa lên bề mặt trục sấy ở dạng màng mỏng. Người ta đưa sữa lên bề mặt trục sấy bằng cách rót hoặc phun. Thông dụng nhất là loại máy sấy màng hai trục. Nhiệt độ bề mặt trục sấy 110 - 130°C. Khe giữa hai trục 0,6 - 1,0mm. Sau 2 - 3 phút sữa được làm khô dưới dạng màng mỏng. Sau đó có dao cắt nhỏ.

6.4.3.3. Sấy chân không

Thường dùng sản xuất sữa bột chất lượng cao. Trong quá trình này, nước được tách khỏi sữa trong điều kiện chân không. Phương pháp này có

nhiều ưu điểm hơn hẳn, tuy nhiên do tiêu thụ năng lượng lớn nên ít được sử dụng.

Làm nguội

Dù sấy theo phương pháp nào thì sau khi sấy, sữa bột đều cần phải làm nguội ngay tới 25°C.

Đóng gói

Bao bì đóng gói có nhiều loại như (polyetylen, giấy chống ẩm, giấy nhôm, cactông v.v. Bao bì phải đảm bảo kín.

Bảo quản

Sữa bột phải được bảo quản ở nơi khô ráo, độ ẩm không khí không quá 40%. Tuyệt đối tránh nhiệt độ cao và ánh sáng Mặt trời.

6.4.4. Sữa bột nguyên chất

Thành phần của sữa bột nguyên chất : nước không quá 4%, chất béo không nhỏ hơn 25%, độ hòa tan 98 - 99% phụ thuộc vào phương pháp sấy. Độ chua khi pha lại 20 - 22°T.

Chuẩn bị sữa trước khi sấy

Các công đoạn từ khâu đầu đến tận chứa tương tự như đối với sản phẩm sữa hộp nói chung.

Để thành phẩm có tỷ lệ chất béo / chất khô không mỡ theo đúng tiêu chuẩn người ta phải tiến hành tiêu chuẩn hóa sữa. Thường thì tỷ lệ này trong sữa nguyên liệu cao hơn trong sữa hỗn hợp cũng như trong thành phẩm, do đó người ta dùng sữa đã tách chất béo để tiêu chuẩn hóa sữa. Tất nhiên việc pha trộn này phải làm cho toàn khối sữa đồng nhất.

Nhiệt độ thanh trùng 80 - 87°C đủ tiêu diệt hết enzym thủy phân chất béo. Nhiệt độ này đảm bảo cho ta có dung dịch keo bền khi hòa tan sữa bột trở lại (thử phản ứng peroxydaza).

Trong những thiết bị cô đặc chân không hiện đại, người ta có thể thanh trùng ngay trong nồi cô ở 92 - 95°C, thời gian 3 phút. Đối với thiết bị cô đặc chân không bốn nồi nhiệt độ bốc hơi có thể là : nồi I - 83°C, nồi II - 74°C, nồi III - 60°C và nồi IV - 48°C. Sữa được cô đặc tới 45 - 50% chất khô tương ứng với tỷ trọng 1,12 - 1,17 g/cm³ ở 50°C.

Khi cô đặc liên tục, lượng sữa cô đặc không bị thay đổi trước lúc sấy,

đảm bảo sự đồng bộ nhịp nhàng giữa khâu cô đặc và sấy. Có thể cô đặc sữa tới độ khô 50% hoặc cao hơn thế.

Nếu cô đặc gián đoạn, chất lượng của sữa thường không đảm bảo. Trong thời gian lưu lại trước lúc sấy sẽ xảy ra một số biến đổi (như độ chua tăng, độ nhớt tăng, nhiệt độ hạ ...) làm giảm chất lượng của sữa bột.

Sau khi cô đặc, sữa cần được qua đồng hóa ngay. Đồng hóa nhằm hạn chế sự tạo thành chất béo tụ do trong sữa bột. Chế độ đồng hóa ở 60-65°C, áp suất 100-150 bar.

6.4.5. Sữa bột gầy

Sữa bột gầy đóng vai trò quan trọng trong việc bổ sung cân bằng sản phẩm protein. Nó được sử dụng nhiều trong sản xuất kẹo, bánh mì, sữa pha lại, các sản phẩm sữa chua.

Quy trình công nghệ tương tự như sữa bột nguyên chất.

Chế độ thanh trùng sao cho phản ứng phosphatase âm tính, mức độ cô đặc phụ thuộc vào phương pháp và thiết bị cô đặc, thiết bị sấy.

Khi dùng phương pháp dây chuyền liên hoàn thì cô đặc sữa tới độ khô 45 - 48%. Nếu sấy trực tiếp thì chỉ nên cô đặc sữa tới 28 - 32%, sấy phun 36 - 39%.

Để nâng cao độ hòa tan của sữa bột gầy thì nên sấy ở nhiệt độ thấp.

Nói chung, sữa bột gầy xốp và mịn hơn sữa bột nguyên chất nên sản phẩm không bị dính vào thành tháp sấy và các thiết bị tải.

Chế độ công nghệ ảnh hưởng rất rõ rệt tới chất lượng của sữa bột.

Độ hòa tan của sữa bột phụ thuộc vào nhiệt độ cô đặc, nhiệt độ sấy. Nhiệt độ cô đặc thích hợp nhất 57 - 60°C. Nhiệt độ không khí vào tháp sấy không nên quá 180°C đối với sữa nguyên chất và 200°C đối với sữa bột gầy. Sau khi sấy xong, phải giải phóng sữa bột ra khỏi tháp sấy ngay để tránh ảnh hưởng không cần thiết của nhiệt độ.

Khi sấy nhiệt độ cao trong thời gian dài sẽ dẫn đến sự khử hấp thụ các hợp chất lipoprotein, tăng hàm lượng của nó trong sản phẩm mà kết quả làm tăng quá trình oxy hóa chất béo.

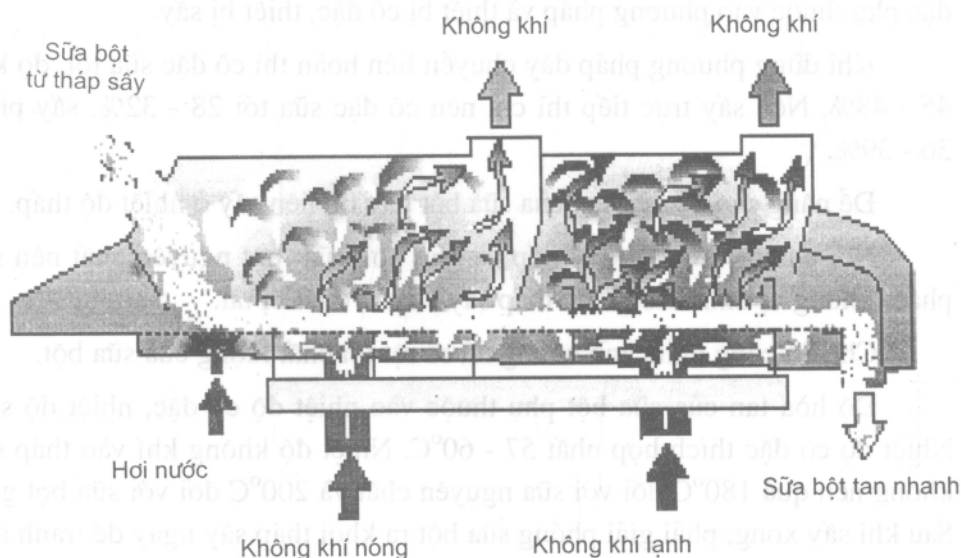
Tốc độ oxy hóa chất béo còn phụ thuộc vào bao bì và chế độ bảo quản. Đặc biệt nếu hàm lượng ẩm tăng thì tốc độ oxy hóa chất béo tự do sẽ tăng.

Mùi và vị của sữa bột cũng thay đổi.

Sữa bột có khả năng hút ẩm rất cao. Do đó, khi bảo quản trong bao bì không kín, sữa bột sẽ hút nước đến độ ẩm cân bằng, tạo thành các cục vón làm giảm độ hòa tan của sữa. Bảo quản lâu còn làm cho sữa bị biến màu, chuyển từ màu vàng nhạt sang ngả nâu, có mùi khét và giảm độ hòa tan rõ rệt.

6.4.6. Sữa bột tan nhanh

Để sản xuất sản phẩm này người ta phải xử lý sao cho các hạt sữa bột to hơn, xốp hơn. Đầu tiên, các hạt sữa được sấy để phần lớn nước trong mao quản và giữa các khe được thay bằng không khí. Các hạt sữa được làm ẩm trở lại. Khi đó bề mặt của chúng thấm nước nhanh, các mao quản đóng lại. Bề mặt các hạt sữa bột dính hơn và sẽ kết lại tạo thành các aglomerat. Các hạt sữa bột từ tháp sấy được làm ẩm trở lại bằng hơi, tiếp đến được sấy bằng không khí nóng và cuối cùng được làm nguội bằng không khí có nhiệt độ 10 - 12°C (hình 6.3).



Hình 6.3. Sơ đồ quá trình xử lý sữa bột từ tháp sấy để thu được sữa bột tan nhanh

Chương 7

CÔNG NGHỆ SẢN XUẤT KEM

Có rất nhiều loại kem khác nhau. Chúng khác nhau về thành phần dinh dưỡng, màu sắc, hương vị, hình dáng... Người ta căn cứ vào nguyên liệu chính để phân loại thành các nhóm. Các nhóm đó là :

1. Kem được làm từ sữa.
2. Kem được làm từ sữa và dầu thực vật.
3. Kem được làm từ nước quả, có bổ sung sữa.
4. Kem được làm từ nước, đường, mút quả.

Trên thị trường thế giới hiện nay, kem làm từ sữa và từ sữa có bổ sung dầu thực vật chiếm tới 80 - 90% tổng sản lượng kem. Có lẽ như vậy mà người ta coi kem như một loại sản phẩm sữa.

7.1. NGUYÊN LIỆU CHÍNH ĐỂ SẢN XUẤT KEM

Các nguyên liệu chính dùng trong công nghệ sản xuất kem được tóm tắt ở bảng 7.1.

Các loại nguyên liệu ở dạng bột như sữa bột, đường, chất ổn định, chất nhũ hóa... được đóng trong các bao. Các nguyên liệu dạng lỏng như sữa tươi, cream, sữa cô đặc có đường... được chứa trong các xitec. Tùy theo thành phần và tính chất của nguyên liệu mà thời gian và nhiệt độ bảo quản được xác định và duy trì ở mức phù hợp.

Tất cả các nguyên liệu chính, phụ đều phải bảo đảm chỉ tiêu về an toàn thực phẩm.

Bảng 7.1. Thành phần, nguyên liệu chính dùng trong công nghệ sản xuất kem

Thành phần	Nguyên liệu	Tỉ lệ theo chất khô, %	Tác dụng chủ yếu
Chất béo	- Cream, dầu bơ, bơ - Dầu thực vật	2 - 15	Tăng giá trị dinh dưỡng
Chất khô không mỡ	- Sữa bột gầy - Butter milk bột	10 - 11,5	Tăng giá trị dinh dưỡng, cải thiện cấu trúc kem
Đường	- Glucoza, fructoza, lactoza - Sorbitol	10 - 18	Tăng hàm lượng chất khô, tạo vị ngọt
Chất tạo nhũ	- Este glycerin - Este sorbitol - Monoglixerit - Lòng đỏ trứng	0,3 - 0,5	Tạo nhũ, tăng độ bền của nhũ
Chất ổn định	- Gelatin, casein, alginat, aga gum. caraghenan	0,2 - 0,4	Liên kết với các phân tử nước, tạo cấu trúc tốt
Hương	Các loại hương tự nhiên và tổng hợp vani, ca cao, sôcôla		Tạo hương thơm, tăng giá trị cảm quan
Màu	Chất màu tự nhiên hoặc tổng hợp		Tạo màu sắc, tăng giá trị cảm quan

7.2. QUY TRÌNH SẢN XUẤT KEM

Phối trộn nguyên liệu → Đồng hóa → Thanh trùng → Ủ chín →
 → Bổ sung hương, chất màu (nếu cần) → Lạnh đông, thổi khí →
 → Rót (dập que...) → Làm lạnh sâu (tôi kem)

7.2.1. Phối trộn nguyên liệu

Theo công thức phối chế riêng cho từng loại kem, các loại nguyên liệu khác nhau được phối trộn theo trình tự sao cho có hiệu quả nhất. Ví dụ, nếu pha sữa bột thì nước phải qua gia nhiệt trước khi đổ sữa bột vào. Các loại chất béo, dầu bơ làm tan chảy trước khi bơm vào thùng phối trộn. Sữa cô đặc, glucoza, dầu thực vật thường được gia nhiệt 30 - 50°C để giảm độ nhớt trước khi bơm vào thùng trộn.

7.2.2. Đồng hóa

Dịch kem được gia nhiệt 73 - 75°C rồi qua đồng hóa 140 - 200 bar. Đồng hóa nhằm làm đồng đều các thành phần, đặc biệt là chất béo, tăng diện tích bề mặt chất béo, tăng khả năng giữ nước.

7.2.3. Thanh trùng

Thông thường dịch kem thanh trùng 83 - 85°C trong 15 s. Sau thanh trùng, dịch kem được làm nguội đến khoảng 5°C và đưa sang thùng ủ chín.

7.2.4. Ủ chín

Dịch kem được ủ chín (ageing) ở 2 - 5°C tối thiểu 4 h. Trong quá trình này :

- Protein, chất ổn định hút nước làm cho trạng thái kem tốt hơn.
- Đồng đặc chất béo.

7.2.5. Bổ sung hương

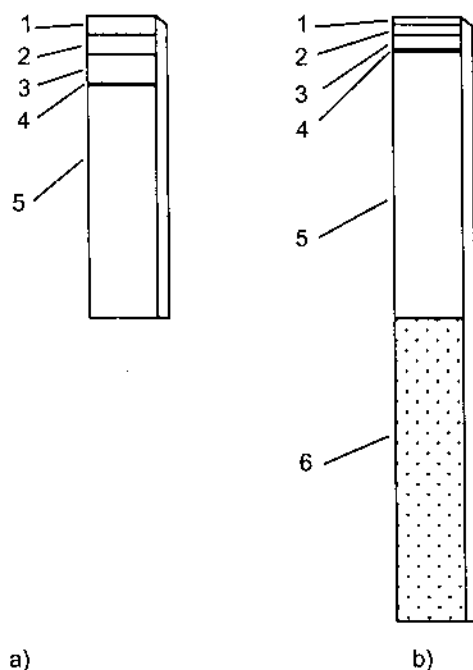
Nếu cần , trong khi bơm dịch kem sang máy lạnh đông, người ta bổ sung hương.

7.2.6. Lạnh đông

Dịch kem được làm lạnh đông nhanh ở $-3 \div -6^{\circ}\text{C}$ trong thiết bị lạnh đông. Quá trình lạnh đông xảy ra rất nhanh, các tinh thể đá tạo thành nhỏ. Điều này rất quan trọng đối với chất lượng cảm quan của kem.

Trong quá trình lạnh đông, người ta còn đưa vào một lượng không khí 0,8 - 1,0 lít cho 1 lít dịch kem (khi đó người ta nói rằng chỉ số độ xốp (over run) là 80 - 100%). Kết quả làm cho thể tích dịch kem tăng lên hai lần.

Sau khi lạnh đông, thể tích dịch kem thường tăng lên khoảng gấp đôi, tỷ lệ phần trăm các thành phần dịch kem giảm đi chỉ còn một nửa (xem hình 7.1).



Hình 7.1. Sự thay đổi tỷ lệ các thành phần của dịch kem trước và sau khi lạnh đông:

a- tỷ lệ các thành phần trong dịch kem trước khi lạnh đông;

b- tỷ lệ các thành phần trong dịch kem sau khi lạnh đông và nạp không khí

Dưới đây là một ví dụ minh họa

	a	b
1. Hàm lượng chất béo, %	10,0	5,0
2. Hàm lượng chất khô không mỡ của sữa, %	11,5	5,7
3. Hàm lượng đường, %	15,0	7,5
4. Hàm lượng chất nhũ hóa, ổn định, %	0,5	0,3
5. Hàm lượng nước, %	63,0	31,5
6. Hàm lượng không khí, %	0,0	50,0
	100,0	100,0

Trong trường hợp cân trộn các phụ gia như lạc, sôcôla miếng hoặc quả khô... thì người ta bổ sung chúng ngay sau khi dịch kem được lạnh đông xong, trước khi rót, đập que...

7.2.7. Đóng gói và làm lạnh sâu

Kem có thể được định hình thành cốc, ốc quế hoặc đóng hộp và đưa vào thiết bị làm lạnh sâu tới -20°C .

Trường hợp sản xuất kem que : Sau khi lạnh đông, dịch kem được đưa sang thiết bị đập que. Các que kem được làm lạnh sâu trong cabin lạnh ở nhiệt độ $-38 \div -40^{\circ}\text{C}$ (thường nhiệt độ tâm que kem đạt -35°C).

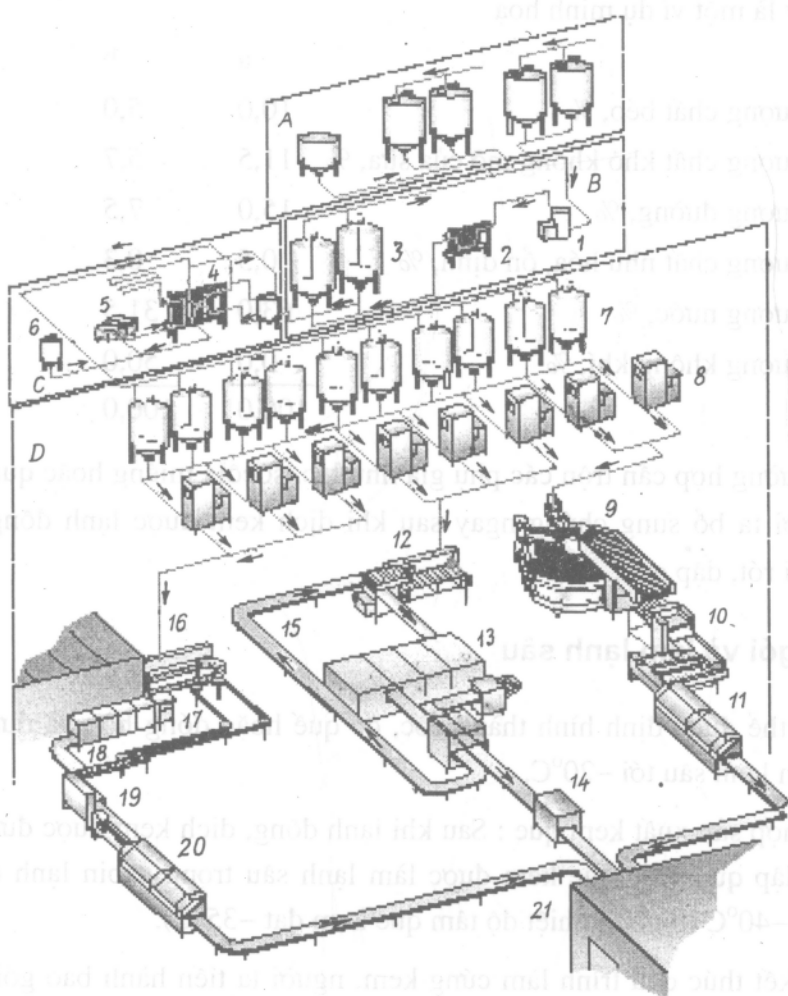
Sau khi kết thúc quá trình làm cứng kem, người ta tiến hành bao gói, đóng thùng và đưa đi bảo quản.

7.2.8. Bảo quản

Tùy loại kem, nhiệt độ và thời gian bảo quản có khác nhau. Bảo quản ở -25°C có thể 9 tháng.

7.3. SƠ ĐỒ DÂY CHUYỀN SẢN XUẤT KEM

Hình 7.2 là sơ đồ dây chuyền sản xuất các loại kem với công suất 5000 -10.000 lít/h. Trên dây chuyền này, người ta có thể sản xuất các loại kem que, kem cốc, kem hộp...



Hình 7.2. Sơ đồ dây chuyền sản xuất các loại kem công suất 5000 - 10 000 l/h:

A- Bảo quản nguyên liệu

B- Phối trộn nguyên liệu:

1- thiết bị trộn;

2- thiết bị trao đổi nhiệt;

3- thùng tạm chứa.

C- Thanh trùng, đồng hóa, tiêu chuẩn hóa:

4- thiết bị trao đổi nhiệt;

5- thiết bị đồng hóa;

6- thùng chứa dầu bơ, chất béo sữa.

D- Dây chuyền sản xuất kem:

7- thùng ủ chín;

8- thiết bị lạnh đông;

9- thiết bị dập que kem;

10- bao gói;

11- xếp hộp cactong;

12- rót cốc;

13- tunel lạnh;

14- xếp hộp cactong

15- băng tải;

16- định hình;

17- nhúng sôcôla;

18- tunel làm lạnh;

19- bao gói;

20- xếp hộp cactong;

21- bảo quản lạnh

Chương 8

CÔNG NGHỆ CÁC SẢN PHẨM LÊN MEN

8.1. CƠ SỞ LÝ THUYẾT CÁC QUÁ TRÌNH LÊN MEN

Lactose được coi là nguồn năng lượng cần thiết cho vi khuẩn trao đổi chất, cũng như là nguồn gốc tạo nên hàng loạt các phản ứng tổng hợp các chất.

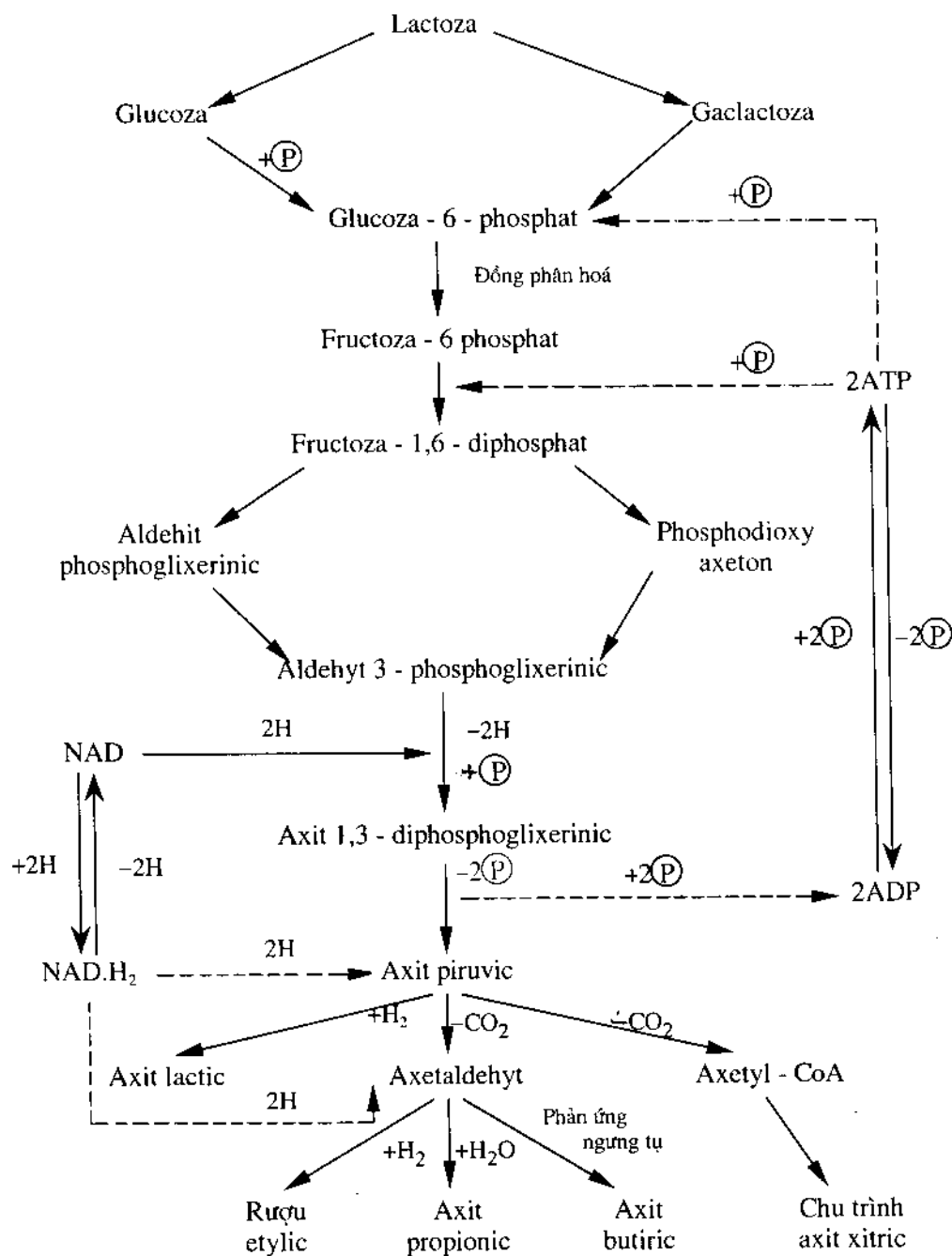
Trong các sản phẩm sữa lên men, người ta nhận thấy có ba dạng lên men chính, đó là :

- Lên men rượu.
- Lên men lactic.
- Lên men butiric.

Các dạng lên men khác (cũng xảy ra trong quá trình sản xuất các sản phẩm sữa lên men) được coi là sự phối hợp của các dạng lên men chính.

Đối với các loại sữa lên men, ở giai đoạn đầu tức là cho đến khi tạo thành axit piruvic đều giống nhau.

Bên cạnh đó, còn có những quá trình lên men đặc trưng riêng cho từng sản phẩm. Ví dụ như lên men propionic trong sản xuất phô mát hoặc lên men axetic xảy ra khi sản xuất một vài loại sữa chua (xem thêm ở phần kỹ thuật sản xuất phô mát, kefir).



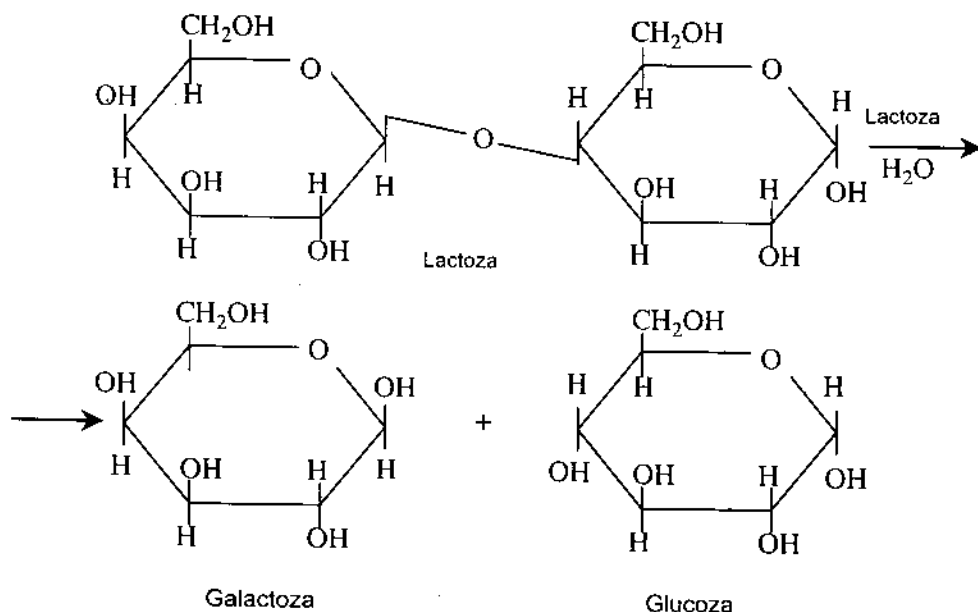
$\textcircled{\text{P}} = (\text{H}_2\text{PO}_3)^-$

NAD = Nicotinamit - Adenin - Dinucleotit

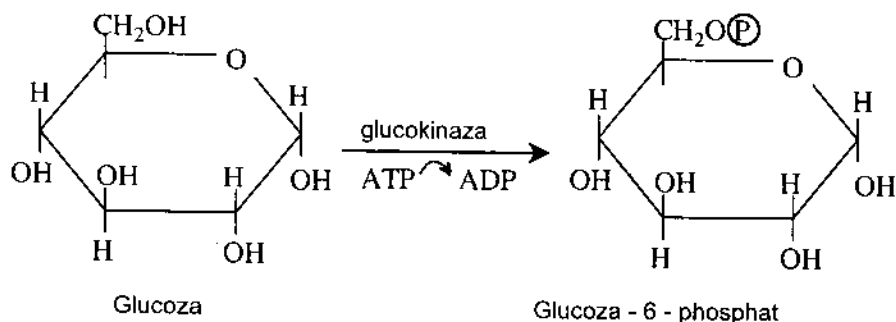
Hình 8.1. Sơ đồ các quá trình lên men lactic, lên men rượu, lên men butiric và lên men propionic từ lactoza

8.1.1. Lên men rượu

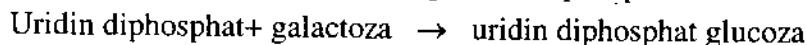
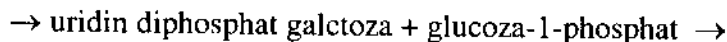
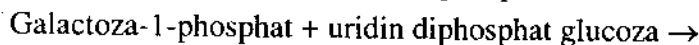
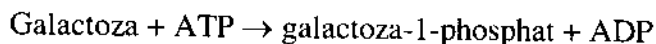
Cơ chất chính của quá trình lên men rượu của sữa là đường sữa - lactoza. Dưới tác dụng của enzym lactaza, từ một phân tử lactoza cho glucoza và galactoza.

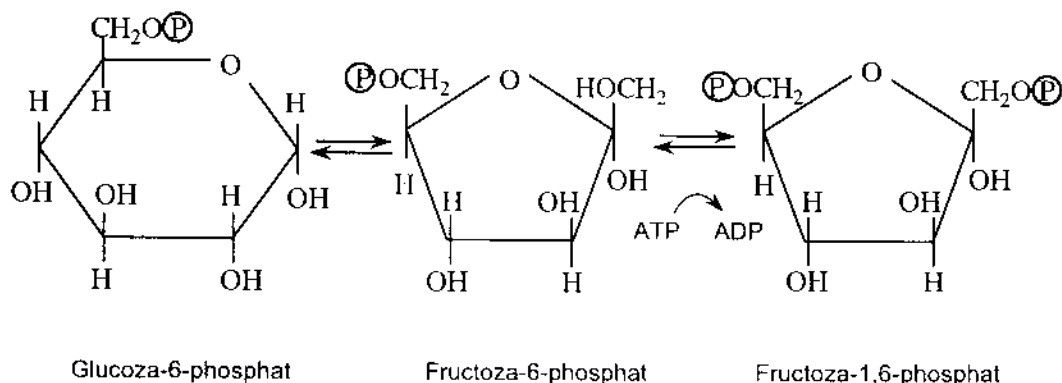


Tiếp đó, dưới tác dụng của glucokinaza và chất cho gốc phosphat là ATP, glucoza bị phosphoryl hóa tạo thành glucoza-6-phosphat.



Galactoza không thể lên men trực tiếp được mà trước hết nó phải được chuyển thành glucoza theo sơ đồ sau :

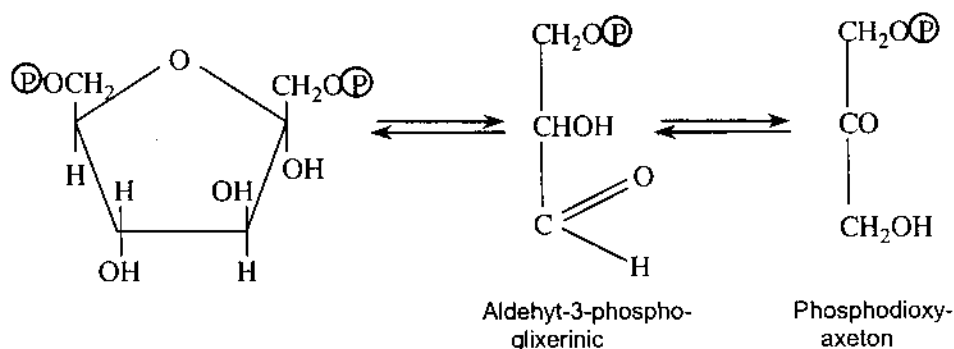




Glucoza-6-phosphat dưới tác dụng của enzym đồng phân hóa chuyển thành fructoza-6-phosphat. Fructoza-6-phosphat tại tiếp tục bị phosphoryl hóa để chuyển thành fructoza-1,6-phosphat.

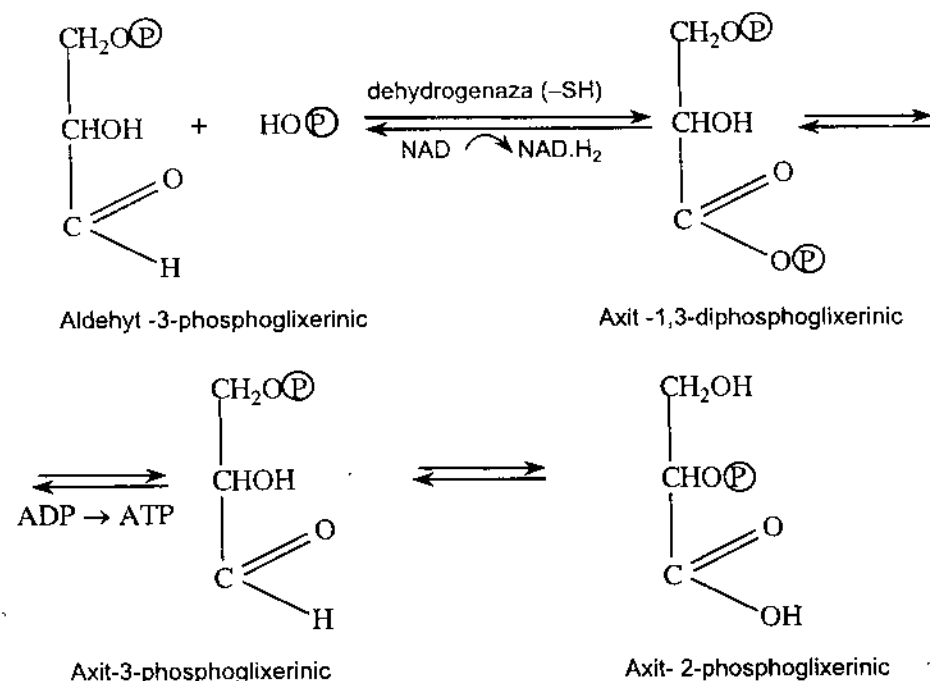
Phản ứng tạo thành fructoza-1,6-phosphat là phản ứng rất quan trọng cho quá trình phân giải tiếp theo. Và chính các phản ứng trên làm cho fructoza-1,6-phosphat trở nên kém bền và dễ dàng tham gia vào quá trình lên men tiếp theo.

Giai đoạn tiếp theo là sự phá vỡ mạch cacbon của đường hexoza nhờ tác dụng của aldolaza có trong vi khuẩn, nấm men tạo thành aldehyt-3-phosphoglixerinic và tiếp đó thành phosphodioxyaxeton.

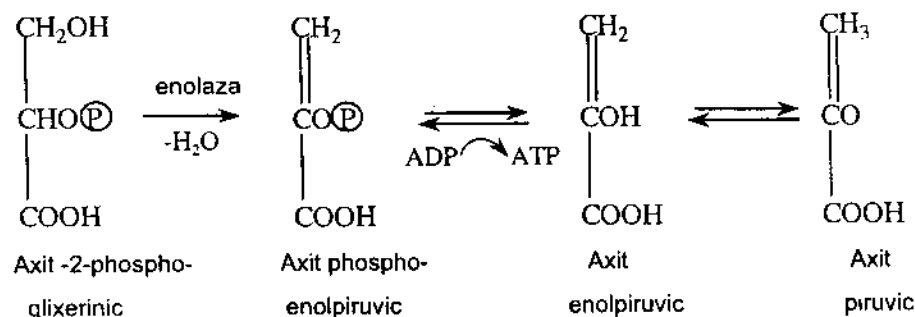


Aldehyt-3-phosphoglixerinic tiếp tục liên kết với 1 phân tử axit phosphoric và bị oxy hóa đến axit 1,3-diphosphoglixerinic dưới tác dụng của dehydrogenaza. Sau đó axit 1,3-diphosphoglixerinic lại chuyển gốc phosphat sang phân tử ADP dưới tác dụng của phosphoglixeratkinaza tạo

thành axit 3-phosphoglixerinic. Tiếp đó chất này lại chuyển thành axit 2-phosphoglixerinic (nhờ xúc tác của diphosphoglixeratmutaza).



Dưới tác dụng của enzym enolaza, axit 2-phosphoglixerinic bị mất 1 phân tử nước và chuyển thành axit phosphoenolpiruvic. Tiếp đó axit phosphoenolpiruvic loại gốc phosphat sang phân tử ADP và chuyển thành axit enolpiruvic và axit này lại dễ dàng chuyển sang dạng bền vững hơn là axit piruvic.

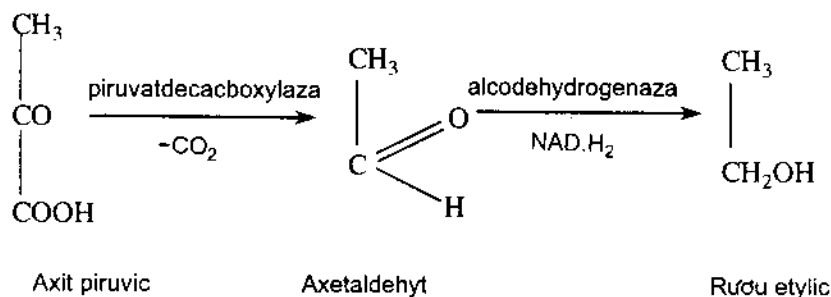


Quá trình chuyển hóa tiếp theo của axit piruvic sẽ phụ thuộc vào tính đặc thù của các loại vi khuẩn khác nhau và vào điều kiện lên men.

Trong môi trường hiếu khí, axit piruvic sẽ bị oxy hóa đến CO_2 và nước

hoặc chuyển hóa thành axit axetic. Còn trong điều kiện kỵ khí từ axit piruvic sẽ tạo ra hàng loạt các hợp chất (xem sơ đồ hình 8.1).

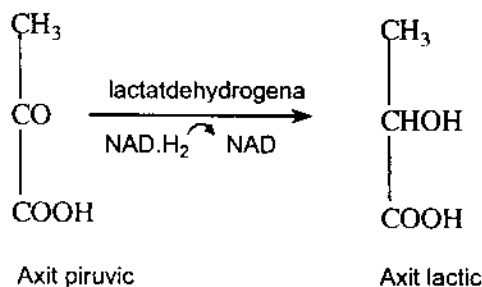
Trong trường hợp lên men rượu, axit piruvic sẽ chuyển thành axetaldehyt và CO_2 nhờ xúc tác của piruvatdecaboxylaza, rồi sau đó thành rượu etylic nhờ alcoldehydrogenaza:



Quá trình lên men rượu đóng vai trò quan trọng trong sản xuất sữa chua kefir và kumis bởi trong thành phần của chúng có nấm men.

8.1.2. Lên men lactic

Quá trình lên men lactoza tới axit piruvic xảy ra tương tự như đã trình bày ở phần lên men rượu nhưng sau đó axit piruvic dưới tác dụng của lactatdehydrogenaza của vi khuẩn sẽ tạo thành axit lactic:



Trong quá trình lên men lactoza, nhiều chủng vi khuẩn không chỉ sản sinh ra axit lactic mà còn cho hàng loạt các sản phẩm khác như các axit hữu cơ (axetic, propionic, suxinic...), rượu, este, CO_2 ... Dựa vào các sản phẩm của quá trình lên men mà người ta chia vi khuẩn thành :

- Vi khuẩn lên men lactic đồng hình.
- Vi khuẩn lên men lactic dị hình.

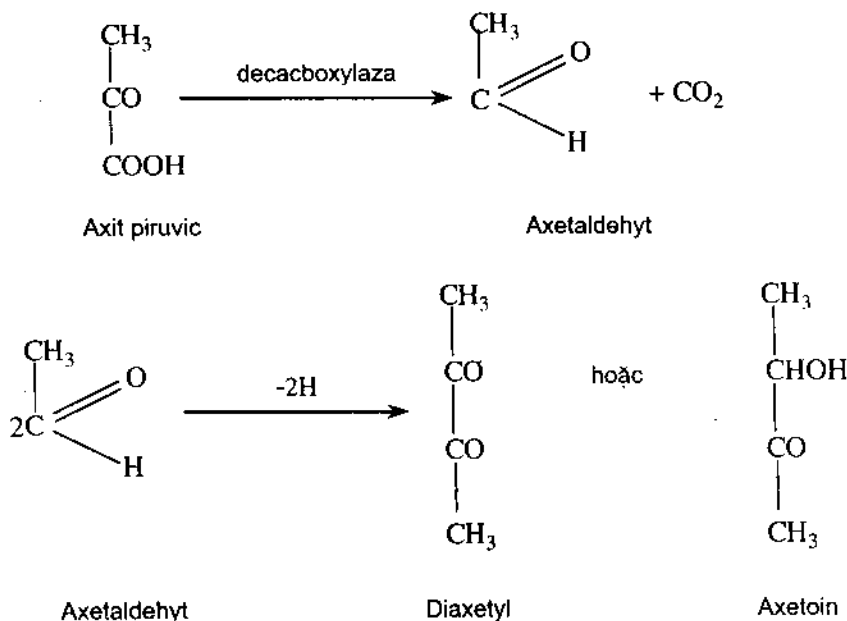
Lên men lactic là quá trình lên men chủ yếu của các sản phẩm sữa lên men. Vi khuẩn lactic là nhóm vi khuẩn quan trọng nhất đối với công nghiệp chế biến sữa.

Các vi khuẩn lactic, ngoài việc tạo thành axit còn có một số loài tạo chất thơm (diacetyl, axetoin, axit bay hơi...) như *Streptococcus diacetylactis*.

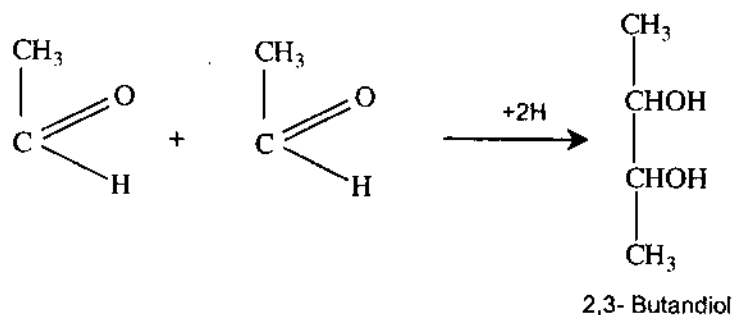
Có nhiều giả thiết về sự tạo thành diacetyl. Có thể diacetyl được tạo thành từ lactoza hoặc từ lactoza và axit xitric.

Nếu diacetyl được tạo thành từ sự chuyển hóa lactoza thì quá trình sinh hóa đến giai đoạn thu được axit piruvic như đã trình bày ở trên.

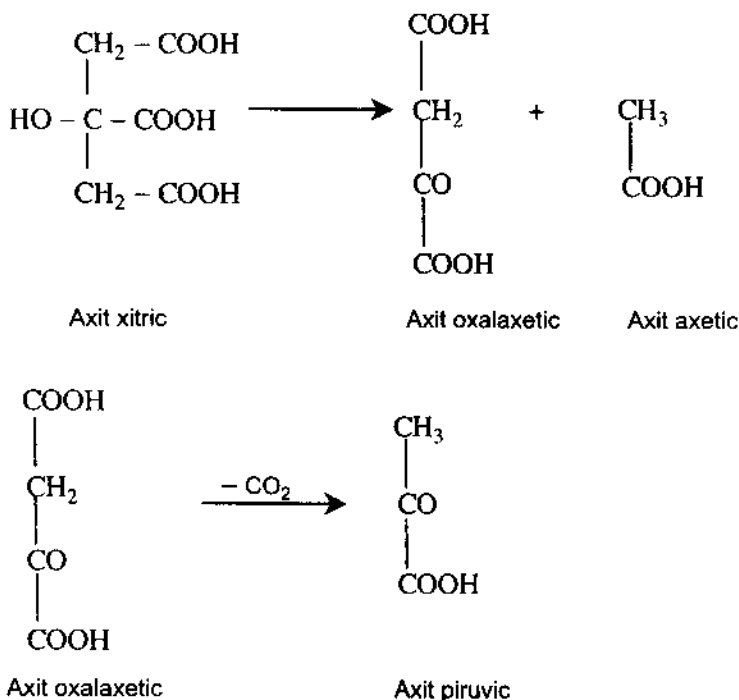
Tiếp đó, từ axit piruvic, nhờ enzym decarboxylaza chuyển thành axetaldehyt và sau đó nhờ ngưng tụ tạo thành diacetyl hoặc axetoin. Trong thành phần chất thơm của chủng vi sinh vật luôn luôn có chất thơm này.



hoặc :

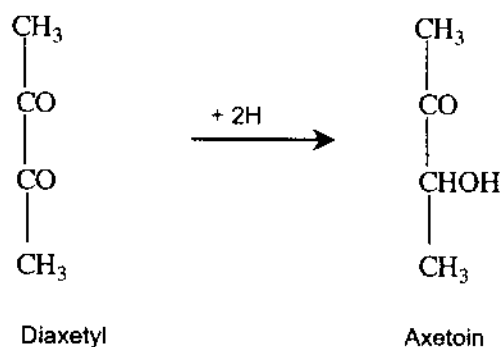


Còn nếu giả thuyết cho rằng diacetyl được tạo thành từ axit xitric thì phản ứng xảy ra như sau :



và sau đó tiếp tục xảy ra như sơ đồ đã dẫn ra phía trên.

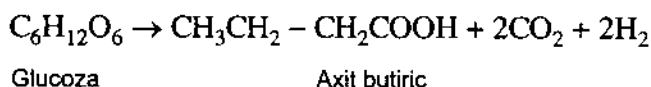
Maximova cho rằng, diacetyl được tạo thành trong chủng ở một giới hạn thế oxy hóa - khử nhất định. Trong môi trường khử mạnh và thế oxy hóa - khử rH_2 giảm thì diacetyl chuyển thành axetoin.



Streptococcus diaxetylactic có tính khử yếu và trong môi trường có thể oxy hóa - khử mạnh $r\text{H}_2 = 6,0$ thì sẽ tạo được nhiều diaxetyl. Trong khi đó *Streptococcus citrovorus*, *Streptococcus paracitrovorus* chỉ tạo được axetoin.

8.1.3. Lên men butiric

Quá trình lên men butiric xảy ra trong các sản phẩm sữa dưới tác dụng của vi khuẩn butiric làm chuyển hóa glucoza, axit lactic:



Lên men butiric là một quá trình phức tạp nhưng đến thời điểm tạo thành axit piruvic thì xảy ra tương tự như lên men rượu.

Axit piruvic tạo thành dưới tác dụng của decarboxylaza chuyển thành axetaldehyt và từ 2 phân tử axetaldehyt lại chuyển hóa tiếp thành axetadol rồi do chuyển nhóm nội phân tử, axetadol chuyển thành axit butiric:

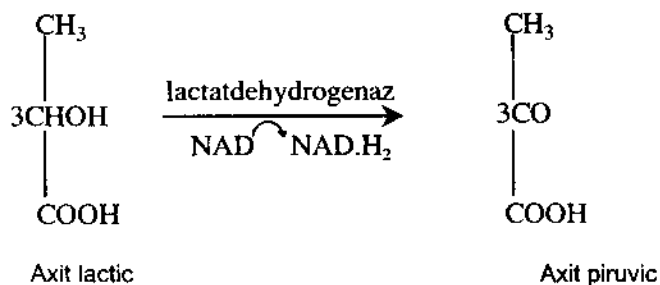


Quá trình lên men butiric còn tạo thành một lượng nhỏ các axit như axetic, caprolic, caprilic, rượu etylic... Lên men butiric là quá trình không mong muốn, là nguyên nhân gây nên mùi vị khó chịu trong các sản phẩm sữa chua và hiện tượng phồng của pho mát.

8.1.4. Lên men propionic

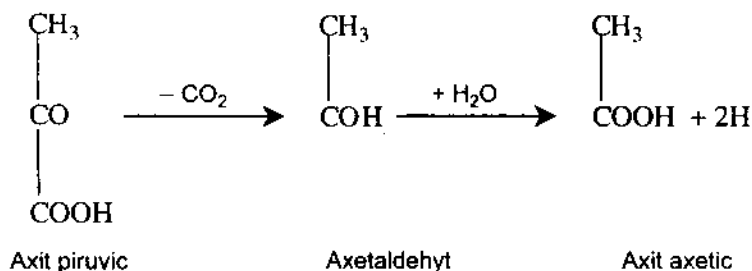
Vì khuẩn propionic có thể chuyển hóa glucoza, axit lactic và các muối của nó thành axit propionic. Trong mọi trường hợp, quá trình lên men đều trải qua giai đoạn tạo thành axit piruvic.

Nếu xuất phát từ glucoza thì diễn biến của quá trình tương tự như lên men rượu. Còn nếu từ axit lactic thì do lactatdehydrogenaza vi khuẩn xúc tác sẽ tạo thành axit piruvic:

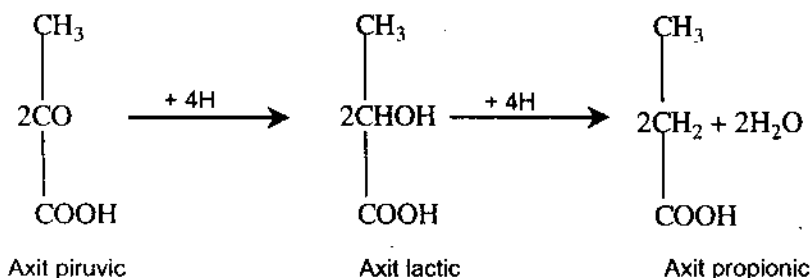


Tiếp theo một phần axit piruvic biến đổi thành axetaldehyt và axit axetic, một phần axit piruvic lại chuyển thành axit lactic rồi axit propionic:

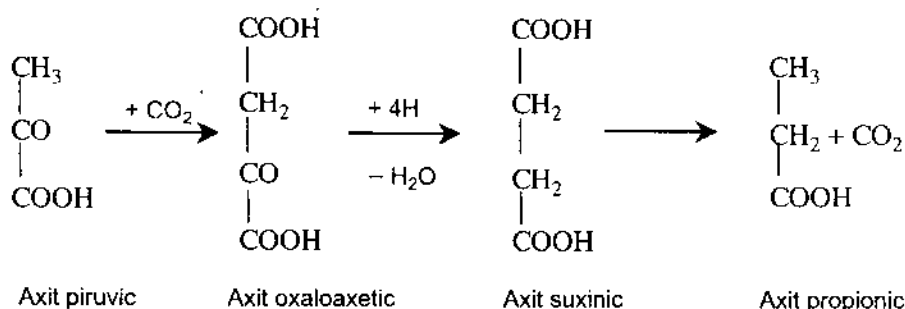
1.



2.



Vì khuẩn propionic còn có thể tác dụng theo một cách khác. Thay vì loại CO_2 từ axit piruvic thì ngược lại, axit piruvic lại kết hợp với CO_2 để tạo thành axit oxaloaxetic. Axit oxaloaxetic loại một phân tử nước tạo thành axit suxinic và cuối cùng là axit propionic.



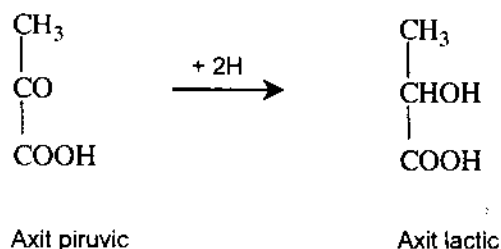
Lên men propionic đóng vai trò quan trọng trong quá trình chín của pho mát (xem phần kỹ thuật sản xuất pho mát).

8.1.5. Các dạng lên men khác

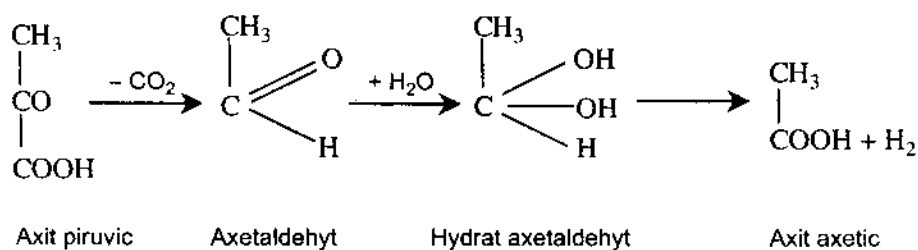
Ngoài các vi khuẩn lactic, butiric, propionic, nấm men, trong sữa và các sản phẩm sữa còn có các loại vi khuẩn khác như vi khuẩn đường ruột, vi khuẩn axetic cũng tham gia chuyển hóa lactoza và tạo thành hàng loạt các hợp chất. Ví dụ, vi khuẩn đường ruột khi lên men lactoza tạo thành các axit và các khí. Giai đoạn đầu của quá trình này đến khi tạo thành axit piruvic giống như lên men rượu.

Ở giai đoạn tiếp theo, axit piruvic có thể chuyển hóa rất đa dạng, tạo thành hàng loạt các chất theo sơ đồ sau :

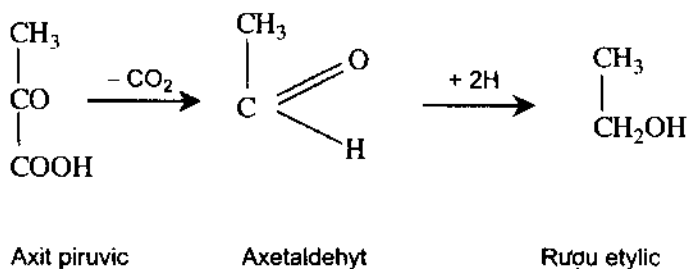
1.



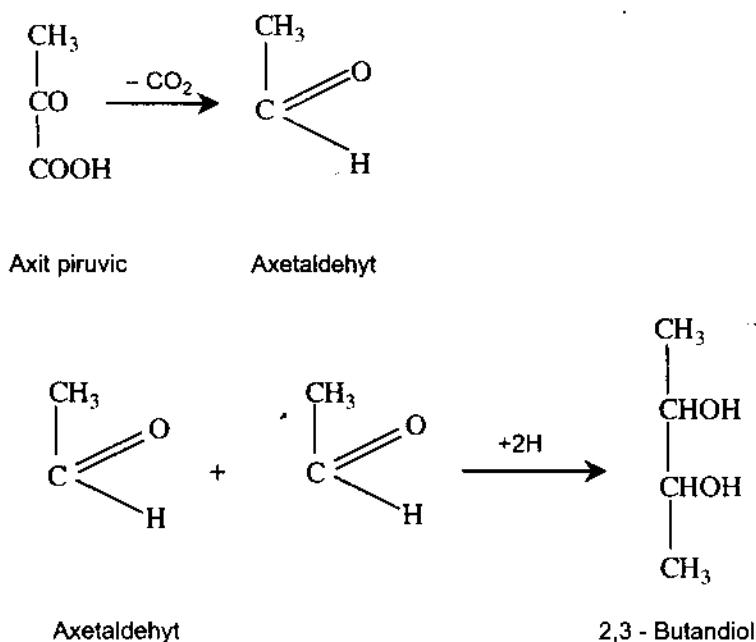
2.



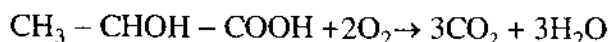
3.



4.

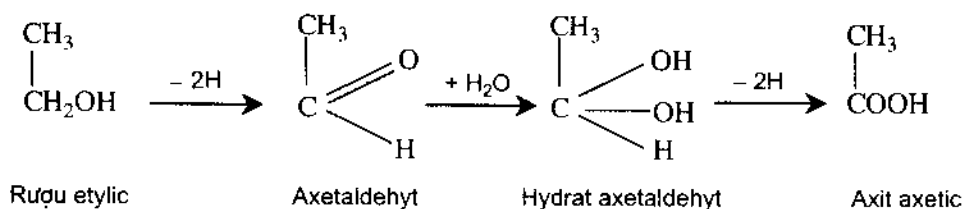


Trong điều kiện hiếu khí, vi khuẩn đường ruột có thể sử dụng axit lactic cho quá trình hô hấp.



Axit lactic

Vi khuẩn axetic là vi khuẩn hiếu khí có trên bề mặt các sản phẩm sữa sẽ oxy hóa rượu etylic thành axit axetic:



Vi khuẩn axetic còn có thể oxy hóa các rượu khác, đường và một số axit khác.

Lactoza là glucit chủ yếu của sữa bò. Hàm lượng trung bình 4,6% và tương đối ổn định. Lactoza là một disacarit $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$, ít hòa tan và cũng ít ngọt hơn sacaroza.

Lactoza có vai trò quan trọng trong sản xuất pho mát, các loại sữa lên men, bơ lên men, bởi vì lactoza là nguyên liệu chủ yếu để tạo thành axit trong các sản phẩm nói trên.

Các *Streptococci* khi phát triển trong sữa, chỉ sử dụng 0,8 - 1% lactoza để tạo thành axit lactic với số lượng tương ứng 0,8 - 1%, giảm pH tới 4,5. Khi đạt tới pH này thì sự phát triển và tạo thành axit của vi khuẩn này cũng bị ngừng.

Còn các vi khuẩn chịu nhiệt hình que (rod - shaped thermobacteria) thì sử dụng khoảng 3% lactoza trong sữa để tạo thành xấp xỉ 3% axit lactic tức là đưa pH về xấp xỉ 3. Đây cũng là giới hạn kết thúc sự phát triển và sự tạo thành axit.

8.2. HỆ VI SINH VẬT LÊN MEN CÁC SẢN PHẨM SỮA

Lên men các sản phẩm từ sữa, ta sẽ được các sản phẩm sữa lên men. Đó là tên gọi chung của một tập hợp các sản phẩm như sữa chua, yoghurt,

kefir, ymer, kumis (koumiss), cream lên men (cultured cream), bơ chua (sour butter).

Để sản xuất các loại sản phẩm sữa lên men, người ta cấy các chủng vi sinh vật khác nhau vào sữa và kết quả là, chuyển hóa lactoza thành axit lactic, CO_2 , axit axetic, diaxetyl, axetaldehyt và các hợp chất bay hơi khác, tạo cho sản phẩm một mùi, vị đặc trưng. Một số sản phẩm như kefir, kumis còn chứa một lượng nhỏ rượu etylic.

Các sản phẩm sữa lên men có nguồn gốc từ Kapca và nhanh chóng phổ biến sang các nước Đông Âu, Trung Âu.

Quá trình lên men, chuyển lactoza thành axit lactic có tác dụng bảo quản sữa rất tốt, bởi lẽ pH thấp khống chế sự phát triển của vi khuẩn gây thối và các vi khuẩn có hại khác.

Các sản phẩm sữa lên men đều có độ tiêu hóa cao bởi lẽ các chất đều đã được chuyển hóa tới dạng cơ thể dễ hấp thụ, đặc biệt đối với những người già và trẻ em.

Đa số các sản phẩm sữa lên men là thức ăn "ăn kiêng" và có tác dụng chữa bệnh.

Sử dụng các sản phẩm sữa lên men có tác dụng kích thích sự tiết dịch vị, kích thích sự trao đổi chất, hệ vi khuẩn lactic (có trong các sản phẩm này) có tác dụng khống chế sự phát triển của vi khuẩn gây thối rữa ở ruột. Ngoài các thành phần dinh dưỡng như protein, lipit, glucit, các sản phẩm sữa lên men còn chứa nhiều vitamin, các chất kháng thể rất có ý nghĩa trong điều trị một số bệnh.

Hệ vi sinh vật dùng để lên men sữa (cultures còn được gọi là chủng vi sinh vật) đã được biết đến từ khá lâu.

Chủng vi sinh vật có thể chỉ bao gồm một loài hoặc là hỗn hợp của nhiều loài. Một số loài như *Streptococcus lactic*, *S. cremoric*, *S. thermophilus* chỉ có tác dụng lên men lactoza và tạo ra axit lactic. Một số loại khác như *S. diaxetylactic*, *Leuconostoc citrovorum* lại có khả năng tạo ra các chất thơm.

Việc sử dụng loại vi khuẩn nào, với tỷ lệ bao nhiêu để cho kết quả tốt nhất là mối quan tâm của các nhà khoa học công nghệ. Trên thị trường có rất nhiều loại chủng khác nhau : khác nhau về thành phần vi khuẩn, về tỷ lệ giữa chúng, về trạng thái (dạng lỏng, đặc, bột ...). Tùy theo nhu cầu và điều kiện sản xuất mà người ta lựa chọn phương án thích hợp nhất.

Bảng 8.1 dưới đây là một số vi khuẩn thường dùng trong công nghệ sản xuất các sản phẩm sữa lên men.

Bảng 8.1. Một số vi khuẩn lactic đặc trưng trong công nghiệp chế biến sữa

Chủng vi sinh vật	Nhiệt độ lên men, °C	Lên men lactoza đến		Lên men axit xitric đến	Sử dụng trong sản xuất
		Axit lactic	Chất khác		
<i>S. thermophilus</i>	40 - 45	0,7	-	-	Sữa lên men
<i>S. lactic</i>	25 - 30	0,7	-	-	Pho mát
<i>S. cremoric</i>	25 - 30	0,7	-	-	Sữa lên men
<i>S. diacetylactic</i>	25 - 30	0,7	-	CO ₂ diacetyl	Sữa lên men, pho mát, bơ
<i>Leuc. cremoric</i>	25 - 30	0,4	CO ₂	CO ₂ diacetyl	Sữa lên men
<i>L. casei</i>	30	1,5	-	-	Pho mát
<i>L. lactic</i>	40 - 45	1,5	-	-	Pho mát
<i>L. helveticus</i>	40 - 45	2,0	-	-	Sữa lên men, pho mát
<i>L. bulgaricus</i>	40 - 45	1,5	-	-	Sữa lên men
<i>Bifidobacterium</i>	37	0,9	Axit axetic	-	Sữa lên men

Ghi chú: *S.* = *Streptococcus*; *Leuc.* = *Leuconostoc*; *L.* = *Lactococcus*

Vi khuẩn lactic có ở hầu hết mọi nơi nhưng nhiều hơn cả là ở sữa. Vi khuẩn lactic bao gồm cả bacilli và cocci. Đa số vi khuẩn này bị tiêu diệt ở 70°C, một số thì chỉ bị tiêu diệt ở 80°C.

Các vi khuẩn này sử dụng lactoza làm nguồn cacbon và sản sinh ra axit lactic. Quá trình lên men có thể chỉ tạo thành một sản phẩm chủ yếu là axit lactic (lên men đồng hình - homofermentative fermentation) hoặc tạo thành cả axit lactic và các chất khác như axit axetic, CO₂, hydro (lên men dị hình - heterofermentative fermentation).

Khả năng lên men của các loài vi khuẩn khác nhau là không giống nhau. Phần lớn các vi khuẩn lactic có khả năng tạo thành từ 0,5 đến 1,5% axit lactic, một số loài có thể tạo ra nhiều hơn, tới 3%.

Để phát triển, các vi khuẩn lactic cần nguồn nitơ hữu cơ. Chúng sử dụng nguồn này từ quá trình chuyển hóa casein do tác dụng của các proteaza. Khả năng thủy phân protein (casein) phụ thuộc vào từng loài.

Trong số các vi khuẩn lactic đó, *Streptococcus diacetylactis* và *Leuconostoc citrovorum* có thể lên men axit xitric đến cacbon dioxyt và diacetyl. Cacbon dioxyt do vi khuẩn lactic tạo thành từ quá trình lên men axit xitric và lactoza được tập trung ở những khoảng trống trong pho mát, tạo thành các lỗ rỗng.

Cacbon dioxyt tạo mùi rất đặc trưng cho chủng đầu (mother culture) và chủng sử dụng (xem thêm ở phần chuẩn bị chủng men cái cho sản xuất sữa chua) cũng như mùi cho các sản phẩm sữa lên men.

Diacetyl tạo thành từ lên men axit xitric làm tăng mùi rất đặc trưng của chủng men cái, các sản phẩm sữa lên men và bơ. *Lactobacillus helveticus* là *bacillus* rất quan trọng trong quá trình chín của pho mát Emmenthal. Chúng được đưa vào sữa ở dạng nguyên chất.

8.3. KỸ THUẬT SẢN XUẤT SỮA CHUA YOGHURT

Sữa chua yoghurt là sản phẩm sữa chua được biết đến nhiều nhất và cũng là sản phẩm phổ biến trên khắp thế giới.

Sữa chua yoghurt bắt nguồn từ Bungari với tên gọi là yaourt, ở nhiều nước khác có tên gọi riêng cho yoghurt. Ở nước ta hiện nay sử dụng phổ biến loại sữa chua yoghurt.

Trạng thái, mùi vị của sữa chua yoghurt có khác nhau ở vùng này so với vùng khác. Đặc biệt là độ đặc hoặc loãng phụ thuộc vào thị hiếu của mỗi nước.

8.3.1. Phân loại sữa chua yoghurt

Người ta chia yoghurt thành ba loại phụ thuộc vào thời điểm tiến hành quá trình lên men:

1. Sữa chua yoghurt dạng "set type" : ngay sau khi bổ sung chủng, người ta rót hộp ngay và lên men trong hộp.
2. Sữa chua "stirred type" : bổ sung chủng và lên men trong xitec lớn. Sau đó làm lạnh và rót hộp.
3. Sữa chua uống "drink yoghurt" : sản xuất tương tự như loại stirred. Sau khi đông tụ, pha chế thành dịch, có thể qua hoặc không qua xử lý nhiệt trước khi rót hộp.

8.3.2. Nguyên liệu dùng để sản xuất sữa chua yoghurt

Sữa nguyên liệu

Để sản xuất sữa chua yoghurt cần chọn loại sữa có chất lượng cao :

- Độ vệ sinh cao, tổng số vi khuẩn thấp.
- Không chứa kháng sinh (penicilin, streptomycin...), bacteriophage (thực khuẩn thể).
- Không chứa các chất tẩy rửa, chất sát khuẩn (ví dụ, các chất đó còn sót lại sau quá trình rửa...), những chất ngăn cản quá trình lên men.

Tại nhà máy cần kiểm tra nghiêm ngặt các chỉ tiêu độ tươi, độ sạch, tổng chất khô, hàm lượng chất béo, cảm quan.

8.3.3. Sơ đồ quy trình sản xuất sữa chua yoghurt

a) Sữa chua dạng tĩnh

Sữa nguyên liệu → Kiểm tra chất lượng → Làm sạch → Làm lạnh → Tạm chứa nếu chưa sản xuất ngay → Tiêu chuẩn hóa → Gia nhiệt → Đồng hóa → Thanh trùng → Làm nguội → Bổ sung chủng vi sinh vật → Rót → Lên men → Ủ chín → Bảo quản lạnh.

b) Sữa chua dạng động

Sữa nguyên liệu → Kiểm tra chất lượng → Làm sạch → Làm lạnh → tạm chứa nếu chưa sản xuất ngay → Tiêu chuẩn hóa → Gia nhiệt → Đồng hóa → Thanh trùng → Làm nguội → Bổ sung chủng vi sinh vật → Lên men → Làm nguội → Rót → Bảo quản lạnh.

8.3.3.1. Gia nhiệt

Sữa được gia nhiệt lên 40°C, qua thiết bị li tâm làm sạch và li tâm tiêu chuẩn hóa hàm lượng chất béo.

- Tùy thuộc nhu cầu, hàm lượng chất béo của sữa chua yoghurt từ 0,5 - 3,0%.

- Hàm lượng chất khô không mỡ tối thiểu 8,2%.

- Chất ổn định có thể là gelatin, pectin, agar-agar. Chúng có tác dụng ngăn chặn quá trình tách nước ở sữa chua thành phẩm, tăng độ nhớt.

Sữa chua yoghurt không có chất ổn định. Khi sản xuất sữa chua hoa quả, có thể cho thêm chất ổn định. Còn đối với sữa chua uống thì nhất thiết phải có chất ổn định (0,1 - 0,5%).

Khả năng đông tụ của sữa sẽ giảm khi lượng ion điện tích dương giảm (chủ yếu Ca^{2+}). Người ta cho thêm CaCl_2 với lượng 0,02 - 0,04% trong một số thời điểm trong năm. Người ta có thể thêm đường dưới dạng đường sacaroza hoặc glucoza trong trường hợp sản xuất sữa chua hoa quả (mứt hoa quả thông thường chứa 50% đường sacaroza).

8.3.3.2. Đồng hóa

Đồng hóa nhằm giảm kích thước các cầu mỡ, phân bố chúng đồng đều, tránh hiện tượng nổi lên của các cầu mỡ. Đồng hóa cải thiện trạng thái của sữa chua : quện sữa mịn, đồng nhất.

Dịch sữa được đồng hóa 60 - 70°C, 200 bar.

8.3.3.3. Thanh trùng

Thanh trùng là biện pháp xử lý nhiệt nhằm tiêu diệt vi sinh vật, tăng khả năng hydrat hóa của casein (khả năng giữ nước tốt, hạn chế sự tách nước, quện sữa mịn, chắc). Thanh trùng ở 90 - 95°C trong 5 phút, sau đó làm nguội đến nhiệt độ lên men 40 - 45°C.

8.3.3.4. Lên men

- Chuẩn bị chủng vi sinh vật

Trước hết, việc chuẩn bị chủng vi sinh vật (trong sản xuất thường gọi là men giống) cần đảm bảo độ chính xác cao và vô trùng.

Chủng thường bao gồm *Streptococcus thermophilus* và *Lactobacillus bulgaricus*. Tỷ lệ cocci / bacilli thường 1:1 hoặc 2:1. Tuy nhiên, tỷ lệ này có thể thay đổi. Thời gian sử dụng chủng phải tuân thủ nghiêm ngặt bởi lẽ khi cấy trở lại (repeated transfer) dễ bị nhiễm.

Khi dùng chủng bột thương mại (commercial culture) người ta cấy chuyển tiếp một vài lần để tăng hoạt tính của chủng và để rút ngắn thời gian lên men trong sản xuất.

Thông thường, từ chủng bột sẽ cấy lần 1 - chủng đầu (mother culture) rồi cấy tiếp lần 2 - chủng thứ hay chủng trung gian (intermediate) và cấy lần 3 - chủng sử dụng (bulk starter). Sơ đồ hình 8.2, từ chủng đầu có thể dùng trực tiếp mà không cần qua các bước trung gian.

Thời gian cấy lần lượt giảm từ 8 - 10h, 6 - 8h và lần 3 khoảng 3 - 4h.

Chuẩn bị chủng là một khâu rất quan trọng, quyết định chất lượng của các sản phẩm sữa lên men. Yêu cầu phải tuân thủ một cách nghiêm ngặt các bước và trong điều kiện vô trùng.

Quy trình chuẩn bị chủng (men giống) :

Sữa tươi (hoặc sữa bột hoàn nguyên) → Xử lý nhiệt, Làm nguội đến nhiệt độ lên men → Cấy chủng → Lên men → Làm lạnh → Bảo quản.

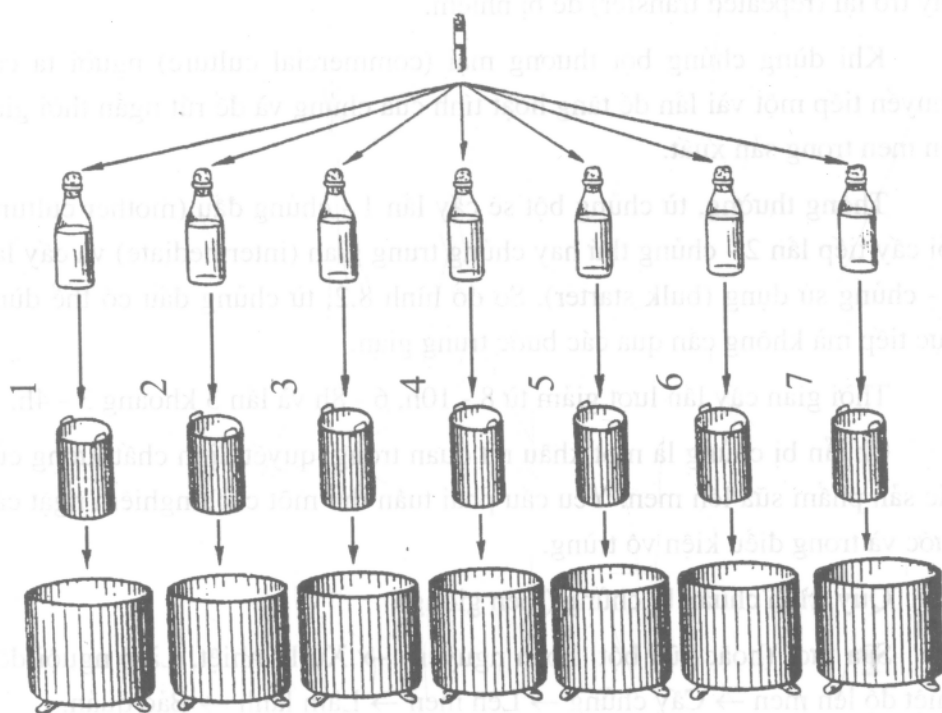
Sữa dùng làm môi trường phải có chất lượng cao, tổng số vi khuẩn thấp, không có chất kháng sinh, không chứa chất tẩy rửa. Thanh trùng ở nhiệt độ 90 - 95°C trong 15 - 30 phút nhằm tiêu diệt hoàn toàn, loại trừ các

chất kìm hãm (inhibitory substance), biến tính protein, loại bỏ oxy hòa tan. Sau khi thanh trùng, sữa được làm nguội đến nhiệt độ lên men 18 - 19°C cho pho mát, 20 - 22°C cho bơ và 40 - 45°C cho sữa chua.

• Bảo quản chủng vi sinh vật

Trong trường hợp chủng ở dạng bột (được sấy phương pháp thăng hoa) thì có thể bảo quản được khá lâu. Nhược điểm là phải hoạt hoá (cấy chuyển tiếp 2 - 3 lần) rồi mới sử dụng.

Gần đây, xu hướng dùng chủng concentrat lạnh đông (frozen concentrate) như chủng thứ (chủng trung gian) hoặc cấy trực tiếp vào sữa khá phổ biến. Ưu điểm cơ bản của chủng lạnh đông này là rất an toàn, thuận tiện và kinh tế (cứ 70 ml chủng concentrat đủ làm men 500 lit men giống).



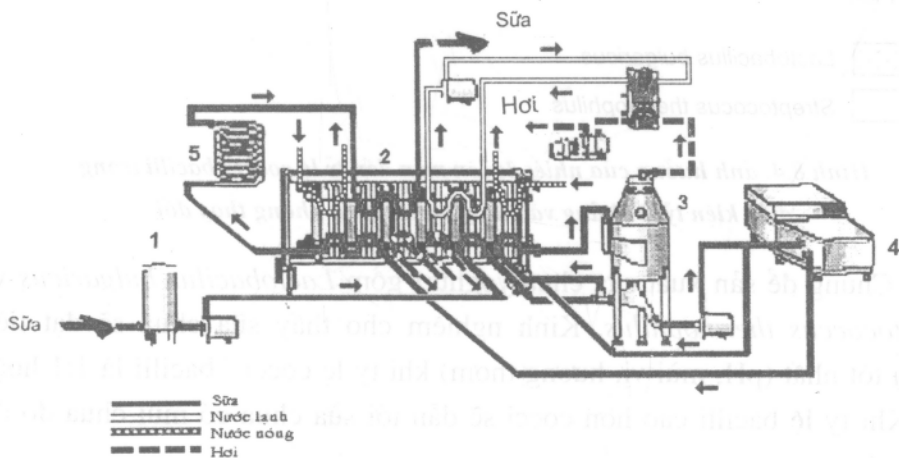
Hình 8.2. Sơ đồ các bước cấy chủng

Cần đảm bảo đúng số lượng, nhiệt độ. Lượng chủng còn phụ thuộc vào tỷ lệ giữa vi khuẩn tạo axit lactic và vi khuẩn tạo hương vị. Tỷ lệ này sẽ ảnh hưởng tới mùi vị của sản phẩm.

• Chuẩn bị sữa trước khi lên men (hình 8.3)

Từ thùng cân bằng 1, sữa được bơm vào ngăn hoàn nhiệt thứ nhất của thiết bị trao đổi nhiệt 2, nâng nhiệt độ của sữa lên 70°C và sau đó lên 90°C ở ngăn hoàn nhiệt thứ hai. Sữa nóng được đưa qua thiết bị bốc hơi chân không 3 để giảm 10 - 20% lượng nước, tức là tăng hàm lượng chất khô lên từ 1,5 đến 3%. Người ta có thể điều chỉnh hàm lượng nước bốc hơi bằng cách thay đổi nhiệt độ của sữa, tốc độ tuần hoàn trong thiết bị bốc hơi cũng như độ chân không của nó.

Người ta có thể tận dụng nước loại ra từ sữa để nâng nhiệt độ của sữa nguyên liệu vào. Từ thiết bị bốc hơi chân không, sữa được đưa vào thiết bị đồng hoá 4 với áp suất 200 - 250 bar. Sữa đã đồng hoá quay trở lại thiết bị trao đổi nhiệt 2 để thanh trùng ở 90 - 95°C và giữ ở thiết bị lưu nhiệt 5 với thời gian 3 - 5 phút. Tiếp đó sữa được làm nguội bằng nước lạnh đến nhiệt độ lên men thích hợp.



Hình 8.3. Sơ đồ dây chuyền chuẩn bị sữa trước khi lên men:

- 1- thùng cân bằng; 2- thiết bị trao đổi nhiệt; 3- thiết bị bốc hơi chân không;
4- thiết bị đồng hoá; 5- thiết bị lưu nhiệt

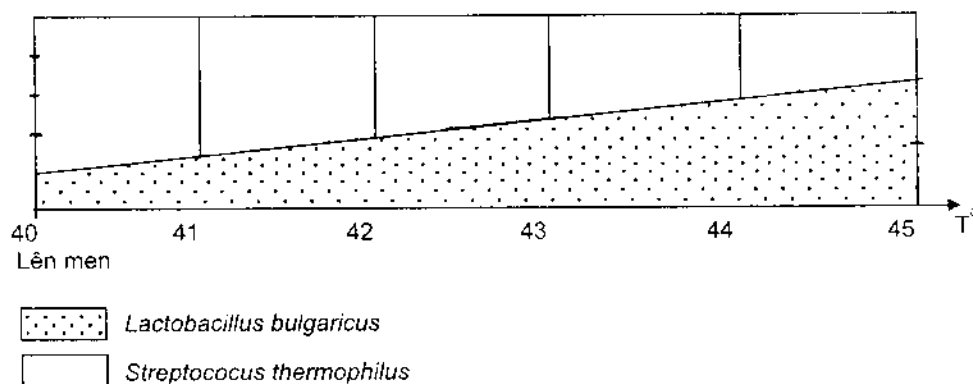
• Lên men

Thời gian lên men phụ thuộc vào nhiều yếu tố như loại vi khuẩn, lượng chủng ... và có thể kéo dài khoảng từ 3 đến 20 h.

Điều quan trọng nhất là giữ nhiệt độ đúng, ổn định. Trong quá trình lên men, vi khuẩn phát triển rất nhanh và sẽ lên men lactoza thành axit lactic. Các vi khuẩn tạo chất thơm sẽ cho các sản phẩm như diacetyl, axit axetic, propionic, aldehyt, alcol, este, CO₂...

Nhiệt độ lên men của một sản phẩm là nhiệt độ thích hợp nhất cho loài vi khuẩn nào đó phát triển. Khi chủng là hỗn hợp của các loại vi khuẩn thì nhiệt độ thích hợp phụ thuộc vào tỷ lệ giữa các loại vi khuẩn đó.

Ví dụ trong hình 8.4 minh họa cho việc chọn nhiệt độ lên men tối ưu của sữa chua yoghurt.



Hình 8.4. ảnh hưởng của nhiệt độ lên men đến tỷ lệ cocci / bacilli trong điều kiện tỷ lệ chủng và thời gian lên men không thay đổi

Chủng để sản xuất sữa chua yoghurt gồm *Lactobacillus bulgaricus* và *Streptococcus thermophilus*. Kinh nghiệm cho thấy sữa chua sẽ đạt tiêu chuẩn tốt nhất (pH, mùi vị, hương thơm) khi tỷ lệ cocci / bacilli là 1:1 hoặc 2:1. Khi tỷ lệ bacilli cao hơn cocci sẽ dẫn tới sữa chua có mùi chua do độ axit quá cao.

Nhìn vào hình 8.4 ta thấy ở 40°C tỷ lệ cocci / bacilli = 4/1 trong khi ở 45°C thì tỷ lệ đó là 1/2. Nhiệt độ tối ưu để men sữa chua là 42 - 43°C.

Khi kết thúc quá trình lên men, chủng sữa chua được làm lạnh ngay xuống 5°C và bảo quản đến khi sử dụng.

8.3.3.5. Làm lạnh, ủ chín

Sau khi đông tụ, sữa chua yoghurt được làm lạnh và ủ chín ở 4 - 6°C ít nhất là 6 h. Đây là giai đoạn rất quan trọng để tạo cho sản phẩm có mùi, vị trạng thái cần thiết. Chỉ sau khi kết thúc quá trình này người ta mới có được sữa chua thành phẩm.

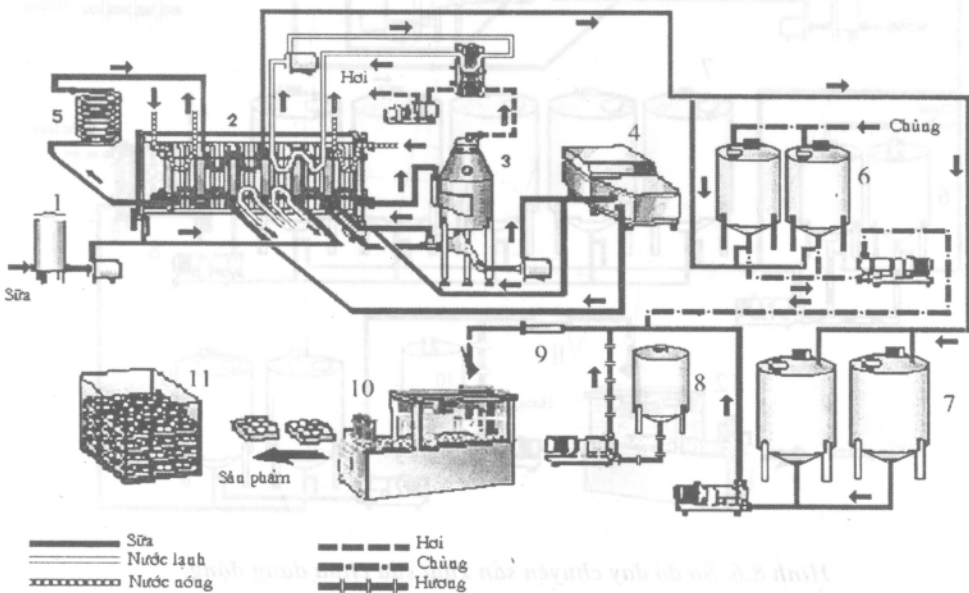
8.3.3.6. Bảo quản

Sữa chua yoghurt được bảo quản ở 4 - 6°C với thời gian thích hợp cho từng loại.

8.3.4. Sơ đồ dây chuyền sản xuất sữa chua yoghurt

8.3.4.1. Sơ đồ dây chuyền sản xuất sữa chua yoghurt dạng tĩnh (hình 8.5)

Sau khi sữa đã được chuẩn bị để lên men như trong hình 8.3, sữa được bơm vào thùng trung gian 7, chủng vi sinh vật được chuẩn bị từ thùng 6 và hương (mứt quả) ở thùng 8 được phun trên đường ống cùng với sữa qua bộ phận phối trộn 9 đi vào máy rót 10. Sữa được rót hộp được đưa vào phòng ấm 11 để lên men.



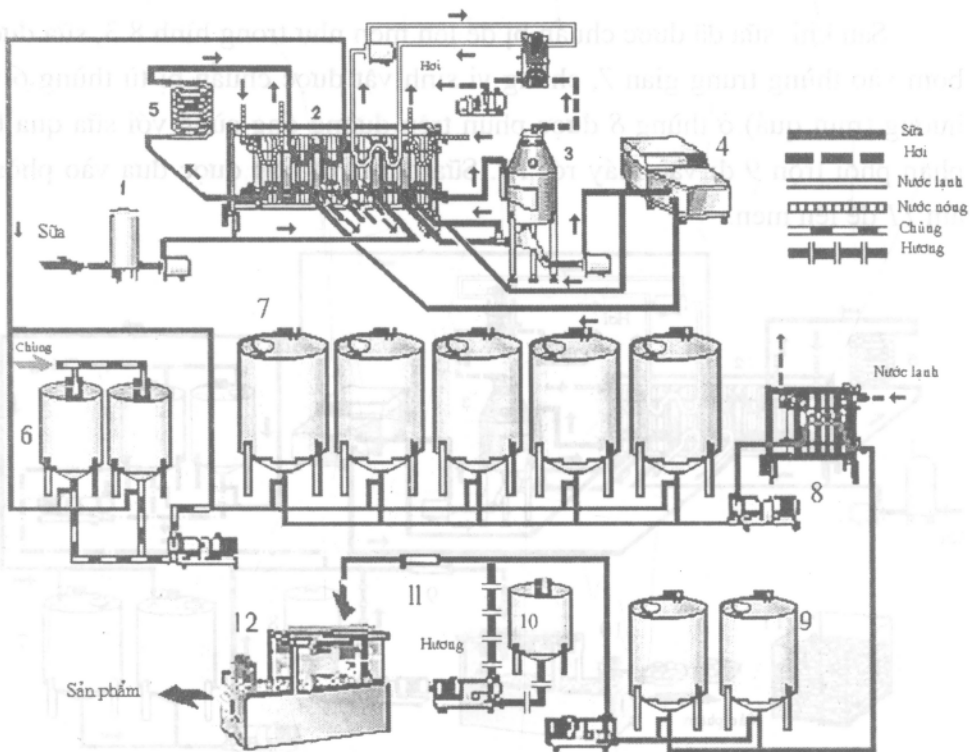
Hình 8.5. Sơ đồ dây chuyền sản xuất sữa chua dạng tĩnh:

6- thùng chứa chủng; 7- thùng trung gian; 8- thùng chứa hương liệu (mứt quả);
9- bộ phận trộn; 10- thiết bị đóng gói; 11- phòng lên men

8.3.4.2. Sơ đồ dây chuyền sản xuất sữa chua yoghurt dạng đông (hình 8.6)

Sau khi sữa được chuẩn bị để lên men như hình 8.3, sữa được bơm vào thùng lên men 7. Chủng vi sinh vật từ thùng 6 cũng được chuyển vào thùng 7. Sau khi đảo trộn cho đồng đều, để yên cho tới khi sữa đông tụ hoàn toàn. Với lượng chủng là 3%, thời gian lên men thường kéo dài 2,5 - 3,0 h. Khi đạt được độ chua cần thiết sữa được làm lạnh ngay xuống 20°C nhờ thiết bị làm lạnh 8 và được đưa qua thùng tạm chứa chờ rót 9 rồi sau đó qua máy 12. Nếu là sữa chua hoa quả thì mứt quả ở thùng 10 sẽ được bơm vào đường ống trộn với sữa ở bộ phận trộn 11 trước khi vào máy rót 12.

Dù sản xuất theo phương pháp nào thì sữa chua cũng phải được ủ chín ở $4 - 6^{\circ}\text{C}$ trong thời gian ít nhất là 6 h trước khi lưu thông phân phối.



Hình 8.6. Sơ đồ dây chuyền sản xuất sữa chua dạng đông:

6- thùng chứa chủng; 7- thiết bị lên men; 8- thiết bị làm lạnh;

9- thùng trung gian; 10- thùng chứa hương liệu (mứt quả);

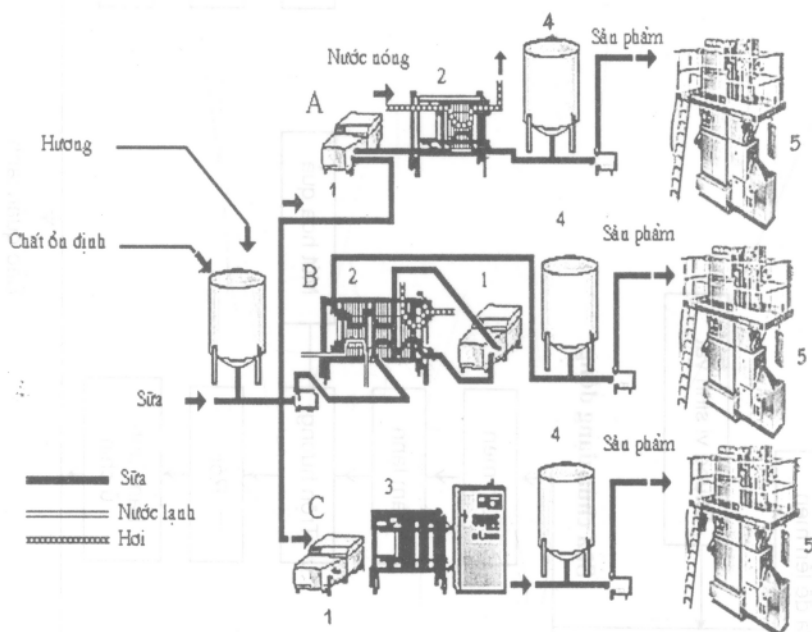
11- thiết bị trộn; 12- thiết bị đóng gói

8.3.4.3. Sơ đồ dây chuyền sản xuất sữa chua uống

Hiện nay, sữa chua uống tương đối phổ biến ở Việt Nam, sữa chua uống thường có hàm lượng chất béo thấp, có tính chất giải khát tốt, chủng loại phong phú.

Nhìn vào sơ đồ công nghệ ở hình 8.7 ta thấy là sau khi lên men và phối trộn chất ổn định, đường, mứt quả hỗn hợp sữa chua được xử lý bằng một trong các cách sau :

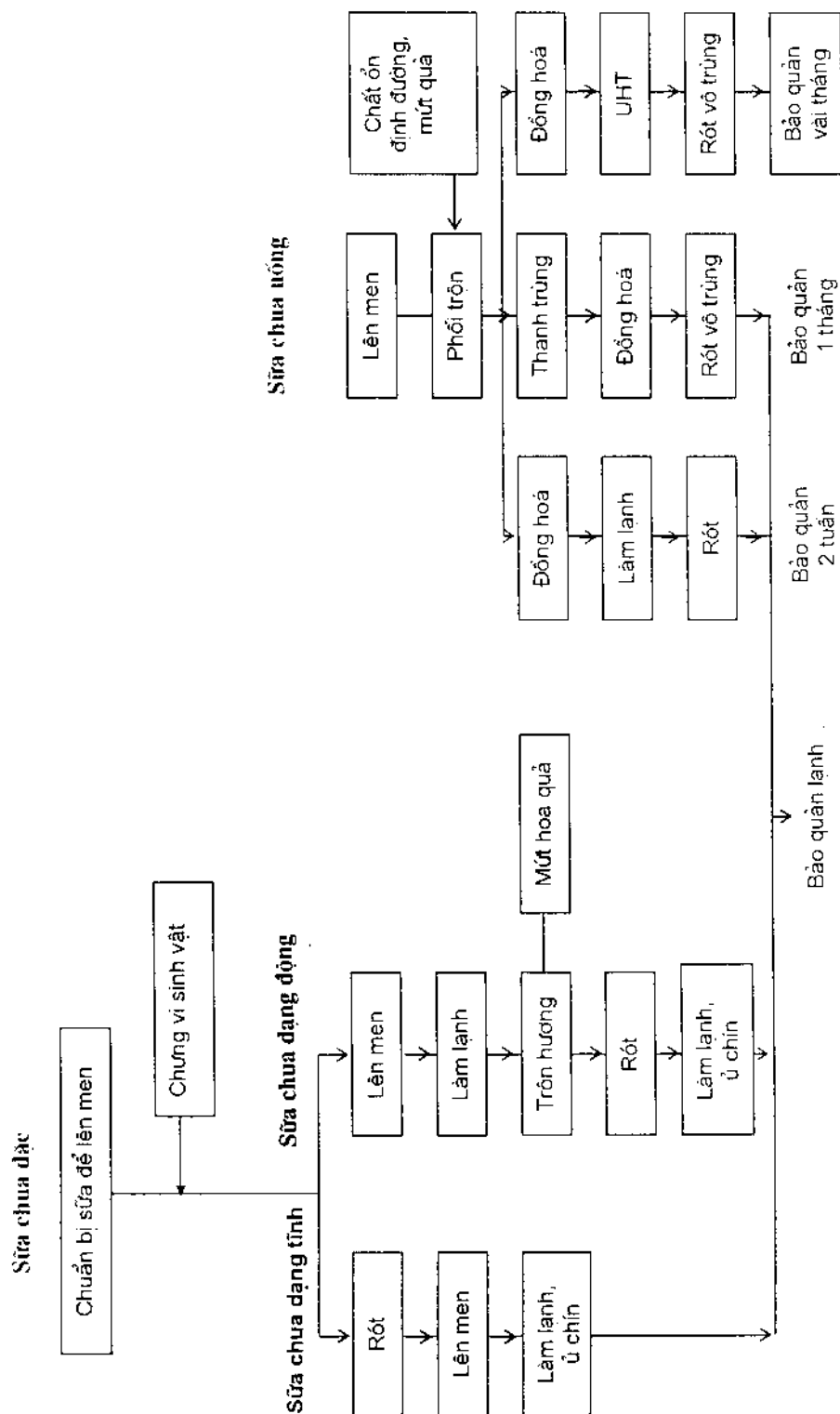
- Đồng hóa rồi làm lạnh, rót. Sản phẩm giữ được 2 - 3 tuần ở nhiệt độ 6-10°C (hình 8.7A).
- Đồng hóa, thanh trùng, rót vô trùng. Sản phẩm có thể bảo quản 1 tháng (hình 8.7B).
- Đồng hóa, xử lý UHT (ultra high temperature) rồi rót vô trùng. Có thể bảo quản sản phẩm ở nhiệt độ thường vài tháng (hình 8.7C).



Hình 8.7. Sơ đồ dây chuyền sản xuất các loại sữa chua yoghurt uống:

1- thiết bị đồng hóa; 2- thiết bị trao đổi nhiệt; 3- thiết bị tiệt trùng;

4- thiết bị tạm chứa chờ rót; 5- thiết bị rót



Hình 8.8. Tóm tắt sơ đồ công nghệ sản xuất các dạng sữa chua yogurt

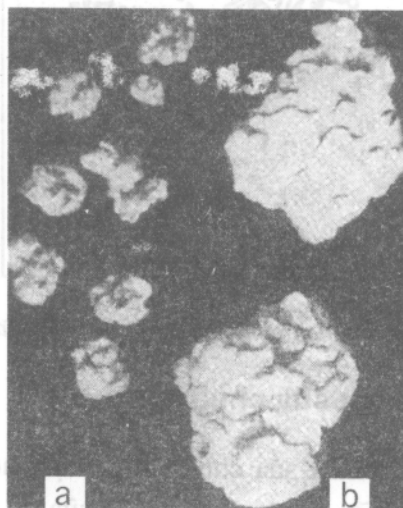
8.4. CÔNG NGHỆ SẢN XUẤT SỮA CHUA KEFIR

Sữa chua kefir được xem là sản phẩm sữa lên men có lâu đời nhất. Sản phẩm này bắt nguồn từ vùng núi Kapca. Nguyên liệu dùng để làm sữa chua kefir là sữa dê, sữa cừu hoặc sữa bò. Sữa chua kefir được sản xuất ở nhiều nước trên thế giới. Nga là nước có bình quân đầu người cao nhất 5 lít/ người/ năm.

Sữa chua kefir có trạng thái đồng nhất, độ đặc vừa phải, có vị chua (pH 4,3-4,4) và có mùi thơm tự nhiên của men kefir.

8.4.1. Nấm sữa chua kefir và hệ vi sinh vật lên men kefir

Để sản xuất kefir, ngoài chủng vi khuẩn lactic, phải có nấm kefir (hình 8.9). Nấm kefir có màu vàng nhạt, kích thước đường kính trung bình 15 – 20 mm, không có hình dạng nhất định, nhìn bề ngoài giống như hoa súp lơ thái nhỏ. Nấm kefir không tan trong nước và hầu hết các dung môi. Khi thả vào sữa, nấm kefir thấm nước (sữa) và trở nên có màu trắng đục.



Hình 8.9. Nấm kefir:

nấm kefir ở trạng thái khô (a) và sau khi hút nước (b)

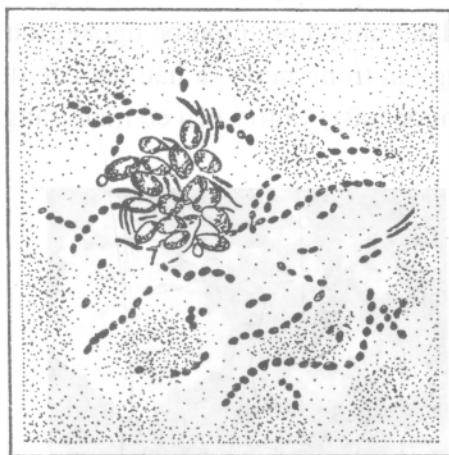
Nấm kefir chứa các protein, polysacarit và hỗn hợp các dạng vi khuẩn, vi khuẩn lên men lactic, vi khuẩn tạo mùi thơm và nấm men. Trong nấm kefir người ta đã tìm thấy *Lactobacillus brevis*, *L. viridescens*, *L. casei*, *L. kefir*, *L. kefiranofaciens*, *L. kefirgranum*, *L. parakefir*, *Leuconostoc spp.*,

L. dextranicum *Lactococcus lactic*. Trong số các nấm men phân lập được từ nấm kefir người ta thấy có *Candida kefir*, *C. holmii*, *Saccharomyces cerevisiae*, *S. Delbrueckii*, *S. unisporus* và *S. lipolytica*.

Trong quá trình lên men, các vi khuẩn lactic tạo ra axit lactic, còn các tế bào nấm men lại tạo ra rượu và cacbon dioxyt. Protein bị phân giải một phần do quá trình trao đổi chất của nấm men mà kết quả làm cho kefir có mùi rất đặc trưng của nấm men. Hàm lượng axit lactic, alcol và cacbon dioxyt được điều chỉnh bằng nhiệt độ lên men.

Nấm kefir có cấu trúc cố định, là một cơ thể sống nên nấm kefir phát triển, trưởng thành, phân chia và di truyền cho thế hệ sau.

Hình 8.10 là tiêu bản giống dùng để sản xuất sữa chua kefir.



Hình 8.10. Tiêu bản men giống dùng để lên men sữa chua kefir

8.4.2. Quy trình sản xuất sữa chua kefir

Sơ đồ quy trình sản xuất sữa chua kefir được mô tả ở hình 8.11. Sữa nguyên liệu để sản xuất sữa chua kefir phải là sữa có chất lượng cao. Hàm lượng chất béo có thể thay đổi theo thị hiếu của người tiêu dùng.

Sữa được đồng hóa ở 70°C - 75°C , 175 - 200 bar. Sau đó thanh trùng $90 - 95^{\circ}\text{C}$ trong 5 phút. Ở nhiệt độ này, toàn bộ protein hoà tan bị biến tính hoàn toàn và chính protein bị biến tính này có khả năng giữ nước rất cao, sẽ có tác dụng cải thiện độ đặc và độ mịn của sữa chua kefir.

Sau đó sữa được làm nguội xuống $23 - 25^{\circ}\text{C}$, cấy 2 - 3% chủng và lên men ở nhiệt độ này trong 12 - 14 h. Khi đạt pH 4,5 - 4,6 thì làm lạnh

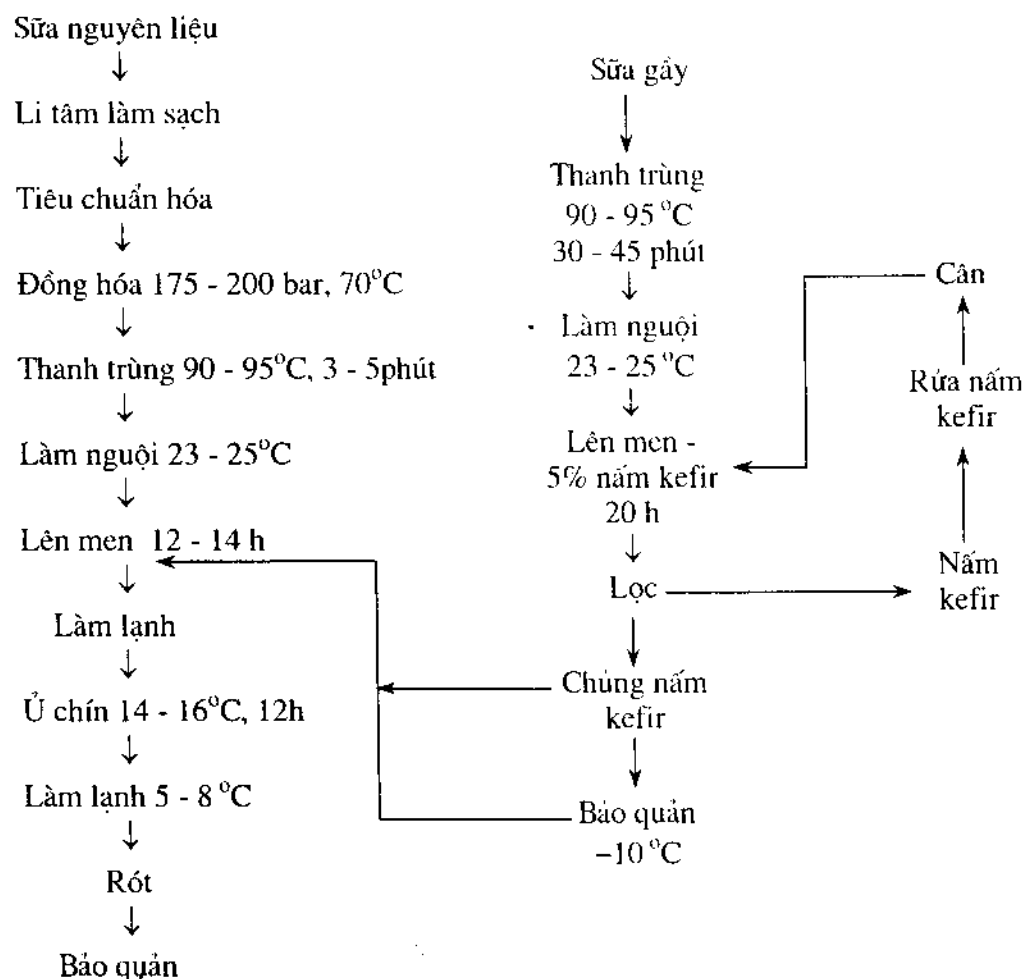
nhANH xuống 14 - 16°C (hạn chế tới mức tối đa các tác động cơ học). Sau khi làm lạnh, sữa chua kefir còn được giữ một thời gian ở nhiệt độ thấp gọi là thời gian ủ chín.

Trong giai đoạn này, vi khuẩn lactic không hoạt động nhưng nấm kefir lại hoạt động mạnh, tạo ra rượu, khí CO₂ và một số chất thơm khác.

Kết thúc giai đoạn ngâm chín, sản phẩm được bảo quản 5 - 8°C cho đến khi tiêu thụ.

Sữa chua kefir có tính chất giải khát tốt, tăng dịch vị, được sử dụng như một thực phẩm ăn kiêng, điều trị bệnh.

Phương pháp chuẩn bị chủng truyền thống



Hình 8.11. Quy trình công nghệ sản xuất sữa chua kefir và phương pháp chuẩn bị chủng truyền thống

Nhìn vào hình 8.11 ta thấy: chuẩn bị chủng theo phương pháp truyền thống thì cần có khâu lọc, rửa và sử dụng nhiều lần nấm kefir tươi.

Tuy nhiên hiện nay người ta thường sử dụng chế phẩm dưới dạng bột bao gồm nấm kefir và vi khuẩn lactic. Việc sử dụng này đơn giản và tiện lợi hơn nhiều so với phương pháp truyền thống.

Chương 9

CÔNG NGHỆ SẢN XUẤT PHO MÁT

9.1. ĐẠI CƯƠNG VỀ PHO MÁT

Pho mát có đến hàng nghìn loại khác nhau, tùy theo đặc điểm mùi vị, hình dáng, hàm lượng chất béo.

Pho mát được coi là sản phẩm sữa bổ nhất. Pho mát chứa một lượng protein, chất béo tương đối cao nên độ sinh năng lượng tương đương với thịt lợn (2.500 - 4.500 kcal). Các protein, chất béo trong pho mát đều ở dạng cơ thể dễ hấp thu, có đầy đủ các axit amin không thay thế, các vitamin, các chất khoáng.

Phân loại pho mát :

Theo định nghĩa của FAO / WHO, pho mát là protein của sữa được đông tụ, tách bớt whey ở dạng tươi hoặc đã qua ủ chín.

1. Phân loại theo tác nhân đông tụ casein là renin hay là axit. Có một số loại, vừa là kết quả của sự đông tụ casein bằng axit và bằng cả renin. Ví dụ, loại cottage.

2. Phân loại theo hàm lượng nước : pho mát rất cứng ($W < 47\%$), pho mát cứng ($W < 56\%$), pho mát cứng vừa ($W = 54 - 63\%$) và pho mát mềm ($W = 78 - 87\%$), hàm lượng nước thấp. Pho mát cứng như Cheddar, Emmenthat, loại Camember, Brie là pho mát mềm.

3. Phân loại dựa vào loại vi khuẩn dùng khi ủ chín pho mát. Đa số các loại pho mát đều "chín" nhờ tác động của vi khuẩn lactic.

Một số loại như Camember quá trình chín lại do tác động của mốc trắng (white moulds); hoặc Roquefort và Gorgonzola do tác động của mốc xanh (blue moulds).

4. Phân loại dựa vào cấu trúc của pho mát. Loại có lỗ hổng hình tròn (round - eyed texture) được tạo thành trong quá trình ủ chín do CO_2 . Loại có lỗ hổng hình hạt (granular texture) do không khí lọt vào giữa các hạt pho mát trong quá trình đổ khuôn hoặc loại có cấu trúc chặt, không có lỗ hổng.

Sản xuất pho mát đòi hỏi vốn đầu tư lớn, có máy móc thiết bị hoàn chỉnh và phải có nguồn sữa dồi dào.

9.2. YÊU CẦU CỦA SỮA NGUYÊN LIỆU DÙNG ĐỂ SẢN XUẤT PHO MÁT

Sữa dùng để sản xuất pho mát không những phải là sữa tốt, đạt các tiêu chuẩn hóa lý, sinh học như để sản xuất các sản phẩm sữa lên men khác mà còn có yêu cầu đặc biệt khác, đó là khả năng đông tụ bằng renin và khả năng tách whey của hạt pho mát. Những khả năng này (đặc tính này) phụ thuộc vào từng giống bò, thậm chí vào từng con riêng biệt. Yếu tố về thời tiết các mùa trong năm cũng ảnh hưởng đến tính chất này của sữa. Người ra khắc phục bằng cách bổ sung CaCl_2 , lên men phụ ...

Kiểm tra khả năng đông tụ của sữa

Cho 10ml sữa + 1ml 0,02% dung dịch renin, khuấy trộn đều rồi đặt vào cách thủy 35°C , theo dõi sự đông tụ. Nếu sữa đông tụ trong thời gian:

- không quá 15 phút: thuộc nhóm sữa đông tụ nhanh;
- khoảng 15 - 40 phút: thuộc nhóm sữa đông tụ bình thường;
- hơn 40 phút: thuộc nhóm sữa đông tụ chậm.

Axit xitric rất cần cho sự tạo thành chất thơm.

Trong sữa bò trung bình có 0,2% axit xitric. Trong quá trình lên men sữa và cream, các vi khuẩn tạo chất thơm (*Streptococcus diacetylatic*, *Lactobacillus cremoris*) có thể chuyển hóa lactoza và axit xitric thành axit lactic, axit axetic, CO_2 , diaxetyl.

Bảo quản sữa ở nhiệt độ thấp, các tác động cơ học hoặc xử lý sữa ở nhiệt độ cao đều ảnh hưởng tới khả năng đông tụ, tính thích ứng của sữa đó đối với việc sản xuất pho mát.

9.3. CÔNG NGHỆ SẢN XUẤT PHO MÁT TƯƠI (KHÔNG CÓ QUÁ TRÌNH CHÍN SINH HÓA)

Pho mát tươi là một sản phẩm sữa có giá trị dinh dưỡng cao. Hàm lượng protein khoảng 15 - 20% gồm có đầy đủ các loại axit amin quan trọng. Sự có mặt của các axit amin như metionin, lizin v.v. trong pho mát tươi khiến nó được sử dụng như một sản phẩm phòng và chữa bệnh về gan và xơ động mạch. Ngoài ra, trong pho mát tươi còn có một lượng đáng kể các chất khoáng Ca, P, Fe, Mg v.v. cần cho sự phát triển tế bào, sự tạo thành xương và quá trình trao đổi chất trong cơ thể.

Ở nước ta, pho mát tươi đã bắt đầu được sản xuất, tuy chưa nhiều.

Pho mát tươi được chia làm ba loại chính : loại béo, ít béo và không béo. Từ ba loại cơ bản này, người ta có thể chế biến hàng loạt sản phẩm khác bằng cách cho thêm muối, đường, nước quả, nho khô, mật ong v.v. tùy theo khẩu vị.

Pho mát tươi được làm từ sữa tươi theo phương pháp chua hoặc phương pháp men chua. Theo phương pháp chua, quện sữa tạo thành do kết quả của quá trình lên men lactic. Phương pháp này dùng có hiệu quả tốt đối với loại pho mát không béo. Để sản xuất pho mát béo và ít béo, người ta dùng phương pháp men chua.

9.3.1. Sản xuất pho mát tươi theo phương pháp chua

Nguyên liệu thường dùng là sữa không có chất béo (sữa gầy), độ chua không quá 21^oT. Sữa được thanh trùng ở 78 - 80^oC, làm nguội tới nhiệt độ lên men 28 - 30^oC. Ở nhiệt độ này người ta cho vào một lượng chủng vi sinh vật 5 - 8%, khuấy đều. Để yên trong 6 - 8 h. Khi độ chua quện sữa đạt 65 - 70^oT là được.

Dùng dao lưới hoặc dao gỗ cắt quện thành những miếng nhỏ 20mm. Để yên 15 - 20 phút. Người ta đun nhẹ quện tới 36 - 38^oC để tăng nhanh quá trình tách nước. Có thể dùng whey nóng 60 - 65^oC cho vào trực tiếp để tăng

nhệt độ của quện. Khi đổ nước nóng, chú ý khuấy đều, nhẹ tay.

Nếu dùng nước nóng quá (nhiệt độ cao) sẽ làm sản phẩm khô, rời rạc. Ngược lại, nhiệt độ thấp lại làm chậm quá trình tách whey từ quện, làm tăng độ chua của sản phẩm. Sau khi đạt độ chua cần thiết, để yên 10 - 15 phút. Tách nước sơ bộ rồi cho quện vào bao tải thô, buộc kín rồi xếp bao nọ chồng lên bao kia để chúng tự tách nước. Giai đoạn tự ép thường kéo dài 1 - 2 h cho tới khi whey không tự chảy nữa. Nếu hàm lượng nước trong quện sữa còn cao hơn 80% thì tiếp tục ép bằng máy. Quá trình ép phải tiến hành ở khu vực riêng có nhiệt độ không khí 8°C để độ chua của sản phẩm không bị tăng lên và sau khi ép xong, người ta phải làm lạnh ngay tới 6 - 8°C.

Bảo quản pho mát tươi ở 2 - 4°C.

Tùy theo yêu cầu, người ta có thể trộn thêm đường, nho khô hoặc muối v.v. tạo ra những sản phẩm có hương vị khác nhau.

9.3.2. Sản xuất pho mát tươi theo phương pháp men chua

Chuẩn bị sữa để lên men gồm các bước sau : tiêu chuẩn hóa nguyên liệu, làm sạch, thanh trùng, làm nguội tới nhiệt độ lên men.

Nhiệt độ thanh trùng ảnh hưởng trực tiếp tới tỷ trọng của quện sữa : nhiệt độ càng cao tỷ trọng của quện sữa càng cao đồng thời khả năng giữ nước cũng càng cao sẽ gây cản trở cho việc tách whey khỏi quện sữa. Do đó chế độ thanh trùng thích hợp 72 - 75°C trong 20 s. Nhiệt độ thấp hơn không đảm bảo để có được quện sữa mịn, men lipaza chưa bị tiêu diệt hoàn toàn nên dễ làm ôi, làm chua sản phẩm. Ngược lại, nhiệt độ quá cao sẽ làm whey bị tách ra quá nhiều và giảm tỷ lệ sản phẩm.

Sau khi thanh trùng, sữa được làm nguội tới 28 - 32°C nếu mùa hè, 30 - 32°C nếu mùa đông. Ở nhiệt độ này, người ta cho 5 - 8% chủng gồm các loại *Streptococcus lactic*, *S. diacetylactic*, khuấy đều và cứ 30 - 40 phút khuấy một lần. Sau 3 - 4 h, độ chua đạt 32 - 35°T, người ta sẽ cho dung dịch 40% canxi clorua (300 - 400 g muối khan CaCl_2 cho 1 tấn sữa nguyên liệu) khuấy đều. Sau đó cho dung dịch renin với tỷ lệ 0,8 - 1,2 g/l tấn sữa nguyên

liệu. Khi đã cho men sữa vào vẫn tiếp tục khuấy đều. Để yên cho tới lúc toàn khối sữa đông tụ hoàn toàn. Thời gian lên men khoảng 6 - 8 h. Để tách whey nhanh, người ta dùng dao gỗ hoặc dao lưới cắt quện thành những miếng nhỏ mỗi chiều khoảng 20mm. Để yên tĩnh 30 - 60 phút. Lúc này whey chảy từ quện sữa ra rất nhiều. Có thể tháo ống xiphông cho whey chảy ra bớt.

Các công đoạn sau làm tương tự như sản xuất pho mát tươi theo phương pháp chua.

Ở nước ta, trong thực tế sản xuất đôi khi sữa chuyển đến nhà máy có độ chua cao, không thể thanh trùng được vì khi gặp nhiệt độ cao, protein bị đông vón ngay. Sữa không thanh trùng có độ chua 45°T có thể làm pho mát theo phương pháp men chua, còn cao hơn 45°T thì dùng phương pháp chua có đun quện.

Sữa có độ chua đến 45°T đun đến $32 - 34^{\circ}\text{C}$. Ở nhiệt độ đó người ta cho men sữa vào với lượng 1 g/l tấn sữa nguyên liệu. Khuấy đều. Khi sữa quện, đạt độ chua cần thiết sẽ cắt, ép như quá trình đã nói ở trên.

Sữa có độ chua cao hơn 45°T sẽ được đun tới 24°C và cho vào thùng lên men. Cho tiếp dung dịch 40% canxi clorua và khuấy đều. Khi độ chua đạt 80°T , cắt quện, đun tới $30 - 32^{\circ}\text{C}$. Tiếp đó tách whey rồi làm tương tự như trên.

Ngoài những cách chế biến như trên pho mát còn được chế biến trong thiết bị liên hoàn.

Dùng thiết bị này có thể sản xuất cả ba loại pho mát béo, không béo và ít béo (9% chất béo).

Các bước ban đầu như kiểm tra chất lượng, làm sạch, thanh trùng và làm nguội đến nhiệt độ lên men. Sau đó mới chuyển sữa vào thiết bị, cấy chủng vi sinh vật với lượng 5 - 8%. Khi đạt độ chua cần thiết, người ta cho canxi clorua men sữa vào để lên men. Quện sữa tạo thành được cắt nhỏ bằng một dụng cụ chuyên dùng. Để yên 40 - 60 phút. Một lượng đáng kể whey qua đường ống chảy ra ngoài. Khi đó bề trên từ từ được hạ xuống với tốc độ 1 - 4mm/phút. Tùy loại pho mát tốc độ chuyển động của bề sẽ thay đổi

cho phù hợp. Thời gian ép đối với pho mát béo 4 - 5 h, pho mát ít béo 3 - 4 h và pho mát không béo 2 - 2,5 h.

Khi ép xong, bề trên trở lại vị trí cũ, sản phẩm tháo ra ngoài qua cửa riêng, rồi đưa đi làm lạnh, đóng gói, bảo quản.

Chế biến pho mát trong thiết bị này có nhiều ưu điểm : có thể cơ giới hóa các quá trình lao động nặng nhọc. Việc không dùng bao túi để ép vừa giảm mức tiêu hao nguyên liệu phụ, vừa giảm hao hụt sản phẩm.

9.4. CÔNG NGHỆ SẢN XUẤT PHO MÁT CÓ QUÁ TRÌNH CHÍN SINH HÓA

9.4.1. Quy trình sản xuất

Nhận sữa → Làm sạch → Tiêu chuẩn hóa → Thanh trùng → Làm nguội → Cấy men → Lên men giai đoạn 1 → Cấy men → Lên men giai đoạn 2 → Cắt quện sữa, tách nước → Ép thành bánh → Xử lý muối → Ngâm chín → Bao gói → Bảo quản.

Từ khâu nhận sữa, kiểm tra chất lượng sữa giống như phần trên đã trình bày. Các bước tiếp theo được tóm tắt dưới đây.

9.4.1.1. Tiêu chuẩn hóa

Người ta phân biệt hai khái niệm về hàm lượng chất béo của pho mát :

- Hàm lượng chất béo tuyệt đối là tỷ lệ giữa lượng chất béo của pho mát với trọng lượng của nó (tính theo phần trăm).
- Hàm lượng chất béo theo chất khô là tỷ lệ giữa lượng chất béo với lượng chất khô trong pho mát (tính theo phần trăm).

Các loại pho mát chế biến từ cùng một loại sữa có thành phần như nhau có thể có hàm lượng chất béo tuyệt đối khác nhau bởi lẽ hàm lượng nước trong các loại pho mát không giống nhau. Bởi vậy, để tiêu chuẩn hóa người ta chỉ dùng khái niệm hàm lượng chất béo theo chất khô.

Người ta đã lập sẵn các bảng về mối quan hệ giữa hàm lượng chất béo với hàm lượng protein, hàm lượng chất béo theo chất khô.

Hàm lượng chất béo của sữa tiêu chuẩn dùng để sản xuất loại pho mát nào đó được tính bằng :

$$M_{TC} = \frac{P_s \cdot M_{CK} \cdot k}{100}$$

trong đó M_{TC} - hàm lượng chất béo của sữa tiêu chuẩn, %;

P_s - hàm lượng protein của sữa, %;

M_{CK} - hàm lượng chất béo theo chất khô của loại pho mát định sản xuất (tra bảng);

k - hệ số thực nghiệm, ví dụ, đối với loại 50% chất béo thì $k = 2,09 - 2,15$, còn với loại 45% chất béo thì $k = 2,02$.

9.4.1.2. Thanh trùng

Thanh trùng để tiêu diệt các loại vi trùng là cần thiết. Tuy nhiên, thanh trùng đã phá vỡ cân bằng giữa các muối, làm giảm hàm lượng muối canxi mà kết quả làm giảm khả năng đông tụ sữa bằng men sữa (renin). Để khắc phục nhược điểm này, người ta phải bổ sung canxi dưới dạng $CaCl_2$.

Chế độ thanh trùng phổ biến $72 - 76^\circ C$ trong 15 - 20 s. Phụ thuộc vào chất lượng của sữa mà chọn chế độ thanh trùng thích hợp. Tuy nhiên, thực tế cho thấy pho mát làm từ sữa không thanh trùng có mùi và hương thơm đặc trưng hơn, hấp dẫn hơn. Khi đó chất lượng của sữa nguyên liệu phải là loại đặc biệt.

9.4.1.3. Lên men

a) Lên men giai đoạn 1

Sau khi làm nguội, cấy chủng vi khuẩn lactic vào sữa và giữ ở nhiệt độ lên men cho đến khi độ axit tăng từ $16 - 18^\circ T$ đến $32 - 35^\circ T$. Đây là một biện pháp để tăng khả năng đông tụ của sữa bởi renin.

Trong một số trường hợp, việc cấy chủng vi sinh vật vào sữa như đã trình bày ở trên có thể tiến hành trước khi thanh trùng. Khi bảo quản sữa ở nhiệt độ thấp trong thời gian dài, 24 h hoặc hơn nữa thì khả năng đông tụ của sữa bởi renin sẽ bị giảm (tức là làm tăng thời gian đông tụ) và giảm cả hiệu suất pho mát. Có thể là ở nhiệt độ thấp, cân bằng các muối trong sữa bị thay đổi, canxi liên kết với protein và canxi tự do bị chuyển thành keo trong khi ion H^+ lại tăng làm tăng nhẹ pH của sữa. Cho chủng vi khuẩn lactic vào là để giữ pH ổn định trong suốt thời gian bảo quản lạnh sữa ở nhiệt độ thấp, dưới $10^{\circ}C$. Sau đó sữa được thanh trùng sẽ tiêu diệt hết vi khuẩn lactic bổ sung, các công đoạn tiếp theo tiến hành như đối với sữa bình thường.

b) Lên men giai đoạn 2

Sau khi sữa đạt độ chua 32 - 35 °T người ta bổ sung renin và $CaCl_2$. Quá trình lên men kết thúc khi toàn bộ khối sữa đông lại.

Phối trộn các phụ gia (khi cần thiết)

Trong một số trường hợp, để tăng khả năng đông tụ của sữa bởi renin, người ta cho thêm khoảng 5 - 20g $CaCl_2$ / 100 kg sữa.

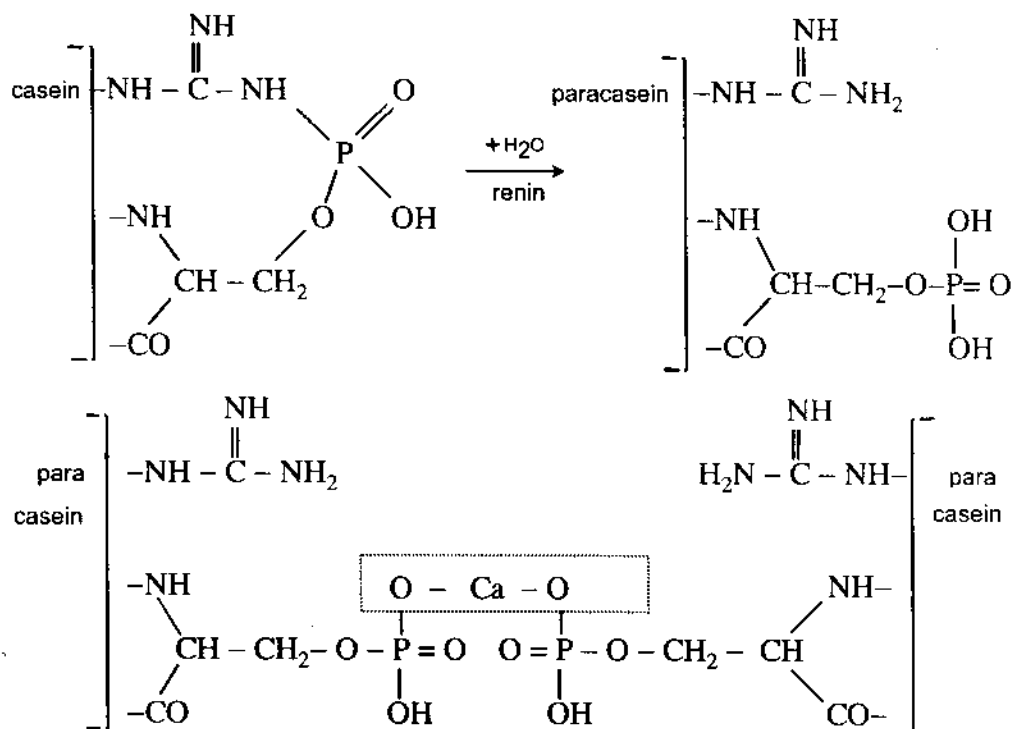
Nếu trong sữa có vi khuẩn butiric hoặc vi khuẩn yếm khí, người ta có thể dùng $NaNO_3$, KNO_3 với một liều lượng được kiểm soát chặt chẽ. Với liều quá cao sẽ ngăn cản sự phát triển bình thường của hệ vi khuẩn, có thể làm ngừng hẳn quá trình chín sinh học. Ngay cả với một liều vừa phải cho phép, salpet vẫn có thể làm nhạt màu hoặc mất hẳn màu vàng tự nhiên của pho mát thành phẩm kèm theo một dư vị không bình thường.

Tùy theo thời vụ trong năm, khi mà chất lượng chất béo của sữa thay đổi (tỷ lệ các axit béo thay đổi) làm ảnh hưởng tới màu của pho mát thì người ta cho thêm carotein hoặc orleana để điều chỉnh màu. Đặc biệt có trường hợp lại cần dùng đến chất tẩy màu, làm nhạt màu tự nhiên của pho mát từ vàng thành trắng nhợt để làm nổi bật màu xanh của mốc xanh (pho mát có mốc xanh).

Kết quả của quá trình lên men làm đông tụ sữa

Đông tụ sữa là quá trình quan trọng trong sản xuất pho mát. Dưới tác dụng của renin, casein chuyển thành paracasein rồi paracasein kết hợp với canxi tạo thành quện sữa (gel).

Quá trình này được minh họa theo sơ đồ sau :



Theo sơ đồ này, renin phá vỡ liên kết phospho amit, giải phóng paracasein. Sự đông tụ của paracasein là kết quả của sự tạo thành "cầu canxi" giữa các phân tử paracasein.

Có thể giải thích một cách khác về tác động của renin đối với việc đông tụ sữa. Đó là do renin đã thủy phân phức casein K thành hợp phần glucopeptit hòa tan trong nước và paracasein K kỵ nước. Sau đó paracasein hấp thụ ion canxi và đông tụ.

Dù giải thích theo cách nào thì ion canxi có vai trò không thể thiếu được trong việc tạo thành gel (đông tụ của casein). Chính vì vậy mà việc cho thêm CaCl_2 là nhằm tăng khả năng đông tụ của casein.

Nhiệt độ tối ưu của renin là 40°C nhưng trong thực tế, người ta thường đông tụ ở $30 - 32^\circ\text{C}$ với lý do : có thể sử dụng một lượng renin lớn hơn mức cần để đông tụ, lượng renin "dư" này giúp cho quá trình chín sinh học ở giai đoạn ngâm chín sau này cũng như để thu được hạt pho mát có độ cứng vừa phải.

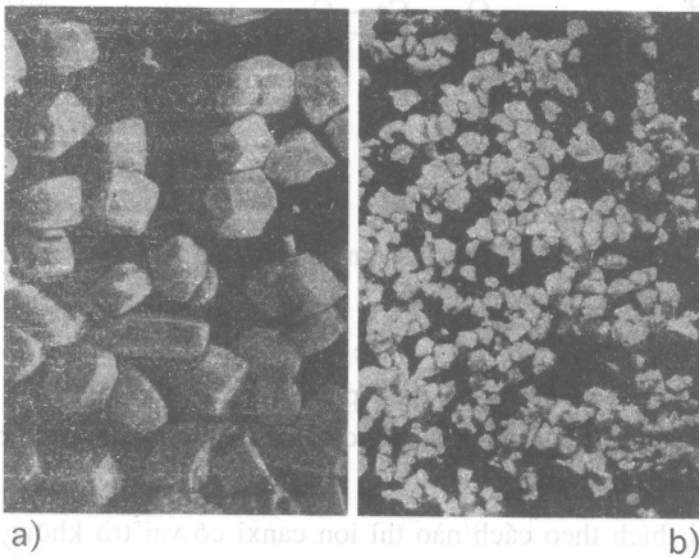
Một lý do nữa là nhiệt độ thấp phù hợp với sự phát triển của hỗn hợp vi khuẩn trong sữa (cùng phát triển).

Trong thực tế, renin rất bị hạn chế bởi nguồn khai thác nên người ta thường dùng phối hợp với proteaza khác như renin bò hoặc pepsin lợn.

9.4.1.4. Cắt quện sữa

Sau khi sữa đã đông tụ, người ta tiến hành cắt quện sữa thành những miếng nhỏ với kích thước khác nhau tùy loại pho mát. Mục đích của việc cắt này là để tăng nhanh quá trình tách whey.

Các hạt pho mát tạo thành (curd grains) được đảo trộn nhẹ nhàng để ngăn chặn sự kết dính giữa các hạt. Kích thước của các hạt pho mát sau khi cắt và sau khi whey được tách ra là rất khác nhau (hình 9.1).

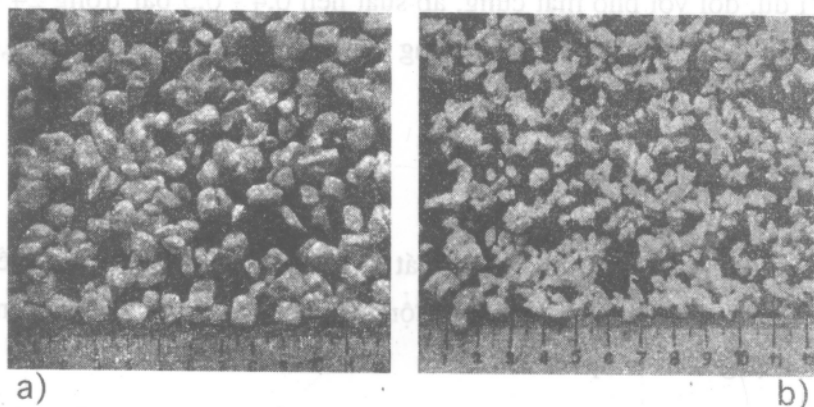


Hình 9.1. Hạt pho mát:

a- sau khi cắt; b- sau khi kết thúc giai đoạn xử lý hạt (trước khi ép)

Ngoài yếu tố cơ học (cắt quện, khuấy) người ta còn dùng yếu tố nhiệt để đẩy nhanh tốc độ tách nước. Tác dụng của nhiệt độ lên hạt pho mát được gọi là “đun nóng lần 2”. Tùy loại pho mát nhiệt độ có thể là 38 - 42°C hoặc 52 - 58°C. Tốc độ gia nhiệt khoảng 0,3 - 0,6°C / 1 phút. Khi đạt được nhiệt

độ đun nóng lần 2 rồi tiếp tục khuấy 20 - 60 phút. Kích thước các hạt pho mát thay đổi một cách đáng kể trước và sau khi đun nóng lần 2 (hình 9.2).



Hình 9.2. Hạt pho mát:

a- trước khi đun lần 2; b- sau khi đun lần 2, chuẩn bị đổ khuôn để ép

Có nhiều cách để đạt được nhiệt độ : cho hơi trực tiếp vào sơmi jacket, đổ nước nóng hoặc whey nóng vào hạt pho mát hoặc kết hợp cả hai cách.

9.4.1.5. Ép thành bánh

Có hai cách làm : ép khối hạt pho mát ngay trong thiết bị sản xuất nó hoặc bên ngoài. Theo cách đầu thì người ta tháo hết whey, nhào sơ bộ khối hạt pho mát rồi đặt tấm kim loại lên trên nén sơ bộ, sau đó cắt khối hạt thành từng miếng có trọng lượng nhất định, cho vào khuôn. Phương pháp này đòi hỏi lao động nặng nhọc.

Cách làm thứ hai là tháo khoảng 50 - 60% whey rồi đổ khối hạt pho mát còn lại vào các khuôn ép chặt. Ở thành khuôn có những lỗ nhỏ thoát nước.

9.4.1.6. Nén pho mát

Trong quá trình nén, các hạt pho mát kết dính thành một khối và pho mát có hình dạng nhất định. Đây cũng là giai đoạn điều chỉnh hàm lượng nước của pho mát.

Đối với từng loại pho mát, các thông số như áp suất nén, thời gian nén, nhiệt độ, pH... là những hằng số.

Ví dụ, đối với pho mát cứng, áp suất nén 0,4 - 0,5 bar trong 24 - 48 h. Đối với loại Cheddar 1,0 - 1,5 bar trong 24 h. Đối với pho mát mềm 0,4 - 0,5 bar trong 2 - 3 h.

9.4.1.7. Muối pho mát

Mục đích của việc muối pho mát là để tạo vị thích hợp, tạo điều kiện cho chủng vi sinh vật phát triển, tác động tốt đến trạng thái (consistency) và giữ chất lượng khi bảo quản.

Người ta nhận thấy hoạt tính của vi khuẩn lactic mạnh hơn khi hàm lượng muối của pho mát khoảng 0,5%. Muối còn có ảnh hưởng tới sự tạo axit trong pho mát và kéo theo sự thay đổi các đặc tính của pho mát (cấu trúc, trạng thái). Muối có tác dụng tạo áp suất thẩm thấu, giữ chất lượng khi bảo quản.

Các vi khuẩn tạo chất thơm rất nhạy cảm với muối. Muối còn được coi là tác nhân điều chỉnh sự tạo thành các chất khí (tạo thành lỗ rỗng). Trong pho mát người ta còn nhận thấy paracasein hòa tan tốt nhất khi hàm lượng muối là 5%. Pho mát có cấu trúc, trạng thái tốt nhất khi hàm lượng muối đạt xấp xỉ giá trị trên.

Thông thường có ba cách muối pho mát : muối trong hạt, muối trong nước muối, muối bằng muối khô.

- Muối trong hạt: Sau khi tháo phần lớn whey, người ta cho muối vào với lượng 200 - 300g cho 100 kg sữa (tương đương khoảng 10kg hạt pho mát), khuấy liên tục ít nhất khoảng 10 phút. Thường áp dụng cho loại pho mát mềm, thời gian muối kéo dài 1 - 2 ngày.

Trong trường hợp sản xuất pho mát Cheddar, người ta tháo hết toàn bộ whey rồi trộn muối.

- Muối bằng muối khô : Rắc muối khô lên bề mặt pho mát, muối sẽ

được hòa tan nhờ nước chảy ra từ pho mát, đồng thời muối thấm vào phía trong. Trong quá trình này phải lật đảo để muối thấm đều. Cách làm này áp dụng cho loại pho mát cứng Emmenthat và pho mát có mốc xanh.

- Muối bằng nước muối : Người ta dùng nước muối nồng độ 16 - 23%, ở nhiệt độ 15°C để muối, thời gian muối pho mát phụ thuộc vào kích thước trọng lượng của từng khối pho mát, cũng như hàm lượng muối của pho mát thành phẩm.

9.4.1.8. Ủ chín pho mát

Đây là quá trình chuyển hóa các chất rất phức tạp, đặc biệt là các protein, lactoza và chất béo tạo cho từng loại pho mát có mùi vị, cấu trúc và màu sắc riêng biệt, đặc trưng.

Đường sữa (lactoza) dưới tác dụng của vi khuẩn phân giải thành axit lactic. Axit lactic lại tác dụng với canxi paracasein tạo thành canxi lactat còn paracasein có khả năng tiếp tục phân giải.

Protein (chủ yếu là casein) → Pepton → Polypeptit → Dipeptit → Peptit → Axit amin.

Tốc độ ủ chín pho mát, hay nói cách khác là tốc độ phân giải protein phụ thuộc vào lượng vi khuẩn, điều kiện ủ chín (nhiệt độ, độ ẩm không khí v.v.) và hàm lượng nước trong pho mát. Sự tạo thành các axit bay hơi là kết quả của quá trình chuyển hóa lactoza, chất béo, chất đạm. Trong hầm lạnh, người ta phải thường xuyên kiểm tra nhiệt độ, độ ẩm không khí.

9.4.1.9. Đóng gói và bảo quản

Khi pho mát đã chín phải bảo quản ở kho lạnh có nhiệt độ không khí -5°C. Tùy theo loại pho mát người ta sử dụng các loại bao bì khác nhau.

Người ta có thể còn dùng một số hỗn hợp tráng trực tiếp lên pho mát bên ngoài hoặc bọc giấy đặc biệt với mục đích để giảm mức hao sản phẩm,

giảm chi phí lao động, bảo vệ hình dáng sản phẩm, ngăn chặn sự phát triển của các loại mốc.

Khi ủ chín các khối pho mát đã được bao bọc lớp polyetylen, một mặt hạn chế sự trao đổi khí và phân bố độ ẩm, mặt khác, chính trong quá trình này, độ ẩm được phân bố đều cả lớp trong và ngoài pho mát. Hàm lượng ẩm hầu như không giảm trong quá trình ủ chín và bảo quản. Độ ẩm của pho mát chín cao hơn tiêu chuẩn.

Vì lý do đó, người ta phải giảm bớt lượng ẩm của pho mát trước khi bao gói giấy hoặc tráng lớp polyetylen. Muốn vậy, phải thay đổi chế độ công nghệ ở khâu xử lý hạt pho mát : tăng thời gian khuấy hạt pho mát, tăng nhiệt độ đun lần hai, sử dụng chủng vi sinh vật đặc biệt.

Hàm lượng ẩm của pho mát trước khi bọc polyetylen :

$$W_t = W + D$$

W_t - hàm lượng ẩm trước khi bao bọc polyetylen;

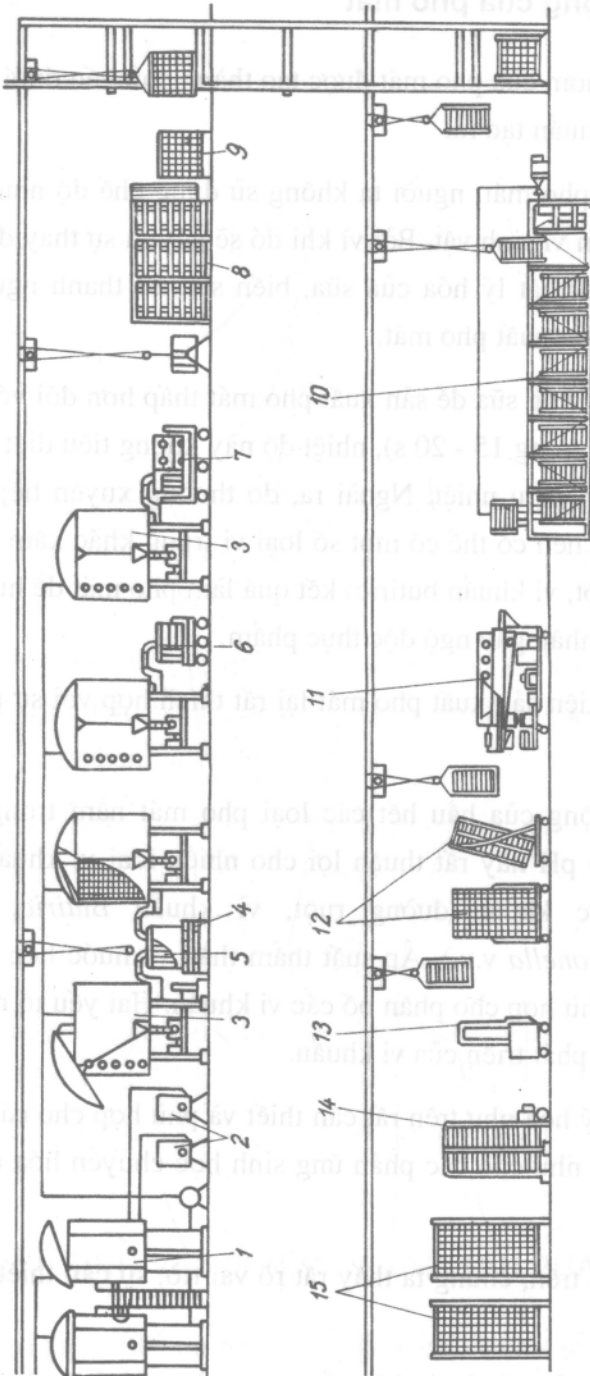
W - hàm lượng ẩm trong pho mát chín;

D - hao hụt độ ẩm cho đến lúc pho mát chín.

Thường thường, hàm lượng ẩm của pho mát ngâm chín khi đã bọc polyetylen cao hơn trong đối chứng 1 - 3%.

Hình 9.3 là ví dụ một dây chuyền sản xuất pho mát dạng cứng và mềm (có dạng hình trụ). Theo sơ đồ này, sữa đã qua thanh trùng làm nguội đến nhiệt độ lên men được đưa từ thùng chứa 1 sang các thùng lên men 3 sau khi đã được bổ sung chủng vi sinh vật từ thùng chứa chủng 2. Khi kết thúc quá trình lên men, cất quện sữa, các hạt pho mát được đưa vào các loại khuôn khác nhau 5, 6, 7 và đưa đi ép tách ở máy ép 8. Các côngtenơ 9 đưa pho mát vào các bể nước muối 10. Sau khi muối, các khối pho mát qua bộ phận rửa 11, làm khô và tráng paraffin 13.

Tùy từng loại pho mát cụ thể mà chế độ công nghệ được điều chỉnh phù hợp.



Hình 9.3. Sơ đồ dây chuyền sản xuất pho mát cứng, mềm (có dạng hình trụ):

1- thùng chứa sữa; 2- thùng chứa sữa đông; 3- thiết bị lên men; 4- thiết bị rửa; 5, 6, 7- thiết bị ép khuôn cho các loại pho mát khác nhau; 8- máy ép; 9- công tơng; 10- bể muối pho mát; 11- thiết bị rửa; 12- giá xoay; 13- thiết bị tráng paraffin; 14- xe tải (xe gòong); 15- giá

9.4.2. Các phương pháp hạn chế sự phát triển của vi sinh vật có hại đối với chất lượng của pho mát

Các vị và mùi thơm của pho mát được tạo thành chủ yếu dưới tác dụng của các enzym do vi khuẩn tạo ra.

Trong sản xuất pho mát, người ta không sử dụng chế độ nhiệt độ cao làm tiêu diệt hoàn toàn vi sinh vật. Bởi vì khi đó sẽ gây ra sự thay đổi không thuận nghịch các tính chất lý hóa của sữa, biến sữa đó thành nguyên liệu không dùng được để sản xuất pho mát.

Nhiệt độ thanh trùng sữa để sản xuất pho mát thấp hơn đối với các sản phẩm khác (72 - 75°C trong 15 - 20 s), nhiệt độ này không tiêu diệt được các nha bào, các vi khuẩn chịu nhiệt. Ngoài ra, do thường xuyên tiếp xúc với môi trường bên ngoài nên có thể có một số loại vi trùng khác xâm nhập vào (trực khuẩn đường ruột, vi khuẩn butiric) kết quả làm pho mát dễ hư hỏng và còn có thể là nguyên nhân gây ngộ độc thực phẩm.

Đặc biệt, điều kiện sản xuất pho mát lại rất thích hợp với sự phát triển của vi sinh vật.

Độ axit hoạt động của hầu hết các loại pho mát nằm trong khoảng 5,1 - 5,7. Chính ở độ pH này rất thuận lợi cho nhiều loại vi khuẩn gây hư hỏng pho mát (trực khuẩn đường ruột, vi khuẩn *Butiric*, *E. coli*, *Staphylococcus*, *Salmonella* v.v.). Áp suất thẩm thấu và nước liên kết trong pho mát ở mức khá phù hợp cho phân bố các vi khuẩn. Hai yếu tố này lại rất quan trọng đối với sự phát triển của vi khuẩn.

Các điều kiện lý hóa như trên rất cần thiết và phù hợp cho cả vi khuẩn có lợi và có hại cũng như cho các phản ứng sinh học chuyển hóa các thành phần của sữa.

Từ sự phân tích trên, chúng ta thấy rất rõ vai trò, sự cần thiết của điều kiện vệ sinh.

Điều kiện sống của các loại vi khuẩn trong pho mát luôn luôn bị thay

đổi do các quá trình lý hóa luôn luôn xảy ra (tách whey, tạo điều kiện yếm khí, muối pho mát, giảm nhiệt độ v.v.) cũng như do quá trình lên men, đặc biệt là lên men lactic.

Đối với các loại vi khuẩn có hại, điều kiện thuận lợi để chúng phát triển là giai đoạn xử lý hạt pho mát và phần đầu của thời kỳ ủ chín.

Khi số trực khuẩn đường ruột vượt quá $10^5/g$ thì chúng sẽ làm giảm chất lượng cảm quan của pho mát.

Người ta có thể dùng một số phương pháp nhằm hạn chế sự phát triển của những vi khuẩn có hại.

Phương pháp công nghệ là thay đổi các tính chất vật lý và hóa học của hạt pho mát (pH, độ ẩm, nhiệt độ và thời gian lên men...) nhằm tạo ra điều kiện không thuận lợi cho vi khuẩn có hại phát triển.

Giảm độ ẩm tương đối và giảm nhiệt độ ngâm chín pho mát có tác dụng hạn chế rõ rệt các vi khuẩn trên bề mặt và vi khuẩn butiric. Tuy nhiên, những thay đổi về mặt công nghệ có thể làm giảm chất lượng sản phẩm. Ví dụ như khi để hạt pho mát khô quá hoặc giảm nhiệt độ ngâm chín làm trạng thái của pho mát không bình thường, giảm năng suất thu thành phẩm và mùi vị pho mát không đặc trưng.

Khi trộn quá nhiều muối vào hạt pho mát thì tốc độ phát triển của các *Streptococcus* bị giảm đáng kể mặc dù ở điều kiện này các trực khuẩn đường ruột và vi khuẩn butiric không phát triển được.

Phương pháp hóa học là bổ sung vào sữa hoặc hạt pho mát những hợp chất hóa học để hạn chế sự phát triển của vi khuẩn có hại. Những hợp chất này phải không độc, không có hại đối với sức khỏe con người và không làm thay đổi các tính chất cảm quan của pho mát.

9.5. CÁC QUÁ TRÌNH SINH HÓA CƠ BẢN XẢY RA TRONG SẢN XUẤT PHO MÁT

Trong sản xuất pho mát có thể chia thành hai giai đoạn. Giai đoạn 1 : bao gồm tất cả các quá trình từ sữa nguyên liệu đến khi tạo thành pho mát.

Giai đoạn 2 là quá trình chín sinh học (repening, curning). Hai giai đoạn này liên quan với nhau rất chặt chẽ.

Quá trình chín sinh học phụ thuộc không chỉ vào điều kiện, quá trình ngâm chín mà còn phụ thuộc vào chính điều kiện kết tủa casein bằng renin, xử lý hạt pho mát, nhiệt độ đun lần 2 ... Có thể nói rằng quá trình chín của pho mát bắt đầu từ rất sớm, tức là ngay từ lúc đông tụ. Tuy nhiên, sự biến đổi sinh hóa sâu sắc các thành phần của sữa mà kết quả tạo ra mùi vị đặc trưng của pho mát xảy ra chủ yếu ở giai đoạn 2.

Ở giai đoạn đầu, sự đông tụ sữa bằng renin là quan trọng nhất. Kết quả của sự đông tụ này là tạo thành canxi paracaseinat - dưới dạng gel (curd). Tính chất của quện sữa này phụ thuộc vào số lượng và hoạt độ của renin, lượng ion Ca^{2+} trong sữa và pH của sữa. Khi cho nhiều renin hoạt độ cao vào sữa thì sự đông tụ càng nhanh và tăng lượng canxi hòa tan trong sữa, quện sữa sẽ mịn.

Khi gia nhiệt sữa 70 - 80°C, canxi hòa tan sẽ chuyển thành canxi phosphat không hòa tan $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ tức là giảm ion Ca^{2+} , quá trình đông tụ sữa sẽ chậm lại, quện sữa không mịn.

Khi pH càng thấp thì sự đông tụ càng nhanh. Tuy nhiên có giới hạn, ở pH 6,2 là điều kiện tốt nhất renin tác dụng. Nếu giảm pH thấp hơn nữa thì khi đó casein đông tụ không phải do renin mà là do axit.

Yếu tố thứ hai quan trọng là việc xử lý hạt pho mát tạo thành. Mục đích của quá trình này là loại bớt whey đến mức cần thiết.

Trong quá trình ủ chín pho mát, các thành phần của sữa biến đổi sâu sắc dưới tác dụng của các enzym khác nhau:

- Lactoza được chuyển hoá hoàn toàn đến axit lactic và hàng loạt các hợp chất khác.
- Protein bị thủy phân một phần (phụ thuộc vào từng loại pho mát) đến peptit, axit amin.
- Chất béo bị chuyển hóa tạo ra một số axit béo bay hơi và không bay hơi.

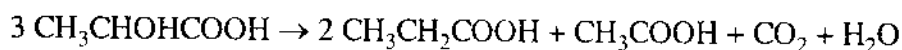
Quá trình ngâm chín còn làm biến đổi cấu trúc, trạng thái của pho mát. Sự biến đổi các thành phần và cấu trúc trong quá trình ủ chín là kết quả của sự tác động kết hợp giữa renin và các vi khuẩn lactic.

9.5.1. Sự biến đổi của lactoza

Dưới tác dụng của vi khuẩn lactic, lactoza bị biến đổi rất nhanh. Sau 5 - 10 ngày thì hầu như chấm dứt. Sản phẩm chính của sự biến đổi này là axit lactic. Vi khuẩn lên men lactic đồng nhất chuyển hóa hoàn toàn lactoza thành axit lactic. *Streptococcus lactic* có khả năng tạo axit lactic cao nhất là 97%, *Streptococcus paracitrovorus* 66%, và *Streptococcus diacetilactic* ở mức trung bình.

Độ axit của pho mát tăng rất nhanh ở những ngày đầu, sau đó chậm lại và ở cuối giai đoạn ủ chín tăng rất chậm.

Không phải toàn bộ lượng lactoza chuyển thành axit lactic với lượng tương ứng. Một phần lactoza được sử dụng cho các quá trình lên men khác để tạo thành diacetyl, axetoin, axit bay hơi, rượu. Một phần axit lactic được tạo thành lại chuyển hóa tiếp dưới tác dụng của vi khuẩn để thành axit propionic, axit axetic, axit butiric, CO₂...



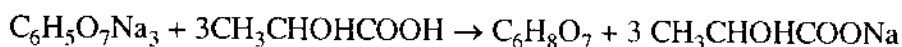
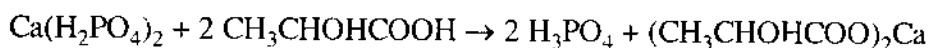
Axit lactic

Axit propionic

Axit axetic

Axit lactic còn tương tác với các thành phần khác của pho mát như tham gia phản ứng trao đổi ion với các muối, tạo thành các phức với protein...

Ví dụ trong phản ứng trao đổi ion, lactoza đã giải phóng axit phosphoric, axit xitric từ muối của chúng:



Hai phản ứng này xảy ra ngay ở giai đoạn đầu khi axit lactic được tạo thành. Khi pH đạt 6,25 axit lactic đã tham gia vào phản ứng trao đổi ion với

phức canxi phosphat paracasein. Canxi trong phức tồn tại ở hai dạng : liên kết với protein và canxi phosphat ở dạng keo.

Lượng axit lactic tạo thành ảnh hưởng đến chất lượng của pho mát. Nếu quá cao sẽ hạn chế sự phát triển của vi khuẩn lactic, làm thay đổi phức protein - canxi phosphat theo chiều hướng không có lợi cho trạng thái của pho mát. Ngược lại, nếu hàm lượng axit lactic thấp ($\text{pH} > 6$) tạo điều kiện thuận lợi cho vi khuẩn có hại hoạt động làm giảm chất lượng của pho mát.

9.5.2. Sự biến đổi của các protein

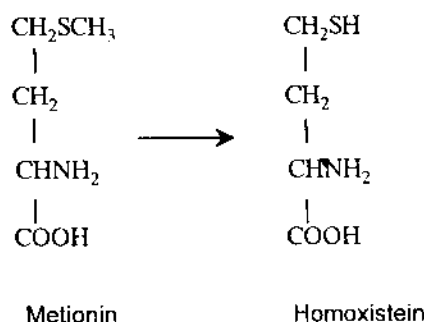
Sự biến đổi sinh hóa các protein trong pho mát xảy ra chủ yếu ở giai đoạn ngấm chín. 90% nitơ hòa tan trong pho mát được tạo thành do kết quả của sự tác động phối hợp của renin và các proteaza vi khuẩn.

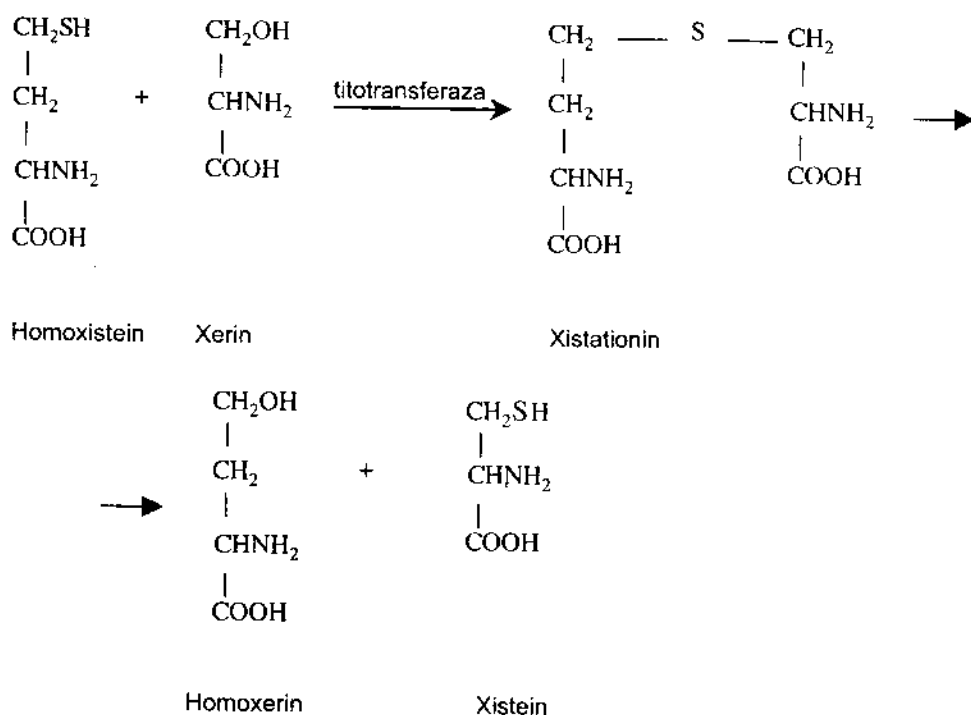
Theo ý kiến của nhiều tác giả, renin có vai trò là tác nhân đông tụ sữa và thủy phân không sâu protein tạo thành một số sản phẩm có tác dụng thúc đẩy sự hoạt động của vi khuẩn lactic. Và chính proteaza của vi khuẩn lactic mới tiếp tục thủy phân protein. Các proteaza vi khuẩn phá vỡ các liên kết peptit, disunfit... tạo thành các proteaza, các polypeptit, peptit và cuối cùng thành các axit amin.

Mức độ thủy phân protein được đánh giá qua các sản phẩm của quá trình này.

Trong quá trình ủ chín, một số axit amin bị phân hủy, một số khác lại biến đổi thành axit amin mới.

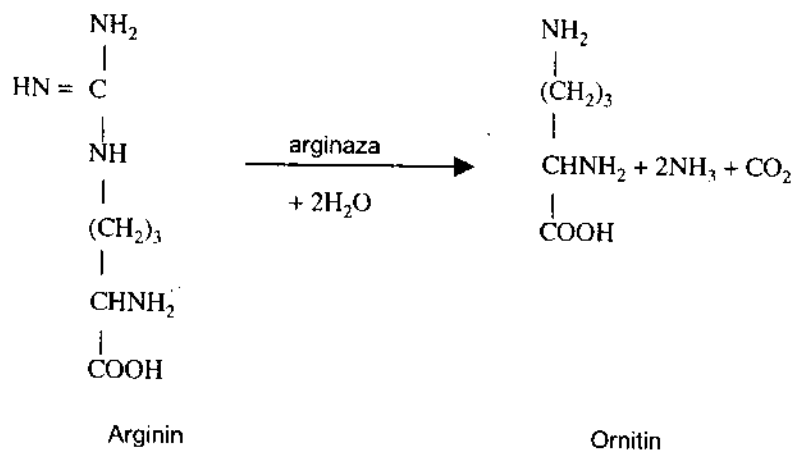
Trong pho mát đã ủ chín, người ta thấy vắng xerin và metionin và rất có thể hai axit amin này đã được dùng làm nguyên liệu cho sự tổng hợp xistein.



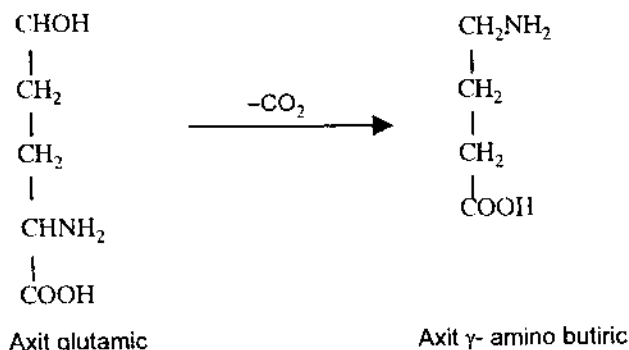


Homoxerin vừa được tạo thành có thể lại biến đổi thành axit γ -amino butiric.

Arginin dưới tác động của arginaza (do vi khuẩn tạo ra) chuyển thành ornitin.



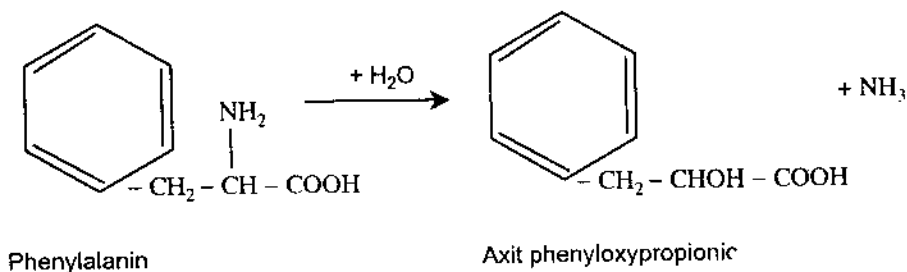
Người ta còn cho rằng, axit γ - amino butiric được tạo thành từ axit glutamic nhờ tác động của decarboxylaza.



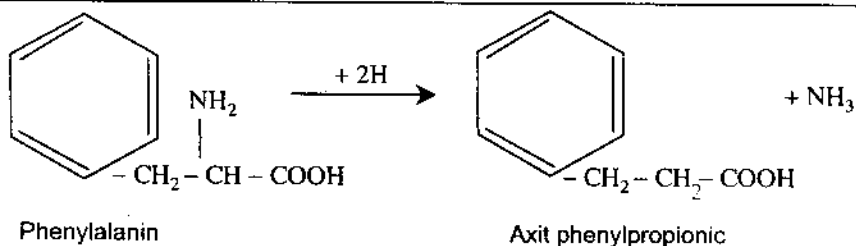
Số lượng cũng như thành phần axit amin tự do trong pho mát phụ thuộc vào từng loại, phụ thuộc vào hàm lượng nước, vào nhiệt độ đun lần hai, vào thành phần chủng ...

Trong quá trình ủ chín, tổng hàm lượng axit amin tự do không ngừng tăng (mặc dù có thể hàm lượng của axit amin này giảm trong khi axit amin khác lại tăng).

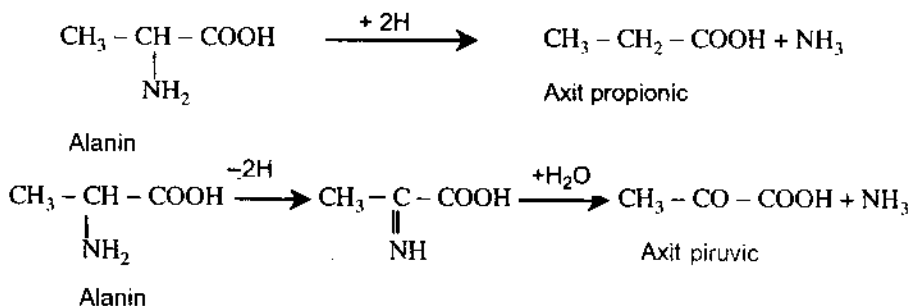
Người ta còn nhận thấy nếu tiếp tục quá trình ủ chín đến một mức nào đó thì axit amin, dưới tác dụng của enzym oxy hóa - khử của vi khuẩn sẽ tham gia hàng loạt phản ứng khác như chuyển nhóm amin, khử CO_2 ... kết quả tạo thành hàng loạt chất mới có tác dụng tạo mùi vị cho pho mát. (Ví dụ như sự deamin hóa của các axit amin). Trong nhiều loại pho mát, người ta tìm thấy axit phenylpropionic. Nó có thể đã được tạo thành từ sự deamin của phenylalanin.



Phenylalanin cũng có thể phản ứng theo một cách khác để tạo thành axit phenylpropionic:

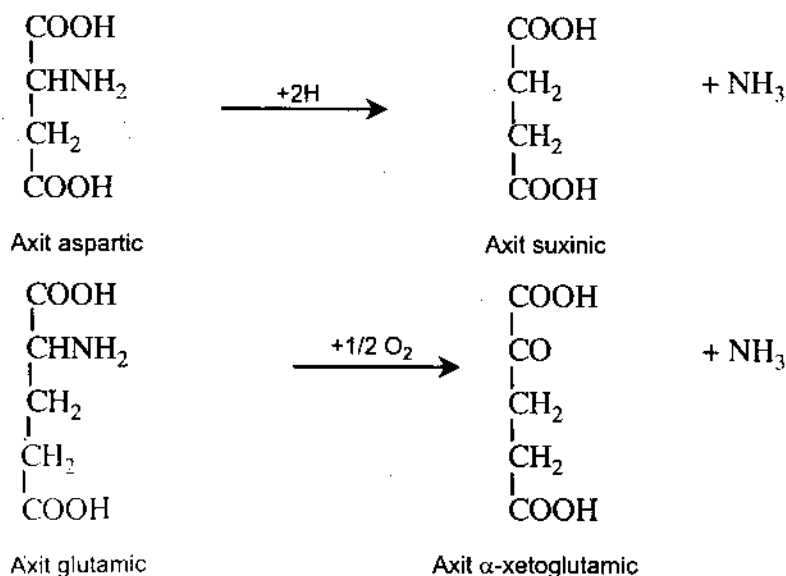


Đối với alanin cũng xảy ra phản ứng tương tự tạo thành axit propionic và axit piruvic theo sơ đồ sau :



Tuy nhiên, việc tìm thấy trong pho mát axit propionic và axit piruvic chưa hẳn đã chứng minh được đó là kết quả của sự deamin của alanin bởi như ta đã biết axit piruvic là sản phẩm trung gian, còn axit propionic là sản phẩm cuối của sự lên men lactoza.

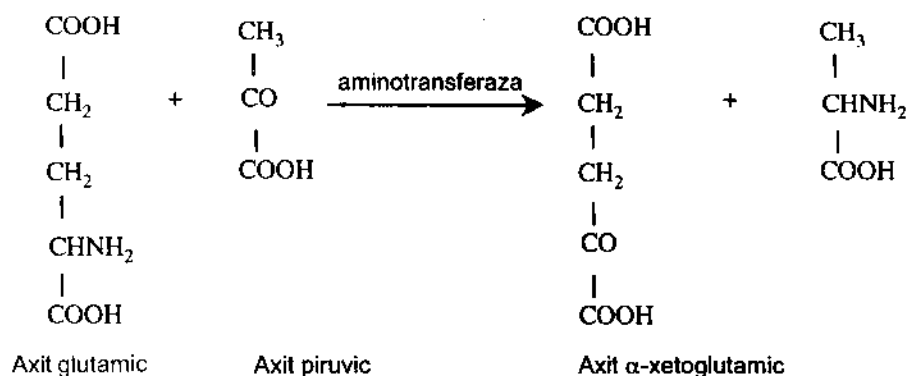
Trong một số loại pho mát, người ta tìm thấy axit suxinic và axit α -xetoglutamic là kết quả của sự deamin của axit aspartic và glutamic.



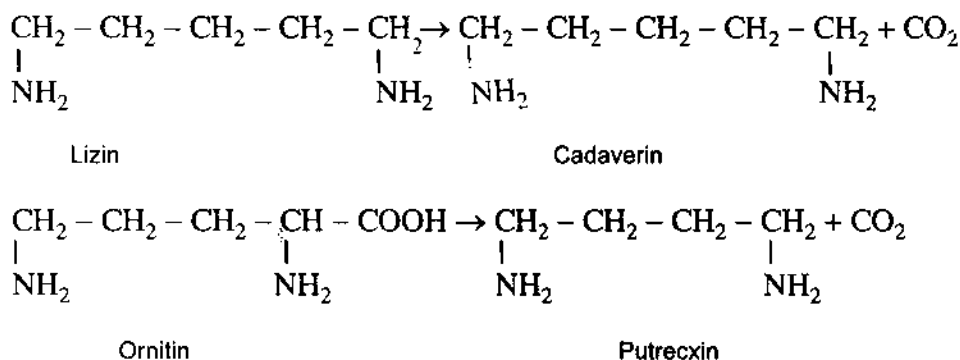
Tất cả các dạng deamin (khử, thủy phân, oxy hóa) của các axit amin trong pho mát xảy ra dưới tác động của vi khuẩn lactic.

Sự thay đổi số lượng và tỷ lệ giữa các axit amin tự do trong pho mát xảy ra mạnh mẽ nhờ sự hoạt động của vi khuẩn propionic.

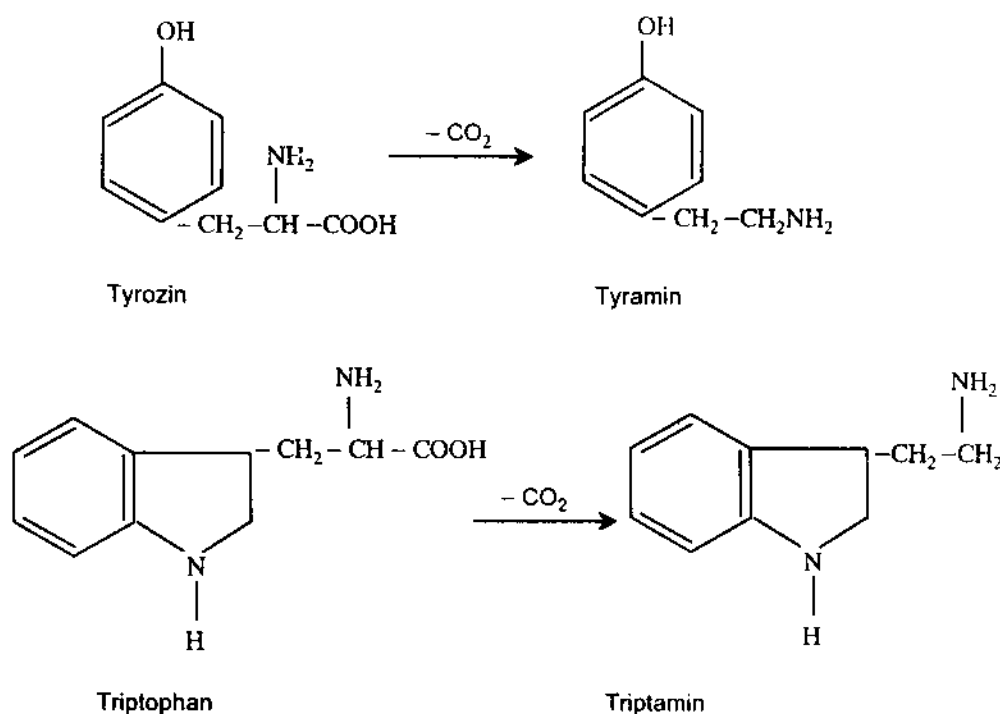
Ngoài khả năng deamin, axit aspartic và axit glutamic còn có thể chuyển nhóm amit của mình cho một axit α -xeto khác nhờ enzym aminotransferaza. Ví dụ phản ứng giữa axit glutamic và axit piruvic xảy ra như sau :



Theo ý kiến của nhiều nhà khoa học, trong các loại pho mát mềm còn có các amin - cadaverin và putrecxin tạo thành do sự khử CO_2 lizin và ornitin



Các axit amin mạch vòng cũng tham gia phản ứng khử CO_2 . Ví dụ như tyrozin, triptophan.



Các axit amin chứa lưu huỳnh, dưới tác dụng của enzym của vi khuẩn còn có thể bị chuyển hóa thành SH, dimethylsunfat, methylmercaptan...

Như vậy, các axit amin tự do trong pho mát đã tham gia hàng loạt các phản ứng oxi hóa khử mà kết quả tạo ra hàng loạt các chất có tác động đến chất lượng mùi vị và trạng thái của pho mát (các axit béo, xeton, axit amin, aldehyt, NH_3 , CO_2 ...).

9.5.3 Sự biến đổi của chất béo

Các biến đổi của chất béo xảy ra theo hai hướng : thủy phân và oxy hóa.

Mức độ thủy phân chất béo trong pho mát cứng và pho mát mềm là rất khác nhau : thủy phân sâu xảy ra ở pho mát mềm, trong khi ở pho mát cứng, sự thủy phân xảy ra rất yếu.

Ở pho mát mềm, sự thủy phân phụ thuộc vào hệ vi khuẩn trên bề mặt.

Một số loại mốc, vi khuẩn *Micrococci* hoạt động rất mạnh và tích tụ một lượng đáng kể axit béo, đặc biệt là axit béo bay hơi để tạo ra mùi vị đặc trưng của pho mát.

Trong pho mát đã chín hàm lượng axit béo tự do ở vỏ và ruột không giống nhau. Ở lớp vỏ quá trình thủy phân chất béo xảy ra mạnh mẽ hơn do tác động của hệ vi khuẩn bề mặt (mốc, men, vi khuẩn hiếu khí).

Một số loại pho mát như Rocfor, quá trình ngấm chín còn có sự tham gia của nấm mốc do con người chủ động đưa vào. Trong trường hợp này thì sự thủy phân chất béo ở ngoài vỏ và trong ruột hầu như giống nhau.

Trong tất cả các loại pho mát, người ta đều tìm thấy các axit béo butiric, axetic...

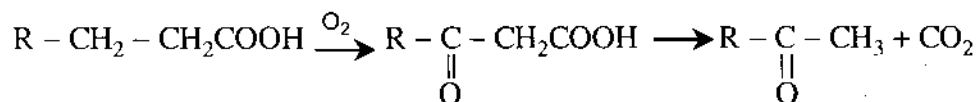
Axit axetic không phải là kết quả của sự thủy phân chất béo mà là kết quả của sự lên men lactoza.

Axit formic là sản phẩm của sự chuyển hóa chất béo của vi khuẩn. Axit butiric có nhiều trong pho mát mềm (mà quá trình chín có sự tham gia của mốc).

Trong pho mát mềm còn có axit caproic, capilic và capric. Khi bảo quản thời gian dài, trong các pho mát này còn tạo thành các axit valerianic, izovalerianic.

Ngoài sự tích tụ các axit béo, trong pho mát mềm đặc biệt là loại có mốc, còn tạo thành các xeton, aldehyt và các hợp chất khác.

Thành phần quan trọng tạo nên mùi vị của các loại pho mát mềm là metylxeton. Metylxeton được tạo thành theo sơ đồ sau :



Như vậy là các sản phẩm của sự thủy phân và oxy hóa chất béo trong pho mát mềm đã tạo cho chúng mùi vị rất đặc trưng.

Trong các pho mát cứng thì mức độ thủy phân và oxy hóa chất béo

thấp hơn, kết quả tạo thành một lượng nhỏ axit butiric, capilic, caprilic và chính các sản phẩm này tham gia vào sự tạo mùi thơm.

Trong quá trình chín của pho mát, hàng loạt các biến đổi đã xảy ra đối với các thành phần của pho mát. Lactoza bị chuyển hóa hoàn toàn thành axit lactic và các sản phẩm khác. Protein bị biến đổi sâu sắc thành các polypeptit, axit amin, axit béo, amin, axit xeton, aldehyt và các hợp chất khác.

Sự chuyển hóa chất béo trong pho mát đã tham gia vào sự tạo thành mùi vị ở những mức độ khác nhau, trong đó phải kể đến protein và chất béo, đóng vai trò hết sức quan trọng.

Trong quá trình chín của pho mát, mùi vị của pho mát luôn thay đổi cùng với sự tích tụ các sản phẩm của sự chuyển hóa các chất. Khi pho mát chín, tức là lúc mà sự biến đổi protein, chất béo và lactoza phù hợp nhất. Nói một cách khác, thời điểm pho mát chín là lúc chúng có mùi vị hài hòa nhất, đặc trưng nhất.

Nếu tiếp tục kéo dài thời gian ủ chín ngay cả trong điều kiện tốt thì tỷ lệ các chất tạo mùi và tạo vị có thể sẽ thay đổi và khi đó sẽ làm giảm chất lượng pho mát.

Mùi và vị của pho mát là kết quả của sự phối hợp của rất nhiều các hợp chất hóa học tức các sản phẩm của sự chuyển hóa protein, chất béo, lactoza.

Tính chất cảm quan sẽ là tốt nhất khi tỷ lệ hàm lượng các chất này cân đối.

9.5.4. Sự tạo thành các chất khí

Trong quá trình ủ chín pho mát, hàng loạt các phản ứng hóa sinh đã xảy ra, kết quả giải phóng các loại khí amoniac, cacbon dioxyt, hydro... các chất khí tạo thành trong khối hạt pho mát sẽ tạo thành lỗ rỗng ở pho mát thành phẩm.

- Amoniacc được tạo thành ở phản ứng deamin. Thông thường amoniacc tạo thành trên lớp bề mặt ngoài của pho mát nơi mà ở đó phản ứng deamin

xảy ra mạnh mẽ. Một phần amoniac lại tác dụng với các axit, trung hòa chúng. Một phần amoniac lại tích tụ ở dạng tự do. Đó cũng là lý do vì sao ở hăm bảo quản pho mát có mùi amoniac.

- Khí hydro được giải phóng trong quá trình lên men butiric của lactoza và từ quá trình hoạt động của vi khuẩn đường ruột. Khí hydro hòa tan kém trong nước, dễ dàng khuếch tán do đó trong pho mát, lượng khí hydro rất nhỏ.

Tuy nhiên, nếu quá trình lên men butiric xảy ra quá mạnh mẽ (vì một lý do nào đó) thì lượng hydro tạo ra sẽ rất nhiều, và khi đó các lỗ hổng trong pho mát là quá lớn (pho mát bị rỗ).

- Cacbon dioxyt chiếm tới 90% tổng số chất khí trong pho mát. Chất khí này được tạo thành trong quá trình chuyển hóa lactoza bởi các vi khuẩn tạo mùi thơm, vi khuẩn propionic và vi khuẩn butiric. Cũng như từ quá trình khử CO_2 của các axit béo và axit amin. Khí CO_2 hòa tan tốt trong nước. Số lượng khí CO_2 tạo thành dung dịch quá bão hòa (bởi CO_2) trong khối pho mát. Do đó, khi gặp điều kiện thuận lợi thì giải phóng ra. Khí CO_2 tích tụ trong các khoảng trống và lớn dần rồi tạo thành lỗ hổng. Khí CO_2 giải phóng nhanh thì cùng một lúc có nhiều trung tâm tích tụ chất khí này, kết quả có nhiều lỗ hổng với kích thước nhỏ. Ngược lại, khí CO_2 giải phóng chậm thì lỗ hổng tạo thành ít nhưng kích thước lớn hơn.

Người ta còn nhận thấy nếu dùng chủng chỉ gồm *Streptococcus lactic* thì pho mát thành phẩm không có lỗ hổng. Trong khi đó *Streptococcus paracitrovorus* lại có khả năng tạo khí nhiều nhất.

Ngoài CO_2 , NH_3 , H_2 trong thành phần chất khí còn có O_2 và N_2 . Có thể khí O_2 và N_2 đã lọt vào pho mát trong quá trình đổ hạt pho mát vào khuôn. O_2 ảnh hưởng xấu tới chất lượng pho mát vì nó sẽ oxy hóa chất béo, tuy nhiên, O_2 được vi khuẩn sử dụng nên mất đi rất nhanh.

Bảng 9.1. Thành phần chất khí trong quá trình sản xuất các loại pho mát Sveisar

Thể tích chất khí, ml	CO ₂ %	O ₂ %	H ₂ %	N ₂ %	Nhận xét
1,66	66,9	Vết	4,0	29,1	Lỗ hỏng bình thường
4,77	51,2	Vết	vết	48,8	Lỗ hỏng bình thường
14,47	89,5	0,2	0	10,6	Pho mát thượng hạng
9,99	89,2	Vết	0,6	9,8	Lỗ hỏng to
4,96	47,4	vết	48,8	3,8	Pho mát bị rỗ

Trên đây là một ví dụ về ảnh hưởng của hàm lượng các chất khí đến việc tạo thành cấu trúc của pho mát thành phẩm.

Từ bảng trên cho thấy lượng chất khí trong pho mát rất khác nhau. Khí CO₂ chiếm tỷ trọng lớn nhất. Pho mát có chứa nhiều H₂ sẽ kém chất lượng.

Chương 10

CÔNG NGHỆ SẢN XUẤT BƠ

Bơ là một sản phẩm làm từ mỡ sữa, có nhiệt năng lớn (7.800 cal/kg), độ tiêu hóa cao là 97% và giàu các loại vitamin A, E, B₁, B₂, C.

Có thể dùng bơ làm thức ăn trực tiếp hoặc dùng làm thực phẩm trung gian để chế biến các loại thức ăn khác.

Bơ có rất nhiều loại, khác nhau về thành phần, mùi vị và phương pháp chế biến.

Người ta có thể chia thành các nhóm chính như sau :

- Theo mùi vị chủ yếu :
 - Bơ ngọt (trong quá trình sản xuất bơ, không có quá trình lên men lactic).
 - Bơ chua (trong quá trình sản xuất bơ có quá trình lên men lactic).
 - Bơ mặn (có muối) hoặc bơ nhạt (không có muối).
 - Bơ có gia vị (bơ có ca cao, đường cà phê, đường...).
- Theo phương pháp sản xuất :
 - Bơ được sản xuất bằng phương pháp đảo trộn.
 - Bơ được sản xuất bằng phương pháp liên tục có sử dụng máy làm bơ liên hoàn.

Thành phần chính của bơ :

Nước, %	16-18
Chất béo, %	80-83
Muối, %	0-2
Protein, %	0,7

Vitamin, đơn vị quốc tế/100g:

Vitamin A : 2500

Vitamin D : 55

10.1. NGUYÊN LIỆU ĐỂ SẢN XUẤT CREAM

Chất lượng của bơ phụ thuộc vào chất lượng của sữa và cream. Chỉ có nguyên liệu tốt mới có khả năng chế biến bơ có chất lượng cao.

Chất lượng sữa dùng cho các nhà máy sản xuất bơ giống như đã trình bày ở phần đầu (chương Sữa nguyên liệu).

Hàm lượng chất béo trong sữa càng cao thì khả năng sử dụng chất béo vào bơ càng lớn và sự hao hụt chất béo vào sữa gầy và butter milk càng thấp.

Kích thước các cầu mỡ có ý nghĩa quan trọng trong việc tạo thành bơ khi đảo trộn.

Tính chất của các cầu mỡ lại phụ thuộc vào khẩu phần thức ăn của gia súc.

Sự có mặt các axit béo và các glyxerit với các tính chất vật lý khác nhau ảnh hưởng lớn tới trạng thái của bơ.

Mùa hè, trong sữa có nhiều glyxerit dễ nóng chảy, giàu axit béo không no có phân tử lượng thấp nên trạng thái của bơ thường mềm.

Trên bề mặt của các cầu mỡ có vỏ bao khá bền vững. Thành phần chủ yếu của lớp vỏ này bao gồm lipoprotein, phospholipit, glyxerit, protein.

Ở nhà máy, người ta thu nhận sữa và cream theo một chương trình nhất định.

Người ta phân loại cream trên cơ sở các tiêu chuẩn về cảm quan, độ chua, hàm lượng chất béo và chỉ tiêu vi sinh vật (bảng 10.1).

Bảng 10.1. Các tiêu chuẩn cơ bản để phân loại cream

STT	Chỉ tiêu	Cream	
		Loại I	Loại II
1	Mùi vị	Thơm mát, hoàn toàn không có vị lạ	Có thể mùi vị lạ (thức ăn...)
2	Trạng thái	Đồng nhất, không có bơ vón cục	Đồng nhất, có thể có cục vón của bơ
3	Độ chua, °T (32 - 37% chất béo)	14	17
4	Độ bền với nhiệt độ	Protein không đông tụ dưới dạng hạt lớn vón	Có thể có lợn vờ của protein bị đông tụ
5	Vi sinh vật tổng số, thời gian mất màu	Trên 3 h	Dưới 3 h
6	Nhiệt độ	< 10	< 10

Đối với trường hợp cream có hàm lượng chất béo khác nhau, người ta còn phân loại chúng theo độ chua (bảng 10.2).

Bảng 10.2. Phân loại cream theo độ chua

Hàm lượng chất béo của cream, %	Độ chua của cream, °T (không quá)	
	Loại I	Loại II
20 - 25	16	20
26 - 31	15	19
32 - 37	14	17
38 - 43	13	16

Nghiêm cấm việc trộn cream loại I và loại II với nhau!

10.2. CÔNG NGHỆ SẢN XUẤT BƠ THEO PHƯƠNG PHÁP ĐẢO TRộn

10.2.1. Quy trình công nghệ sản xuất bơ theo phương pháp đảo trộn

Nhận cream → Kiểm tra chất lượng → Thanh trùng cream →
 → Làm lạnh và ủ chín → (Lên men) → Đảo trộn → Rửa hạt bơ →
 → (Trộn muối) → Xử lý hạt bơ → Đóng gói → Bảo quản

Công nghệ sản xuất bơ thường theo các công đoạn chính sau đây.

10.2.1.1. Thanh trùng cream

Người ta thanh trùng cream ở nhiệt độ cao để tiêu diệt hết vi trùng, phá hủy men lipaza, tránh cho bơ bị ôi khét khi bảo quản sau này.

Sử dụng thiết bị thanh trùng kiểu khung bản cho ta hiệu quả thanh trùng cao.

Khi chế biến bơ ngọt và bơ chua, nhiệt độ thanh trùng cream là 85– 90°C hoặc cao hơn.

Khi cream có mùi vị lạ (như mùi thức ăn, mùi cỏ) thì người ta nâng nhiệt độ thanh trùng lên 92 - 94°C hoặc 96°C.

Khi chọn nhiệt độ thanh trùng cream, cần chú ý tới độ chua của nó vì nếu độ chua cao, cream có thể bị quên đặc khi thanh trùng.

Giới hạn độ chua cho phép của các loại cream có hàm lượng chất béo khác nhau như sau :

Hàm lượng chất béo cream, %	25	27	29	30	33	35	37	41
Độ chua cho phép, °T	24	23	23	22	21	21	20	20

Quá trình thanh trùng làm thay đổi một cách đáng kể tính chất của các hợp phần tạo nên cream. Khi nhiệt độ thanh trùng càng cao thời gian thanh trùng càng dài thì biến đổi xảy ra lại càng sâu sắc. Thanh trùng cream còn tạo cho nó có mùi đặc trưng. Nói chung khi thanh trùng, pha chất béo của cream thay đổi một cách đáng kể.

10.2.1.2 Làm lạnh và ủ chín vật lý cream

Khi thanh trùng, toàn bộ chất béo của cream chuyển hết sang dạng lỏng. Muốn có được bơ từ chất béo ở dạng lỏng đó cần phải chuyển một phần chất béo đó sang trạng thái rắn. Vì thế mỡ sữa được đem đi làm lạnh và ủ chín.

Khi làm lạnh cream, các loại glyxerit khác nhau sẽ lần lượt đông đặc lại phụ thuộc vào điểm nóng chảy và đông đặc của chúng. Nhiệt độ đông đặc của mỡ sữa nằm trong khoảng 18 - 22°C. Khi làm lạnh chậm, cùng một loại mỡ sữa sẽ có một số điểm đông đặc, thường gặp là 20 - 23, 11 - 14, 4 - 6 và 3 - 5°C.

Hình dáng và kích thước của các tinh thể chất béo phụ thuộc vào cường độ làm lạnh, vào đặc tính của chúng. Khi làm lạnh nhanh mỡ sữa tới nhiệt độ thấp thì tính ổn định của các tinh thể chất béo tăng. Khi làm lạnh chậm thì tính ổn định của các tinh thể chất béo giảm. Trong quá trình làm lạnh mỡ sữa, các tác động cơ học (đảo trộn, khuấy) làm tăng nhanh quá trình chuyển các glyxerit sang trạng thái bền vững.

Nhiệt độ, thời gian ủ chín và các tác động cơ học lên cream lạnh là những yếu tố quyết định quá trình đông đặc chất béo, tạo thành bơ.

Nhiệt độ ủ chín ảnh hưởng tới quá trình chuyển các glyxerit sang dạng tinh thể. Nhiệt độ càng thấp thì quá trình tinh thể hóa càng nhanh. Thời gian ủ chín càng dài thì sự chuyển hóa glyxerit sang dạng tinh thể càng triệt để.

Ở một nhiệt độ ủ chín xác định nào đó, các cầu mỡ không đông đặc hoàn toàn cho dù kéo dài thời gian ủ chín thêm nữa và mỗi một nhiệt độ ủ chín tương ứng với một giới hạn đông đặc chất béo cực đại rồi sau đó sẽ xảy ra sự cân bằng giữa chất béo ở dạng lỏng và đặc. Khi đã đạt được sự cân bằng này rồi thì tiếp tục ủ chín không còn ý nghĩa nữa.

Làm lạnh nhanh mỡ sữa tới nhiệt độ thấp cũng có tác dụng thúc đẩy nhanh tới sự cân bằng và rút ngắn thời gian ủ chín vật lý.

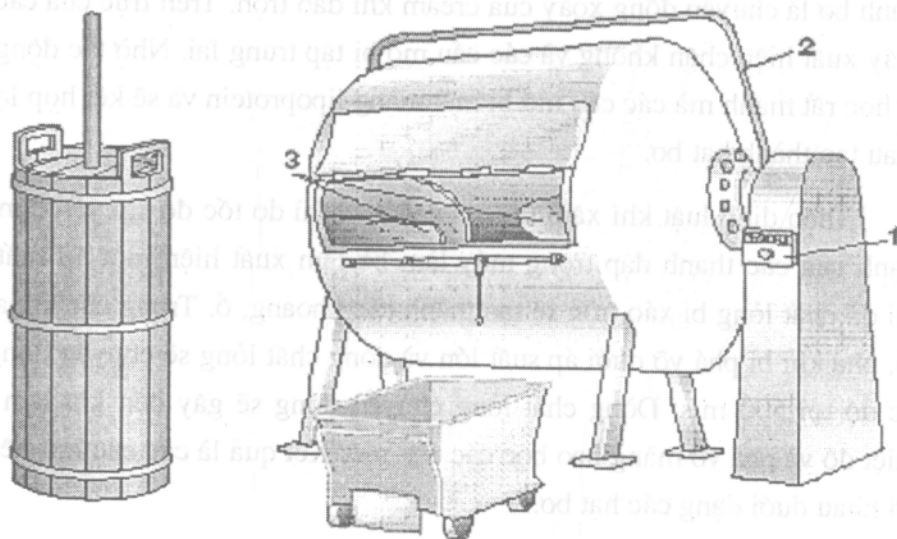
Mùa hè, khi lượng chất béo có nhiệt độ nóng chảy thấp tăng lên ứng với chỉ số iod vượt trên 39 thì người ta cần phải tiến hành ủ chín ở nhiệt độ thấp để bơ thu được có trạng thái đồng nhất, mịn và sự hao hụt chất béo vào butter milk là thấp nhất. Hơn nữa, nhiệt độ thấp còn hạn chế sự phát

triển của vi sinh vật trong cream. Vì lý do trên nên cream sau khi thanh trùng được làm lạnh ngay tới $-4 - 5^{\circ}\text{C}$.

Mùa đông, khi trong sữa chứa một lượng lớn các glyxerit khó nóng chảy, khi chỉ số iot hạ xuống chỉ còn 36 thì sau khi cream được thanh trùng cần làm lạnh chúng tới $5 - 7^{\circ}\text{C}$ và giữ ở nhiệt độ này 2 - 3 h. Trong thời gian này, người ta phải đảo trộn 2 - 3 lần, mỗi lần 10 - 15 phút. Tiếp đó, dùng nước nóng nâng nhiệt độ của cream tới 16°C . Để yên 14 - 16 h. Trước khi đảo trộn, điều chỉnh nhiệt độ mỡ sữa xuống $11 - 14^{\circ}\text{C}$.

10.2.1.3. Đảo trộn

Chế biến bơ từ cream là quá trình lí hóa rất phức tạp. Đảo trộn cream trong máy chế biến bơ nhằm mục đích liên kết các cầu mỡ với nhau dưới dạng hạt bơ.



Hình 10.1. Thiết bị đảo trộn bơ:

a - thiết bị đảo trộn bơ truyền thống; b - thiết bị đảo trộn bơ công nghiệp:

1 - bảng điều khiển; 2 - bộ phận dừng tức thời; 3 - thanh đập

Trong sữa và cream, chất béo ở dạng nhũ tương rất bền vững. Bằng cách li tâm có thể thu được cream có hàm lượng chất béo cao 82 - 84% tức là bằng hàm lượng chất béo trong bơ nhưng vẫn không xảy ra quá trình liên kết các cầu mỡ và tính chất của chúng cũng khác bơ.

Sự bền vững của nhũ tương của sữa và cream là do màng bao bọc xung quanh từng cầu mỡ.

Có nhiều thuyết giải thích quá trình tạo thành bơ. Có thể tạm chia các thuyết giải thích thành ba nhóm sau : thuyết thủy động học, thuyết hóa lý và thuyết hóa keo. Tất cả các thuyết này đều nhằm giải thích nguyên nhân, phương pháp chuyển hóa từ các cầu mỡ khác nhau thành hạt bơ. Các tác giả đều cho rằng : để chuyển hóa cầu mỡ từ trạng thái nhũ tương thành bơ đều cần phải phá vỡ vỏ lipoprotein bao bọc ngoài.

1. Theo Cuc Axeikin và Grisenco thì nguyên nhân chủ yếu của sự tạo thành bơ là chuyển động xoáy của cream khi đảo trộn. Trên trục của các dây xoáy xuất hiện chân không và các cầu mỡ bị tập trung lại. Nhờ tác động nén cơ học rất mạnh mà các cầu mỡ bị mất màng lipoprotein và sẽ kết hợp lại với nhau tạo thành hạt bơ.

Theo định luật khí xâm thực của Zukov thì do tốc độ chuyển động rất mạnh của các thanh đập trong máy làm bơ làm xuất hiện một áp suất âm, khi đó chất lỏng bị xáo trộn sẽ tạo thành các khoang, ổ. Trong các khoang ổ đó, pha khí bị phá vỡ dưới áp suất lớn và dòng chất lỏng sẽ chuyển động với tốc độ tới 500 m/s. Dòng chất lỏng chuyển động sẽ gây nén khí làm tăng nhiệt độ và phá vỡ màng bao bọc các cầu mỡ. Kết quả là các cầu mỡ liên kết với nhau dưới dạng các hạt bơ.

2. Theo Beluxov thì trong thiết bị làm bơ hoạt động kiểu gián đoạn, cream bị bão hòa bởi các bọt khí (1 lít cream đánh bông 5 - 6 triệu bọt khí) đường kính từ 30 - 200 μm . Bề mặt bọt khí 1 lít cream tới 80m².

Khi đảo trộn, các cầu mỡ phân bố cách nhau độ 1 - 2 μm sẽ bị va đập với các bọt khí. Một phần vỏ lexitin protein bị tách khỏi cầu mỡ và chuyển sang bề mặt các bọt khí. Cấu tử lỏng của chất béo trên bề mặt các bọt khí sẽ

liên kết các cầu mỡ với nhau để tạo thành các khối kết. Khi các bọt khí nổ, các khối kết vừa tạo thành lại va đập với các bọt khí khác để tạo thành các khối kết to hơn. Quá trình cứ tiếp tục và kết quả là tạo thành các hạt bơ.

3. Theo Zaikovski, lớp vỏ bao các cầu mỡ đóng vai trò chính trong việc tạo thành bơ. Màng này góp phần tạo thành các nhóm (cụm) cầu mỡ. Dưới ảnh hưởng của các va đập cơ học, từng phần của vỏ bao bọc bị phá hủy và hình thành các hạt bơ.

Theo Kazanxki, ở giai đoạn ủ chín cream một phần chất béo chuyển sang dạng đông đặc, giảm diện tích màng bao các cầu mỡ. Mỗi liên kết giữa chất béo và lipoprotein yếu dần và màng này mỏng dần đi, độ bền giảm rồi bị phá hủy. Những cầu mỡ nào không bị phá vỡ màng bao bọc sẽ không tham gia vào sự tạo thành bơ mà sẽ chuyển vào butter milk.

Những yếu tố ảnh hưởng đến việc đảo trộn cream

Quá trình đảo trộn cream thành bơ là quá trình rất phức tạp và phụ thuộc vào nhiều yếu tố : độ đầy của thiết bị, tốc độ quay, hàm lượng chất béo của cream, nhiệt độ ban đầu, thời gian đảo trộn và chất lượng của hạt bơ.

a) Độ đầy của thiết bị

Tùy theo hàm lượng chất béo của cream, độ đầy thiết bị sẽ khác nhau. Nếu hàm lượng chất béo nhỏ hơn 37%, độ đầy của thiết bị không lớn hơn 40% thể tích thùng đảo trộn. Khi cream có hàm lượng chất béo lớn hơn 37% thì độ đầy của thiết bị sẽ nhỏ hơn 35% thể tích thùng đảo trộn.

Khi đổ cream vào thùng quá mức quy định, thời gian đảo trộn sẽ kéo dài. Ngược lại, khi quá ít thì quá trình tạo thành bơ nhanh, ảnh hưởng tới trạng thái của bơ. Mặt khác, lượng chất béo hao hụt vào butter milk lại tăng lên. Mức nguyên liệu tối thiểu trong thùng không được thấp hơn 25% thể tích của nó.

Tốc độ quay của thiết bị (của thùng quay)

$$\eta_{db} = \frac{30}{\sqrt{r}} \qquad \eta_{lv} = \frac{24}{\sqrt{r}}$$

η_{db} , η_{lv} - tốc độ quay đột biến và làm việc của thùng quay, vòng/phút;
 r - bán kính thùng quay, m.

b) Hàm lượng chất béo của cream

Hàm lượng chất béo của cream trung bình từ 32 - 37%. Khi tăng hàm lượng chất béo của cream thì thời gian đảo trộn sẽ rút ngắn một cách đáng kể. Ví dụ, tăng hàm lượng chất béo từ 25 - 35% sẽ giảm chi phí thời gian cho quá trình đảo trộn 1 đơn vị sản phẩm là 1,4 lần. Với chế độ đảo trộn như nhau, thời gian đảo trộn tỷ lệ nghịch với hàm lượng chất béo.

c) Nhiệt độ đảo trộn ban đầu

Chọn nhiệt độ đảo trộn ban đầu dựa vào điều kiện chuẩn bị cream (làm lạnh, ủ chín và lên men). Tính chất lý hóa của chất béo, hàm lượng chất béo, độ chua của cream, cấu tạo của thiết bị sản xuất bơ cũng như độ dày của nó.

Nhiệt độ của cream có ảnh hưởng lớn tới quá trình đảo trộn, hạ thấp hoặc nâng nhiệt độ của cream có thể làm kéo dài hoặc rút ngắn thời gian đảo trộn. Khi hạ thấp nhiệt độ đảo trộn tạo ra một lượng không lớn chất béo ở dạng lỏng, gây cản trở cho việc kết hợp các cầu mỡ, có nghĩa là làm chậm quá trình tạo thành bơ. Khi nâng cao nhiệt độ đảo trộn, bọt bị phá vỡ nhanh, các khối kết được tạo thành nhanh, quá trình đảo trộn xảy ra nhanh, do đó phần lớn các cầu mỡ không kịp kết dính với nhau và bị chuyển vào butter milk. Nhiệt độ càng cao, càng nhiều chất béo chuyển vào butter milk.

Nhiệt độ đảo trộn tối ưu đảm bảo thời gian đảo trộn vừa phải, hạt bơ có độ mịn và độ đàn hồi tốt nhất và hạn chế tới mức tối thiểu lượng chất béo chuyển vào butter milk.

Nhiệt độ đảo trộn ban đầu thích hợp nhất đối với cream 37% chất béo về mùa hè là 8 - 10°C, mùa đông là 10 - 14°C.

Việc chọn nhiệt độ đảo trộn thường dựa vào thành phần và tính chất của chất béo của cream.

Trong quá trình đảo trộn, nhiệt độ cream tăng lên do kết quả sự biến đổi từ cơ năng sang nhiệt năng và sự trao đổi nhiệt giữa cream và bề mặt của thiết bị sản xuất bơ.

d) Thời gian đảo trộn

Khi chuẩn bị cream tốt và chọn được nhiệt độ thích hợp thì thời gian đảo trộn thường khoảng 50 - 60 phút.

Rút ngắn thời gian đảo trộn sẽ làm giảm chất lượng hạt bơ, tăng lượng chất béo thải trong butter milk. Ngược lại, nếu kéo dài thời gian đảo trộn sẽ làm cho hạt bơ rất cứng.

e) Chất lượng và kích thước hạt bơ

Khi kết thúc giai đoạn đảo trộn sẽ xảy ra quá trình tạo thành hạt bơ. Khi hạt bơ đạt kích thước 3 - 4mm coi như kết thúc việc đảo trộn.

Kích thước và chất lượng của hạt bơ có ảnh hưởng đáng kể tới các công đoạn tiếp theo. Hạt bơ càng nhỏ, tổng bề mặt càng lớn, hàm lượng nước chứa trong đó càng nhiều. Hạt bơ lớn thì lại khó tách butter milk bởi vì nước nằm lại ngay trong các hạt bơ này.

Khi chế biến bơ, người ta chú ý tới hai mục đích sau : làm sao thu được bơ có chất lượng tốt, bền khi bảo quản và hệ số sử dụng chất béo cao nhất, chất béo còn lại trong butter milk là nhỏ nhất.

Hệ số sử dụng chất béo phụ thuộc vào kích thước các cầu mỡ.

Kích thước cầu mỡ, μm	0 - 1	1 - 2	2 - 3	3 - 4	> 4
Hệ số sử dụng chất béo %	33	78	95	97	100

10.2.1.4. Rửa hạt bơ

Mục đích của việc rửa hạt bơ là giảm hàm lượng nước và các tạp chất còn chứa trong cream chưa thoát hết sau khi đảo trộn.

Nhiệt độ của nước dùng để rửa phụ thuộc vào trạng thái của hạt bơ có thể bằng hoặc thấp hơn nhiệt độ đảo trộn 2°C.

Người ta cho vào thiết bị sản xuất bơ một lượng nước bằng 50 - 60% so với lượng cream rồi quay 5 - 6 vòng, sau đó tháo nước đi. Làm 2 - 3 lần là được.

10.2.2.5. Trộn muối (nếu là bơ mặn)

Mục đích của việc trộn muối là làm tăng độ cứng, độ bền của bơ khi bảo quản, làm cho bơ có vị mặn đặc trưng. Muối còn có tác dụng tăng áp suất thẩm thấu, hạn chế sự phát triển của vi sinh vật. Hàm lượng muối trong bơ 1 - 1,5% là vừa.

Có hai cách trộn muối : muối khô và nước muối.

a) Trộn muối khô

Muốn biết lượng muối cần dùng trước tiên phải xác định lượng hạt bơ tạo thành:

$$G_h = \frac{G_c \cdot M_c \cdot 0,99}{100 - N_h}$$

G_h - lượng hạt bơ, kg;

G_c - lượng cream; kg;

M_c - hàm lượng chất béo của cream, %;

N_h - hàm lượng nước của hạt bơ, %;

Lượng muối cần dùng để trộn vào hạt bơ là:

$$G_m = \frac{N_h \cdot m_b \cdot G_h}{100 \times N_{bt}}$$

G_m - lượng muối cần trộn vào hạt bơ, kg;

N_h, N_{bt} - hàm lượng nước trong hạt bơ, trong bơ, %;

m_b - hàm lượng muối trong bơ, %.

Khi cần trộn muối vào plasta cần xác định trước hàm lượng nước trong bơ. Từ đó tính lượng muối cần thêm vào.

$$G_{m2} = \frac{G_{bt} \cdot m_b}{100} \times 1,03$$

G_{m2} - hàm lượng muối cần trộn vào plasta, kg;

G_{bt} - lượng bơ thu được theo lý thuyết, kg;

m_b - hàm lượng muối trong bơ, %.

1,03 - hệ số sử dụng muối.

So với cách trộn muối vào hạt bơ, cách trộn muối vào plasta có một số ưu điểm : có thể điều chỉnh chính xác hàm lượng nước trong plasta, không cần tính lượng nước còn lại trong thiết bị, việc sử dụng muối có hiệu quả hơn.

b) Muối bơ bằng nước muối

Dung dịch nước muối không phải là chất hút ẩm mạnh, do đó pha lỏng của bơ không bị kết hợp thành những giọt to, điều mà thường xảy ra khi dùng muối khô. Hơn nữa dung dịch nước muối có thể đun kỹ, lọc, vệ sinh được đảm bảo.

Mặt khác, nước muối được phân bố đều như khi dùng muối khô.

Nhược điểm của phương pháp này là hiệu suất sử dụng muối thấp.

Cách tiến hành : Sau khi tháo hết butter milk người ta rửa hạt bơ bằng nước vô trùng để đảm bảo độ dẻo của bơ. Tháo nước rửa đi. Đổ vào thùng (thiết bị sản xuất bơ) 1/2 lượng nước muối có nhiệt độ bằng nhiệt độ của bơ. Quay nhẹ 4 - 5 vòng nữa và tháo hết.

10.2.1. 6. Xử lý hạt bơ

Đây là một trong các khâu quan trọng nhất của quá trình sản xuất bơ. Nó nhằm chuyển các hạt bơ rời rạc thành một khối bơ mịn, điều chỉnh hàm lượng nước tới mức tiêu chuẩn, phân bố đều lượng nước dưới dạng các hạt nhỏ, đảm bảo cho bơ có hình thái tốt.

Quá trình xử lý bơ có thể chia làm ba giai đoạn :

- Giai đoạn 1 : Từ từ kết hợp các hạt bơ thành một khối mịn, loại trừ nước bề mặt và phân bố nước đều trong khối bơ.

- Giai đoạn 2 : Đồng thời vừa ép bớt nước lại vừa là quá trình thấm nước. Ngoài ra còn đập những hạt nước to thành những hạt nước nhỏ hơn.

- Giai đoạn 3 : Tăng hàm lượng nước trong bơ nhờ nước còn ở thành thiết bị. Hầu như tất cả nước đều được thấm vào bơ. Quá trình phân chia các hạt nước xảy ra mạnh mẽ.

10.2.1.7. Đóng gói

Bơ được đóng thành gói hoặc thùng tùy yêu cầu sử dụng.

Hiện nay có nhiều loại thiết bị đóng gói hiện đại, đảm bảo chính xác, vệ sinh.

10.2.1.8. Bảo quản

Bơ thường được bảo quản ở nhiệt độ không quá $-4 \div -6^{\circ}\text{C}$ ngay sau khi vừa chế biến xong.

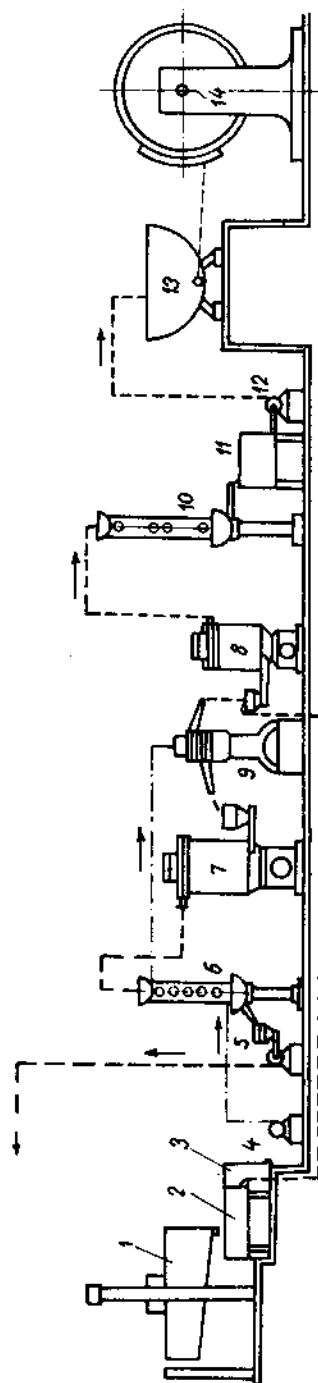
10.2.2. Sơ đồ dây chuyền sản xuất bơ theo phương pháp đảo trộn

Sản xuất bơ bằng phương pháp đảo trộn trong máy làm bơ kiểu gián đoạn được mô tả ở hình 10.2. Sau khi kiểm tra chất lượng sữa qua cân 1 rồi chuyển sang tháp tiếp nhận 3 và từ đó sữa được đưa vào thiết bị gia nhiệt 6 đun tới nhiệt độ li tâm, sau đó vào máy li tâm 9. Cream thu được từ máy li tâm được đưa tới thiết bị thanh trùng 8 còn sữa gầy được đưa đi sản xuất tiếp.

Khi cream đã thanh trùng đi qua máy lạnh 10 rồi vào thùng ủ chín 13. Cream sau khi ủ chín sẽ tự chảy vào máy làm bơ. Ở đó cream được đảo trộn, rửa và xử lý để tạo ra bơ. Butter milk được chuyển đi chế biến tiếp. Bơ đựng vào các thùng rồi đưa đi bảo quản.

Khi sử dụng thiết bị đảo trộn hoạt động liên tục thì quy trình sản xuất được thực hiện như sau : cream từ thùng tiếp nhận qua bơm li tâm vào thiết bị thanh trùng, rồi qua thiết bị làm lạnh và qua bơm vào thùng ủ chín. Tại đây, cream được tiếp tục làm lạnh tới nhiệt độ ủ chín và giữ ở nhiệt độ này. Khi thời gian ủ chín kết thúc, người ta tăng nhiệt độ của cream tới nhiệt độ đảo trộn rồi đưa vào máy làm bơ hoạt động liên tục. Trong thiết bị này, đầu tiên sẽ xảy ra quá trình đảo trộn tạo thành hỗn hợp các hạt bơ và butter milk. Hỗn hợp qua bộ phận thứ nhất sẽ tách riêng hạt bơ và butter milk. Sang bộ phận tiếp theo, hạt bơ được rửa bằng nước đã khử trùng.

Bơ thành phẩm sẽ qua máy đóng gói và đưa đi bảo quản.



Hình 10.2. Sơ đồ dây chuyền sản xuất bơ theo phương pháp đảo trộn:

1 - cân, 2 - thùng chứa cream, 3 - thùng chứa sữa, 4 - bơm để bơm sữa, 5 - bơm để bơm sữa gầy, 6 - thiết bị trao đổi nhiệt, 7 - thiết bị thành trùng cho sữa gầy, 8 - thiết bị thanh trùng cream, 9 - thiết bị i tâm, 10 - thiết bị làm lạnh, 11 - thùng chứa trung gian, 12 - bơm để bơm cream, 13 - thiết bị ủ chín cream, 14 - thiết bị đảo trộn

10.3. CÔNG NGHỆ SẢN XUẤT BƠ THEO PHƯƠNG PHÁP LIÊN TỤC TỪ CREAM CÓ HÀM LƯỢNG CHẤT BÉO CAO

Nhận cream → Phân loại → Thanh trùng cream → Li tâm để thu được cream có hàm lượng chất béo cao hơn → Tiêu chuẩn hóa cream → Quá trình tạo thành bơ → Kiểm tra chất lượng bơ → Đóng gói → Bảo quản

Chế biến bơ theo phương pháp liên tục được coi là phương pháp chủ yếu hiện nay ở các nước có nền công nghiệp tiên tiến.

Sự tạo thành bơ trong thiết bị liên hoàn gồm các công đoạn sau : tập trung các cầu mỡ nhờ lực li tâm trong máy li tâm, làm lạnh cream có hàm lượng chất béo cao, kết tinh chất béo, tạo thành và phá vỡ cấu trúc tinh thể chất béo.

Khi tập trung các cầu mỡ thì giữa chúng vẫn tồn tại một lớp rất mỏng nước - prôtein, đảm bảo sự bền vững hệ nhũ tương chất béo.

Khi làm lạnh, kết tinh và xử lý cơ học cream có hàm lượng chất béo cao trong thiết bị làm bơ thì vỏ hydrat sẽ bị phá vỡ. Khi đó các cầu mỡ liên kết với nhau tạo thành pha chất béo liên tục trong đó phân chia ra pha nước và những cầu mỡ chưa bị phá vỡ vỏ hydrat. Quá trình này gọi là quá trình tạo thành các pha, tức nhũ tương.

Khi làm lạnh, các glyxerit trung tính khác nhau sẽ có khả năng đồng thời tạo thành các tinh thể với hình dạng khác nhau. Sự tạo thành các tinh thể đa hình với điểm nóng chảy khác nhau ảnh hưởng đáng kể tới cấu trúc và trạng thái của bơ. Khi làm lạnh chậm chất béo, người ta quan sát thấy sự kết tinh đạt cực đại ở 22, 18 và 12,5°C. Khi khuấy trộn cream có hàm lượng chất béo cao trong thời gian dài sẽ có tác dụng làm kết tinh triệt để các glyxerit. Để bơ có được trạng thái tốt thời gian khuấy trộn khoảng 150 - 180 s. Nếu kéo dài thời gian trên 200 s thì bơ bị mềm, ngược lại, nếu ít hơn 100 s thì trạng thái của bơ cứng, không mịn.

Khi làm lạnh nhanh (không dùng đến tác động cơ học) thì số nhóm glyxerit cùng đông đặc đồng thời là 2 - 3. Khi làm lạnh chậm thì số nhóm đó

tăng lên, còn khoảng (vùng) nóng chảy các chất béo đã đông đặc sẽ được nới rộng theo cả hai chiều tăng và giảm nhiệt độ.

Sau khi kiểm tra chất lượng, người ta đưa cream vào thiết bị thanh trùng. Theo đường ống, mỡ sữa vào thùng trung gian rồi từ đó tự chảy vào máy li tâm. Qua máy li tâm, cream có hàm lượng chất béo cao được đưa vào những thùng rộng để tiêu chuẩn hóa (bằng cách cho thêm sữa gầy hoặc mỡ sữa).

Lượng muối cho vào được tính theo công thức :

$$G_m = \frac{G_c \cdot m_b}{100}$$

G_m - lượng muối cần cho vào cream, kg;

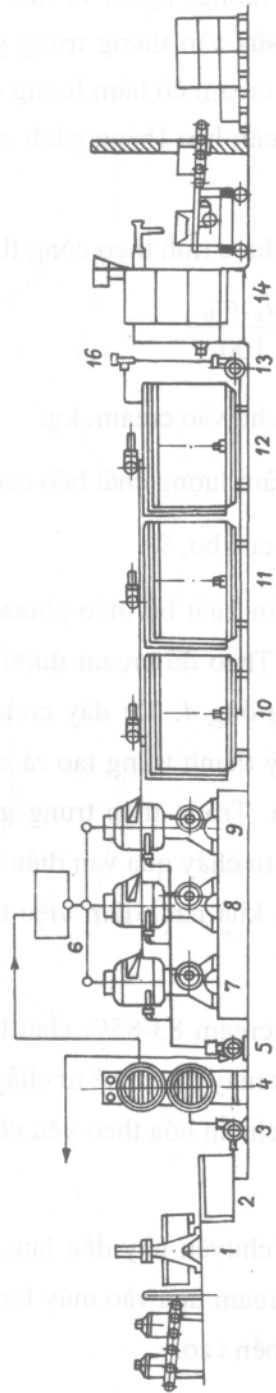
G_c - lượng cream có hàm lượng chất béo cao, kg;

m_b - hàm lượng muối của bơ, %.

Quy trình công nghệ sản xuất bơ theo phương pháp liên tục được tiến hành theo sơ đồ hình 10.3. Theo đó cream được đưa vào thùng 2 từ đó tự chảy vào thiết bị thanh trùng ống 4. Tại đây cream được gia nhiệt tới 83 - 92°C. Nhờ có áp suất do máy thanh trùng tạo ra cream chảy vào tháp trung gian 6 có phao nổi báo hiệu. Trong tháp trung gian nhiệt độ cream thanh trùng cân bằng sau đó chúng tự chảy qua van điều chỉnh vào thiết bị li tâm 7, 8, 9. Các máy li tâm này có khả năng làm việc từng chiếc một hoặc đồng thời cùng một lúc.

Sau khi li tâm ta được cream 83-85% chất béo và butter milk. Cream có hàm lượng chất béo cao từ máy li tâm sẽ tự chảy vào các thùng trung gian để ở đây, chất béo được tiêu chuẩn hóa theo yêu cầu kỹ thuật và sau đó được bơm vào thiết bị sản xuất bơ.

Các thiết bị trong dây chuyền này đều làm từ thép không gỉ. Cả quá trình này từ đầu cho tới khi cream đưa vào máy làm bơ đều xảy ra ở nhiệt độ thanh trùng. Do đó bơ có độ bền cao.



Hình 10.3. Sơ đồ dây chuyền sản xuất bơ liên tục:

- 1 - cân để cân cream; 2 - thùng tiếp nhận; 3 - bơm để bơm cream, 4 - thiết bị thanh trùng;
- 5 - bơm để bơm butter milk; 6 - thùng chứa trung gian; 7, 8, 9 - thiết bị li tâm để thu được cream có hàm lượng chất béo cao; 10, 11, 12 - thùng chứa cream có hàm lượng chất béo cao; 13 - bơm để bơm cream có hàm lượng chất béo cao; 14- máy chế biến bơ liên tục

Quá trình tạo thành bơ từ cream có hàm lượng chất béo cao gồm ba giai đoạn :

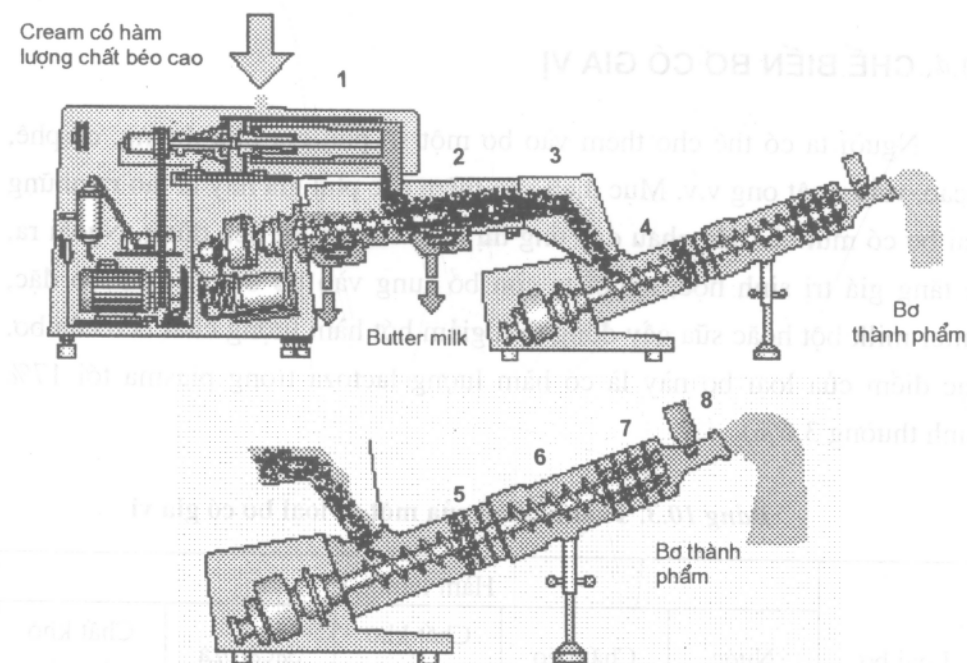
- Giai đoạn 1 : Cream có hàm lượng chất béo cao được làm nguội tới 22 - 23°C.

- Giai đoạn 2 : Do kết quả của việc làm lạnh và khuấy trộn, chất béo của sữa chuyển từ dạng lỏng sang thể rắn tạo thành các tinh thể bền vững. Tốc độ làm lạnh ở giai đoạn này chậm hơn 4 - 5 lần so với giai đoạn 1.

- Giai đoạn 3 : Xảy ra các tác động cơ học mà kết quả làm cho sản phẩm có hình thái đúng tiêu chuẩn.

Kiểm tra chất lượng : Người ta kiểm tra chất lượng của bơ theo các tiêu chuẩn sau : độ cứng, độ mịn, sự phân bố pha lỏng trong bơ, độ bền với nhiệt độ.

Hình 10.4 là sơ đồ nguyên tắc làm việc của thiết bị làm bơ liên tục từ cream có hàm lượng chất béo cao.



Hình 10.4. Sơ đồ nguyên tắc làm việc của thiết bị sản xuất bơ (hoạt động liên tục) từ cream có hàm lượng chất béo cao:

- 1- xilanh đảo trộn; 2- bộ phận phân li; 3- bộ phận ép hạt bơ;
- 4- bộ phận (ngăn) xử lý thứ nhất; 5- injector; 6- bộ phận bài khí;
- 7- bộ phận nhào trộn, điều chỉnh hàm lượng nước; 8- bộ phận kiểm tra

Theo sơ đồ này, cream được đưa vào xilanh đảo trộn 1, hỗn hợp các hạt bơ và butter milk tạo thành qua bộ phận phân li 2 (còn có tên gọi là ngăn xử lí thứ nhất). Butter milk được tháo ra ngoài còn các hạt bơ thì tiếp tục qua bộ phận ép 3 nhằm loại bỏ hết butter milk. Các hạt bơ được tiếp tục xử lí ở ngăn xử lí thứ hai 4. Mỗi ngăn được gắn với một motor và có bộ phận điều chỉnh tốc độ. Thường thì tốc độ của motor ở ngăn xử lí thứ nhất gấp hai lần tốc độ của motor ở ngăn xử lí thứ hai.

Người ta có thể bổ sung muối vào bơ qua vòi phun cao áp ở injector 5. Tiếp đó bơ được chuyển qua bộ phận bài khí 6 mà kết quả làm giảm lượng không khí trong bơ từ 6 - 7% xuống còn xấp xỉ 1%. Ở bộ phận xử lí nhào trộn bơ 7, người ta có thể điều chỉnh hàm lượng nước, muối của bơ. Bộ phận kiểm tra 8 cho phép xác định các chỉ tiêu về độ ẩm, hàm lượng muối, nhiệt độ, tỉ trọng của bơ trước khi bơ thành phẩm được chuyển đi đóng gói.

10.4. CHẾ BIẾN BƠ CÓ GIA VỊ

Người ta có thể cho thêm vào bơ một số phụ gia như đường, cà phê, cacao, vani, mật ong v.v. Mục đích cho thêm các phụ gia này là tạo ra những loại bơ có mùi vị khác nhau đáp ứng thị hiếu của người tiêu dùng. Ngoài ra, để tăng giá trị sinh học, người ta còn bổ sung vào bơ butter milk cô đặc, butter milk bột hoặc sữa gầy đồng thời giảm bớt hàm lượng chất béo của bơ. Đặc điểm của loại bơ này là có hàm lượng lactoza trong plasma tới 17% (bình thường 3,6%).

Bảng 10.3. Thành phần của một số loại bơ có gia vị

Loại bơ	Hàm lượng, %				
	Nước	Chất béo	Chất khô không mỡ	Sacaroza	Chất khô phụ gia
Bơ cà phê	25	52	9,0	11,5	2,5
Bơ cacao	25	52	10,6	19,0	0,4
Bơ mật ong	25	52	9,0	-	14,0

Khi sản xuất bơ từ cream có hàm lượng chất béo cao bằng phương pháp liên hoàn thì hàm lượng nước trong bơ không được quá 14 - 16%. Butter milk cô đặc và butter milk bột cũng như sữa gầy cô đặc hoặc sữa gầy bột đều phải hoàn nguyên trước khi sử dụng. Butter milk bột có độ hòa tan 98% được rây nhỏ rồi hòa tan vào butter milk tự nhiên có nhiệt độ 45 - 60°C (nồng độ chất khô của dung dịch này không nhỏ hơn 44%) sau đó cho qua đồng hóa rồi trộn vào cream có hàm lượng chất béo cao.

Các loại nước quả (ép từ quả, không qua sunfit hóa) cho vào cream có thể ở dạng tự nhiên hoặc qua lọc sơ bộ.

Ngoài ra còn cho thêm axit limonic với tỷ lệ 180g/1 tấn.

Nếu dùng cà phê hòa tan thì có thể cho thẳng dưới dạng khô, nếu dùng cà phê tự nhiên thì phải qua chiết lọc. Dịch chiết xuất cà phê cho thẳng vào cream.

Khi dùng cacao : cho qua rây rồi đem trộn với đường. Để tăng mùi thơm người ta còn cho thêm vani với lượng 15g/tấn.

Khi trộn đường, người ta dùng rây, rây đều trên bề mặt cream.

Đối với muối, cách làm tương tự.

Khi dùng phương pháp đảo trộn để sản xuất bơ thì butter milk cô đặc và butter milk bột sau khi hoàn nguyên, người ta đem đi thanh trùng ở 70°C trong 15 - 20 s rồi làm lạnh xuống nhiệt độ đảo trộn.

Nước quả và các phụ gia khác đều phải qua thanh trùng, làm nguội đến nhiệt độ đảo trộn.

Hàm lượng nước ở thời điểm cho thêm phụ gia không được quá 14 - 16%.

Bảo quản bơ ở 2 - 5°C (trong 1 tháng) hầu như không làm thay đổi mùi vị và trạng thái của nó. Bảo quản ở nhiệt độ dưới 0°C càng tốt.

Việc sử dụng phương pháp làm lạnh theo cấp, các nhóm glyxerit riêng biệt sẽ kết tinh tương ứng với điểm đông đặc của chúng và sẽ lần lượt tách

khởi cream. Khi đó chất béo sẽ thu được hai cấu tử có tính chất vật lý khác nhau:

- Cấu tử lỏng gồm nhiều axit béo không no, các vitamin hòa tan trong chất béo (A, D, E), các chất màu béo tự nhiên. Người ta sử dụng cấu tử này để nâng cao độ dẻo của bơ.

- Cấu tử rắn chứa nhiều triglyxerit của axit béo no và một lượng nhỏ các chất có tính sinh học cao. Cấu tử rắn này nóng chảy ở nhiệt độ tương đối cao và người ta sử dụng nó như chất bổ sung trong sản xuất sữa bột.

Sự khác nhau giữa điểm nóng chảy và chỉ số iot của hai cấu tử này phụ thuộc vào chế độ làm lạnh và phương pháp phân chia pha rắn kết tinh.

Để tách pha rắn của chất béo người ta có thể dùng phương pháp nén, lọc chân không hoặc li tâm.

Trong những năm gần đây, nhiều nước trên thế giới đã tìm cách cân bằng khẩu phần thức ăn : tăng hàm lượng protein và giảm lượng chất béo, trong đó có giảm việc sử dụng bơ. Người ta làm hàng loạt nghiên cứu nhằm điều chỉnh và hoàn thiện các quy trình công nghệ sản xuất các mặt hàng sẵn có đồng thời cải tiến sản xuất các mặt hàng mới có sự tương quan cân đối giữa các thành phần chất béo, protein, đường.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Lê Ngọc Tú (chủ biên). Hoá học thực phẩm. NXB Khoa học và Kỹ thuật, 2003.
2. Lê Ngọc Tú (chủ biên). Biến hình sinh học các sản phẩm từ hạt. NXB Khoa học và Kỹ thuật, 2000.
3. Nguyễn Lân Dũng (chủ biên). Vi sinh vật học. NXB Khoa học và Kỹ thuật, 1994.
4. Lương Đức Phẩm. Vi sinh vật học và an toàn vệ sinh thực phẩm. NXB Nông nghiệp, 2000.
5. Sở Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn. Tài liệu tập huấn Hội thi giống bò sữa TP. Hồ Chí Minh, 9/2001.
6. Paul Pozy, Lue De Bruyne, Phùng Quốc Quảng. Tài liệu kỹ thuật về sữa. Dự án hợp tác Việt - Bỉ. Sở Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn. Công ty Giống Gia súc Hà Nội, 1997.
7. Bộ nông nghiệp và phát triển nông thôn. Hiện trạng và định hướng phát triển bò sữa Việt Nam thời kỳ 2002 – 2010.
8. E. Waagner Nielsen, Jens A. Allum. Dairy Technology I. Danish Turkey Dairies Ltd., 1989.
9. E. Waagner, Jens A. Allum. Dairy Technology II. Danish Turkey Dairies Ltd., 1989.
10. Michael Nederman. Long Life Products from Raw Materials to finished products. Tetra Pak Vietnam.
11. Gösta Bylund M.S. Dairy Processing Hand Book. Tetra Pak Processing Systems AB. Sweden, 1995.
12. H.D. Belitz. Food chemistry. Springer Verlag, London, 1990.
13. P. Walstra, T.J. Geurts, A. Noomen, A. Jellama, M.A.J.S. Van Boekel. Dairy Technology. Principles of Milk. Properties and Processes. New York 1999. Marcel Dekker, Inc.
14. Гисин И.Б., Сирик В.И., Чекулаева Л.В., Шалыгина Г.А. Технология молока и молочных продуктов. Пищевая промышленность. Москва, 1973.
15. Инихов Г.С., Брио Н.Н. Методы анализа молока и молочных продуктов. Пищевая промышленность. Москва, 1971.
16. Овчинников А.И., Горбатова К.К. Биохимия молока и молочных продуктов. Пищевая промышленность. Москва, 1974.
17. Тиняков Г.Г., Тиняков В.Г. Микроструктура молока и молочных продуктов. Пищевая промышленность. Москва, 1972.
18. Полшук П.К. Дербинова Э.С., Казанцева Н.Н. Микробиология молока и молочных продуктов. Пищевая промышленность. Москва, 1978.

TS. LÂM XUÂN THANH

Giáo trình
CÔNG NGHỆ CÁC SẢN PHẨM SỮA

Chịu trách nhiệm xuất bản	:	TS. PHẠM VĂN DIỄN
Biên tập	:	NGUYỄN KIM ANH
Vẽ bìa	:	HƯƠNG LAN

NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT
70 Trần Hưng Đạo, Hà Nội

In 700 cuốn, khổ 16x24cm, tại Nhà in Hà Nội - Công ty Sách Hà Nội. 67 Phố Đức Chính - Ba Đình - Hà Nội. Số đăng ký KHXB: 82-2008/CXB/515-02/KHKT, cấp ngày 14/1/2008. Quyết định xuất bản số: 274/QĐXB-NXBKHKT ngày 9/10/2008. Số in: 447/2. In xong và nộp lưu chiểu quý IV năm 2008.

2763 161

208 283-M04



Giá: 48.000đ