

SÜT TEKNOLOJİSİ I



HAZIRLAYAN: ÖĞR.GÖR. ŞEVKİ ÇETİNER (ADU Çine Meslek Yüksekokulu)

Süt; dişi memeli hayvanların yeni doğurdukları yavrularını besleyebilmek üzere, süt bezlerinde hayvan türlerinde farklı sürelerde salgılanan, içinde yavrunun kendi kendisini besleyecek bir duruma gelinceye kadar almak zorunda olduğu tüm besin maddelerini gerekli oranlarda bulunduran, porselen beyazı (beyaz-krem) renginde, kendine has tat ve kokusu olan bir sıvıdır.



Süt elde edildiği canlıya göre isimlendirilir. Örneğin; inek sütü, koyun sütü, keçi sütü ve manda sütü gibi. Süt teknolojisinde genellikle sadece “süt” denildiği zaman inek sütü anlaşılır. Çünkü başta içme sütü olmak üzere birçok ürünün ham maddesi inek sütüdür.



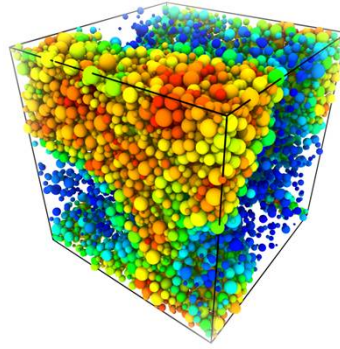
3

Süt besleyici bir gıdadır. Süt diğer gıdalara oranla daha fazla yaşamsal besin öğeleri içerir. Bu besin öğeleri organizma tarafından kolayca alınabilecek ve sindirilebilecek şekilde olup, organizmanın gelişebilmesi için gerekli olan organik ve anorganik maddelerden oluşur. Bu nedenle süt, temel gıda maddesi olarak kabul edilir.



4

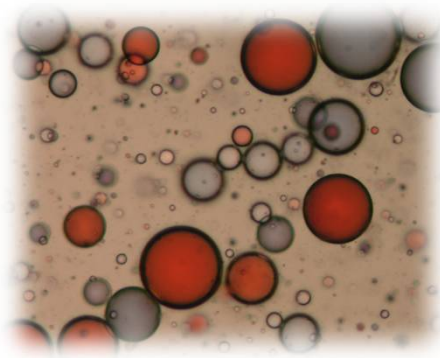
Süt polidispers bir gıdadır. Bileşimindeki maddelerin fiziko-kimyasal özellikleri nedeni ile, diğer gıda maddelerinin üretiminde ve bazı sanayi dallarında süt ayrıca bir öneme sahiptir. Bileşiminde yer alan süt yağı emülsiyon halinde, protein koloidal dispersiyon halinde, laktoz ve mineral maddeler ise gerçek çözelti halinde bulunur, yani süt polidispers bir karışım halinde bulunmaktadır.



Polidispers: Birbirinden farklı büyüklüklerdeki taneciklerin oluşturduğu koloidal sistem
Koloidal: Bir maddenin kendisi için çözücü olmayan bir ortamda 10^{-5} - 10^{-7} cm boyutlarında dağılmasıyla oluşan çözeltiye koloidal çözelti denir.

5

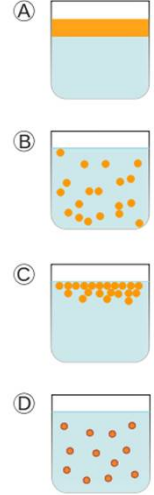
Süt yağı, sütte emülsiyon halinde bulunur



Emülsiyon ya da Türkçe adıyla Sıvı Asıltı birbiri içinde çözünmeyen iki sıvının karışımıdır.

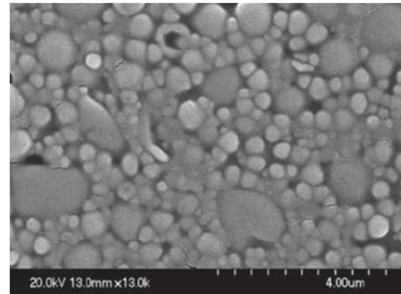
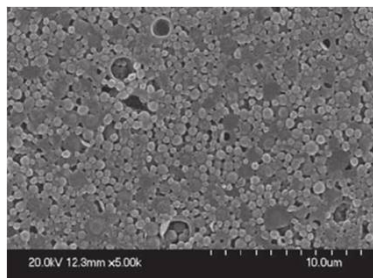
6

- A. İki karışmaz sıvı, daha emülsiyonlaşmadan;
 B. Faz I içinde dağılmış bir Faz II emülsiyonu;
 C. Kararsız emülsiyon zamanla ayrılır;
 D. Sürfaktan (mor çevre) Faz II ve Faz I arasındaki arayüze yerleşerek emülsiyonu stabilize eder.



7

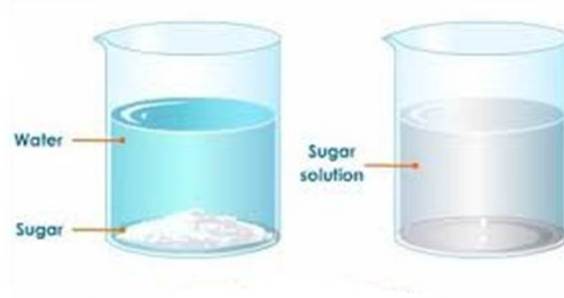
Süt proteinleri sütte kolleidal dispersiyon halde bulunur.
 (asılı dağılmış halde yani kümeleşmemiş)



Dispersiyon: Bir maddenin, bir başka madde içinde küçük parçacıklar halinde ve homojen olarak yayılması.

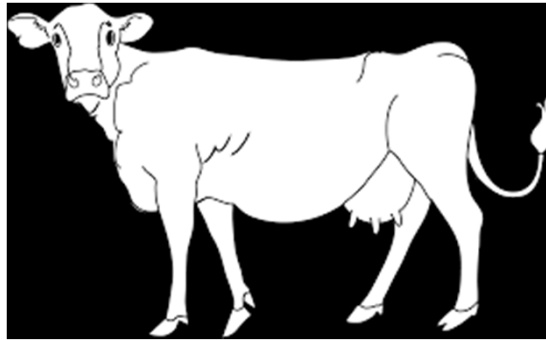
8

Laktoz ve mineral maddeler ise gerç k çözelti halinde bulunur.



9

Bileşimi memeliden memeliye bir hayli farklılık gösterir. Koyun s  t  inek s  t ne, keçi s  t  manda s  t ne benzemez. Bu nedenle s  tler    u kez alındığı hayvanın t  r  ile anılır. Sadece s  t s  zc    , temel s  t kaynağı olarak kabul edilen inek s  tlerini kapsar. Yani s  t denildiği zaman inek s  t  anlaşılır.     n u başta içme s  t  olmak   zere bir   ok   r n n hammaddesi inek s  t d r. Inek s  t nden başka bir s  t s  z konusu olduğu taktirde, elde edildiği canlı adı ile birlikte anılır.



10

Süt Türü	Kuru madde (%)	Yağ (%)	Toplam Protein (%)	Kazein (%)	Serum proteinleri (%)	Laktoz (%)	Mineral Madde (%)
Kadın	12,4	3,8	1,0	0,4	0,6	7,0	0,2
İnek	12,6	3,7	3,4	2,8	0,6	4,7	0,7
Koyun	18,8	7,5	5,6	4,6	1,0	4,6	1,0
Keçi	13,2	4,5	3,6	3,0	0,6	4,3	0,8
Manda	17,5	7,5	4,3	3,6	0,7	4,8	0,8
Deve	13,4	4,5	3,6	2,7	0,9	4,5	0,8
Kısırak	11,2	1,9	2,5	1,3	1,2	6,2	0,5
Eşek	10,8	1,5	2,0	1,0	1,0	6,7	0,5
Lama	16,2	2,4	7,3	6,2	1,1	6,0	-
Tibet Sığırtı	17,7	6,7	5,5	-	-	4,6	0,9
Ren Geyiği	32,6	18,0	10,5	8,5	2,0	2,6	1,5
Balina	37,5	22,0	12,0	-	-	1,8	1,7

11

İNEK SÜTÜ



Söz konusu bu süt çeşidinin kuru maddesi %10.5-14.5, yağ oranı %2.5-6.0, protein oranı %2.9-5.0, laktoz oranı %3.6-5.5, mineral madde oranı %0.6-0.9, bileşimine bağlı olarak asitliği 6.2-8.9°SH ve yoğunluğu 1,028-1,039 g/ml arasında değişir.

12

KOYUN SÜTÜ

Yağ, protein, mineral maddeler ve dolayısıyla kurumaddece zengin bir süt çeşididir. Kuru madde oranı inek sütündekinden yaklaşık %50 oranında yüksek olup, %19 civarındadır. Rengi inek sütüne oranla daha beyazdır. Tadı ve kokusu kendine özgü ve biraz ağırdır. Titrasyon asitliği 8-12 °SH ve yoğunluğu 1,030-1,045 g/ml arasında değişir.

13

KEÇİ SÜTÜ

Keçi sütü de, bileşimindeki proteinli maddelerin yaklaşık 3/4'ü kazeinden oluştuğu için kazeinli sütler grubuna dahildir. Rengi inek sütüne oranla daha beyazdır. Yeni sağılan keçi sütünün asitliği 6,4-10,0 °SH ve yoğunluğu 1,028-1,041 g/ml arasındadır. Keçi sütünün peynir mayasında karşı duyarlılığı inek sütünden iki kat daha fazladır. Peynir mayası ile inek ve koyun sütlerine oranla daha çabuk ve kolay pıhtılaşır.

14

MANDA SÜTÜ

Kurumadde ve yağ oranı son derece yüksek bir süt çeşididir. Kurumadde oranı ortalama %17.5 ve yağ oranı %7.5'tir. Laktasyon sonlarına doğru yağ oranı daha da artar ve %10 hatta bazen %15'e kadar yükselebilir. Manda sütünün asitliği 6,7-10,0 °SH ve yoğunluğu 1,027-1,040 g/ml arasında değişir.

15

SÜT MİKTAR VE BİLEŞİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

- Hayvanın ırkı,
- Hayvanın yaşı,
- Kalıtım ve yetiştirme,
- Mevsimler,
- Sıcaklık, hava nemi ve ışık,
- Laktasyon,
- Meme dilimleri,
- Hareket,
- Sağım süresi ve sayısı,
- Yem ve
- Mastitis hastalığıdır.



16

Hayvan Irkının Etkisi:

Süt hayvanlarının süt verimi ve bileşimindeki maddelerin oranları, her ülkenin kendi sığır ırkları arasında bile değişiklik göstermektedir. Aynı ırkın farklı bireyleri arasında bile bazı farklılıklar bulunabilir. Bu farklılıkta kalıtsal yeteneğin yanı sıra bireyin içinde bulunduğu çevre etmenlerinin de etkisi vardır.



17

Hayvanın Yaşının Etkisi:

En uygun yemleme ve yetiştirme koşullarında en yüksek süt verimine ancak birkaç laktasyon dönemi sonunda ulaşılır. Düşme ise ilerleyen yaş ile hızlanır. Kesin olmamakla beraber genellikle ineklerde yedinci laktasyona (8-9 yaşına) kadar süt miktarında bir artma, daha sonraki evrelerde bir azalma görülür.



18

Kalıtım ve Yetiştirmenin Etkisi:

Özellikle baba hayvanlarda yapılacak uygun ve sürekli seleksiyon ile süt bileşiminde değişimlerin meydana getirilebilmesi mümkündür. Nitekim uygun bir yemlemenin yanı sıra iyi bir yetiştirme ile süt bileşiminde bazı olumlu gelişmeler sağlanmış; örneğin süt veriminde artış, yağ ve protein oranlarında artış kaydedilmiştir.



19

Mevsimlerin Etkisi:

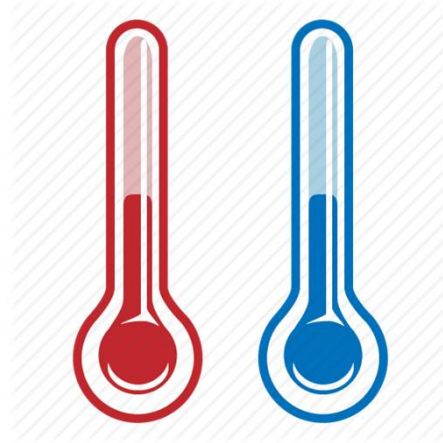
Genellikle, sıcaklıkla yağ miktarının ters orantılı olarak değiştiği, diğer bir anlatımla, süt yağı açısından kış sütlerinin yaz sütlerinden daha zengin olduğu; keza yağsız kurumadde için de tam belirgin bir düzen içinde olmasa da aynı eğilimin söz konusu olduğu belirtilmiştir.



20

Sıcaklık, Hava Nemi ve Işığın Etkisi:

Çevre sıcaklığı arttığında süt yağı ve proteini azalır. Laktoz, hem bağıl nem hem de çevre sıcaklığının az da olsa etkisi altındadır. Ani hava değişimleri ve sıcaklık farklılıkları hem süt verimini hem de bileşimini olumsuz yönde etkilemektedir.



21

Laktasyonun Etkisi:

Doğumdan hemen sonra salgılanan süt, gerek görünüş ve gerekse bileşim ve çeşitli özellikler bakımından normal süttten çok farklıdır. Bu süte "ağız sütü" veya "kolostrum" denir.

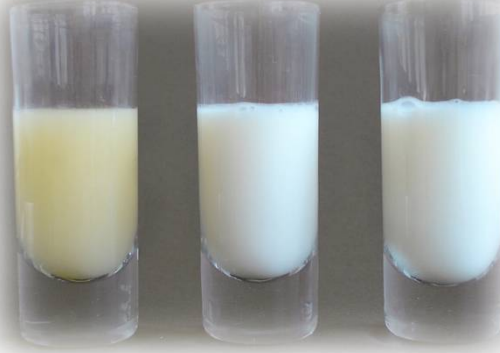
Ağız sütünün normal süte dönüşmesinden sonraki devrede de sütün miktar, bileşim ve çeşitli özelliklerinde değişiklik görülür. Genel olarak laktasyonun ilk 5-6 haftası içerisinde süt veriminde bir artma, sonraki devrelerde bir duraklama ve sonuna doğru da bir azalma görülür. Kuru madde ise çok kere aksi yönde değişir.



22

Ağız Sütü (Kolostrum):

Ağız sütü, süt vermeye başlayan memenin ilk ürünüdür. Sarımtırak-kahverengimsi veya kırmızımtırak bir renk, anormal koku, tuzlumsu acı bir tadı vardır. Özgül ağırlığı daha yüksek yaklaşık 1.079 g/ml civarındadır. Ağız sütü özellikleri açısından kana benzerlik gösterir.



23

Meme Dilimlerinin Etkisi:

Meme anatomik olarak 4 ayrı dilimden oluşmuştur. Her dilim birbirinin benzeri işlevi görür fakat birbirinden bağımsız olarak süt salgılar. Laktasyon süresince her meme dilimine ait sütlerin bileşimleri arasında az da olsa bir fark vardır.



24

Hareketin Etkisi:

Açıkta, serbest gezelebilen hayvanlarda sinir ve hormon sistemi ile kan dolaşımı hızlanır. Bu da süt verimini arttırıcı etki yapar.



25

Sağım Süresi ve Sayısının Etkisi:

İyi bir sağım ve masaj süt bezlerinin faaliyetine ve memenin tamamen boşalmasına yardım eder. Bu da süt verimini arttırır.



26

Yemin Etkisi:

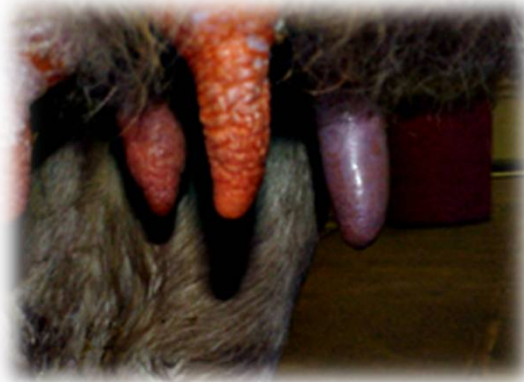
Süt hayvanının beslenmesinde kullanılan yemin hem miktarı hem de özelliği, süt verimi ile özellikleri üzerinde önemli bir etkiye sahiptir.



27

Mastitisin Etkisi:

Süt hayvanlarında en sık rastlanan hastalık “Mastitis”, ya da “meme yangısı” adı verilen ve genellikle çeşitli mikroorganizmaların neden olduğu meme iltihaplanmasıdır. Mastitis ineklerde süt veriminin azalmasına veya tamamen kesilmesine ve sütün bileşimin değişmesine yol açarlar.



28

SÜTÜN RENGİ TAT ve KOKUSU



29

SÜTÜN RENGİ

Süt, ışığı geçirmeyen kalsiyum kazeinat gibi koloidal maddeler ile ışığı yansıtan süt yağının etkisi ile porselen beyazı renginde algılanır.



30

Bundan başka, yeşilimsi sarı pigment maddeleri içeren karoten ve riboflavin de renk üzerinde etkilidir.



31

Süt hayvanının türü başta olmak üzere ırkının, bireyin ve yediği yemin de süt rengi üzerinde belirli etkileri bulunmaktadır.



32

Yağı alınmış ve kurumaddesi az olan sütlerin rengi mavimsidir. Süte hile amacıyla su katılması da sütün mavimsi renginin güçlenmesine neden olur.



33



34

Sütün peynir mayası ile pıhtılaştırılması sonucu ayrılan peynir altı suyunun yeşilimsi sarı rengi riboflavinden kaynaklanır.



35

Bazı mikroorganizmalar ve bunların neden olduğu hastalıklar sütün rengini bozabilirler. Özellikle sarılık, Mastitis, şap ve antraks gibi hastalıklar sütün normal şekilde sarı olmasına neden olurken; meme kanamaları veya bazı bakterilerin etkisi ile normal kabul edilmeyen kırmızımsı, mavimsi veya kahverengi gibi anormal renkler görülebilir. Bu gibi sütün kullanılmaması gerekir.



36

SÜTÜN TAT VE KOKUSU

Bunda özellikle süt şekerinin (laktöz), süt yağının ve mineral maddeler arasındaki dengenin önemli bir payı bulunmaktadır.



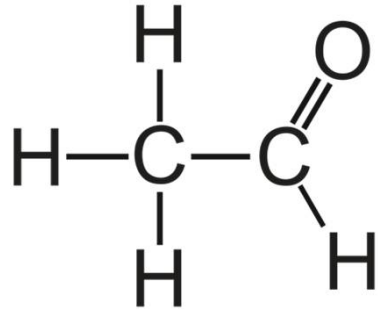
37

Kuvvetli bir aromaya sahip değildir ve tanımlanması oldukça güçtür. Kurumaddesi yüksek olan sütlerin tat ve kokusu daha güçlü algılanır.



38

Sütteki tat ve koku, bazı aroma maddelerinin etkisi ile açığa çıkar. Taze süt içerisinde eser miktarda aseton, asetaldehit, bütirik asit (tereyağı asidi) ve diğer serbest yağ asitleri gibi lezzet maddeleri tespit edilmiştir.

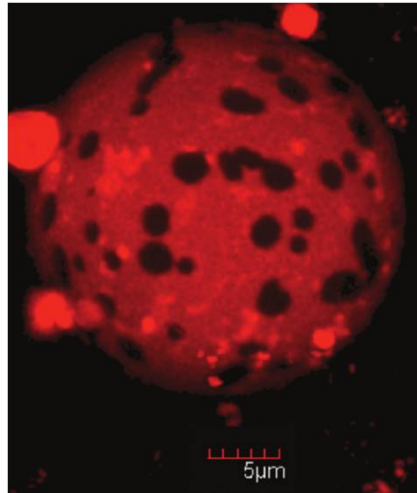


asetaldehit



39

Lezzet maddeleri daha çok yağ ve protein üzerinde adsorbe edilir. Dolayısıyla aynı maddeler belirli ölçülerde süt mamullerine de geçer.



40

Sütün tat ve kokusu; hayvanın yediğı yemlerden, verilen ilaçlardan, mikroorganizma ve enzim faaliyetleri ile çevre koşullarından etkilenebilir. Ahır kokusu ile soğan, sarımsak, lahana, pırasa gibi kötü tat ve kokulu yemler sütün tat ve kokusunu bozar ve bu durum sütte bir kusur olarak kabul edilir.



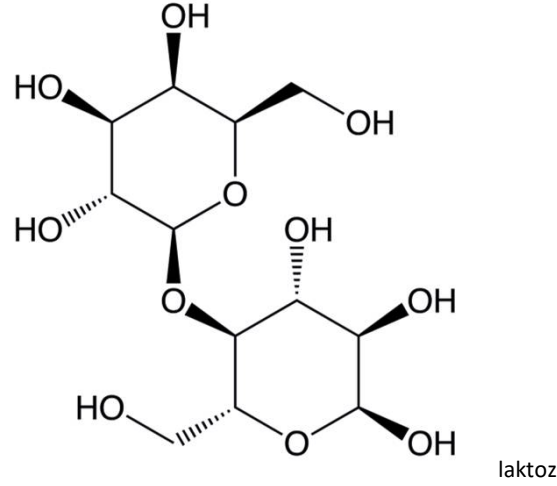
41

Laktozun fermentasyonu sonucu meydana gelen sütün asidinin etkisiyle sütte ekşimsi bir tat;
proteolitik mikroorganizmaların etkinliğiyle proteinlerin peptitlere parçalanması sonucu acımsı bir tat;
lipolitik mikroorganizmaların sütün yağını parçalaması ve serbest yağ asitlerinin açığa çıkması sonucu acımsı (ransit) bir tat oluşabilir.



42

Normal olarak sütün hafif tatlımsı olmasının nedeni, bileşiminde bulunan süt şekeridir. Bazen sütün tadı tuzlumsu olabilir. Bu durum laktoz ve klorür miktarları arasındaki dengenin bozulduğunun işaretidir. Klorür miktarı laktasyon sonlarına doğru ve özellikle meme enfeksiyonunda (mastitis) artış gösterir.



43

Bunların dışında ışık, oksijen ve bazı ağır metallerin katalitik etkisiyle sütün tadında bozulmalar olabilir. Sütte oksidatif tat oluşmasında en büyük etken doymamış yağ asitlerinin oksidasyonu ve bu olayda güneş ışığının neden olduğu katalitik etkidir. Bu nedenle sütün toplanması sırasında ışık altında bekletilmemesi gerekir.



44

Sütün tat ve kokusundaki değişiklikler, sütün bozulmaya başladığını veya yabancı madde bulaştığının bir belirtisi olarak kabul edilir. Bazı teknolojik işlemler de sütün tat ve kokusunda değişmelere neden olabilir. Örneğin; homojenizasyon sütün daha lezzetli algılanmasını sağlarken, yüksek ısı işlemler sütte pişmiş bir tat oluşmasına neden olabilir.



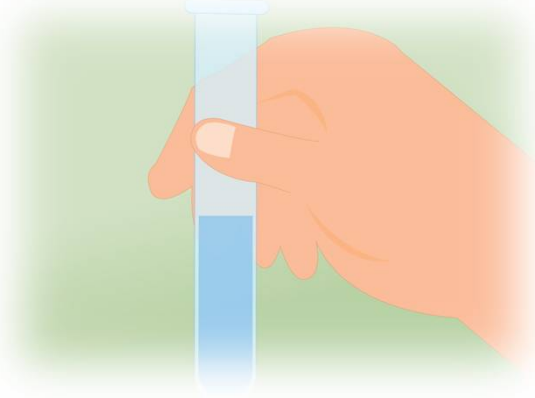
45

SÜTÜN FİZİKO-KİMYASAL ÖZELLİKLERİ



46

SÜTÜN ASİTLİĞİ



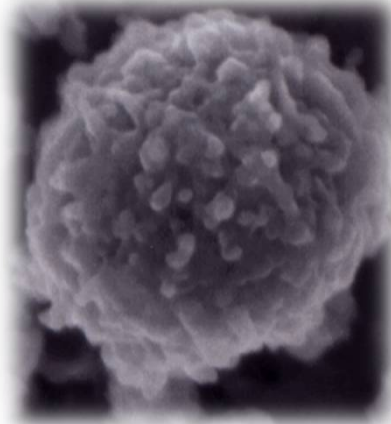
47

Süt sağıldığı zaman hafif asidik bir reaksiyon gösterir.

Sütün doğal asitliği olarak nitelendirilen bu asitlik, birinci derecede bileşimindeki kazein, fosfat ve sitratlardan; ikinci derecede albümin, globülin ve karbondioksitten ileri gelir.

Sütün doğal asitliği, bileşimindeki maddelerle ilgili olduğu için farklı bileşimdeki sütlerin asitlik dereceleri de farklı olacaktır.

Örneğin; protein miktarı fazla olan koyun ve manda sütünün asitlik derecesi inek sütünün asitlik derecesinden daha yüksektir.



Kazein miseli

48

Başta laktik asit bakterileri olmak üzere bazı asit üreten bakteriler süt şekerini laktik aside parçalayarak asitliğin artmasına neden olurlar.



Söz konusu asitlik sonradan oluştuğu için bu asitliğe “sonradan meydana gelen asitlik” veya “gelişen asitlik” denmektedir.

49

Soxhlet-Henkel (°SH) Yöntemi

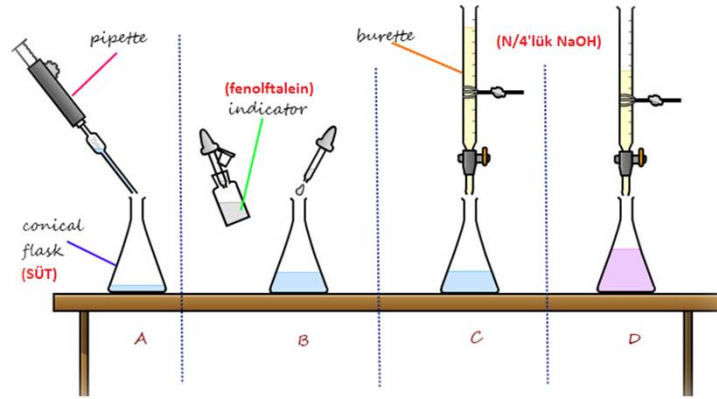
Titrasyon yöntemiyle yapılan asitlik tayininde, sütün doğal asitliği ve gelişen asitliği birlikte tespit edilmektedir.

Bu asitliğe “toplam asitlik”, “Titrasyon asitliği” veya “potansiyel asitlik” denilmektedir.

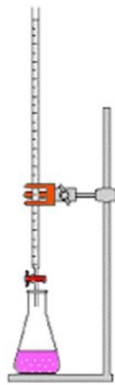
Süt teknolojisinde asitlik çoğu kez Soxhlet-Henkel Derecesi olarak veya kısaca “°SH” olarak ifade edilir.

50

Soxhlet-Henkel Derecesi, 100 ml süt asitliğini nötralize etmek için kullanılan N/4'lük NaOH'in ml cinsinden ifadesidir. Bu amaçla indikatör olarak 1 ml fenolftaleinin alkoldeki %2'lik çözeltisi kullanılır.



51

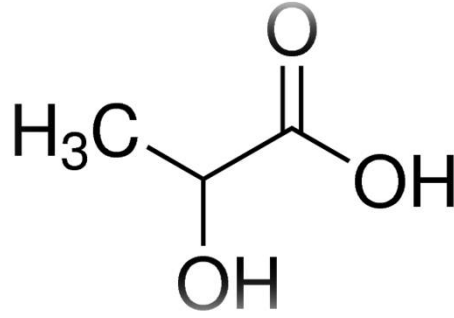


52

Yeni sağılmış sağlıklı bir inek sütünün titrasyon asitliği 6.8- 8.0 °SH derecesi veya süt asidi cinsinden (°SH derecesi x 0,0225) %0.14- %0.16 arasındadır.

Bu asitliğin yaklaşık yarısı sodyum bikarbonat ve serbest organik asitlerden (örneğin limon asidi), diğer kısmı ise kazeinden kaynaklanmaktadır.

Sağımdan sonra nakliye ve depolama sırasında, laktozun süt asidine parçalanması nedeniyle sürekli olarak asitlik derecesinde bir artış olur.



laktik asit

53

SH derecesinin 5'in altında olması normal kabul edilmez bu durumlarda meme hastalıklarından, yemleme hatalarından veya negatif bir mikrobiyel faaliyetten şüphelenmek gerekir.

Diğer bir olasılık ise süte nötralize edici maddeler ilave edilmiş olmasıdır.



54

°SH derecesinin 8 ve 9 olması hızlı bir asit yükselmesini, 10'nun üzerine çıkması durumunda ise süt ısıtılmaya başladığı anda pıhtılaşmanın olacağını gösterir.

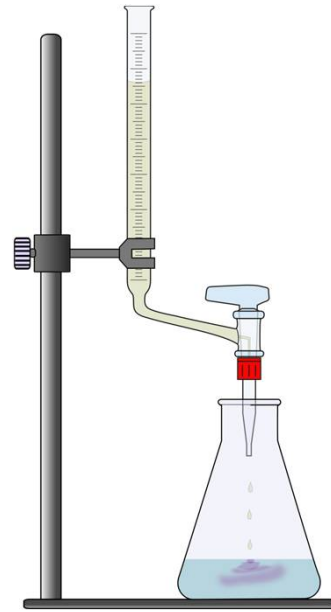


Isıl işleme pıhtılaşmış süt
(kesik süt)

55

Asitliği yükselen inek sütleri, işlenmesi sırasında ve özellikle de ısıtma işleminde problem yarattığından, süt işletmelerinde 8.0 °SH derecesi üzerindeki sütler çoğu zaman kabul edilmez.

Ancak yüksek °SH derecesi her zaman yüksek asitliği göstermeyebilir. Bazı hallerde yetiştirimin veya beslenmenin etkisi ile asitlik yüksek çıkabilir ve işleme sırasında hiçbir sorun yaratmaz. Bu gibi durumlarda asitlik hakkında kesin bir bilgi sahibi olmak için pH değerinin tespit edilmesi gerekir.

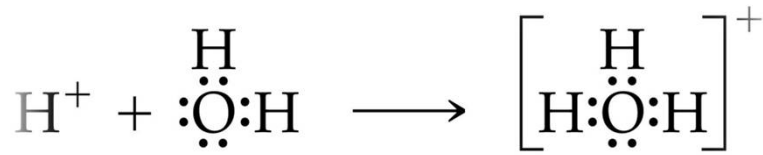


56

pH**pH Nedir?**

Bir ortamda bulunan hidronyum (H_3O^+) iyonlarının konsantrasyonu 0,0000001 - 0,001 vb. negatif sayılarla ifade edilen miktarlardır.

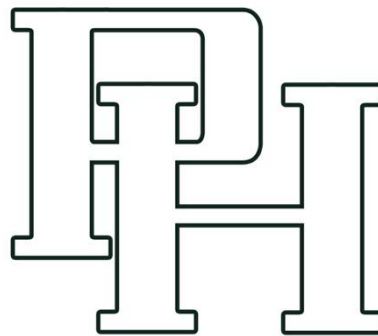
Bu nedenle bu sayılar ile hesap yapmak yada grafik çizmek son derece güç ve zaman alıcıdır.



hidronyum (H_3O^+) iyonu

57

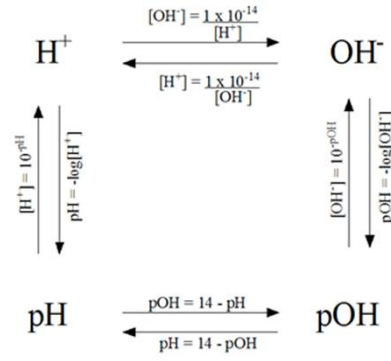
Bu güçlüğü ortadan kaldırmak için Danimarka'lı Sörensén, bunların gerçek değerleri yerine negatif logaritmalarını kullanmayı önermiş ve bu düzenlemeden sonra büyük kolaylık sağlanmıştır.



Bu yaklaşıma göre, bir ortamda bulunan hidronyum iyonlarının negatif logaritmasına ortam reaksiyonu denir ve "pH" olarak gösterilir. Saf suda hidronyum konsantrasyonu 0,0000001 ig/lt olduğundan ortam reaksiyonu -log'da 7 dir.

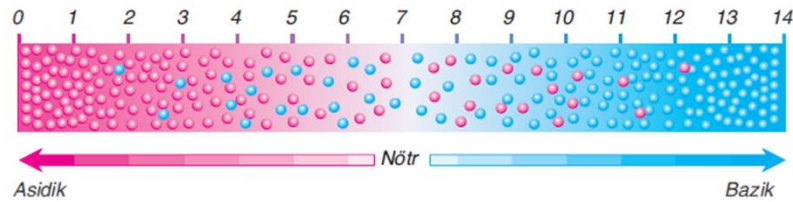
58

Aynı şekilde hidroksil (OH^-) iyonu konsantrasyonunda 7 bulunur. O halde $\text{pH} + \text{pOH} = 14$ olur ve bu durum bir ortam reaksiyonunun 0 ile 14 arasında değiştiğini gösterir.



59

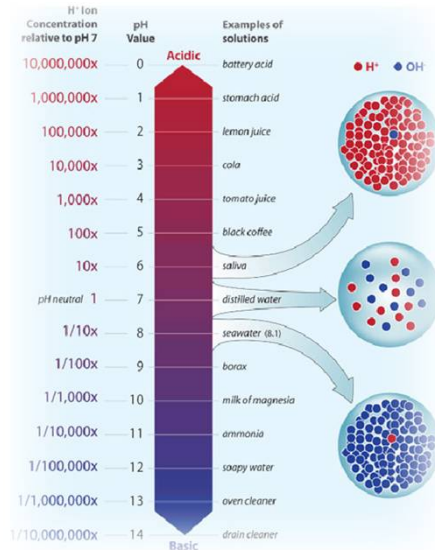
Hidronyum ve hidroksil iyonlarının birbirine eşit durumunda pH 7 olur ve ortam "nötr" olarak adlandırılır. Ortamda hidronyum iyonları fazla ise ortam asidik, hidroksil iyonları fazla ise ortam bazik olarak adlandırılır.



60

pH ölçümü ile ortamdaki serbest hidrojen iyonlarının miktarı ve aktivitesi hakkında bilgi edinilir ve bu asitliğe “aktüel asitlik” denir. Bilindiği gibi pH, hidrojen iyonları konsantrasyonunun negatif logaritmasıdır.

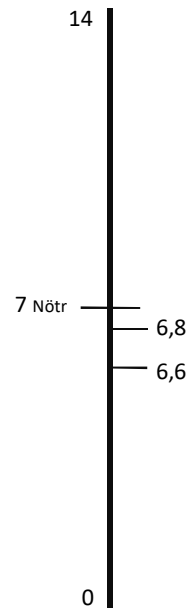
Örneğin; hidrojen iyonları konsantrasyonu $1/1000$ veya 10^{-3} olan bir çözeltinin pH’sı 3’dür. pH değerindeki 1 oranındaki farklılık, asitlikte yaklaşık 10 kat farklılığa karşılık gelir. Örneğin; pH 5.5 değeri pH 6.5 değerinden 10 kat daha büyüktür.



61

Süt teknolojisinde pH ölçümü asitliğin gelişebileceği her durumda tespit edilmelidir. Çünkü pH değeri ürünün kalitesi ve randımanı hakkında çok değerli ipuçları verir. Yeni sağılmış sağlıklı inek sütünün pH değeri 6.6- 6.8 arasındadır. Her ne kadar arada 0.2 gibi küçük bir fark görünse de hidrojen iyonlarının aktivitesi açısından bu fark çok önemlidir.

Yeni sağılan sütün pH değeri 6.8’in üzerinde ise, mastitis hastalığına veya nötralize edici madde katıldığından şüphelenmek gerekir.



62

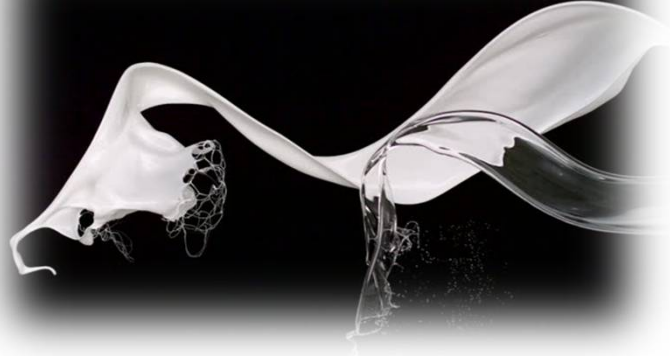


63



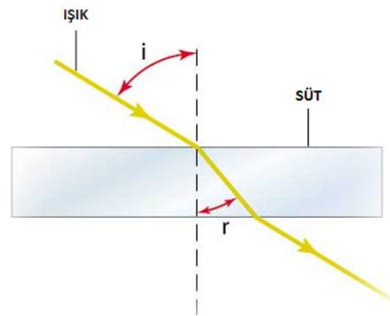
64

SÜTÜN REFRAKTOMETRE İNDİSİ



65

Bir ışık huzmesi belirli bir açı ile optik yoğunluğu zayıf olan bir ortamdan optik yoğunluğu fazla olan bir ortama geçtiğinde tam sınırdaki kırılır.



Refraktometre indisi, belirli bir sıcaklık derecesinde ve belirli bir dalga boyunda çözeltilerin ışık kırma gücünü belirten bir değer olup sodyum ışık doğrultusunun giriş ve kırılış açılarının sinüslerinin oranıdır.

66

Süt, bileşimindeki yağ ve protein nedeniyle ışığı geçirmez. Yağ globülleri ışığı büyük ölçüde geri yansıtır. Bu nedenle refraktometre indisi ölçülmeden önce yağın alınması gerekir. Yağı alınmış yani yağsız sütün refraktometrik indisi 1.3440- 1.3480 arasında değişir.



67

Refraktometre indisinden faydalanarak;

- Süte katılan su miktarı
- Yağsız sütün kurumaddesi
- Süt serumunun laktoz miktarı
- Süt yağının kırılma indisi ve
- İyot sayısı belirlenebilir.



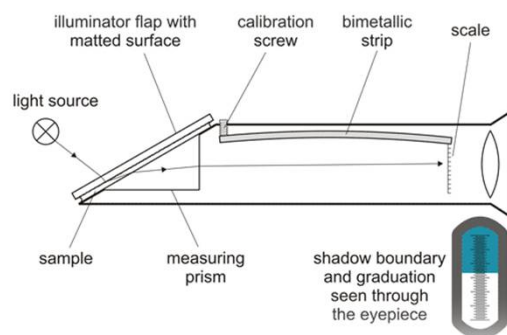
68

Sütün refraktometre indisi;

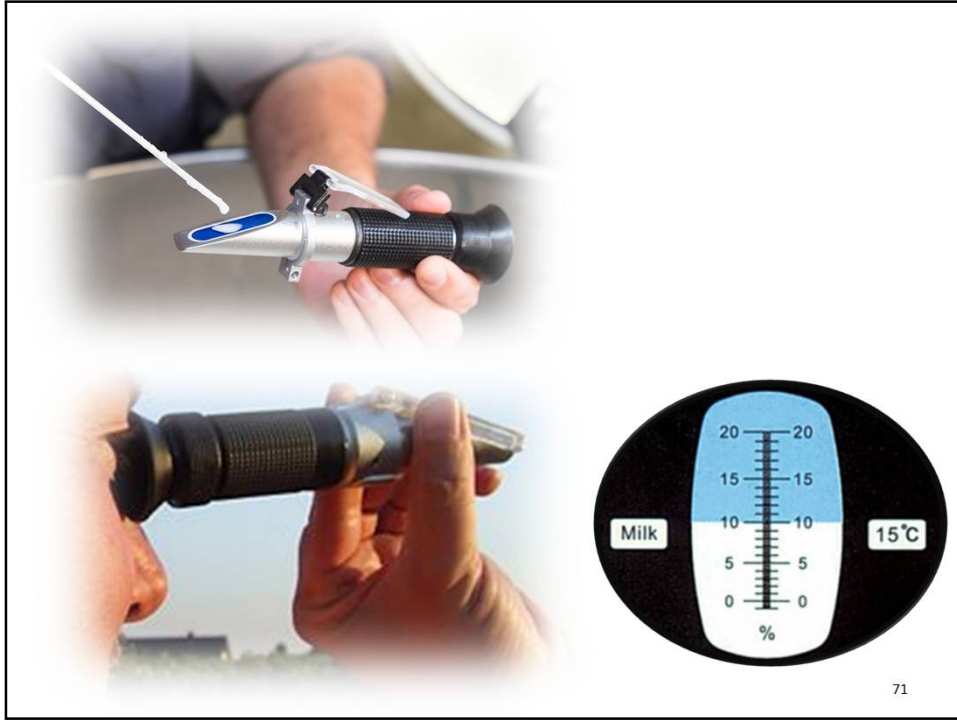
– Skalası %1-40 arası kurumaddeyi gösteren “el refraktometresi”



69



70



71

– Skalası 1.3000- 1.7100 arasındaki kırılma indisini veya %0-85 kurumaddeyi gösteren “abbe refraktometresi”,

abbe refraktometresi



– Skalası 1.3254- 1.3664 arasındaki kırılma indisini gösteren “immersiyon refraktometresi” ile belirlenebilir.

72

SÜTÜN YOĞUNLUĞU



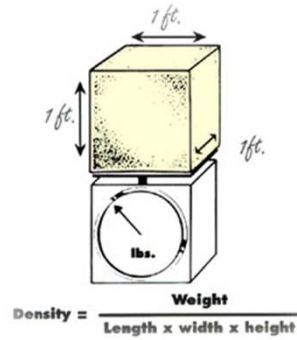
73

Yoğunluk; belirli bir hacmin ağırlık olarak ifadesidir.
Değişik maddelerin karşılaştırılması veya herhangi bir maddede farklı koşullarda meydana gelen değişikliği belirlemek amacıyla kullanılır.

$$\text{Yoğunluk (gram/cm}^3\text{)} = \frac{\text{Kütle (g)}}{\text{Hacim (cm}^3\text{)}}$$

$$\text{Yoğunluk } (\rho) = \text{Ağırlık (m)} / \text{Hacim (v)}$$

$$\rho = \frac{m}{V}$$



74

Süt teknolojisinde yoğunluk söz konusu olduğunda, genellikle ağırlık olarak gram, hacim olarak mililitre kullanılır.



Sıvıların hacimleri, sıcaklık değişimlerinden etkilendikleri için yoğunluk tayini genellikle 20°C veya 15.6°C'de yapılır.

75

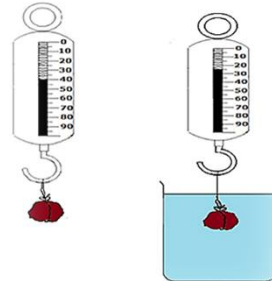
Özgül ağırlık (ρ^T_t);

Bir maddenin "T" °C'de ağırlığının (m), aynı hacimdeki ve "t" °C'deki suyun ağırlığına (m) oranıdır.

$\rho^T_t = \text{Maddenin T °C'deki ağırlığı (m)} / \text{Aynı hacimdeki suyun t °C'deki ağırlığı (m)}$
diğer bir değişle o maddenin sudan kaç kez ağır olduğunu gösterir
ve birimsiz olarak ifade edilir.

$$\text{Yoğunluk (gram/cm}^3\text{)} = \frac{\text{Kütle (g)}}{\text{Hacim (cm}^3\text{)}}$$

$$\text{Özgül ağırlık} = \frac{\text{Hacim}}{\text{Kütle}}$$



76

Sütün yoğunluğu, bileşiminde yer alan tüm maddelerin etkisi ile değişiklik gösterir. Bu nedenle yoğunluk oldukça değişkendir.

Sütün yoğunluğu, bileşimine bağlı olarak (20°C de) 1.027 g/ml ile 1.035 g/ml arasında değişir.

Yağ miktarının artması ile yoğunluk düşer, azalması ile yükselir. Sütte protein, laktoz ve mineral madde miktarının artması ile yoğunluk artar. Sıcaklık artışı da yoğunluğun düşmesine neden olur.



77

Aşağıda süt ve bileşenlerine ait yoğunluk değerleri (20°C de) görülmektedir.

Süt	1.027- 1.035g/ml
Yağsız süt	1.033- 1.036g/ml
Süt Serumu	1.037g/ml
Krema (%30 yağlı)	1.0035g/ml
Su	0.9998g/ml
Süt yağı	0.931g/ml
Protein	1.4511g/ml
Laktoz	1.545g/ml
Süt tuzları	3.000g/ml

78

Yoğunluk tayini için piknometre yöntemi kullanılır. Ancak bu yöntem uzun bir süre gerektirir. Çabuk sonuç almak için laktodansimetre derecesinden (LD) yararlanılır.



79

Süt için öngörülen laktodansimetrelerde 1.020-1.045 g/ml yoğunluk aralığı mevcut olup, pratik olması için baştaki 1.0 atılmıştır.

Örneğin; laktodansimetre 29.5 değerini gösterdiğinde, bu sütün yoğunluğu $\rho=1.0295$ g/ml demektir.



80

Normal olarak ölçümün 20°C de yapılması gerekir.
Ancak bunun en fazla 5°C altında veya üstünde bir derecede ölçüm yapılabilir.
Bu taktirde bir düzeltme yapılması gerekir.
Sıcaklık yüksek olduğunda her 1°C için 0.2 LD ilave edilir.
Düşük olduğu durumda her 1°C için 0.2 LD çıkartılır.

Örneğin;

Okunan LD	=	32.0	
Sütün sıcaklığı	=	18°C	
Öngörülen sıcaklık	=	20°C	
Fark	=	-2°C	
Düzeltilme Faktörü	=	-2 x 0.2	= -0.4
Düzeltilmiş LD	=	32.0 – 0.4	= 31.6

81

Süt teknolojisinde genellikle yoğunluktan yararlanılarak, süte yapılan hileler hakkında bir fikir sahibi olunur.
Ayrıca çiğ sütün kurumaddeşi hakkında bir bilgi verdiği gibi, istenildiği hallerde pratikte kullanılmak üzere sütün yaklaşık olarak kurumaddeşinin hesaplanmasında da kullanılır.
Bu amaçla aşağıda görülen eşitlikten yararlanılır;

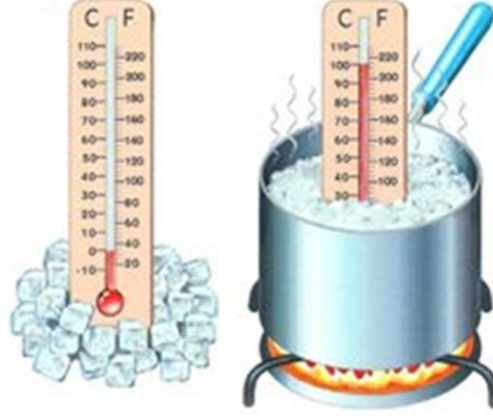
$KM = (LD/4) + (1.2 \times f) + 0.55$ veya şu formülle yağsız kurumadde (YKM) miktarı hesaplanabilir;

$$YKM = (LD/4) + (f/5) + 0.55$$

KM (kurumadde), LD (laktodansimetre derecesi) ve f (yağ miktarı) dır.

82

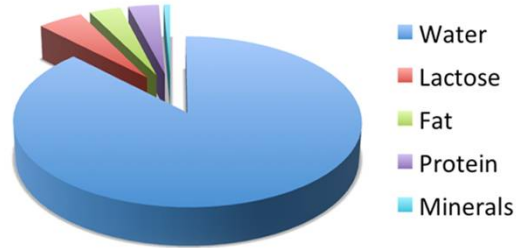
SÜTÜN DONMA ve KAYNAMA NOKTASI



83

Donma ve kaynama noktası, sütün en sabit fiziko-kimyasal özelliklerindendir.
Bu değerleri, süt içerisinde gerçek bir çözelti durumunda alan laktoz ve süt tuzları etkiler.

Physical Composition of Milk



84

Çeşitli hayvan ırkları söz konusu edildiğinde sütün donma noktası -0.530°C ile -0.550°C arasında değişir.

Normal bir inek sütünün donma noktası -0.540°C olarak kabul edilir. Kaynama noktası ise, suyun 100°C 'de kaynadığı yerlerde 100.16°C 'dir.



85

Sütün donma noktası, sütteki gerçek çözelti halindeki laktoz ve süt tuzlarının konsantrasyonuna bağlı olduğundan, bu konsantrasyonun değişip değişmediği donma noktası tayini ile tespit edilebilir. Laktoz ve süt tuzları konsantrasyonu;

- a) Süte su katıldığı zaman,
- b) Süte nötralize edici maddeler ilave edildiği taktirde,
- c) Biyokimyasal yollarla laktozun parçalanması durumunda değişir.



86

İlave edilen maddelerin sütün donma noktasına etkisi aşağıdaki tabloda görülmektedir.

Donma Noktası		
0,00°C	Suyun donma noktası	
-0,48°C	Hile yapılmış süt	Sulandırılmış süt
-0,54°C	Sütün donma noktası	Herhangi bir katkı yok
-0,63°C	Hile yapılmış süt	Süte yabancı tuzlar katılmış örneğin ; nötralize edici madde

87

Süt teknolojisinde, süte su katılıp katılmadığını kontrol etmek amacıyla genellikle donma noktasından yararlanılır. Aşağıdaki tabloda donma noktası ile süte ilave edilen su miktarları arasındaki ilişki hakkında bilgi verilmektedir.

Donma Noktası (°C)	İlave Edilen Su Miktarı (%)
-0.54	0.00
-0.53	3.63
-0.52	5.54
-0.51	7.27
-0.50	9.09
-0.49	10.90
-0.48	12.72

88

Donma noktası yardımı ile, süte ilave edilen su miktarını hesaplamak mümkündür. Hesaplamayı basitleştirmek için, donma noktası 100 ile çarpılarak "Donma Sayısı" (DS) diye bir sayı elde edilerek, hesaplamalarda DS kullanılır. Örneğin yapılan ölçümde donma noktası -0.484°C olarak belirlendiğinde. $\text{DS} = 48.4$ demektir. Süte eklenen su miktarını hesaplamak için şu formül kullanılır;

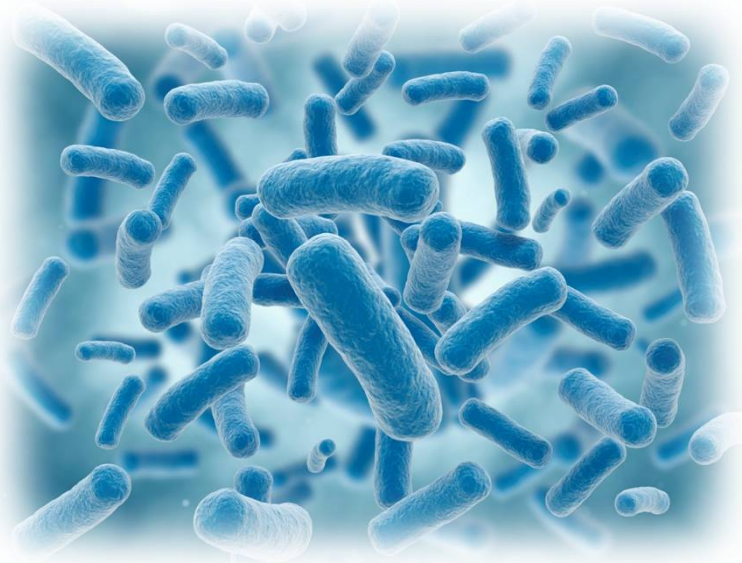
$$\text{Eklenen su miktarı (ESM)} = (\text{DS1} - \text{DS2}) / \text{DS1} \times 100$$

DS1 (Hilesiz sütün donma sayısı "54" kabul edilir), DS2 (Hileli sütün donma sayısı)



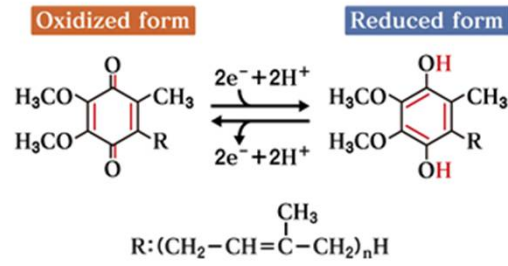
89

SÜTÜN REDOKS POTANSİYELİ



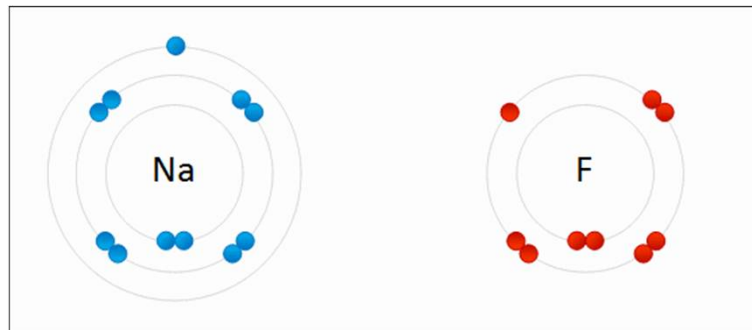
90

Organik maddelerin bünyelerine oksijen almaları veya bünyelerinden hidrojen vermeleri “oksidasyon” (yükseltgenme) olarak ifade edilir. Bunun tam tersi durumda ise; yani bir maddenin oksijen vermesi veya hidrojen kazanması “redüksiyon” (indirgenme) olarak isimlendirilir.



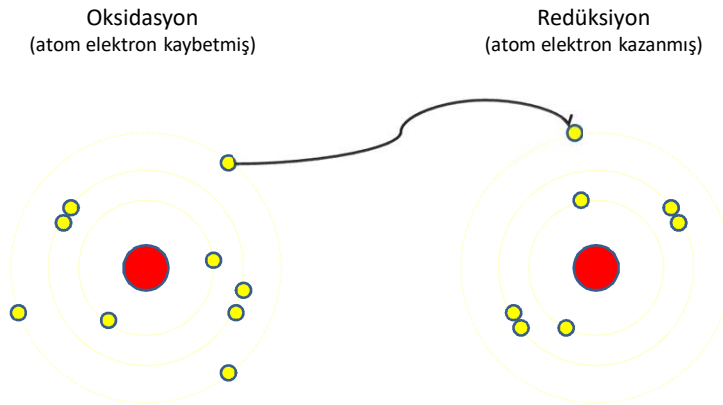
91

Ancak oksidasyon ve redüksiyon kavramları sadece oksijen ve hidrojen kazanmak veya kaybetmekle sınırlı değildir. İyon sistemlerinde elektron kaybı veya kazanımı da oksidasyon ve redüksiyon olarak anılır. Daha açık bir ifade ile elektron kaybı oksidasyon; elektron kazanımı ise redüksiyon anlamına gelmektedir.



92

Bir ortamdaki farklı maddelerin indirgenme ve yükseltgenme ajanları gibi etki göstererek, birbirleri arasında elektron alıp vermeleri maddeler arsında bir potansiyel farkının doğmasına neden olur ve buna “oksidasyon-redüksiyon potansiyeli” veya kısaca “redoks potansiyeli” denir.



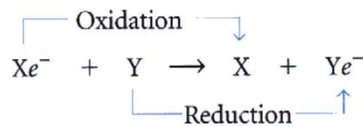
93

Oksidant maddeler (yükseltgen) fazla elektron verdikleri için elektriksel potansiyelleri yüksektir. Buna karşın redüktant maddeler (indirgen) elektron kazandıkları için elektriksel potansiyelleri düşüktür. Buna göre; bir madde elektron kaybettiği zaman ortam yükseltgenir, elektron kazandığı zaman ortam indirgenir.

Redoks potansiyelin ölçüsü kısaca “rH-değeri” veya “Eh-değeri” ile ifade edilir.

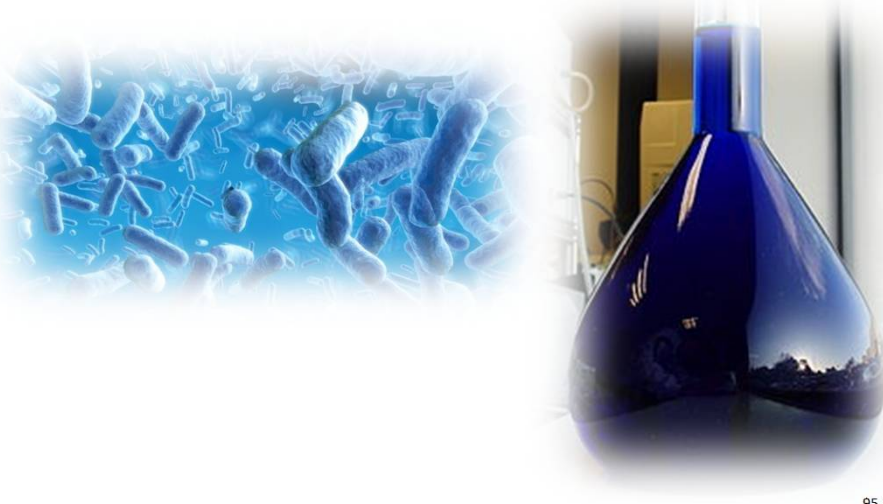
Söz konusu değer hassas voltmetrelerle ölçülebilir ve sonuç “milivolt” (mV) olarak belirtilir.

Eğer ortam yükseltgenirse, ölçülen elektrik potansiyeli pozitif (+), indirgenirse negatif (-) değer gösterir.



94

Diğer bir ölçüm yöntemi, redoks indikatörleri kullanılarak renk değişikliği üzerinden gerçekleştirilen indirgeme testleridir. İndikatör olarak resazurin veya metilen mavisinden yararlanılır ve indirekt yolla mikroorganizma sayısı belirlenir.



95

Yeni sağılmış sütün Eh-değeri +250....+300 arasındadır. Sütün redoks potansiyeli üzerinde; sütteki mevcut redoks sistemleri, çözülmüş oksijen ve serum proteinlerinin sülfidril grupları etkilidir.



96

Sütte canlı bakteriler, çözünen oksijeni kullanarak sütün redoks potansiyelinin azalmasına ve belli bir süre sonunda, testte kullanılan metilen mavisinin indirgenerek tamamen renksiz hale dönüşmesine neden olurlar. Renksizleşmenin tespit edildiği süreye göre sütte bulunan bakteri sayısı yaklaşık olarak belirlenebilir.



97

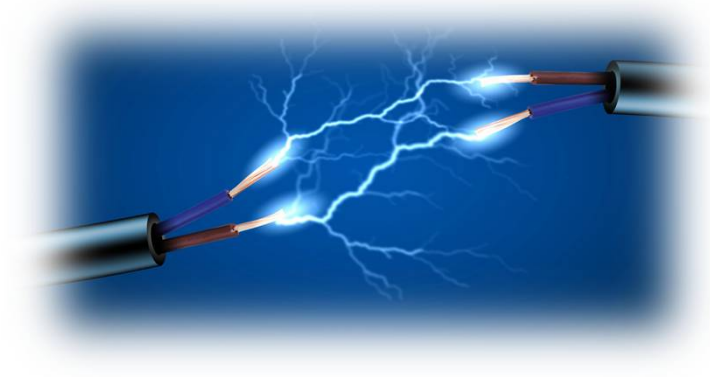
Redoks potansiyelinin tespit edilmesi, süt mamullerinin depolanmaları sürecinde kalitelerinin kontrol edilmesi açısından da önemlidir. Bu yolla depolama sırasında gerçekleşen oksidasyon olayları hakkında bilgi edinebilmek ve bu bağlamda meydana gelen kalite kayıplarını azaltıcı önlemler almak mümkündür.

Süt ve bazı süt mamullerinin redoks potansiyelleri (mV) aşağıda belirtilmiştir.

Çiğ süt	+250...+300
Pastörize süt	+100
Eritme peyniri	+50
Yoğurt	-150
Emmental peyniri	-300

98

SÜTÜN ELEKTRİK GEÇİRGENLİĞİ



99

Bileşimindeki iyon miktarına bağlı olarak süt, elektriği zayıfta olsa iletir. Birimi Siemens/metre (S/m) olarak ifade edilir. Sütün bileşimindeki klor ve sodyum iyonları elektrik geçirgenliğinde en önemli rolü oynarlar.

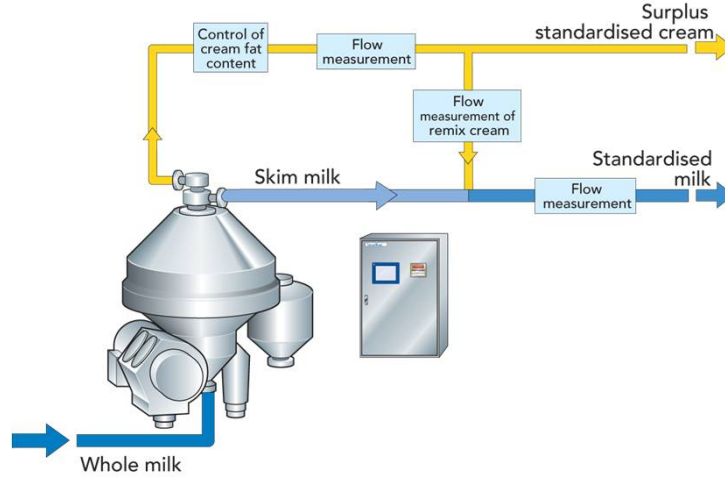


Normal bir sütün elektrik geçirgenliği 25°C de yaklaşık 4×10^{-3} ile 5.5×10^{-3} S/cm arasında değişir.

Diğer taraftan süte soda gibi iyon veren maddeler katılması, sıcaklığın yükselmesi ve asitlik gelişmesi de elektrik geçirgenliğini arttırmaktadır.

100

Sütteki yağ miktarının artması, elektrik geçirgenliğini düşürmektedir. Bu özellikten de yararlanarak sürekli çalışan işletmelerde özel cihazlarla otomatik yağ kontrolü yapılmaktadır.



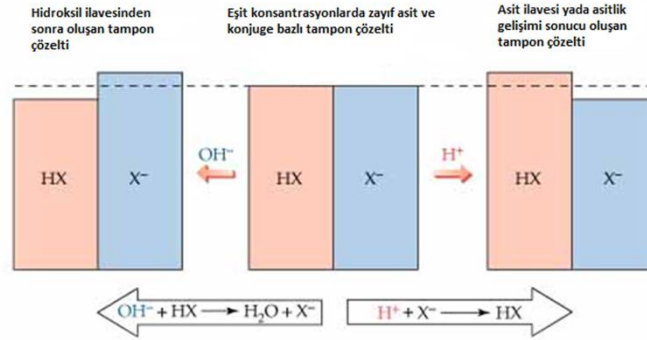
101

SÜTÜN TAMPON ÖZELLİĞİ



102

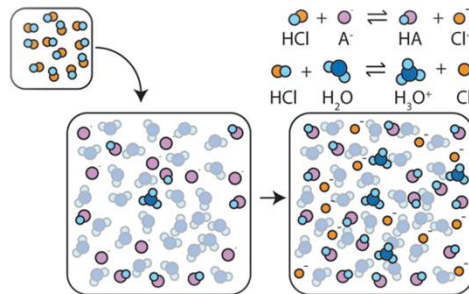
Tampon çözelti: Konjuge asit-baz çiftinin bulunduğu ve pH değişimlerine karşı direnç gösteren çözeltiye denir.



103

Süt pH değişimine karşı belli bir direnç gösterir yani tampon özelliğine sahiptir. Bu özelliği bileşimindeki protein, fosfat, sitratlardan ve karbonik asitten ileri gelir.

Proteinleri oluşturan aminoasitler karboksil ve amin grupları bulunduğu için hem asidik hem de bazik özellik gösterirler. Sütte asitlik gelişmeye başladığı zaman ortamda fazla Hidrojen iyonları var demektir. Bu iyonlar aminoasitlerin amin grupları ile birleşir ve amonyağı (NH₃) oluşturur. Tersi durumda bazik ortamda ise fazla olan COOH grupları ortama H⁺ verir ve pH değişmez.



104

SÜTÜN VİSKOZİTESİ

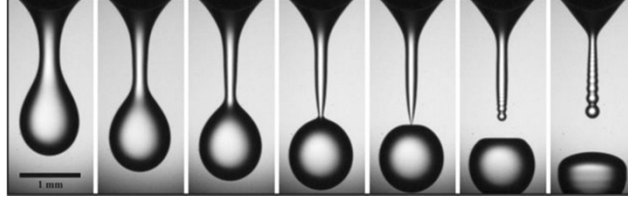


105

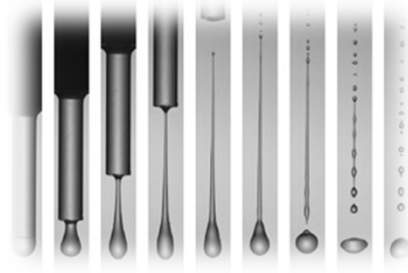
Viskozite bir sıvının iç sürtünmesinin veya akışkanlığa karşı gösterdiği direncin bir ifadesidir.



106



Viskozite denildiğinde dinamik viskozite (η) anlaşılır. Dinamik viskozitenin birimi Paskal saniye (Pa.s)'dir.



107

Emülsiyon halindeki süt yağı ile koloidal haldeki protein nedeniyle sütün viskozitesi suyun yaklaşık iki katıdır.
Diğer bir ifade ile süt suya göre daha kıvamlı bir sıvıdır.



108

Viskozite üzerinde önemli etkisi olan bileşik kazein olmakla beraber süt yağının da viskozite üzerine belirgin etkileri vardır.

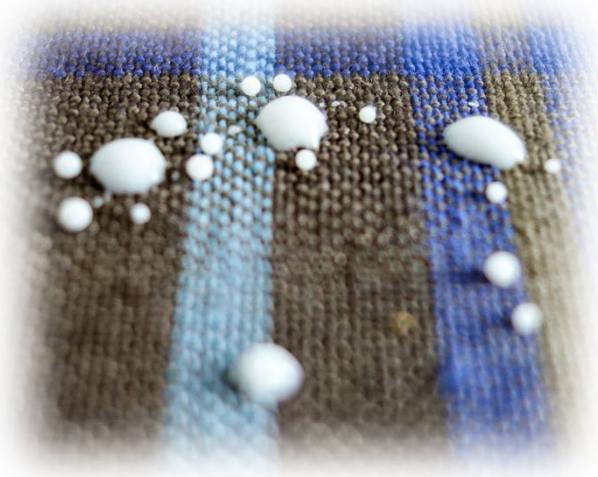
Süte uygulanan teknolojik işlemlerde viskozite üzerine etkilidir; süte uygulanan ısı işlemlerden yüksek sıcaklık viskoziteyi azaltırken homojenizasyon, sütün kurumaddesinin artması ve proteinlerin pıhtılaşması viskoziteyi artırır.

Viskozite (20°C'de)

1.005 mPa.s	Su
1.670 mPa.s	Yağsız süt
1.760 mPa.s	İçme Sütü
1.800- 2.180 mPa.s	Tam yağlı süt (çiğ süt)
10- 14 mPa.s	Kondanse süt (%7.5 yağ)

109

SÜTÜN YÜZEY GERİLİMİ

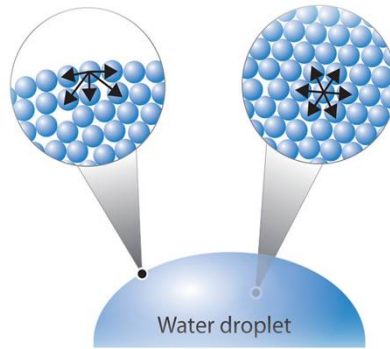


110

Yüzey gerilimi, moleküller arası çekim kuvvetlerinin neden olduğu, sıvıların bir başka özelliğidir.

Bir sıvının iç kısmındaki bir molekül, çevresindeki diğer moleküller tarafından her yöne eşit olarak çekilir.

Sıvının yüzeyindeki bir molekül ise yalnızca sıvının iç kısmına doğru çekilir. Bu nedenle yüzeydeki moleküller içe doğru çekileceğinden sıvı yüzey alanını en aza indirmeye eğilimi gösterir. Bu davranış sıvı damlalarının küresel biçimde olmasını açıklar.

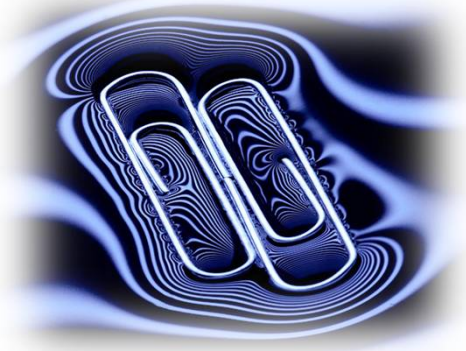


111

Yüzey gerilim, bir sıvı yüzeyini içeri doğru çeken bu kuvvetin, yani yüzey alanını genişletmek için yenilmesi gereken kuvvetin bir ölçüsüdür.

Bir sıvının yüzey gerilimi sıcaklık arttıkça azalır. Çünkü artan moleküler hareket moleküller arası çekim kuvvetlerinin etkisini azaltır.

Yüzey geriliminin, püskürtme yöntemiyle kurutmada damlacıkların ve buharlaştırıcılarda (evaporatör) akışkan filmin oluşmasında ve temizleme proseslerinde önemli etkileri vardır.



112

Suyun yüzey gerilim değeri 20°C de 72.8 dyn/cm'dir. Buna karşın 20°C de çiğ sütün 49-51, yasız sütün 52-53, kremanın 42-45, yayıkaltının 39-40 ve peynir suyunun 51-52 dyn/cm'dir.



Görüldüğü gibi sütün yüzey gerilimi suyun yüzey gerilimine oranla daha azdır. Çünkü sütün içerdiği proteinler, süt yağı, fosfolipitler ve serbest yağ asitleri yüzey aktif bileşenler olup yüzey gerilimini azaltırlar.

113

Pratikte süt ile hava arasındaki yüzey gerilim değerlerinden; lipoliz sırasında süt yağı can ayrılan serbest yağ asitlerinin izlenmesinde, köpüklenmenin açıklanmasında, teknolojik işlemler sonrası yüzey aktif bileşiklerin değişimlerinin tespit edilmesinde yararlanılır.



114

SÜTÜN BİLEŞİNDE YER ALAN MADDELER



17.10.2017

115

Bu günkü bilgilere göre memeden sağılan sütte 200 civarında madde bulunmaktadır. Bunlardan bir kısmı ana besin öğeleri dediğimiz maddeler olup, diğerleri daha az miktarda veya eser miktarda bulunan sütün minör bileşenleridir.



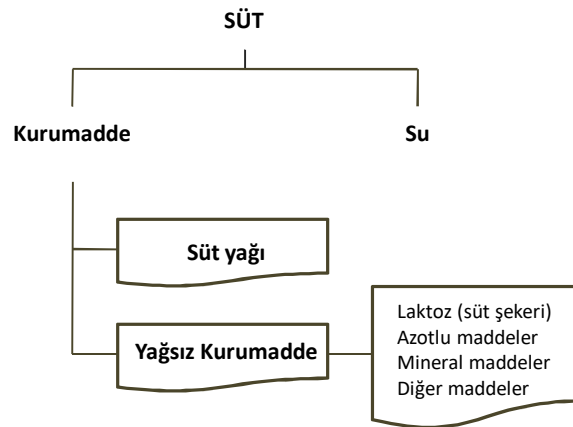
116

Sütün bileşimi bir çok faktörün etkisi ile değişir. Elde edildiği hayvan türlerine göre kurumadde miktarı %11-38 arasında, yağ miktarı %1,8-22,0 arasında, protein miktarı ise %0,5-6,6 arasında değişmektedir. Teknolojik ve ekonomik açıdan incelendiğinde, sütün kurumaddesi büyük önem taşır.

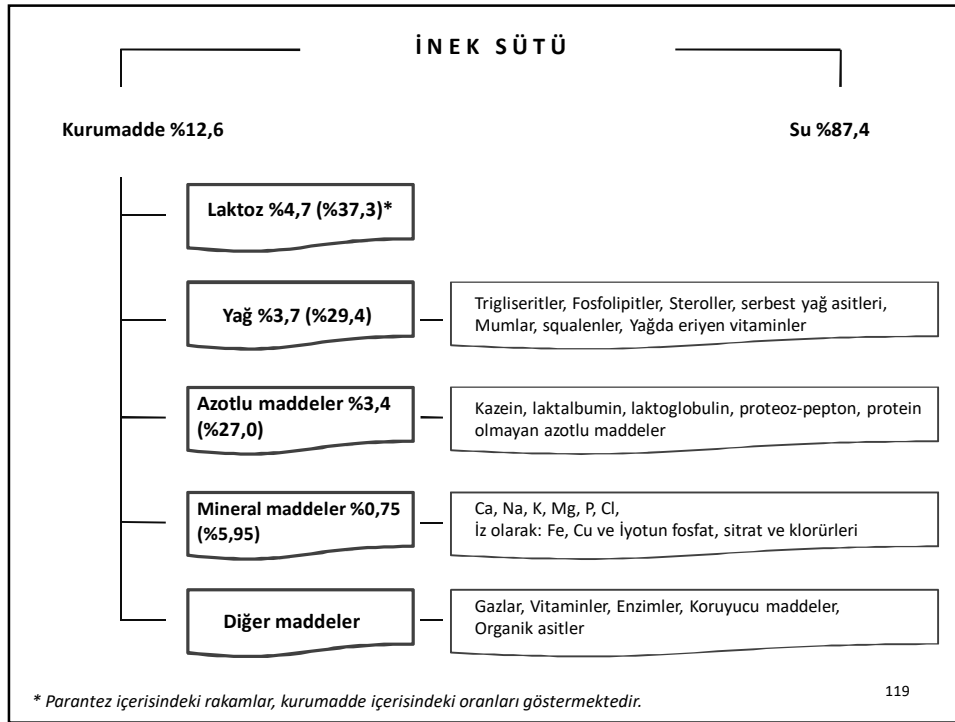


117

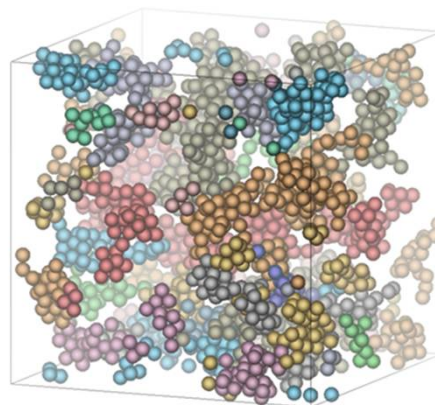
Çoğu zaman kurumadde; yağ ve yağsız kurumadde olarak ele alınır. Yağsız kurumadde denildiği zaman ise sütün ana besin öğeleri yani yağın dışındaki süt şekeri (laktoz), azotlu maddeler, mineral maddeler ve sütün diğer bileşenleri anlaşılır.



118



Süt polidispers bir maddedir. Bir veya birden fazla madde diğer bir madde içerisinde dağılmış durumda bulunursa, buna “dispers sistem” denir. Süt böyle bir sisteme sahiptir ve bileşenler farklı büyüklüklerde olduğu için, süt “polidispers” bir madde olarak kabul edilir.



Disperse olan maddenin durumuna göre disperse sistemler, süspansiyon, aerosol, emülsiyon, köpük ve sis (gaz-sıvı dispersiyonu) gibi isimlerle anılırlar. Aşağıdaki çizelgede bu sistemler gösterilmektedir.

Sistemin İsmi	Disperse Olan Madde	Dispersiyon Maddesi	Süt Teknolojisinden Örnek
Süspansiyon	Katı	Sıvı	Pıhtılaşmış kazein
Aerosol	Katı	Gaz	Sütün kurutulması
Emülsiyon	Sıvı	Sıvı	Süt yağı
Köpük	Gaz	Sıvı	Dökme krema
Sis (Gaz-sıvı Dispersiyonu)	Sıvı	Gaz	Kurutma kulesinde sütün püskürtülmesi

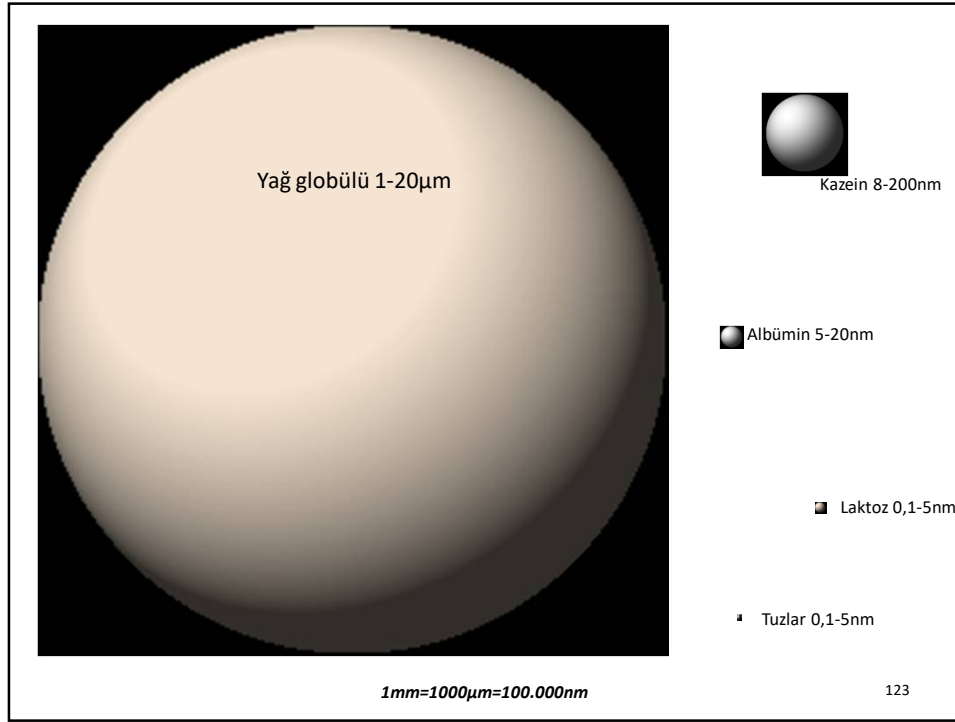
121

Sütte, dispers halde bulunan maddelerin büyüklüğü geniş bir sınır içerisinde değişiklik gösterir ve bunun sonucunda farklı özellikler ortaya çıkar. Sütün bileşiminde bulunan maddelerin (disperse olan maddeler) büyüklükleri bir sonraki sayfada şematik olarak gösterilmiştir.

Şemadan da izlendiği gibi, süt tuzları ve süt şekeri gerçek çözelti halinde olup, çapları 0,1-5nm, ortalama 0,7-1,0nm arasındadır. Albümin 5-20nm ve kazein 8-200nm çapında ve kolloidal çözelti halinde bulunurlar. Emülsiyon halinde bulunan yağ globüllerinin çapları 3-4 µm olup 1-20µm arasında değişir ve sütün en büyük boyutlu bileşenidir.



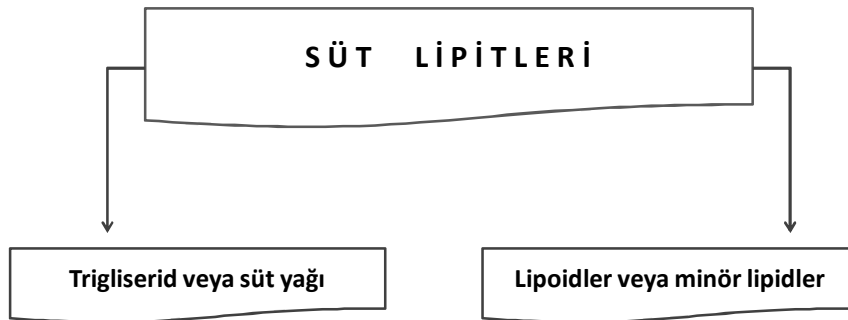
122



Sütün fiziko-kimyasal değerlerinde meydana gelen değişiklikler, çiğ sütün bazı özelliklerinin değişmesine neden olur. Aşağıdaki çizelgede görüldüğü gibi bu değerler çoğu zaman dış etkenlerin etkisi altındadır. Bu nedenle bazı fiziko-kimyasal değerler, kalite kriteri olarak kabul edilir.

Değişen özellik	Nedeni	Sonuç
Yoğunluğun düşmesi	Kurumaddenin azalması	Su katılmış
pH değerinin azalması	Asit yapan mikroorganizma etkinliği	Mikrobiyolojik kontaminasyon
Elektrik geçirgenliğinin artması	Klor miktarındaki artış	Meme hastalığı
Donma noktasındaki düşüş	Gerçek çözelti halindeki maddelerin azlığı	Su katılmış veya benzer hile
Titrasyon asitliğinin artması	Doğum sonrası bileşim zenginliği	Kolostrum
Titrasyon asitliğinin azalması	Kurumaddenin azalması	Mastitis
pH'nın artması	Bileşim zenginliği	Mastitis, şap veya nötralize edici madde ilavesi

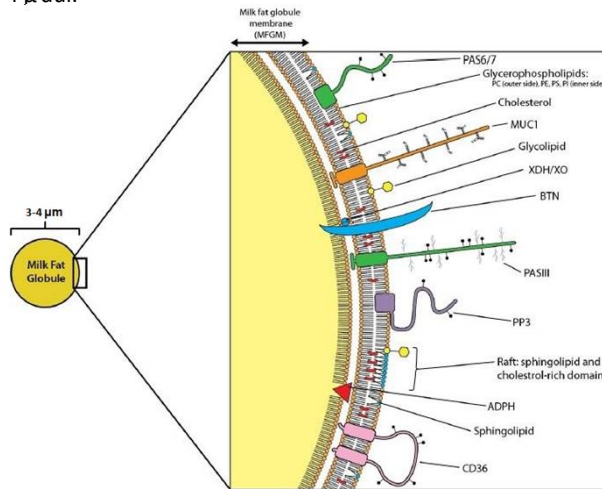
SÜT YAĞLARI



125

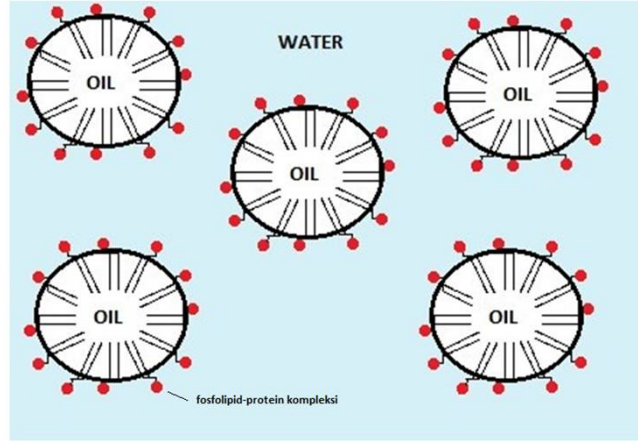
SÜT LİPİTLERİ

Süt yağı yapısı son derece karmaşık yağ globül membranı ile çevrilidir. Globül büyüklükleri çok değişik faktörlere bağlı olarak 0,4-41 μ (mikron) arasında değişmekle beraber ortalama 3-4 μ 'dur.

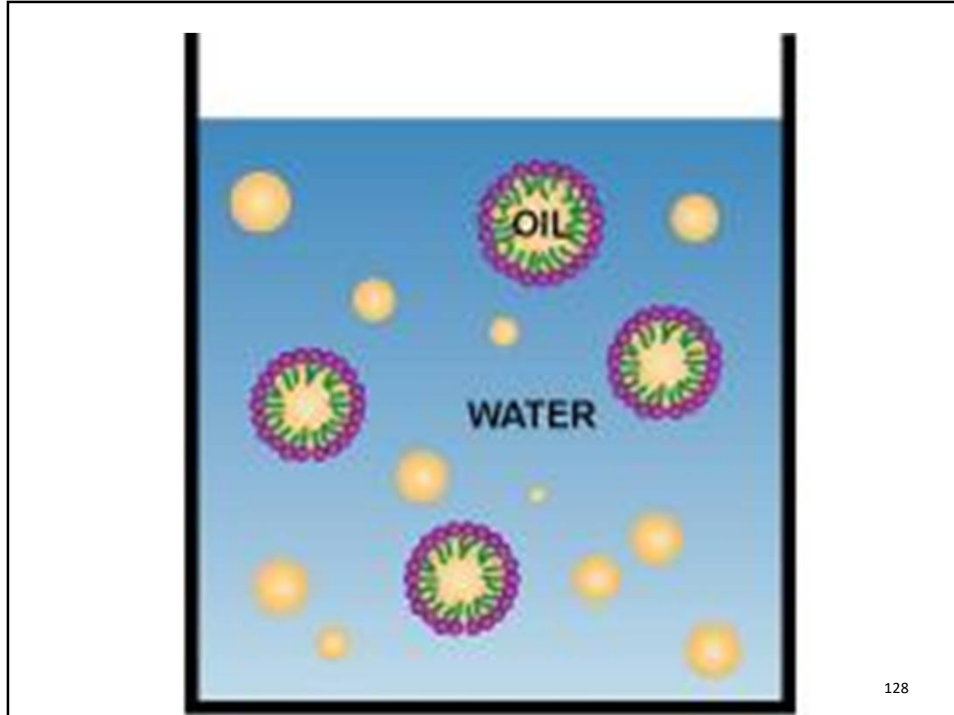


126

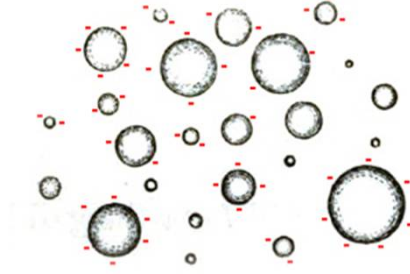
Süt yağı süt serumunda emülsiyon halinde bulunmaktadır. Yağ globüllerinin süt içerisindeki emülsiyon durumunun korunmasında yani yağ globüllerinin birbiri ile kümeleşmeden ayrı kalmalarında membrandaki fosfolipid-protein kompleksinin etkili olduğu kadar, yağ globüllerinin elektrik yükleri de etkili olmaktadır.



127

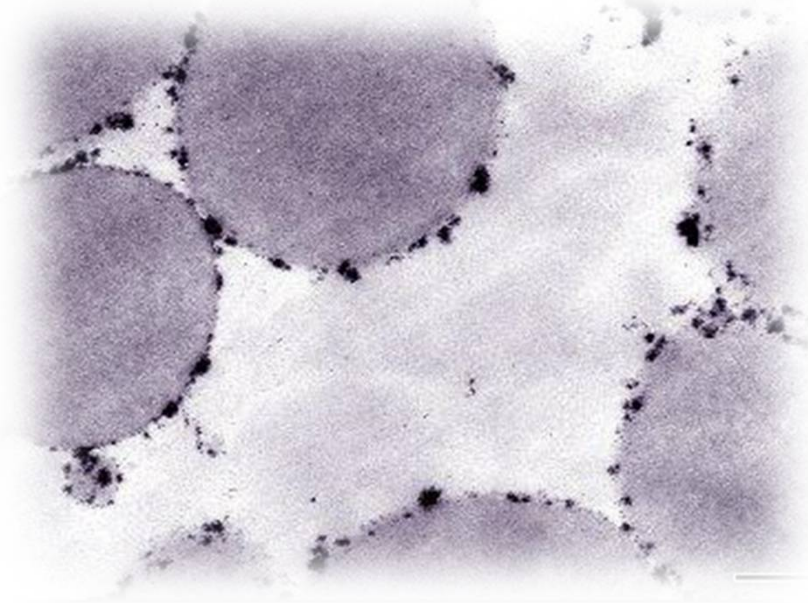


128

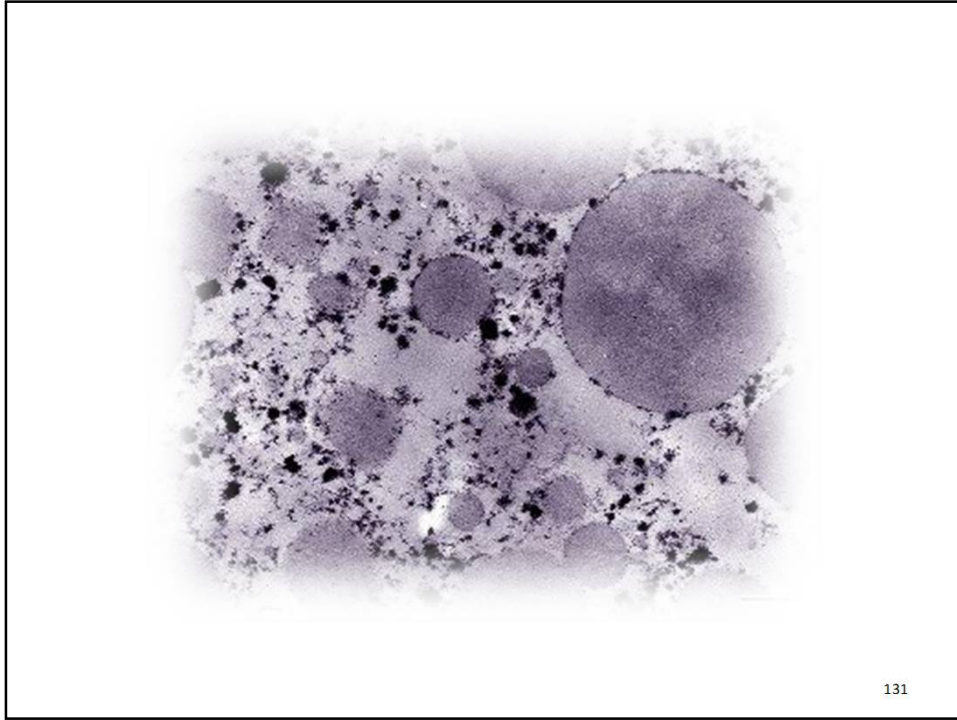


Yağ globüllerinin elektrik yükleri negatiftir ve bu yük, globüllerin birbirinden ayrı kalmasında rol oynamaktadır. Bu nedenle negatif yükün azalmasına neden olan faktörler aynı zamanda kümeleşmeyi arttırmaktadırlar. Örneğin asitliğin artması globüllerin negatif yükünü azaltır, kümeleşmeyi ve yayıklamayı kolaylaştırır.

129



130



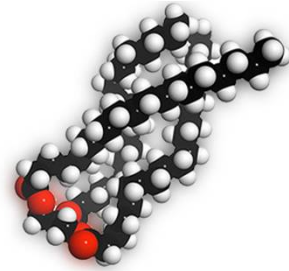
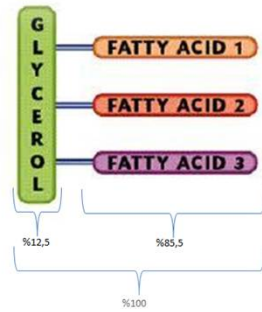
Süt Lipidlerinin Kimyasal Yapısı

İÇİNDEKİLER	MİKTARI
Trigliseridler	%97-98
Fosfolipidler (lesitin, sefalin, sfingomielin)	%0,2-1,0
Steroller (kolesterol, lanosterol)	%0,25-0,4
Serbest yağ asitleri	%0,1-0,44
Mumlar	Eseri
Squelene	%0,007 (eseri)
Vitaminler (ADEK)	%0,0037-0,0042 (eseri)

132

TRİGLİSERİDLER

Gliserol (gliserin)'ün bir alkol grubu bir molekül yağ asidi ile esterleşirse "monogliserid" iki alkol grubu ile iki molekül yağ asidi esterleşirse "digliserid" ve üç alkol grubu da üç yağ asidi ile esterleşirse "trigliserid" meydana gelmektedir. Süt yağındaki gliseridlerin bileşimindeki yağ asitlerinin oranı %85,5 gliserinin ise %12,5'dir. Gliserin tatlı, kıvamlı ve sıvı tabiatında bulunan üç değerli bir alkoldür.



133

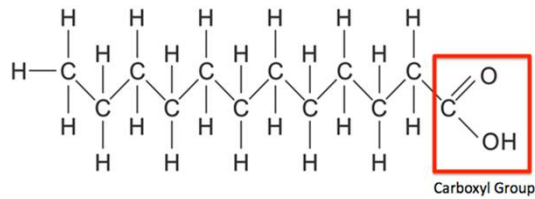
YAĞ ASİTLERİ

Yağ asitlerinin büyük bir bölümünde, karbon atomları zincir şeklinde birbirine bağlanmış ve sonunda da karboksil (-COOH) grubu yer almıştır.

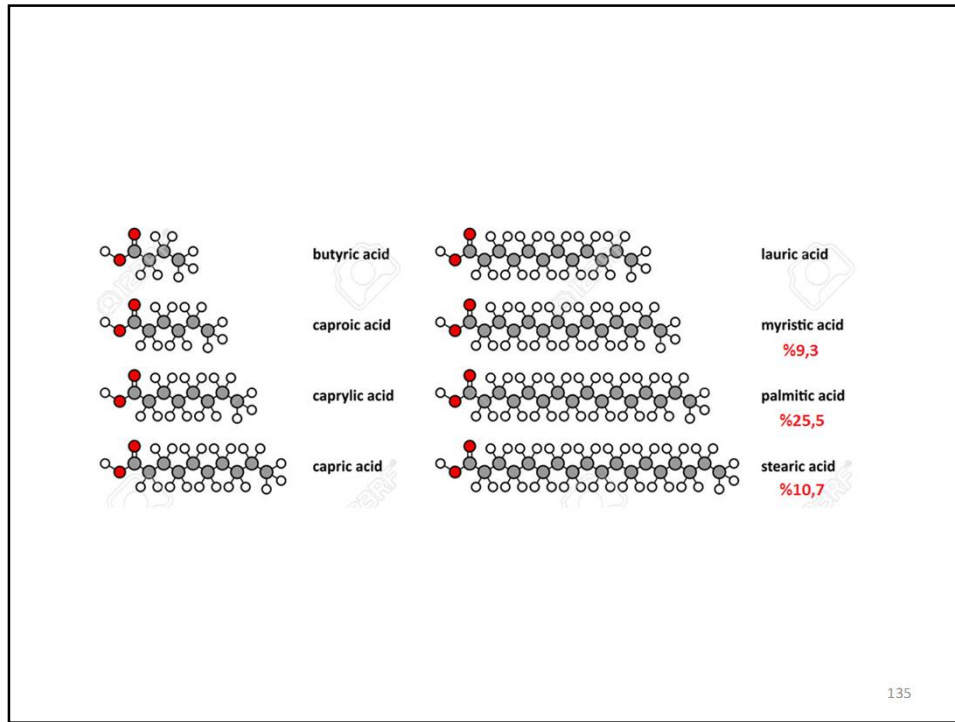
Toplam yağ asitlerine göre, doymuş yağ asitlerinden süt yağlarında en fazla %25,5 palmitik, %10,7 stearik ve %9,3 oranında miristik asit bulunmaktadır.

Süt yağının bileşiminde bulunan yağ asitlerinin çeşitli özellikleri yağların ayırt edilmesinde ve hilelerin belirlenmesinde indikatör rol oynamaktadır.

Bu konstantların en önemlileri Reichart-Meissl sayısı, sabunlaşma sayısı ve iyod sayısıdır.



134



	"C" Sayısı	Su buharı ile	Suda erime durumu	Oda ısısında	Erime noktası °C	Kaynama noktası °C
%60 (A) DOYMUŞ YAĞ ASİTLERİ						
Bütirik	4	Uçucu	Erir	Sıvı	-7,9	162,5
Kapronik	6	Uçucu	Az erir	Sıvı	-3,9	205,4
Kaprilik	8	Uçucu	Az erir	Sıvı	16,3	239,3
Kaprinik	10	Uçucu	Çok az erir	Sıvı	31,3	268,7
Lavrinik	12	Az uçucu	Erimez	Katı	44	142
Miristik	14	Çok az uçucu	Erimez	Katı	54,4	199
Palmitik	16	Uçmaz	Erimez	Katı	62,9	139
Stearik	18	Uçmaz	Erimez	Katı	69,6	160
Archinik	20	Uçmaz	Erimez	Katı	75,5	
%40 (B) DOYMAMIŞ YAĞ ASİTLERİ						
Palmito-oleik	16:1	Uçmaz	erimez	sıvı	0,5	
Oleik	18:1	Uçmaz	erimez	sıvı	16,3	201
Linonik	18:2	Uçmaz	erimez	sıvı	-3,0	202
Linoleik	18:3	Uçmaz	erimez	sıvı	-14,4	158
Arasidonik	20:4	Uçmaz	erimez	sıvı		

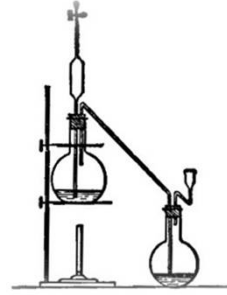
Reichert-Meissl sayısı:

Yağlarda su buharı ile uçan ve suda çözünen yağ asitlerinin miktarı hakkında bilgi veren bir değerdir.

Bu değer 5 gr süt yağındaki su buharı ile uçan ve suda çözünen yağ asitlerini nötralize etmek için 0,1 N KOH'in harcanan miktarıdır.

Ve 23-33 arasında değişmektedir. Birkaç yağ hariç diğer hayvansal ve bitkisel yağlarda 1 ve bundan aşağı değer göstermektedir. Çünkü bu değer düşük karbon içeren süt yağının bir ölçüsüdür.

Tereyağı ve kısmen de kapron asitlerinin miktarı hakkında bilgi vermektedir.



137

Sabunlaşma sayısı:

1 gr yağı sabunlaştırmak için gerekli KOH'in mg olarak miktarıdır.

Süt yağlarında alçak moleküllü yağ asitlerinin miktarı diğer yağlara göre daha fazla bulunduğundan sabunlaşma sayıları **220-242** arasında olup, koko ve hurma çekirdeği yağı hariç diğer bitkisel ve hayvansal yağlardan daha yüksek değerdedir.



138

İyod sayısı:

Yağlarda doymamışlık derecesi ile ilgili bir değerdir. 100 gram yağın bağlayabileceği iyod miktarını veren bir sayıdır. Gram olarak süt yağında ortalama 26-28 arasında değişmektedir.



139

Burada doymamış yağ asitlerindeki çift bağların açılarak iyod ile birleşmeleri söz konusudur. Koko ve hurma yağı hariç diğer hayvansal ve bitkisel yağlarda daha yüksektir.



hurma yağı

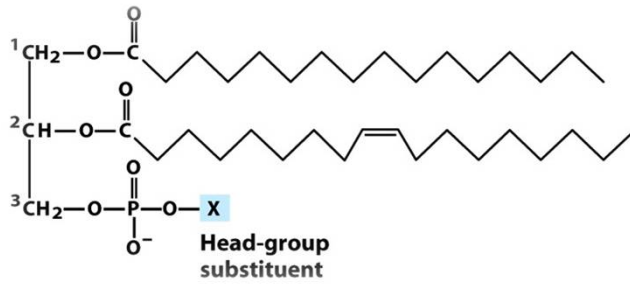
140

BİRLEŞİK LİPİDLER

Fosfolipidler (gliserolfosfolipidler)

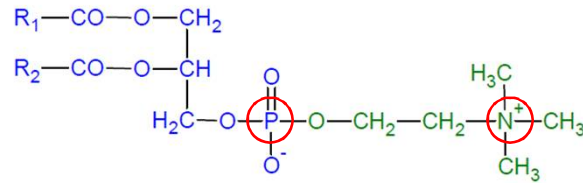
Süt yağının %0,8'ini oluşturlar. Yağ küreciklerinin membranlarında veya süt serumunda bulunurlar.

Bilindiği gibi trigliseridlerde gliserinin 3 kolu yağ asitlerine bağlandıkları halde Fosfolipidlerde çoğunlukla 2 kol yağ asitleri ile bir kol da fosforik asit ve azotlu bir baz kökü ile esterleşmiştir.



141

Yani fosfolipidler C (karbon), H (hidrojen) ve O (oksijen)' den başka P (fosfor) ve N (azot)'da içeren bileşiklerdir. Saf iken genellikle renksizdirler ve hidroskobik özelliktedirler. Hava ile temas ettiklerinde yapılarında yer alan doymamış yağ asitlerinin peroksidasyonu sonucu renkleri koyulaşmaktadır.



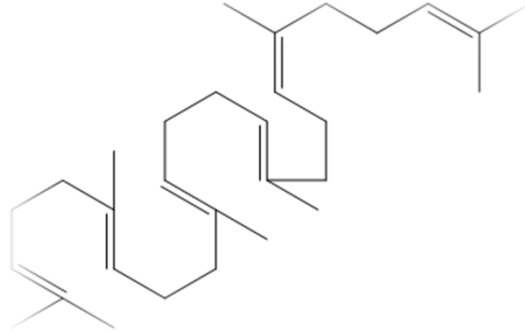
Phosphatidylcholine

142

Sütte çok sayıda fosfolipid maddeleri bulunmaktadır

Başlıcaları:

lesitin,
sefalin,
sfingomielin,
serebrozitler,
steroller,
serbest yağ asitleri,
mum,
squalen ve
yağda erir vitaminlerdir.



squalen

143

Lesitin (Fosfatidil kolin):

Süt lipidlerindeki fosfatidlerin en önemlisi lesitindir. Lesitindeki yağ asitleri doymuş veya doymamış olabilmektedir.

Lesitin saf halde iken beyazımtırak bir maddedir.

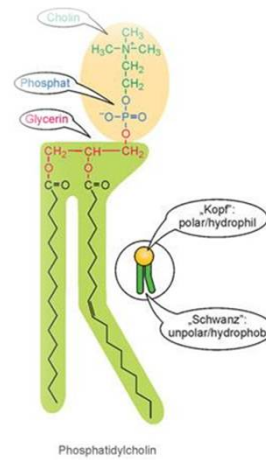
Etkili bir emülgatördür.

Kolaylıkla okside olması nedeni ile antioksidan olarak da kullanılmaktadır.

Sütte %0,02 oranında bulunur.

Sütte çoğunlukla yağ küreciklerinin Membranlarında bulunduğundan, yağlı süt ve ürünlerinde fazla miktarda bulunur.

Tereyağı yapımında yayık altına geçmesi nedeni ile tereyağının aksine yayık altı lesitin bakımından daha zengindir. Emülgatör madde olarak çikolata, mayonez, dondurma ve margarin yapımında kullanılır.

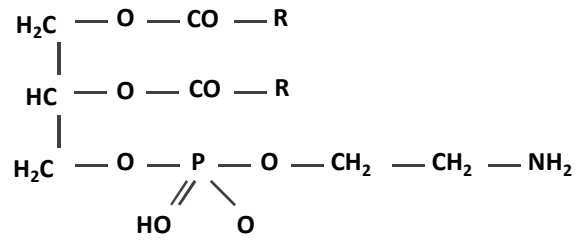


144

Sefalin:

İki türlü sefalin bilinmektedir. Birinci tipte gliserinin 3. koluna azotlu alkol olan kolamin (etanolamin) bağlı bulunmaktadır.

İkinci tip sefalinlerde baz olarak serin bulunur ve bunlara sefalinler denir. Sefalinler de lesitinler gibi bir veya iki tane doymamış yağ asidi içerir.



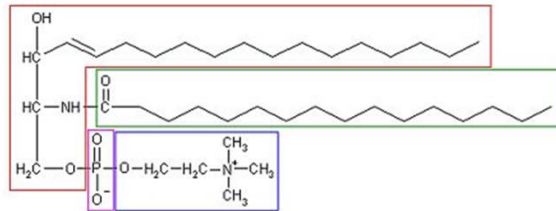
145

Sfingomielin:

Sütte eseri olarak bulunur.

1 mol sfingomiyelin hidrolize olursa, 1 mol yağ asidi, 1 mol kolin, 1 mol sfingozin alkol ve 1 mol fosforik asit elde edilir. Lesitin ve sefalinden farklı olarak gliserol yerine sfingozin alkol içerir.

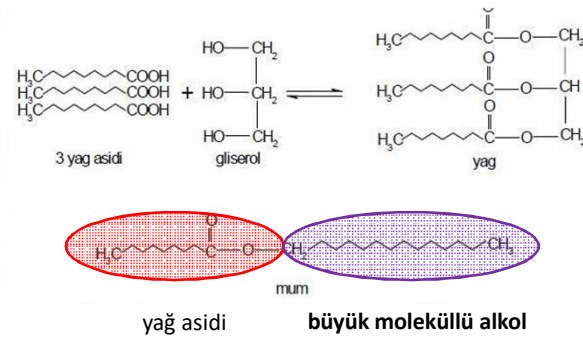
Sfingomiyelin ışık ve oksijene oldukça dayanıklı su ile emülsiyon yapan bir maddedir.



146

Mumlar:

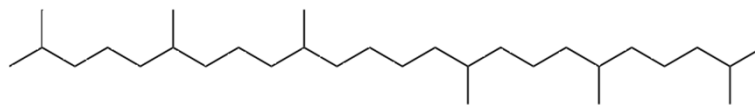
Mumlar, ester yapısında maddelerdir. Fakat mumlarda büyük moleküllü yağ asitleri gliserinle değil de daha büyük moleküllü alkollerle birleşmişlerdir (örn. sterol)
Mumların reaksiyon yetenekleri çok az olduğundan bulundukları maddeyi dış etkilere karşı kurumadan korurlar.



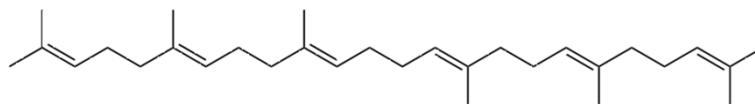
147

Squalen:

Süt yağının sabunlaşmayan kısımlarından olan hidrokarbon bileşikleridir. Süt yağlarında eseri olarak bulunan squalen kolesterolün sentezi sırasında ara ürün olarak oluşmaktadır.



Squalan



Squalen

Karotinoidlere ve A vitaminlerine yapıcı benzerlik göstermektedirler.

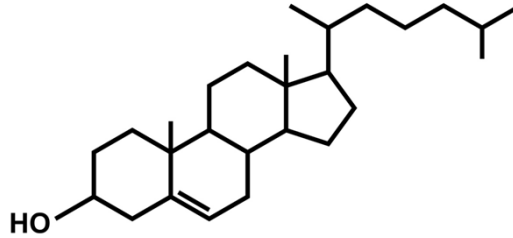
148

Steroller:

Sterol kelimesinin sözlük anlamı katı alkol demektir. Sterollerin hepsinde 3 numaralı karbondaki alkolik hidroksil grubu bulunur.

Steroller aşağıdaki şekilde sınıflandırılır.

- 1- Zoosteroller
- 2- Mukosteroller
- 3- Fitosteroller



Cholesterol

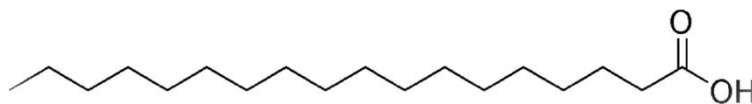
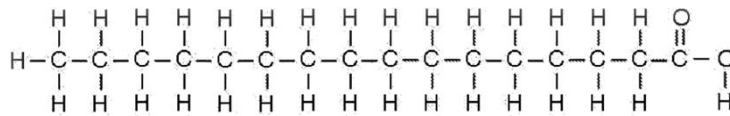
Zoosterollerden en önemlisi kolesteroldür. Kolesterol bütün hayvansal dokularda bulunur. Beyaz kristaller halindedir. 150°C'de erir. Tatsız ve kokusuzdur. Havaya ve ışığa maruz kalırsa oksitlenir. Kolesterol sütte %0,015, süt lipitlerinde %0,25-0,40 oranında bulunmaktadır.

149

Serbest Yağ Asitleri:

Süt yağlarında az miktarda, yaklaşık %0,1 oranında serbest yağ asitleri de bulunmaktadır. Bu yağ asitlerinin serbest olarak bulunması, sütün oluşumunda kan yolu ile meme bezlerine taşınan yağ asitlerinin azda olsa bir kısmının gliserin ile esterleşmemiş olmasından ileri gelmektedir.

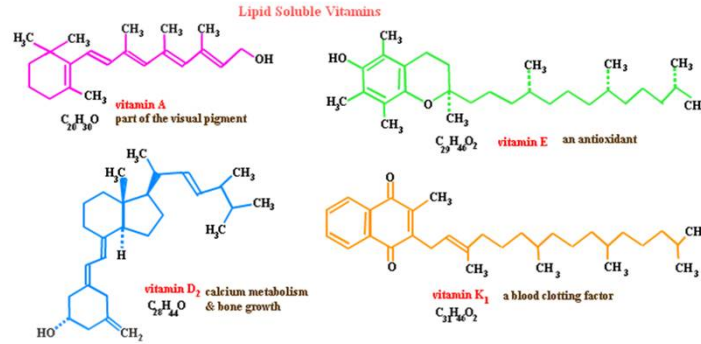
Bir süre beklemiş sütlerde Hidrolizasyon sonucunda bir miktar serbest yağ asitleri oluşmaktadır. Sonradan meydana gelen yağ asitleri ile de miktarı fazlalaşan, özellikle kısa zincirli yağ asitleri doğal tat ve aromayı bozar ve acılaşılmaya neden olur. Çünkü yağ asitleri trigliserid halinde kötü etki göstermezler.



150

Vitaminler:

Yağda çözünen A,D,E ve K vitaminleri, süt yağının sabunlaşmayan maddelerindendir. Vitamin E (tokoferol) ve muhtemelen önemsiz düzeyde de olsa, vitamin A ve karoten miktarı ile süt yağının oksitleyici ajanlara karşı olan hassasiyeti arasında bir ilişki bulunmaktadır. Daha çok yağ globüllerinin dış yüzeyinde toplanan A vitamini ve karoten konsantrasyonu, globüllerin büyüklüğü ile ilgili bulunmaktadır.

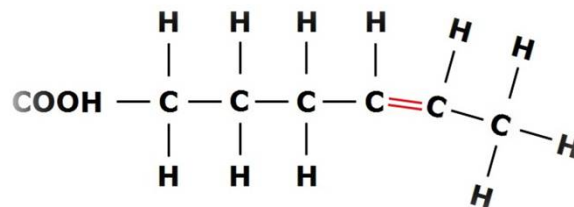


151

SÜT LİPİTLERİNDE MEYDANA GELEN DEĞİŞMELER

OKSİDASYON

Doymamış yağ asitlerindeki çift bağların yada yağların hidrokarbon zincirinde bulunan doymamış kısımların oksijen ile reaksiyona girmesi sonucunda hidroperoksitlerden malon aldehidlere kadar parçalanma ürünlerinin meydana gelmesine oksidasyon denilmektedir.



152

Oksidasyon iki aşamada oluşmaktadır.

- İndükleme
- Aktif periyot

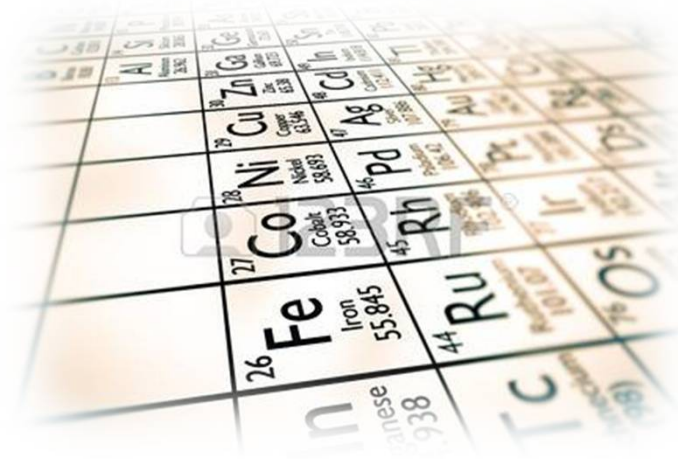
Pratik açıdan uygulayıcılar tarafından önemli olan indükleme periyodu ürünlerin ransit (acı) hale gelmeden depolanabileceği süreyi belirlemektedir.

Lipid oksidasyonu otokatalitik özelliktedir ve yağın oksidasyonunda yağ globül membranı etkili olmaktadır.



153

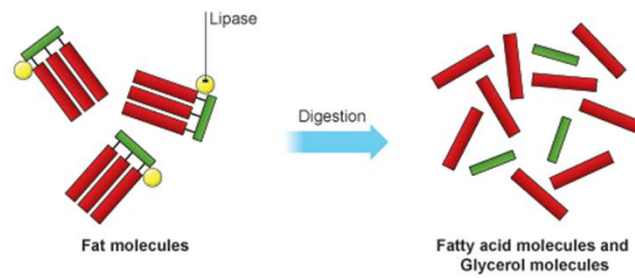
Bu otokatalitik olayın başlaması için sistemde az miktarda hidroperoksitler, bakır, demir gibi metal iyonlarının bulunması gerekmektedir.



Oksidasyon sonucu oluşan ürünlere bağlı olarak süt ve ürünlerinde balığımsı, yağimsı, metaliksi, salatamsı ve meyvemsi tatlar meydana gelmektedir.

154

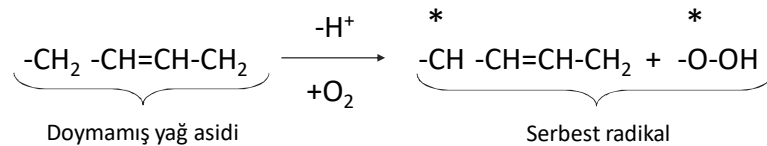
Yağların bozulmasının bir başka nedeni ise, doymamış yağ asitlerinin oksidasyonunu bazı enzimlerin ve biyolojik maddelerin hızlandırmalarıdır. Bitki ve hayvanlarda çok yaygın olarak bulunabilen lipoksidaz enzimi ve hematin bileşikleri bu etkiyi gösteren en önemli biyolojik katalizörlerdir.



155

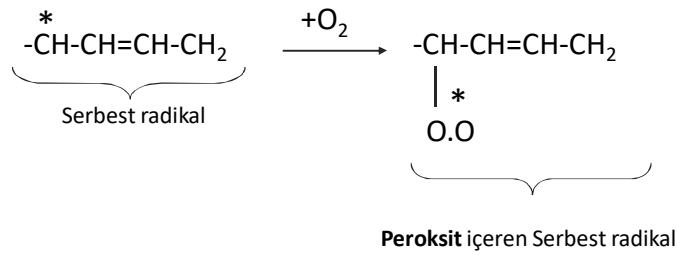
YAĞLARDA OKSİDATİF ACILAŞMA REAKSİYONLARI

Radikal zincir teorisine göre, hidrolitik ransitite sonunda açığa çıkan doymamış Serbest yağ asitlerinde (örn. Oleik C 18:1; linoleik C 18:2; linolenik C 18:3) çift bağlarının hemen yanındaki metilen (CH_2) gruplarında bulunan hidrojenlerden biri gruptan ayrışır.



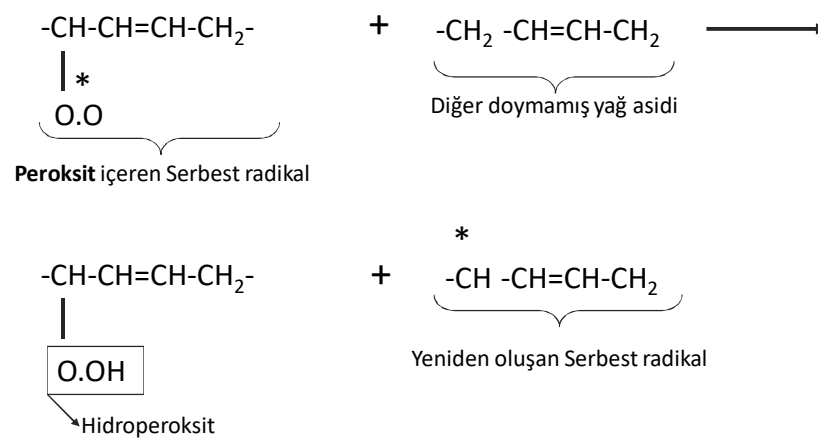
156

Oluşan bu serbest radikal, oksijenle birleşerek peroksit içeren serbest radikali oluşturur.



157

Meydana gelen bu peroksitli radikal, yağda bulunan diğer bir doymamış yağ asidi ile reaksiyona girerek 2 izomerik hidroperoksit ile tekrar bir serbest radikal meydana getirir. ve bu da yine oksijenle birleştikten sonra diğer bir doymamış yağ asidi ile reaksiyona girerek oksidasyonu devamlı kılar; diğer bir ifade ile otooksidasyon oluşur.



158

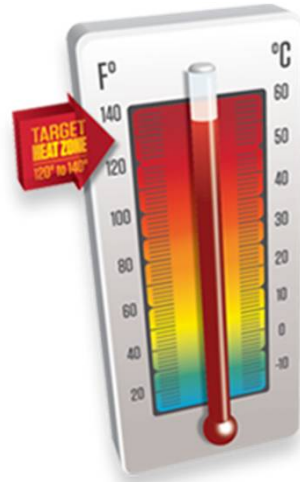
Oksidasyona Etkili Olan Faktörler:

1- Oksidasyonda havayla bolca temas ve oksijenin varlığı oksidasyonu hızlandırır. Buna bağımlı olarak süt ve ürünlerinin saklanması havayla ürünlerin temasının kesilmesi oksidasyonu frenleyici, önleyici etki yapacaktır.



159

2- Pastörizasyon: Yüksek derecede pastörizasyon, ürünlerinin oksidatif stabilitelerini olumlu yönde etkilemektedir. Bu etkilemede rol oynayan sıcaklık, serum proteinlerinden açığa çıkan (serbest hale geçen) sülfidril (-SH) gruplarının varlığıdır. Çünkü bu gruplar antioksidan özellik göstermektedirler. Oksidasyon olayında katalizör fonksiyona sahip bakırı bağlayarak olayı geciktirmektedir.



160

3- Bakır içeriği: Bakırın oksidasyonda rolü çok önemlidir ve esas olarak yağ globül membranındaki konsantrasyonuna bağlıdır. Bakırın %15-20 kadarı yağ globül membranı ile ilişkilidir. Otooksidasyon ilerledikçe trigliseridler de etkilenir. Bakır içeriği çok yüksekse trigliseridler fosfolipidlerin yokluğunda okside olabilirler.



161

4- pH: pH, bakırın serum kısmından yağ globül membranına taşınmasına neden olmaktadır. Oksidasyon oranı pH'nın azalmasıyla kuvvetli bir şekilde artmaktadır. Optimum oksidasyon oranı pH 3,8'de görülmektedir. Tabi ki burada asıl neden plazma ve yağ globülleri arasındaki bakırın ayrılmasından kaynaklanmaktadır. pH 4,6' ya düştüğünde ise kontaminasyonla bulaşan bakırın %30-40'ı globüllere geçmektedir.



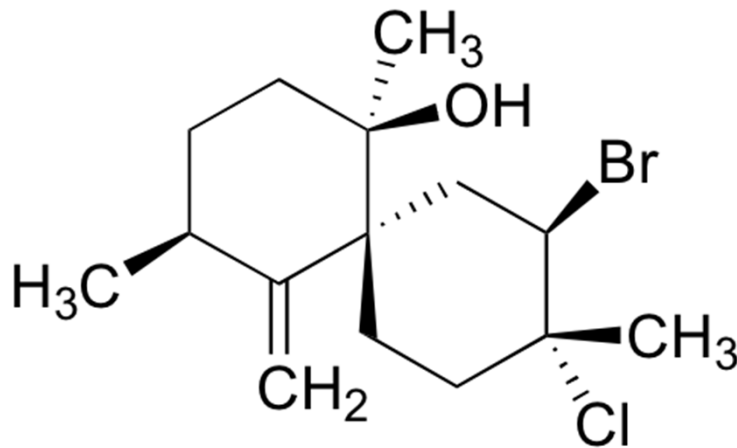
162

5- Mevsim: Yeşil yemlerle beslenme periyodunda elde edilen yağların oksidatif stabilitesi daha az olmaktadır. Bunun nedeni ise, yaz ve ilkbahar aylarında hayvanlar yeşil yemlerle beslenince yağların yapısındaki doymamış yağ asitleri miktarının artmasıdır. Örneğin linoleik asit içeriğindeki artış süt yağının oksidatif stabilitesini azaltmaktadır.



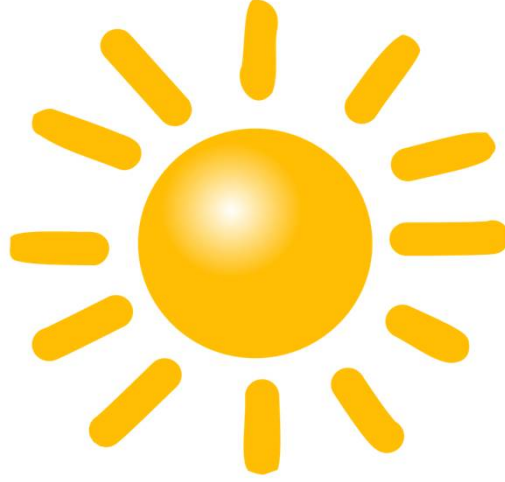
163

6- Askorbik asit (C vitamini) gibi birtakım süt bileşenleri de Otooksidasyon reaksiyonuna katılmaktadırlar. Askorbik asit sütte bakırın neden olduğu oksidasyon için gereklidir.



164

7- Işıkta, oksidatif değışiklikleri kataliz eden bir faktördür. Örneğın sût şişesindeki 1 litre sût 10 dakika güneş ışığına maruz bırakıldığında 12 saat içerisinde mumumsu bir tat oluşmaktadır.



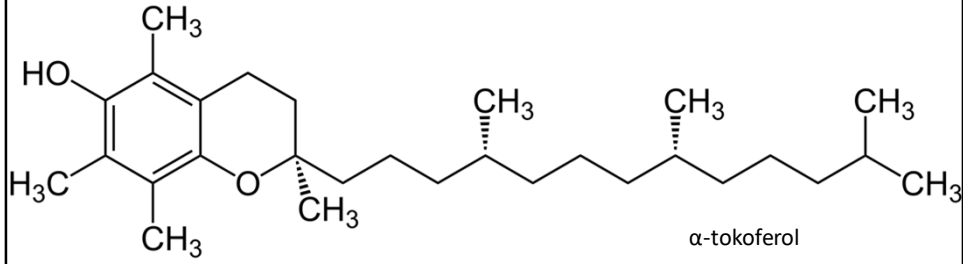
165

8- Oksidatif stabiliteye kullanılan ambalaj materyali de etkili olmaktadır. Pastörize ve UHT sûtlerde ışık etkisi ile aroma bozukluğu meydana gelmektedir. Örneğın, beyaz cam kaplarda tüketime sunulan UHT sûtlerin oksidatif stabilitesi, kahverengi cam içerisinde tüketime sunulanlara göre daha düşük olmaktadır.



166

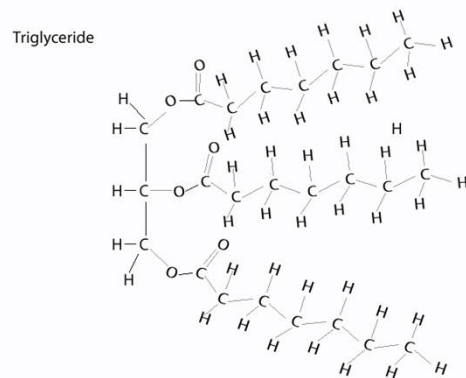
9- Antioksidan maddelerin ilavesi, yağları uzun süre saklayabilmek için α -tokoferol,lesitin gibi kendileri de Lipid olan maddeler kullanılabilir. Bu maddeler kolayca oksitlenebilmektedirler. Ancak bu oksidantların kullanılmasına yasalar tarafından izin verilmemektedir.



167

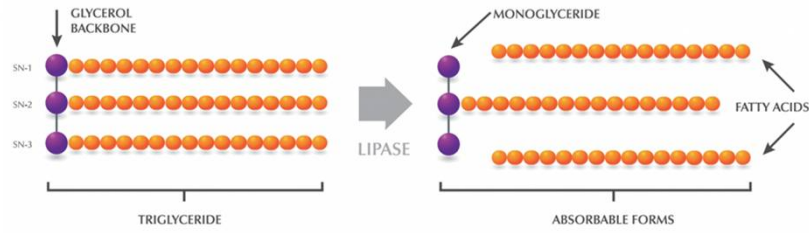
LİPOLİZ

Lipoliz: Süt yağının enzimatik olarak hidrolizasyonudur.



168

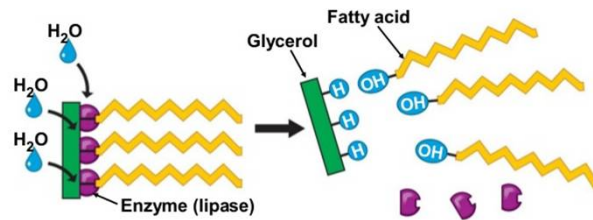
Trigliseridlerin hidrolizasyonu sonucu serbest hale geçen küçük moleküllü yağ asitlerinin miktarına bağımlı olarak süt lipidlerinde acılaşma meydana gelmektedir. Bu olay Lipaz enzimlerinin aktiviteleri sonucu oluşmaktadır.



169

Süt yağının hidrolizasyonuna neden olan Lipaz enzimlerinin optimum sıcaklıkları 37°C ve optimum pH'sı 8,5 dir. Bir saniyede bir enzim molekülü ile 3000 yağ asidi molekülü üretilebilmektedir. Lipaz enziminin -28,9°C'den 146°C'ye kadar aktivitesini koruduğu, reaktif hale geldiği söylenebilmektedir.

Fat digestion

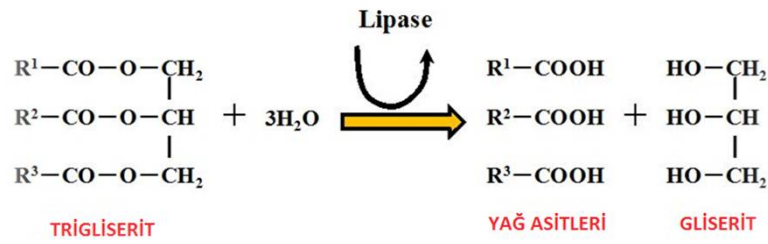


Süt ve ürünlerindeki lipaz iki kaynaktan ileri gelmektedir. Birincisi süt soğutulduğunda içinde mevcut olan doğal lipaz. İkincisi ise, bakteriyel orijinli lipaz (mikrobiyal lipaz)'dır.

170

Lipoliz çeşitleri:

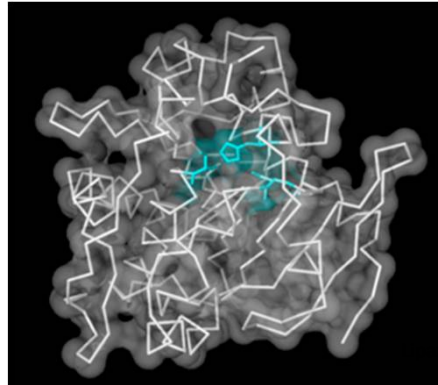
1. Kendiliğinden oluşan Lipoliz (membran lipazı ile ilişkilidir)
2. Teşvik edilen Lipoliz (plazma lipaz ile ilişkilidir)



171

Kendiliğinden oluşan Lipoliz:

Membran lipazı kendiliğinden oluşan lipolizle ilişkilidir. Sütte emülsiyon halde bulunan yağ globüllerinin etrafı fosfolipid-protein gliserid özelliğinde bir tabaka ile çevrilidir. Bu aşamada yağ globülleri ile ilişkili halde bulunmadığı için lipaz inaktiftir. Ama ne zamanki süt bir soğutma veya ısıtma işlemine tabi tutulursa kendiliğinden oluşan lipoliz ortaya çıkar. Soğutma ile yağ globülleri membran lipazını absorbe eder ve enzim-yag ilişkisi sonucunda Hidrolizasyon başlar. Sütün soğutulması sırasında karıştırıcının çalıştırılması olayı hızlandırır.

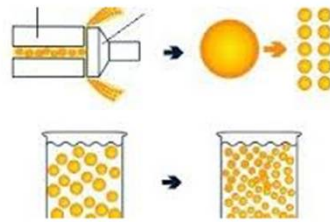


enzimi

172

Teşvik edilen lipoliz:

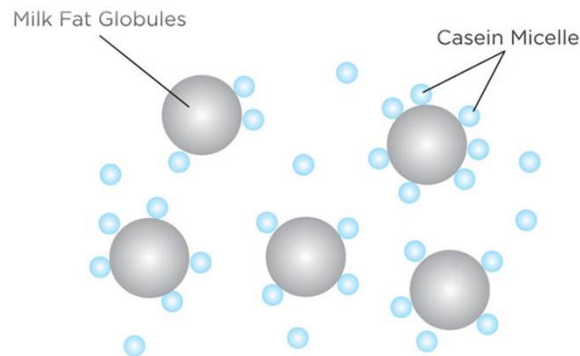
Teşvik edilen lipolizde rol oynayan, plazma lipazıdır. Plazma içerisinde çözünabilir kazeinle ilişkili plazma lipazı aşırı çalkalanma, homojenizasyon vb aktivasyon etmenlerinin uygulanması ile aktifleşir. Yağ globüllerinin koruyucu unsuru olan globül zarı, çalkalanma yada diğer mekanik işlemlerle parçalanır. Bu nedenle de enzim trigliseridlerle ilişkili duruma gelerek hidrolizasyon olayını gerçekleştirir.



173

Homojenizasyonun lipoliz üzerine diğer etkileri ise;

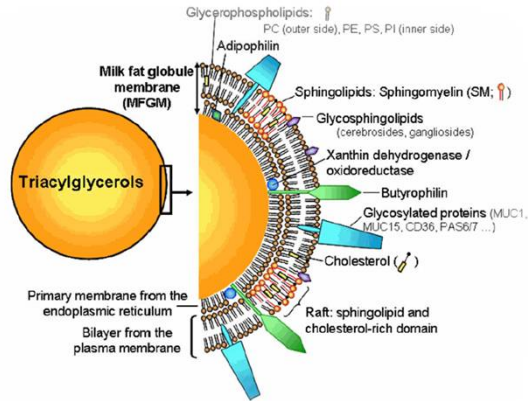
- Homojenizasyon sonucunda yağ globüllerinin kazein ile kaplanması
- Homojenizasyon ile yağ globül yüzey alanında genişleme meydana geldiğinden enzim etkisi artmaktadır.



174

YAĞ GLOBÜL MEMBRAN MATERYALİ

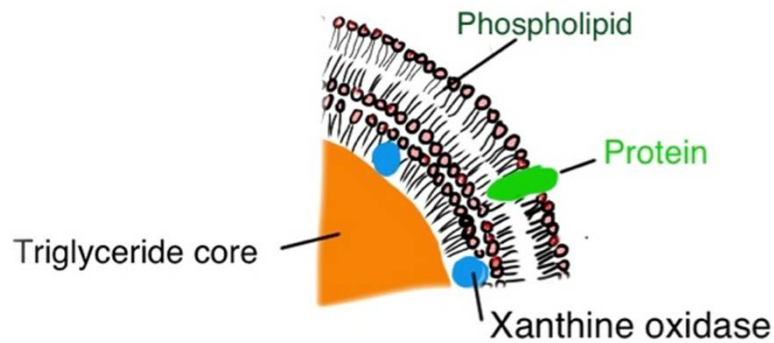
Yağ globülleri membran adı verilen koruyucu bir tabaka ile çevrelenmiştir. Bu yağ globül membran materyali iki farklı tabakadan oluşmaktadır.



175

Membranın, yağ fazına komşu olan katmanında –

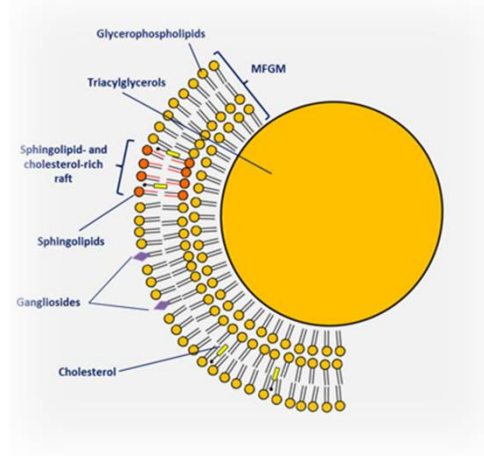
CH_3 , $-\text{CH}_2$, $-\text{CH}=\text{}$ gibi yağ sever (lipofil) kümelerin bulunduğu yani Lipid-protein kompleksinden oluşan bir iç tabaka bulunmaktadır. Bu iç tabakadaki hidrokarbon kesimi yağa doğru yönelmektedir.



Bu iki katman Mg^{+2} ve S-S köprüleri ile birbirlerine bağlıdır.¹⁷⁶

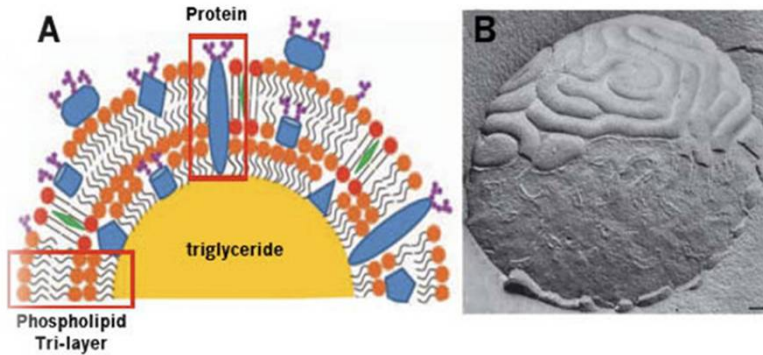
Membranın dış tabakasını ise,

Bu lipoprotein birimleri küresel şekilde organik moleküllerdir. Bunlar yapılarında $-NH_2$ ve $-COOH$ kümelerini bulundurdıklarından kuvvetle su molekülü ile sarılırlar. Yani suya doğru yönelerek hidrofil özellik göstermektedirler.



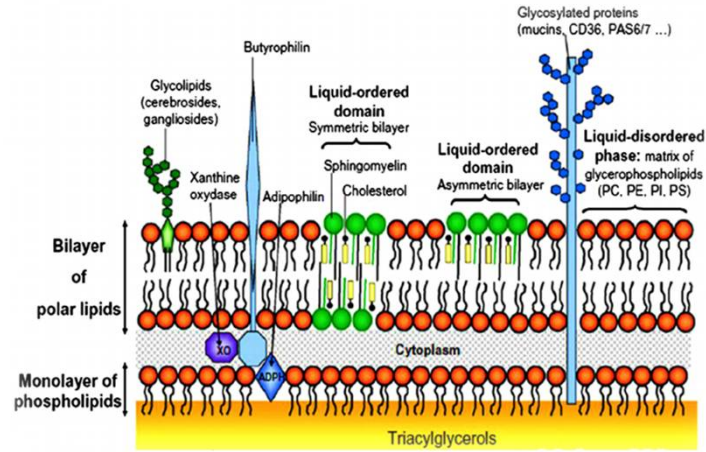
177

Burada karboksil kümeleri iyonlaşmış olduklarından globül elektriksel olarak yüklenir ve globüllerin birleşmesi önlenir. Bundan başka karboksil kümeleri suyla sarılmış olduklarından globüller kendilerine kuvvetle bağlanmış su katmanı ile korunmaktadırlar. Yani bazı doymamış yağ asitlerini içeren fosfolipidler, kendiliğinden iki tabakalı Lipid meydana getirmektedirler.



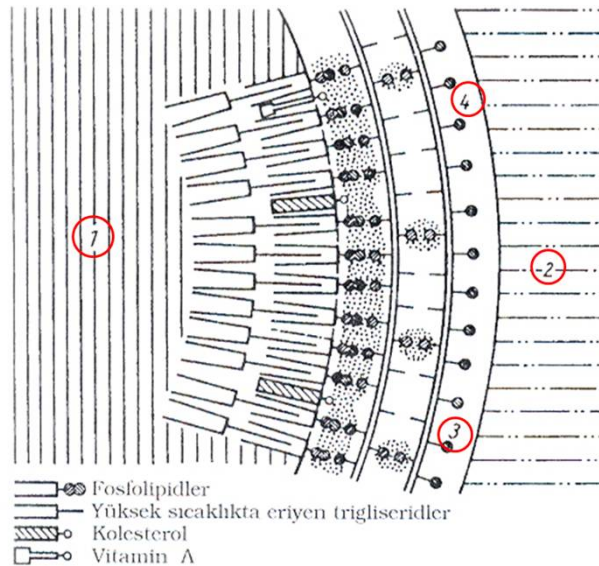
178

Membran materyalinde iç tabaka yaklaşık 90°A kalınlığında olup, Dış tabakayı oluşturan lipoprotein birimleri ise 90-100°A çapındadır.



(10 Angstrom = 1 milimikron(mμ) = 1mikron (μ) = 1000 mμ)

179



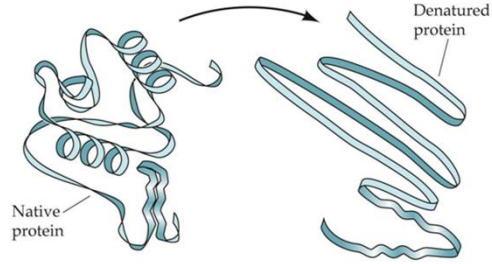
- (1) Triglisridler
- (2) Süt serumu
- (3) Proteinler
- (4) Bağlı su

Fosfolipidler
 Yüksek sıcaklıkta eriyen triglisridler
 Kolesterol
 Vitamin A

180

Denaturasyon:

Yuvarlak bir proteinin yayılmış bir biçim alması ve çoğu kez çözünmez duruma geçmesi olayına yani yapıların bozulmasına (denaturasyon) denir.

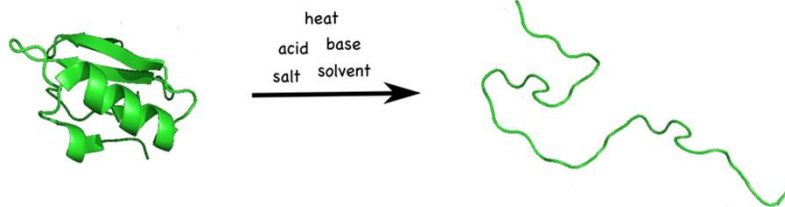


181

Alkol, aseton ve üre gibi suda çözünen elektrolit olmayan özdekler proteini çöktürürler, *ama genel* olarak onların yapısını bozarlar (denature ederler).

Isıtma işlemi de aynı etkiye sahiptir ve denature olan bir protein az çözünebilir özellik göstermektedir.

Isıl işlem etkisi ile denature olan proteinler daha sonra koagule (pıhtılaşma) olurlar. Yani çözünürlüklerini kaybederler.

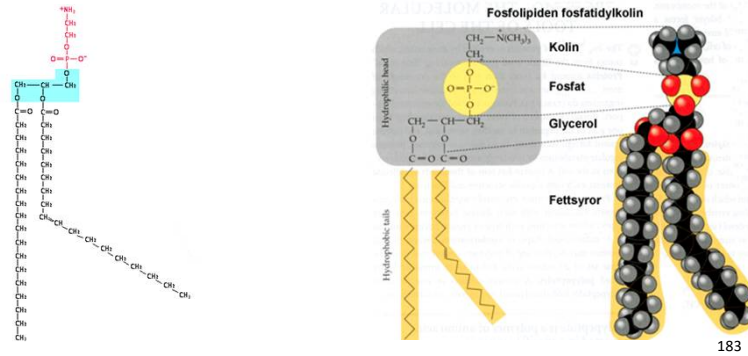
DENATURE PROTEİN

182

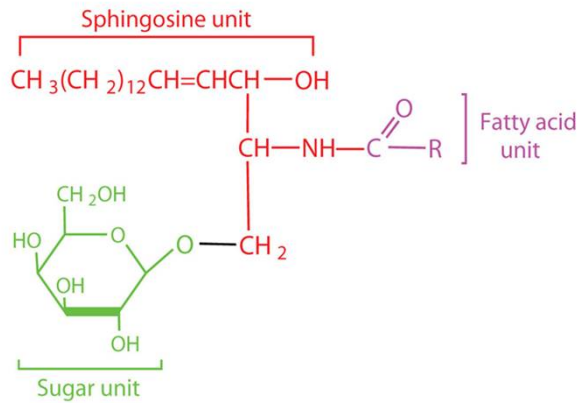
Yağ globül membran materyalinde bulunan bileşenleri şu şekilde özetleyebiliriz:

Proteinler: Membran proteinleri oldukça spesifikler. En az 10 farklı protein vardır. Genellikle membran glikoproteinleri yüksek hidrofilik nitelikleri yanında kuvvetli hidrofobik niteliğe de sahiptirler.

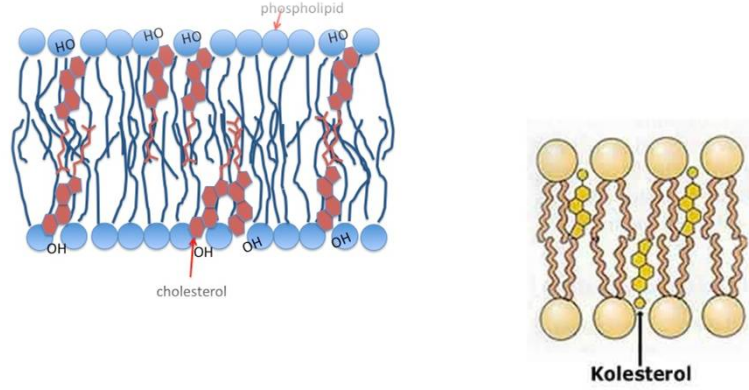
Fosfolipidler: Fosfolipidlerin %65'i yağ globülleri membranında lokalize olmuştur. Kalan kısmı ise yağsız sütte bulunmaktadır. Fosfolipidler yağ globülleri membran için koruyucu bir fonksiyona sahiptir. Kolay dispers olduklarından su ve yağda çözünmektedirler.



Serebrozitler: Glikoproteinler grubundadırlar ve heksoz içermektedirler. Sfingomiyelin-serebrozitler sfingolipidler olarak isimlendirilirler. Membrandaki sfingolipidler ortalama olarak plazma içerisindekinden daha fazla uzun zincirli yağ asidi rezidisi içerirler.



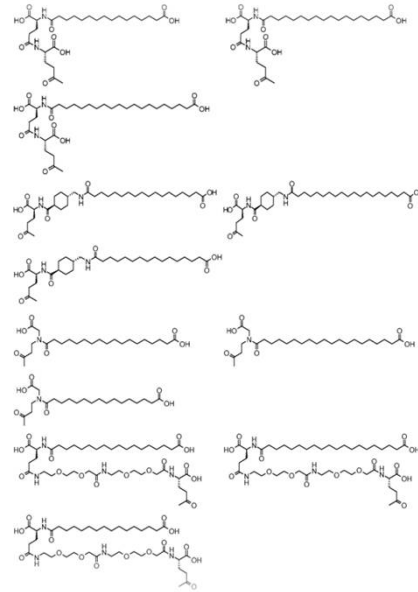
Steroller: Sterollerin yağ globüllerinin çekirdeğinde eriyebildiği görülmüştür. Sütte %15 civarında kolesterol bulunmaktadır. Kolesterol esterleri membranda mevcuttur.



185

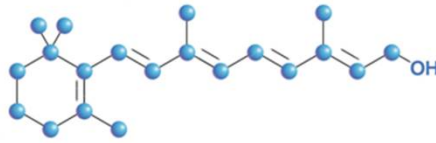
Nötral Gliseridler:

Membrandaki digliseridlerin oranı değişkendir. Nötral gliseridler membran preperasyonunun %5-14'ünü teşkil etmektedir.



186

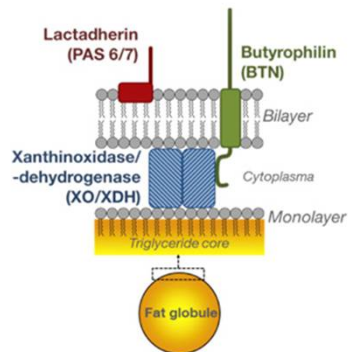
Karotenler ve vitamin A: Toplam karotenoidlerin %5'i membranda bulunmaktadır. Süt yağındaki karotenoid içeriği ve yağ globüllerinin spesifik yüzey alanı arasındaki oran hemen hemen değişmemekte ve devamlı sabit kalmaktadır.



Vitamin A

187

Enzimler: Membranda en az 10 farklı enzim bulunmaktadır. Bunların çoğunluğunu alkali fosfotaz ve ksantin oksidaz oluşturmaktadır. Ksantin oksidaz enzimi süte uygulanan soğutma ve çalkalama gibi işlemlerden çok fazla etkilenmektedir.



Alkaline Phosphatase (AP)

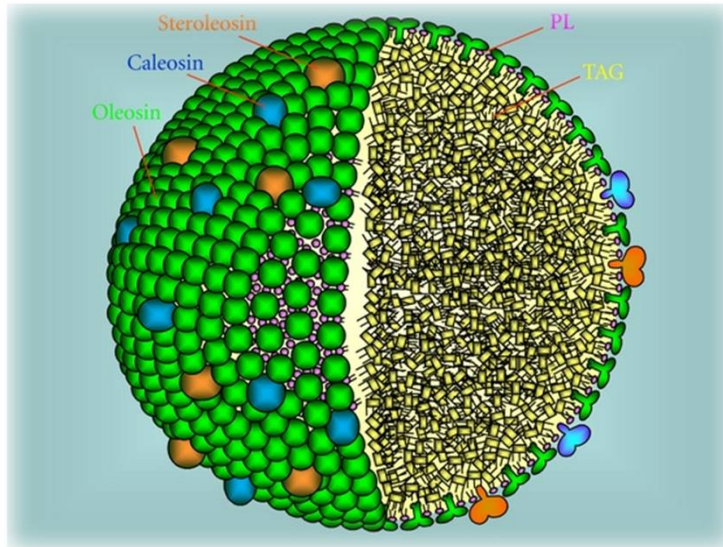


188

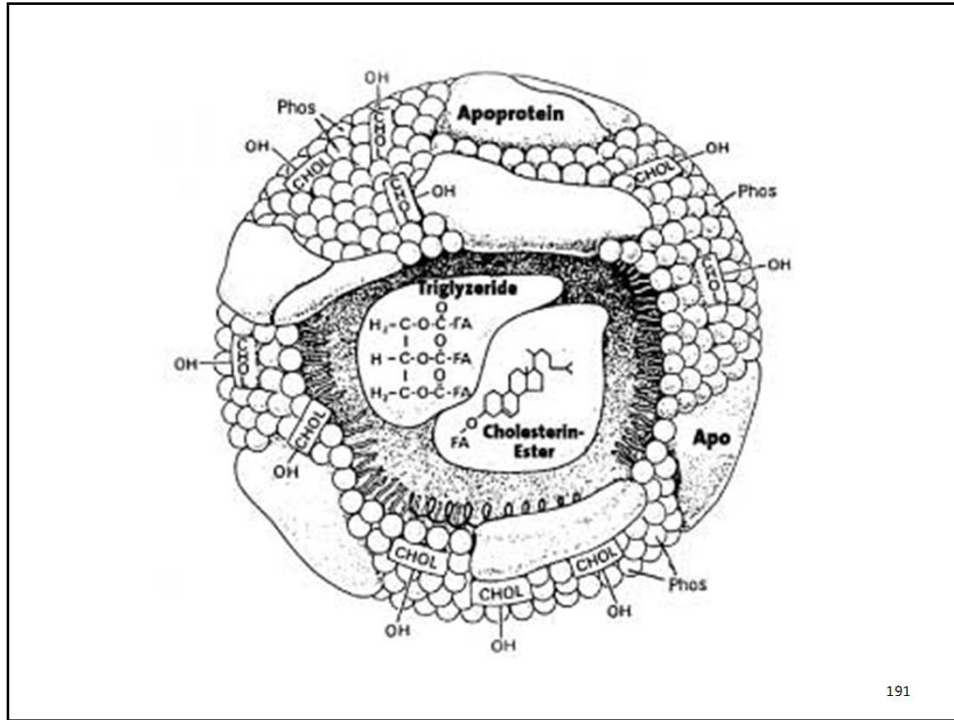
İz elementler: İz elementler ve diğer metaller membranda bulunmaktadır. Yapılan çalışmalarda doğal Cu'nun %5-25'inin, Fe'nin %28-59'unun membranda bulunduğu tespit edilmiştir. Ayrıca Mo, Zn^{+2} , Ca^{+2} , Mg^{+2} , Na ve K gibi elementler de membranda bulunmaktadır.



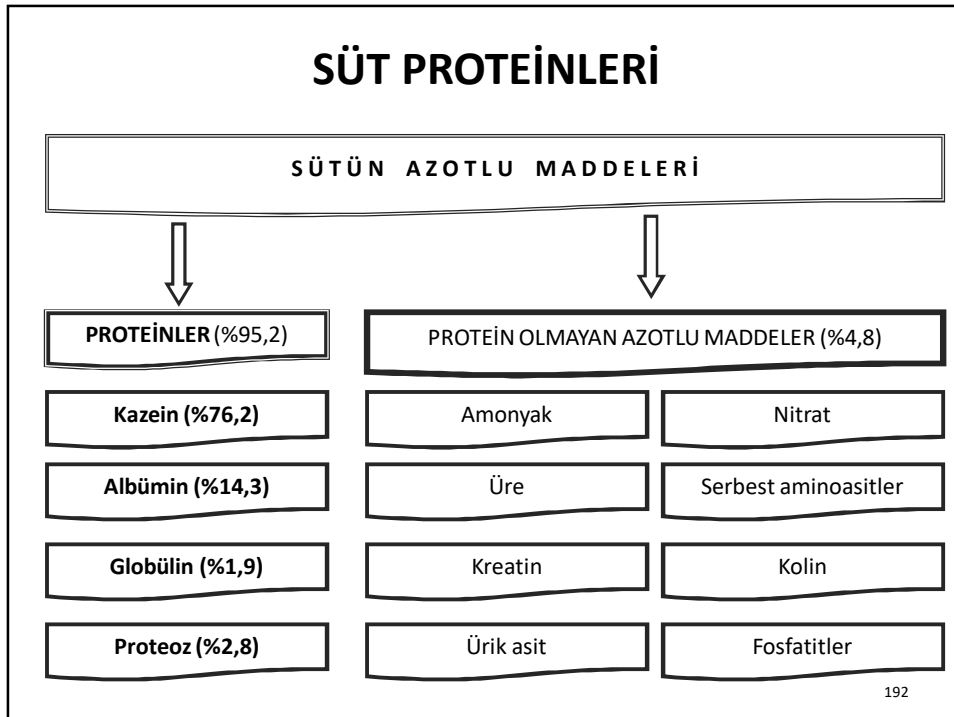
189



190



191



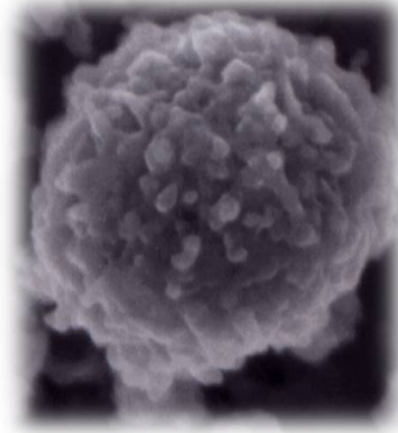
192

SÜTTE BULUNAN PROTEİNLER			
PROTEİN	Yağsız sütte yaklaşık olarak (%)	Yağsız süt proteininde yaklaşık olarak (%)	Normal süt proteininde yaklaşık olarak (%)
KAZEİNLER	2,6		80
α_s - Kazein		50	
K- Kazein		12	
β -Kazein		30	
SERUM PROTEİNLERİ	0,6		19
İnek serum albumi		1	
β -Laktoglobulin		10	
α -Laktalbumin		4	
İmmüoglobulinler		3	
YAĞ GLOBÜL MEMBRAN MATERYALİ			5

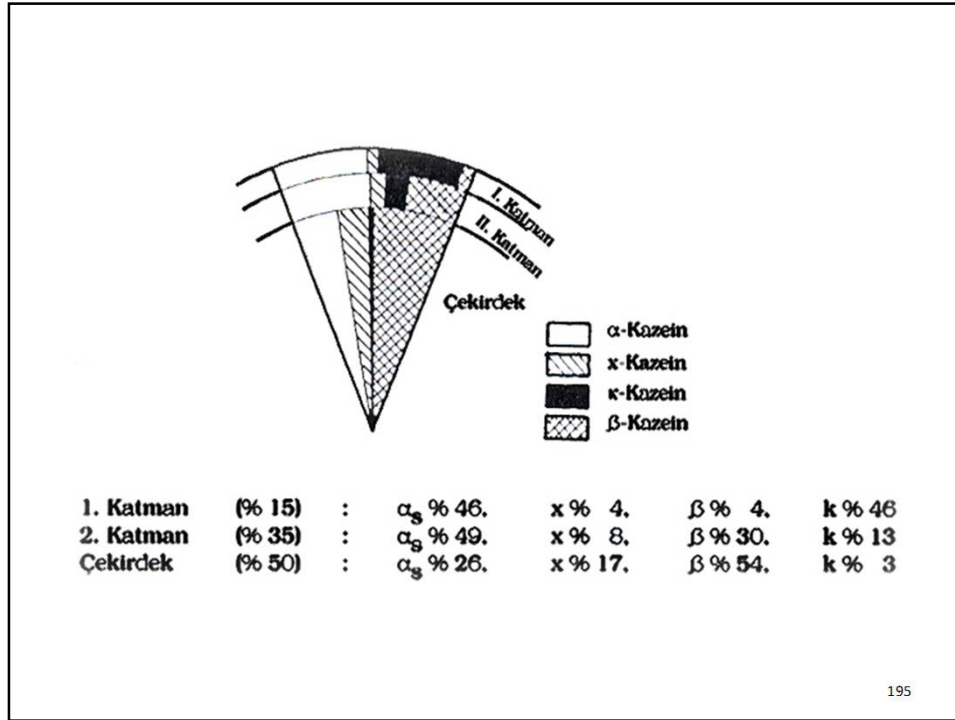
193

KAZEİN

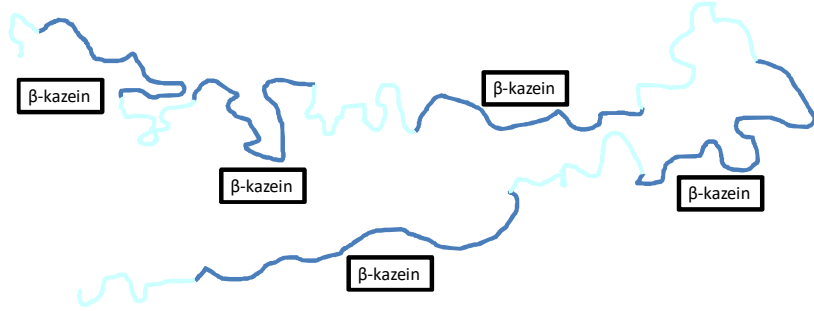
Kazeinin alt grupları olan α_s -, κ - ve β -kazein heterojen bir yapıya sahiptirler ve 2-8 genetik varyant içerirler. Moleküller içinde ve arasında köprüler oluşturmak için fosforik asit (H_3PO_4), kalsiyum, magnezyum ve bazı kompleks tuzlarla bağlanmaktadır.



194

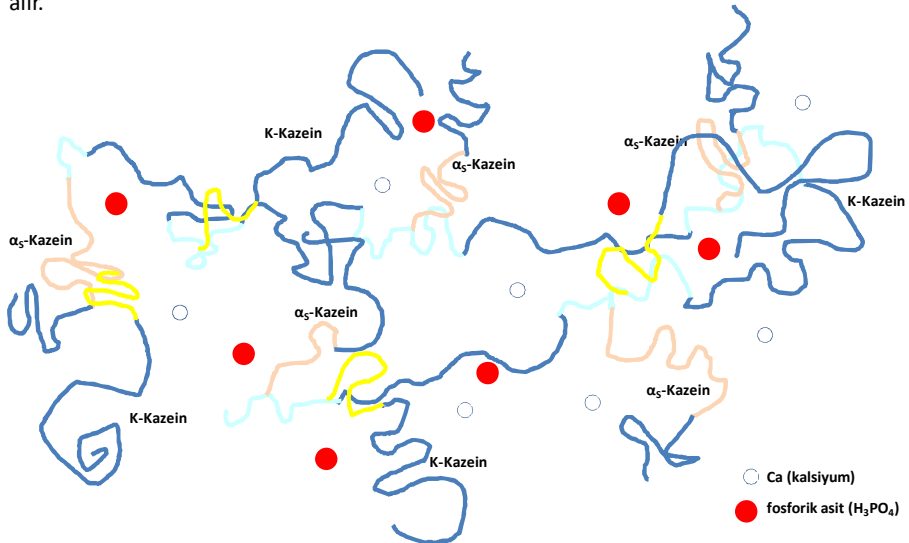


20°C'nin üzerinde β -kazein'in hidrofobik uçları birbiri ile birleşerek kazein miselinin iskeleti olanı, aşağıdaki şekilde görüldüğü gibi uzun zincirler oluştururlar.



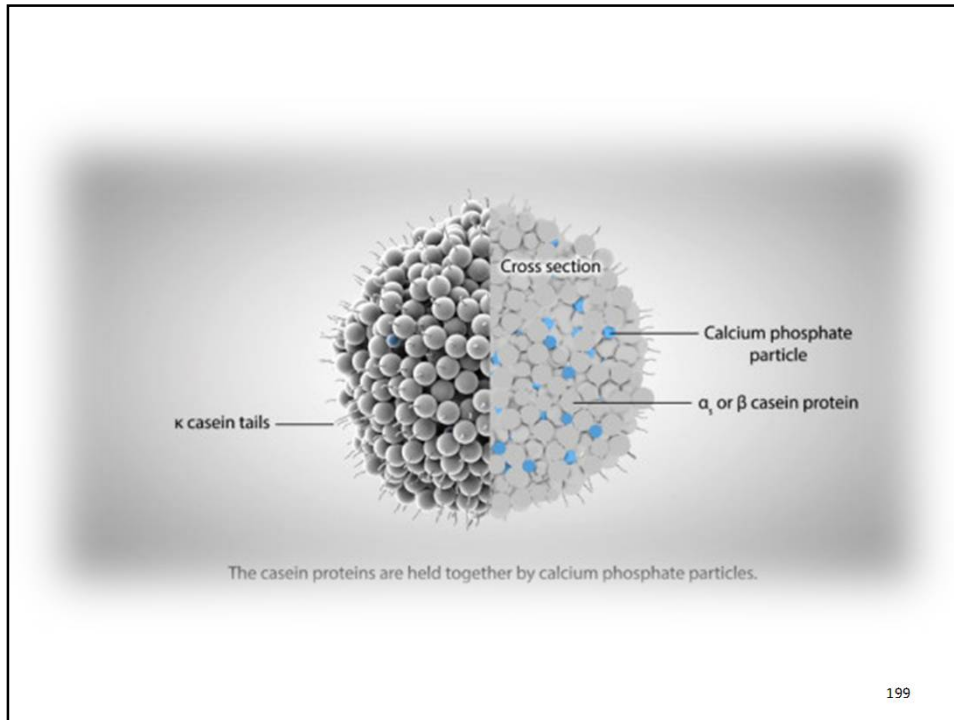
197

Bu zincirin hidrofobik kısımları α_s -kazein'inin hidrofobik kısımlarını kendine çekerek birleşir, dolayısıyla zincir katlanarak aşağıdaki şekilde görüldüğü gibi globül (**küre**) şeklini alır.

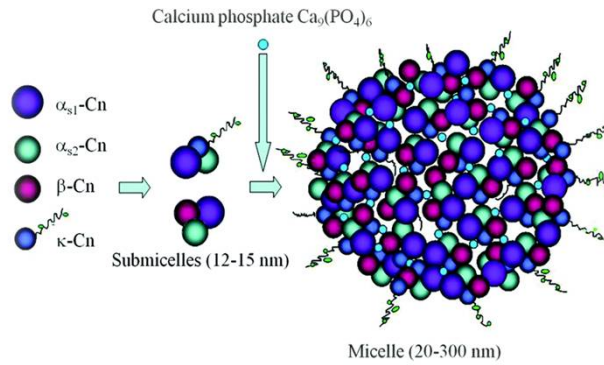


Bu zincir globüler şeklinde katlanarak ilk misel yapısı oluşur.

198



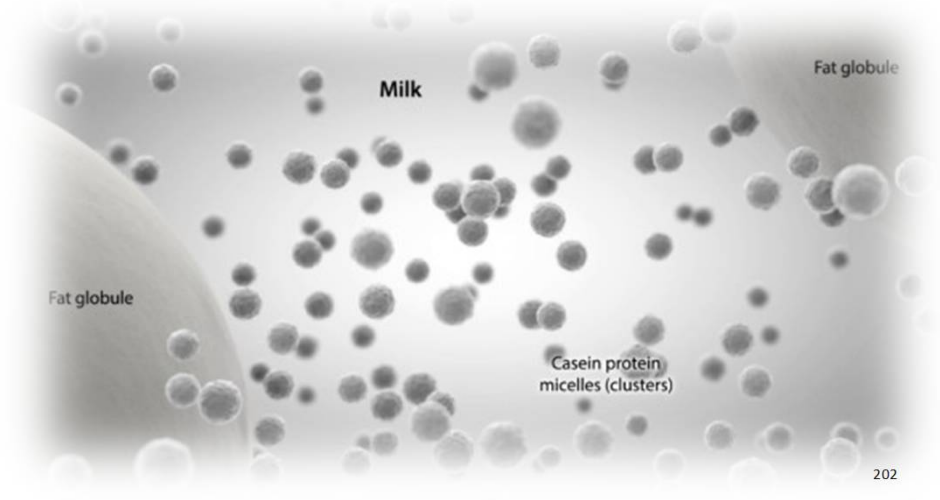
Daha sonra K-kazein bu misele hidrofobik uçları ile bağlanarak hidrofilik kısmını dışarıya, sütün suyuna doğru verir. Böylece miselin dış kısmı suyu seven diğer bir değişle hidrofilik niteliğe sahip olduğundan suya doğru yönelir.



Primer miseller, kalsiyum tuzları ve esterleşmiş fosforik asit yardımı ile daha büyük miseller oluştururlar. Kalsiyum molekülleri α - ve β -kazein moleküllerinin fosforik ester kısımlarıyla tuz köprüleri aracılığı ile birleşirler.

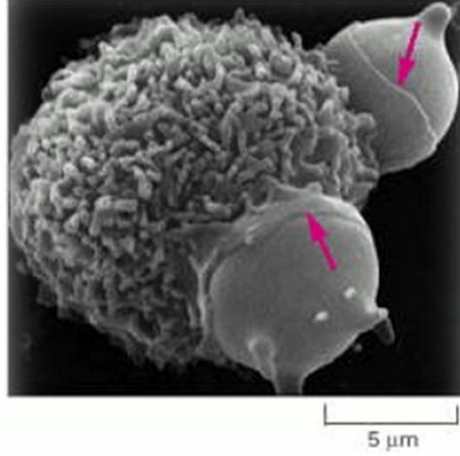
201

α_s -kazein ve β -kazeinin kalsiyum tuzları çoğunlukla suda çözünmesine karşın, κ -kazeinin kalsiyum tuzları kolaylıkla çözünmemektedir. κ -kazeinin misel yüzeyinde yoğun bir şekilde bulunmasından dolayı misellerde kalsiyum- κ -kazeinat çözünürlüğü diğer iki tuzun (α s ve β) çözünmezliğine göre dominant olacak ve dolayısıyla tüm misel kolloid olarak çözünür olacaktır.



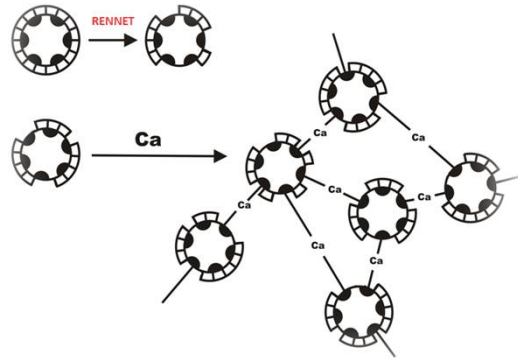
202

Misellerin yüzeylerindeki hidrofilik kısımlar parçalandığında (örneğin rennet ile) miseller çözünürlüklerini kaybederek agregatlaşmaya başlayacak ve sonunda kazein pıhtısı oluşacaktır.

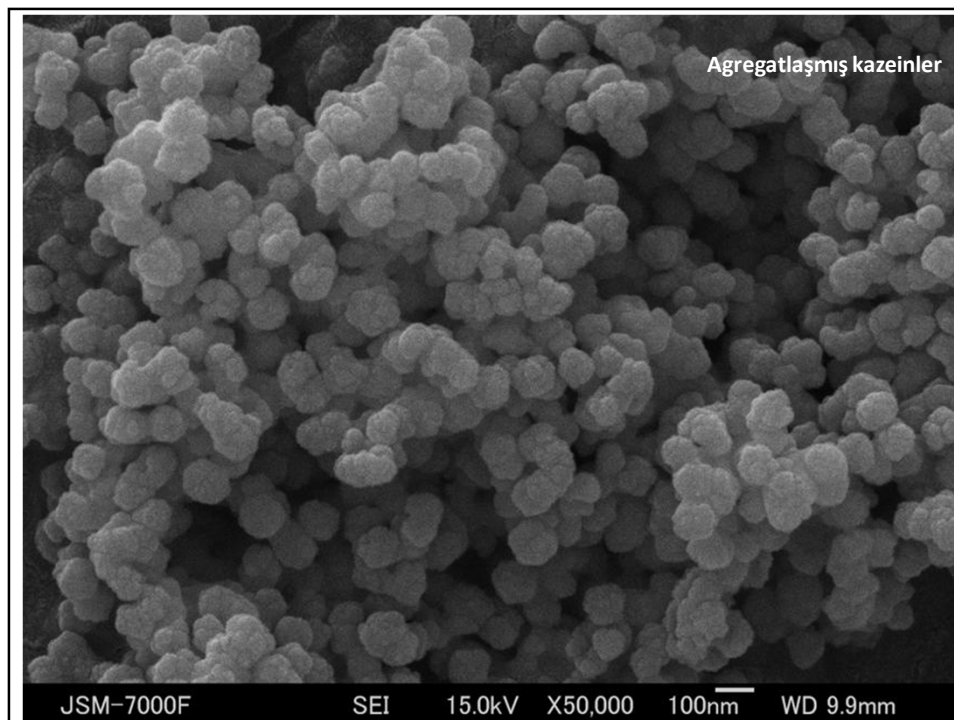
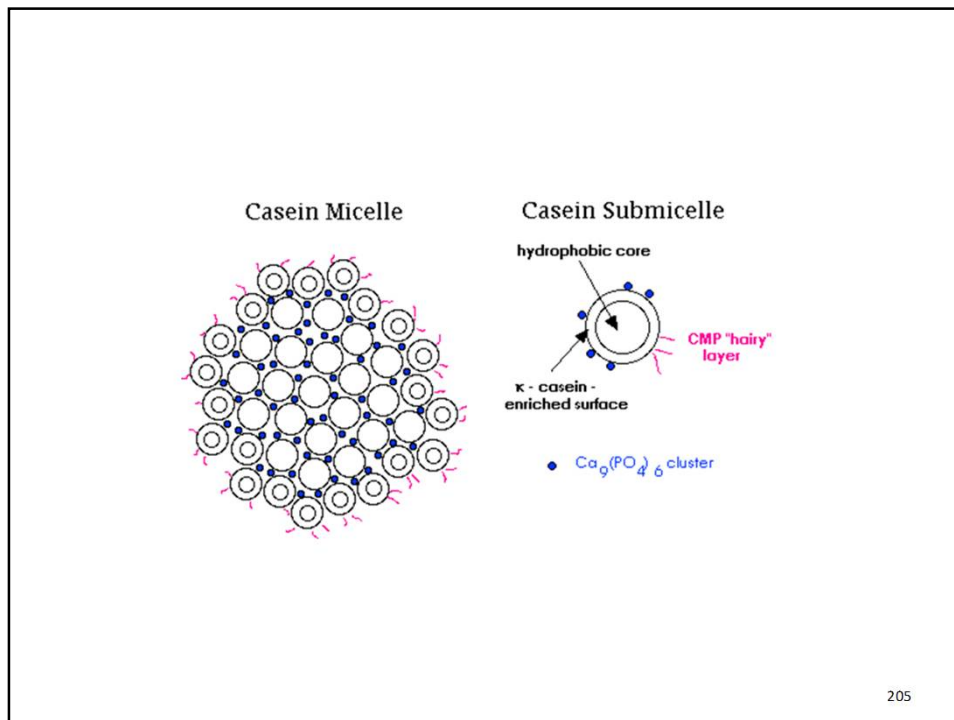


203

Koloidal durumda dengede olan bir miselde birbirini çeken kısımla iten kısım arasında bir denge mevcuttur. K-kazeinin hidrofilik kısımları tarafından tutulan su molekülleri, bu dengenin önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. Şayet hidrofilik kısımlar uzaklaştırılırsa su, yapıdan (miselden) ayrılır ve birbirine anfinite (ilgi) gösteren kısımlar serbest kalır. Bunun sonucunda tuz (kalsiyum) ve hidrofobik bağlar gibi yeni bağlar oluşur. Bu tip bağlar suyun ayrılmasını daha da kolaylaştırarak kazeinin pıhtı şeklinde çökmesine neden olacaktır.



204



Kazeinin Çöktürülmesi (pıhtılaştırma)

Kazeinin karakteristik özelliklerinden birisi pıhtılaşabilir olmasıdır. Misel halindeki kazeinin çöktürülmesi iki yolla gerçekleştirilmektedir.

- 1- Asit ve
- 2- Enzimlerle

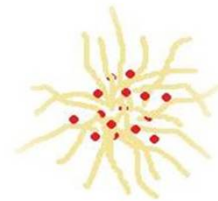
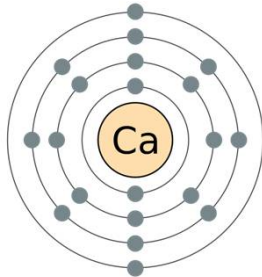


207

Asit ile pıhtılaştırma:

Süte asit ilave edildiğinde veya sütte asit üreten bakterilerin gelişimine izin verildiğinde (örn. Yoğurt) pH düşmekte ve kazein misel yapısında iki değişiklik meydana gelmektedir.

Birincisi, sütte bulunan koloidal kalsiyum hidroksifosfat çözünmekte ve iyonize formda kalsiyum oluşmaktadır. İyonize kalsiyum misel strüktürüne nüfuz ederek misel içinde kuvvetli kalsiyum bağlarının oluşmasına neden olmaktadır.



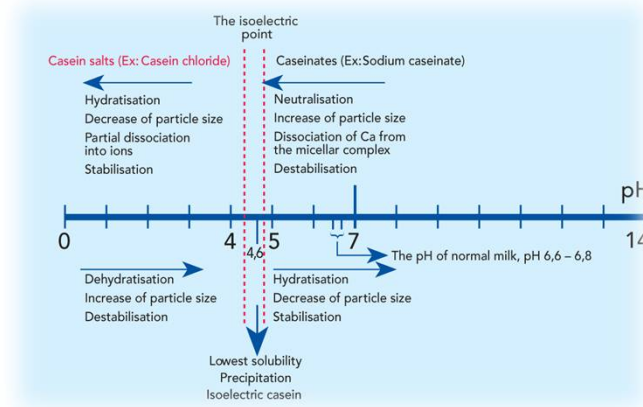
KAZEİN MİSELİ

- Lines = Casein
- KIRMIZI = Calcium

İyonize, iyon durumuna geçmiş yani bir veya daha çok elektron kazanmış veya yitirmiş atomdur.

208

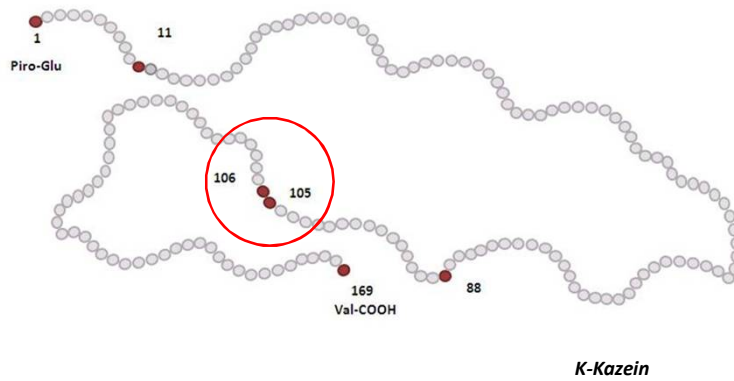
İkincisi, solüsyonun (sütün) pH'sı mevcut kazein çeşitlerinin izoelektrik noktasına yaklaşmakta veya geçmektedir. Kazein componentlerinin izoelektrik noktaları, solüsyonda (sütte) bulunan diğer tür iyonlara bağlıdır. Teorik olarak belirli şartlar altında bu nokta 5,1-5,3 pH arasında başlamaktadır. Pratikte kazeinin sütte 4,6-4,7 pH'da pıhtılaşması tamamlanmaktadır.



209

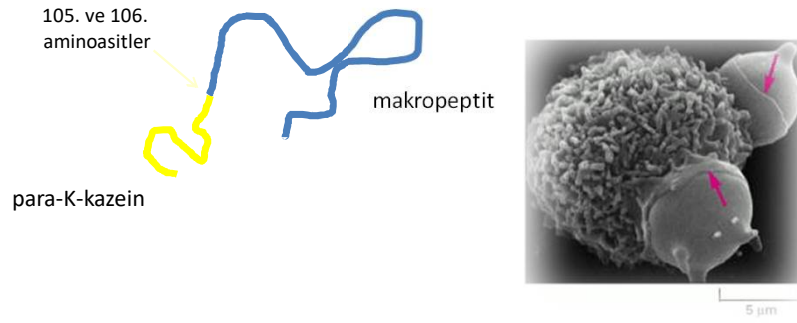
Enzimlerle pıhtılaştırma

K-kazein molekülünü oluşturan aminoasit zinciri, 169 aminoasit içermektedir. Enzimatik açıdan bu proteinin 105-106 (fenilalenin-methionin) aminoasitleri arasındaki bağ zayıf olduğundan Proteolitik enzimlerin (örneğin rennin) çoğu sözü edilen bağa etki ederek Zincirin kırılmasına neden olmaktadır.

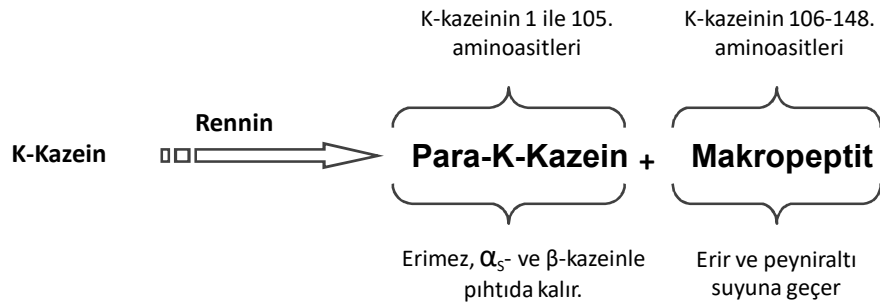


210

Parçalanma sonucu oluşan birinci kısma makropeptit (kazeinomakropeptit) denmekte ve K-kazeinin bütün karbonhidratını içeren 106-148 aminoasitlerini kapsamaktadır. K-kazeinin bu kısmı peynir yapımında peyniraltı suyuna geçmektedir. Çözünmez formda, 1 ile 105 aminoasitlerini içeren K-kazeinin diğer kısmına para-K-kazein denmekte ve α_s , β -kazeinle birlikte peynir pıhtısında kalmaktadır.

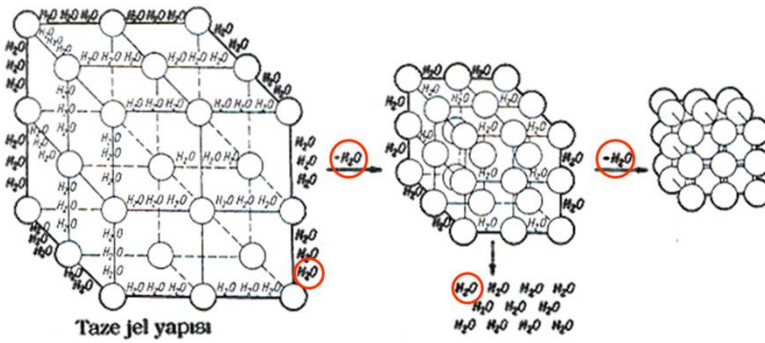


211



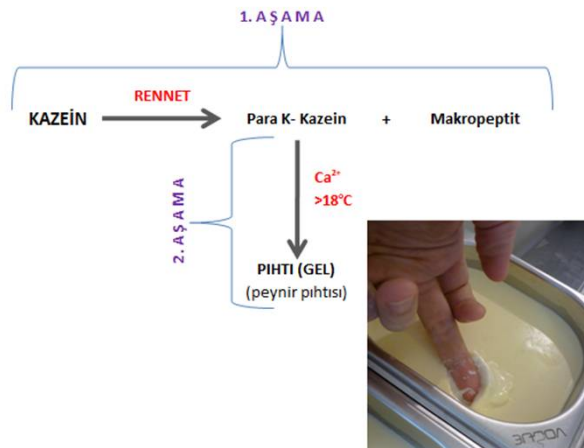
212

Pıhtının oluşumu hidrofilik makropeptidin aniden ayrılmasına bağlıdır. Bunun sonucunda ara moleküler kuvvetler arasında dengesizlik meydana gelmektedir. Hidrofobik kısımlar arasındaki bağlar ile kalsiyum bağları artmakta ve misellerdeki su molekülleri ayrılmaya başlamaktadır. Bu prosese genellikle pıhtılaşma ve sineresiz fazı denilmektedir.



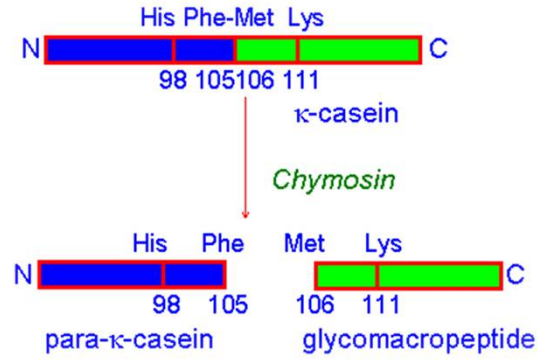
213

KAZEİNİN RENNET ENZİMİ (peynir mayası) İLE PIHTILAŞTIRILMASI



214

Rennetle K-kazeinin 105-106 bağının parçalanmasına 1. faz,
Pıhtılaşma ve sineresiz (su salma) fazına 2. faz,
Peynirin olgunlaşması sırasında rennet enziminin kazein komponentlerine etki etmesine
de 3. faz denmektedir.



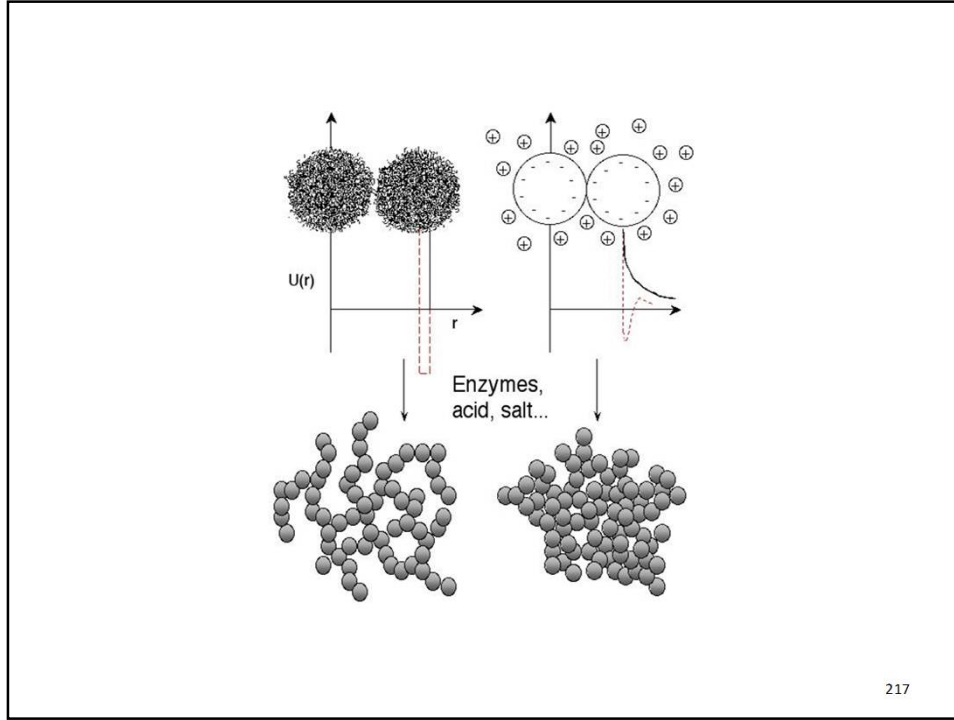
215

Bu üç fazın hızı, pH ve sıcaklığa bağlıdır. Bu iki faktörün dışında 2. faza yani pıhtının oluşmasına kalsiyum iyon konsantrasyonu ile misel yüzeyinde denature serum proteinlerinin bulunup bulunmaması da etki etmektedir.

pH

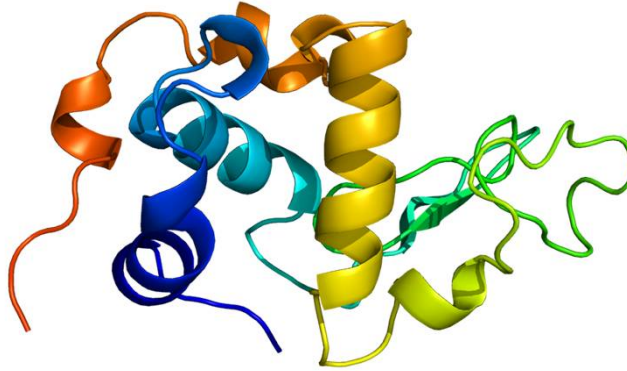


216

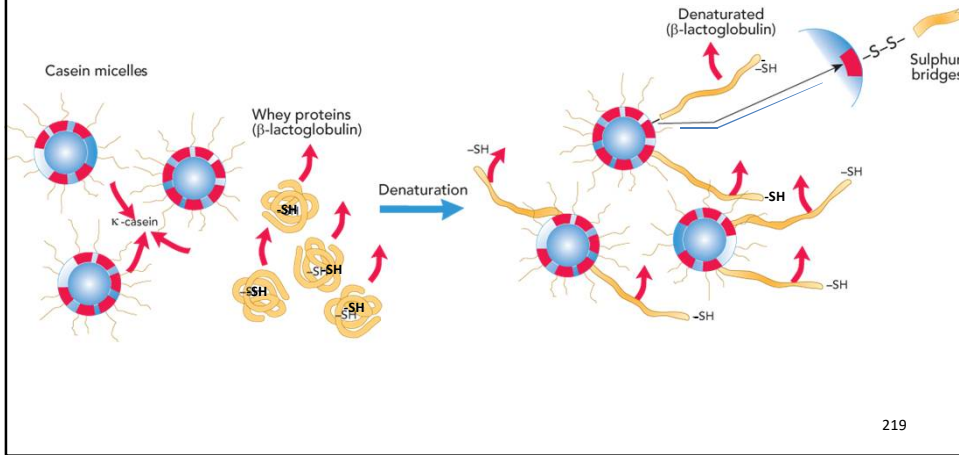


SÜT SERUM PROTEİNLERİ

Çöktürme yöntemi ile örneğin asit ilavesi ile yağsız süttten kazein uzaklaştırılırsa solüsyonda kalan proteinlere serum proteinleri denir. Serum proteinleri ısı ile denature edilmedikleri sürece izoelektrik noktalarında pıhtılaşmazlar.



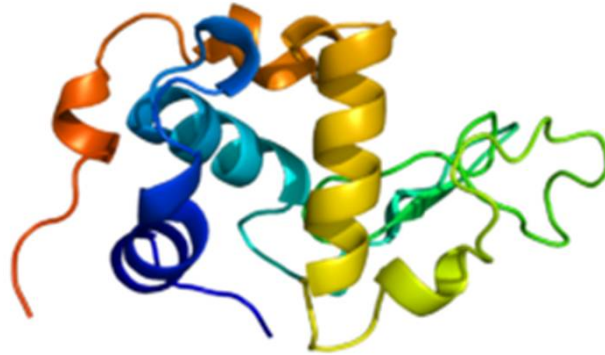
Süt ısıtılma tabi tutulduğunda denature serum proteinleri kazeinlerle kompleks oluşturmakta ve böylece kazeinin rennin ile pıhtılaşma ve kalsiyumu bağlama mekanizması azalmaktadır. Bundan dolayı yüksek derecede ısıtılma görmüş sütte elde edilen peynir pıhtısı serumu zor bırakmaktadır. Çünkü bu pıhtıda kazein molekülleri arasında ve içinde kazein köprüleri sayısı azalmaktadır.



219

α-laktalbumin:

Tipik bir süt proteini olan α-laktalbumin, bütün memelilerin sütlerinde bulunmakta ve laktozun sentezlenmesi sırasında memede önemli rol oynamaktadır. Bir polipeptit zinciri 123 aminoasit içerir. Lisin, lösin, sistin ve aspartik asit açısından zengindir.



220

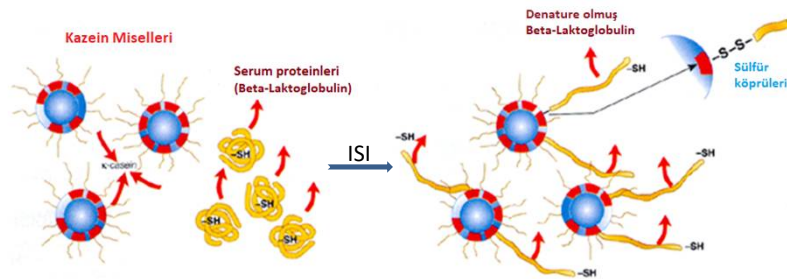
β-laktoglobülin:

İnek sütünün esas serum proteindir. Toplam laktoalbuminlerin yarısından fazlasını (%50-60) oluşturur. Bir polipeptit zinciri 162 aminoasit içerir. Özellikle lösin ve lizin esansiyel aminoasitlerince zengindir.



221

Süt 60°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda ısıtıldığı zaman bir seri reaksiyon başlamaktadır. β-laktoglobülinin sülfür-aminoasitleri reaktifleşmekte, β-laktoglobülin molekülleri, β-laktoglobülin ile K-kazein, β-laktoglobülin ile α-laktalbumin arasında sülfür köprüleri oluşmaya başlamaktadır. Çok yüksek sıcaklıklarda ise sülfür içeren bazı bileşikler örneğin, Hidrojen sülfür (H₂S) açığa çıkmakta ve sütün pişmiş tat ve koku almasına neden olmaktadır.



222

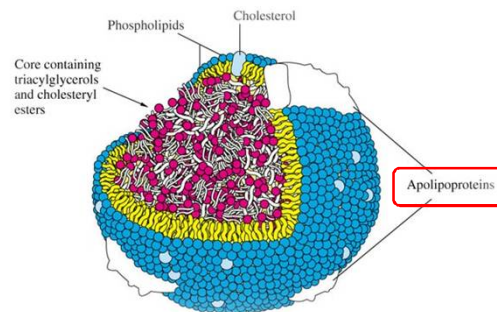
İmmunoglobulinler ve minör proteinler:

Isıya en hassas olan serum proteinleridir. Sütün bağışıklık sistemini oluştururlar. Bunlar antibakteriyel etkiye sahiptirler. Ağız sütü denen Kolostrum sütünde miktarları biraz daha fazladır.

223

MEMBRAN PROTEİNLERİ

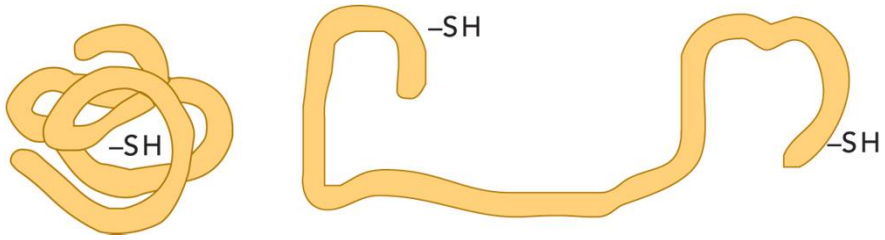
Membran proteinlerinin bazıları lipit kalıntısı içerdiğinden bunlara lipoproteinler denilmektedir. Bu proteinlerin lipidleri ve hidrofobik aminoasitleri yağ yüzeyine doğru yönelirken az hidrofobik (hidrofilik) kısımları suya doğru yönelmişlerdir. Özellikle fosfolipidler ve lipolitik enzimler, membranın içine absorbe olurlar.



224

DENATURE PROTEİNLER

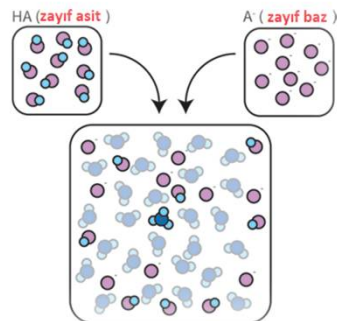
Belirli bir noktanın üzerinde uygulanan ısı işlem proteinlerin yapılarının değişmesine neden olmaktadır. Buna denaturasyon denmektedir. Aynı olay proteinler baz, asit, radyasyon veya şiddetli karıştırmaya tabi tutulduğunda da gerçekleşmektedir.



225

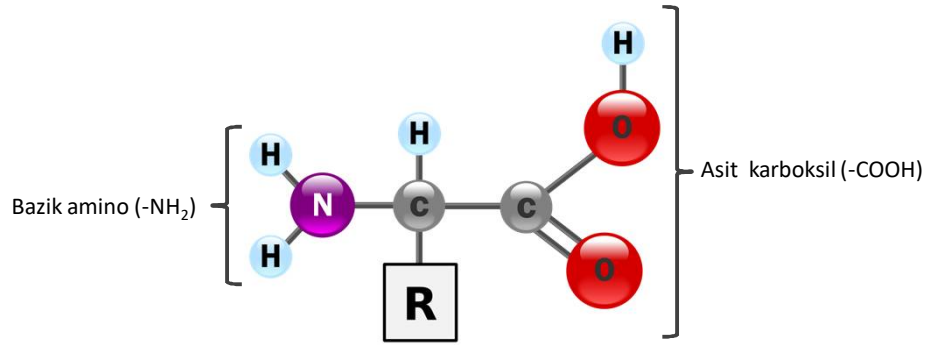
SÜTÜN TAMPON ÖZELLİĞİ

Sütün içerisinde süt asidi, sitrik asit, fosforik asit ve bunların tuzları olan laktat, sitrat ve fosfat gibi zayıf asit veya baz özelliği gösteren birçok madde bulunmaktadır. Kimyada böyle bir sisteme buffer (tampon) solüsyon denilmektedir.



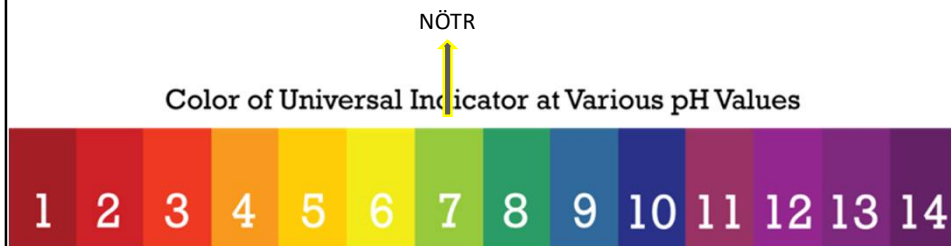
226

Süte belirli sınırlar içerisinde asit veya baz ilave edildiğinde pH değeri sabit kalmaktadır. Bu etki proteinlerin karakteristik özellikleri ile açıklanabilmektedir. Proteindeki her aminoasit, bazik bir amino ($-\text{NH}_2$) ve asit bir karboksil ($-\text{COOH}$) grubu içermektedir.



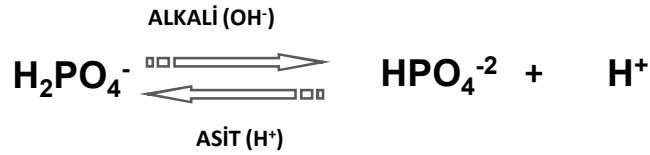
227

Süt asitlendirildiğinde içerisinde çok sayıda hidrojen iyonları (H^+) ilave edilmiş olur. Bu iyonların hemen hepsi aminoasitlerin amino gruplarına bağlanır ve NH_3^+ iyonları oluşur. Böylece serbest hidrojen iyonları konsantrasyonu çok az miktarda artacağından pH değeri değişmemektedir.



228

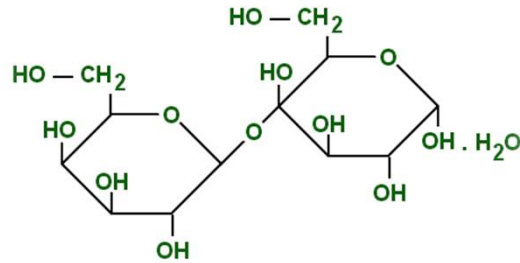
Süte baz ilave edildiğinde ise Aminoasitlerin karboksil gruplarındaki hidrojen iyonları açığa çıkmakta ve bir COO^- grup oluşmaktadır. Böylece pH değeri çok az değişmekte veya sabit kalmaktadır. Ne kadar çok baz katılırsa o kadar fazla hidrojen iyonları oluşmaktadır. Sütte fosfat kısmen H_2PO_4^- (dihidrojenfosfat iyonu), kısmen HPO_4^{2-} (hidrojen fosfat iyonu) şeklinde bulunmaktadır. İki form arasında bir denge mevcuttur.



Sütün asitliği yükseldiğinde ve yüksek sıcaklıkta uzun süre bekletildiğinde tamponlama (bufferlama) özelliklerini kaybettiğinden böyle bir durumda asit veya alkali ilave edildiğinde pH'sı değişmektedir.

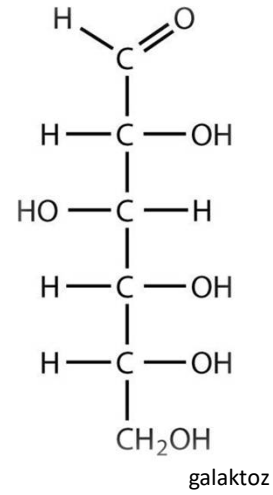
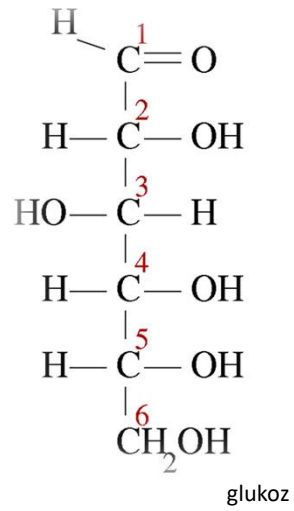
229

LAKTOZ (SÜT ŞEKERİ)



230

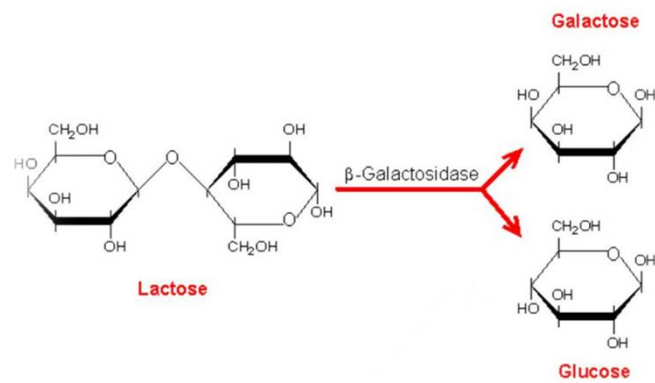
Laktoz bir disakkarid olup glukoz ve galaktoz olmak üzere iki monosakkariden oluşmuştur



231

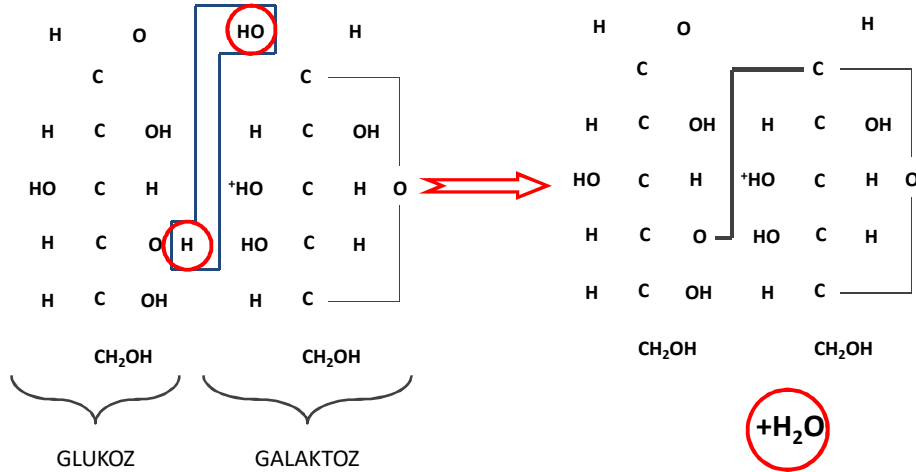
Laktozun kimyasal yapısı:

Laktoz bir disakkarid olup, hidrolize olduğunda D-glukoz ve D-galaktoza parçalanır. Laktozu oluşturan glukoz ve galaktoz, galaktozun aldehit grubu ile birbirine bağlanmıştır.

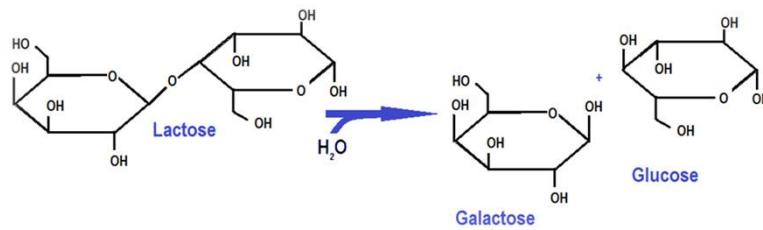
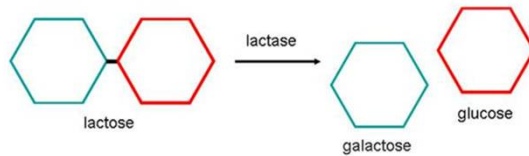


232

Laktoz glukoz ile galaktozun birleşerek 1 molekül suyun ayrılması ile meydana gelir.
Bu birleşme sırasında glukozun 4. atomu ile galaktozun 1. atomu oksijen köprüsü ile bağlanır.



233



234

ISI UYGULAMASINDA LAKTOZDA MEYDANA GELEN DEĞİŞMELER

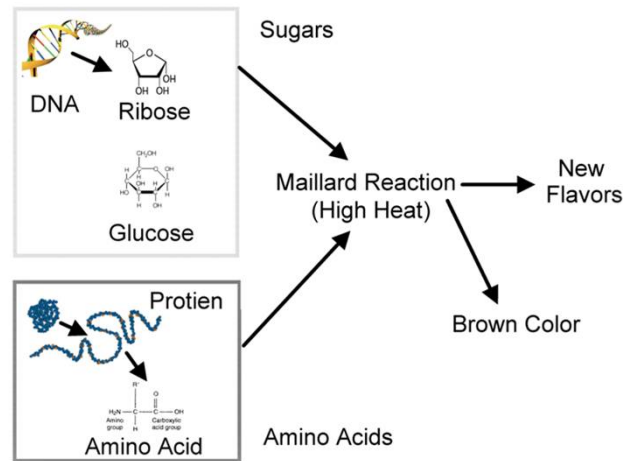
1

Isı uygulanan sütlerde laktozla proteinler arasındaki etkileşim sonucu “maillard” reaksiyonu meydana gelmektedir.



235

Esmerleşme reaksiyonu olarak da adlandırılan bu değişimin esasını, indirgen şekerlerle aminoasitlerin amino grupları arasındaki reaksiyon oluşturmaktadır.



236

Söz konusu değişimler sonucu ürünlerde renk bozuklukları (sarı ve kahverenginin belirginleşmesi), lizin gibi bazı aminoasitlerde değişmeler sonucu yarıyıslı lizin içeriğinde azalma ve aroma bozuklukları ortaya çıkar.



237

2

Süt 120-140°C gibi yüksek sıcaklıklara kadar ısıtıldığında pH'da 5,5-6,0'a kadar azalmalar ortaya çıkmaktadır. Burada gelişen asitliğin yaklaşık %50'sinden laktoz sorumludur.

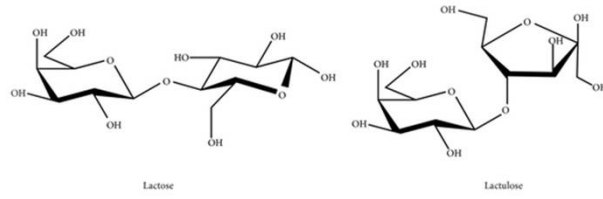
Yani oksijen varlığında laktozun aldehit grupları oksijen alarak karboksilik asitlere dönüşmekte ve sonuçta asitlik artmaktadır. Oluşan başlıca organik asit formik asittir (H-COOH).



238

3

Laktozda ısı etkisi ile oluşan değişimlerden biride laktuloz oluşumudur. Süt örneklerinde bulunan laktuloz içeriği, proses aşamasında uygulanan ısı işleminin tahmininde kullanılabilir. Laktuloz, laktozdan daha tatlıdır ve daha kolay suda çözündüğü için gıda sanayinde tercih edilmektedir.



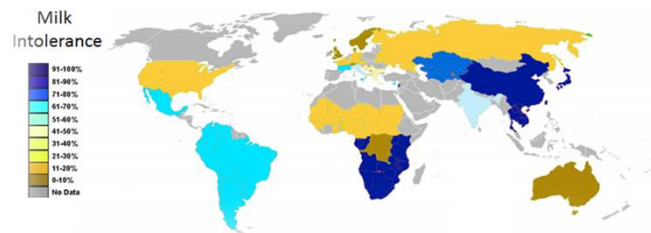
239

LAKTOZUN HİDROLİZASYONU

Süt teknolojisinde laktoz hidrolizasyonunun sağladığı yararlar şöyledir.

- Laktoz içeriği indirgenmiş süt ve ürünlerinin eldesi (laktoz intoleransı olan kişiler için)
- Asit üretimini, peynir ve yoğurdun olgunlaştırmasını hızlandırmak
- Dondurma ve konsantre sütte laktozun kristalizasyonunu önlemek
- Dehidre (susuz) süt ürünlerinin, su tutma kapasitelerinin azaltılmasını sağlamak
- Laktozun fonksiyonel özelliklerinin modifiye edilmesi amacı ile laktoz hidrolize edilir.

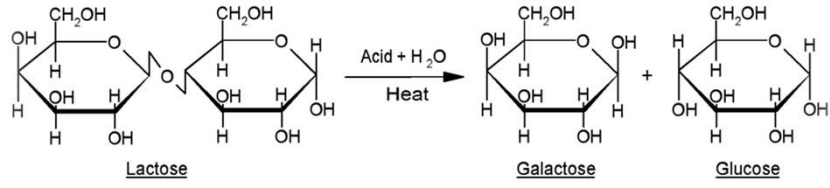
Adult Worldwide Lactose Intolerance



240

Laktozun hidrolizasyonu 3 yolla sağlanmaktadır.

- Mineral asitlerle
- Katyon değiştiricilerle (H^+ formu) ve
- Enzimlerle

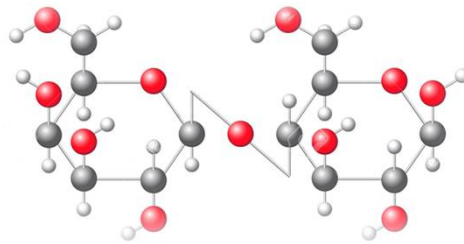


241

LAKTOZUN FERMENTASYONU

Etki eden mikroorganizmaya bağlı olarak, laktoz 5 değişik fermentasyona uğrayabilir. Bunlar:

- Laktik asit fermentasyonu
- Bütirik asit asidi fermentasyonu
- Propiyonik asit fermentasyonu
- Alkol fermentasyonu ve
- Asetik asit fermentasyonudur.



242

Laktozun fermentasyonu, süt teknolojisi açısından son derece önemli olup;

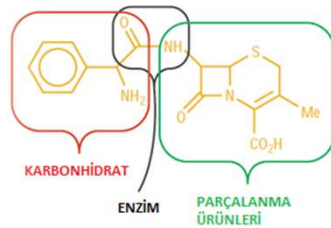
- Tereyağı, peynir ve fermente süt mamullerinin üretiminde
- Tek hücre proteini, alkol, amonyum laktat gibi bazı yan ürünlerin eldesinde
- Laktik asit üretiminde süt ve mamullerinin vücuttaki metabolizmasında
- Süt kalitesinin belirlenmesinde
- Bazı mikroorganizmaların ayırt edilmesinde ve faaliyetlerinin durdurulmasında fermentasyondan yararlanılır.



243

FERMANTASYONUN TANIMI

Karbonhidratların, anaerobik koşullarda çeşitli mikroorganizmalar tarafından küçük moleküllü bileşenlere parçalanmasıdır.



244

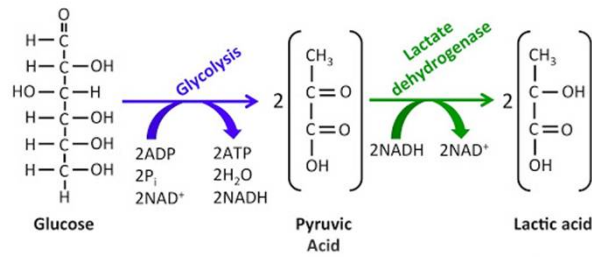
LAKTİK ASİT FERMENTASYONU

Laktik asit bakterileri, enerji ihtiyaçlarını sadece sütün tek karbonhidratı olan laktozun Fermentasyonu ile karşılarlar.

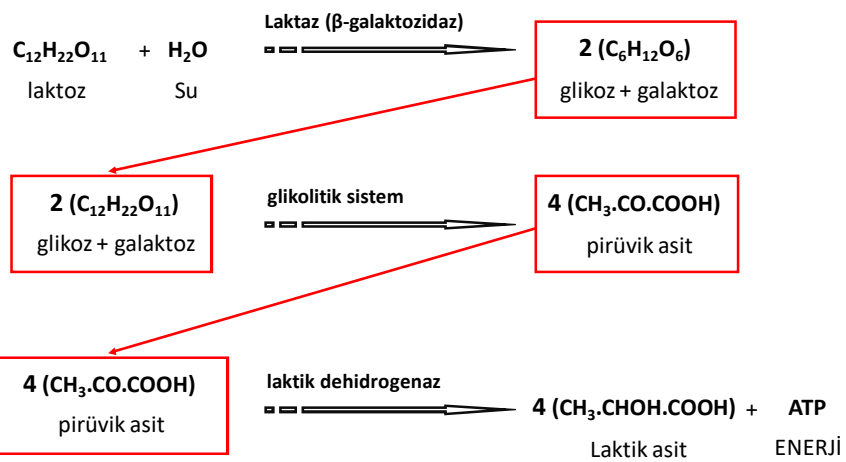
Bilindiği kadarı ile laktoz hiçbir mikroorganizma tarafından doğrudan kullanılamaz.

Bu nedenle; Disakkarid olan laktoz, laktaz enzimi ile hidrolize olarak glukoz ve galaktoza parçalanır.

Sonraki aşamada bu monosakkaridler glukolitik enzimlerle prüvik aside dönüşürler. Prüvik asit de laktik dehidrogenaz enzimi ile süt asidine (laktik asit) dönüşmektedir.



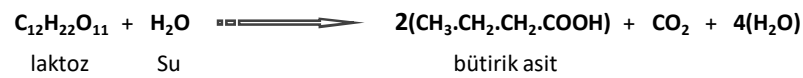
245



246

BÜTİRİK ASİT FERMENTASYONU

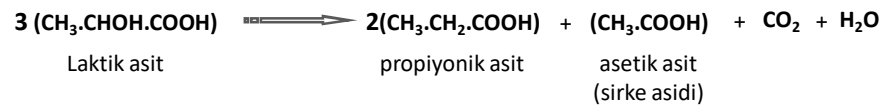
Süte topraktan, silajdan, pis süt kaplarından bulaşan ve bütirik asidi bakterileri olarak bilinen *Clostridium* türü bakteriler Bütirik asit fermentasyonunu meydana getirirler. Laktoz, özellikle anaerop ortamda tereyağı asidi fermentasyonuna uğrayıp aşağıda gösterildiği gibi tereyağı asidi, karbondioksit ve hidrojene parçalanır.



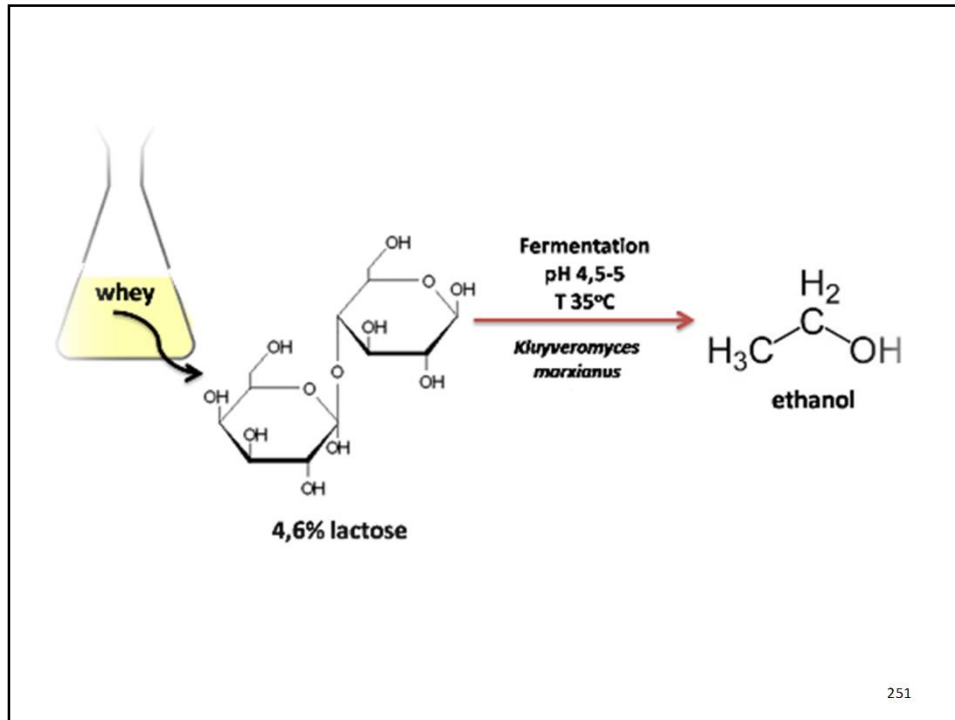
247

PROPIYONİK ASİT FERMENTASYONU

Genellikle duyuusal ve yapısal kusurlara neden olduğu için, süt teknolojisinde arzulanan bir fermentasyon olup, Tepkime laktik asit Fermentasyonu sonucu meydana gelen laktik asidin Propiyonik asit, asetik asit, karbondioksit ve suya parçalanması şeklinde gelişir. Fermentasyon , Propiyonik asit bakterileri tarafından yapılır.



248



Süt tuzları ile külü birbirinden farklıdır. Kül, yakıldıktan sonra arta kalan beyaz renkli kalıntısıdır ve alkali niteliktedir. Külleşme sırasında, sütte mevcut karbondioksit, kükürtdioksit, fosforik asit, klor ve sitrat iyonları 600°C'nin üstünde buharlaşarak külden ayrışırlar. Bir litre inek sütü ortalama olarak 9-9,5 gram tuz içermekte ve bunun 7-7,5 gramını kül veya mineral maddeler oluşturmaktadır. Aşağıdaki tabloda bazı önemli tuzların miktarı verilmiştir.

Sütün Yaklaşık Tuz Bileşimi			
Katyonik	m.mol/kg	Anyonik	m.mol/kg
Sodyum	17-28	Klorid	22-34
Potasyum	31-43	Karbonat	2
Kalsiyum	26-32	Sülfat	1
Magnezyum	4-6	Fosfat	19-23
Aminler	1,5	Sitrat	7-11
		Organik asitler	2
		Fosforik Ester	2-4

Katyonik: Pozitif yüklü iyon Anyonik: Negatif yüklü iyon

253

Aşağıdaki tabloda bazı mineral maddelerin sütteki ekstrem değerleri ile bir insanın günlük ihtiyacı verilmiştir.

Sütteki Mineral Maddeler			
Mineral Maddeler	Miktarı g/lit		Günlük İhtiyaç g/gün
	Ortalama	Ekstrem	
Kalsiyum	1,2	0,9-1,4	0,8
Fosfor	0,95	0,7-1,2	0,8
Sodyum	0,5	0,3-0,7	0,5-2
Klorit	1,0	0,8-1,4	-
Potasyum	1,5	1,0-2,0	3-4
Magnezyum	0,12	0,05-0,24	0,3
Kükürt	0,32	0,2-0,4	-

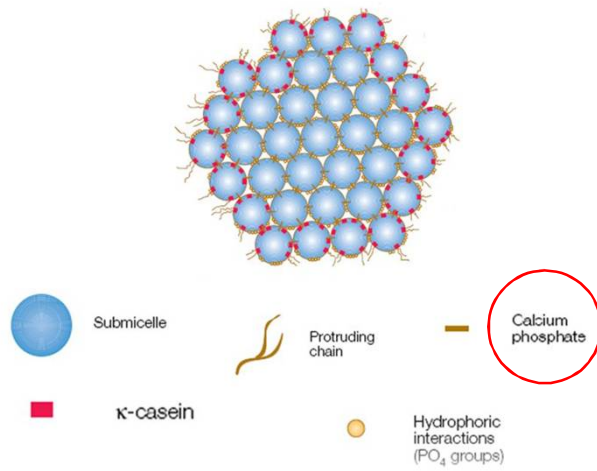
254

Aşağıdaki tabloda sütte iz olarak bulunan çeşitli elementlerin miktarları verilmiştir.

İz Elementler	Miktar (mg/1)	
	Ortalama	Ekstrem
Alüminyum	600	150-1000
Demir	530	60-1000
Flor	125	10-350
İyot	75	5-400
Kobalt	0,8	0,1-2
Bakır	120	10-700
Mangan	50	10-280
Molipten	55	13-150
Çinko	3600	1500-7000
Silisyum	2600	750-7000

255

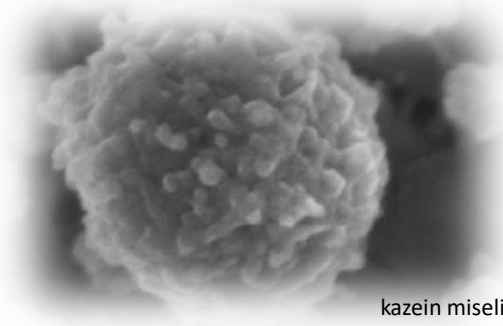
Sütte kalsiyumun büyük bir bölümü Ca-fosfat, Ca-fosfokazeinat ve Ca-sitrat şeklindedir. Ca ve Mg'un büyük bir kısmı Ca-sitrat ve Mg-sitrat halinde bulunmaktadır.



256

Kalsiyumun 2/3'ü, magnezyumun 1/3'ü, fosforun 1/2'si süt içerisinde koloidal, geri kalanı ise iyonize formda bulunmaktadır. Kollaidal fosfat ile sitratın hepsi miseller kalsiyum fosfatta bulunmasına karşın Mg'un yaklaşık %30'u kazein misellerinde olduğu tespit edilmiştir.

1 mol kazein miselinde 18 mol Ca, 1,4 mol Mg, 2 mol K, 0,9 mol Na, 9,1 mol fosfat ve 0,7 mol sitrat olduğu saptanmıştır.



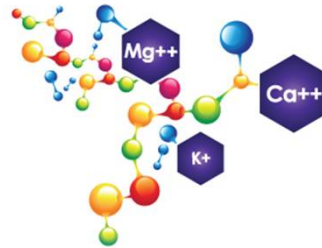
kazein miseli

257

İz elementlerde kısmen veya tamamen süt fraksiyonları ile birlikte bulunmaktadır.

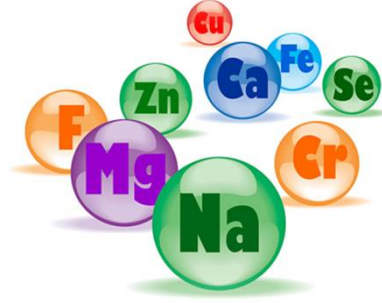
Örneğin;

- Cu ve Mn kazein'e
- Fe ve Mn laktozerrinle
- Se süt proteinleri ve glutasyon-peroksidaz enzimi ile
- Mo ksantinoksidaz enzimi ile
- Flor'un kazein ile bulunduğu söylense de kesin değildir.



258

Sütün mineral madde içeriği birçok faktörden etkilenmektedir. Süt konsantre edildiğinde yani mineral maddelerin oranı arttığında denge bozulmaktadır. Soğutma işlemi uygulandığında kollaidal formdaki bazı mineral maddeler çözünmektedir. Ancak ısıl işlemle orijinal durumlarına yeniden geçebilmektedirler.



259

MİNERAL MADDELERİN SÜT EKNOLJİSİ AÇISINDAN ÖNEMİ

✓ Peynir teknolojisinde sütün mayalanabilirliği (*enzim etkisi ile pıhtılaştırılması*) kalsiyum (Ca) içeriğine bağlıdır.



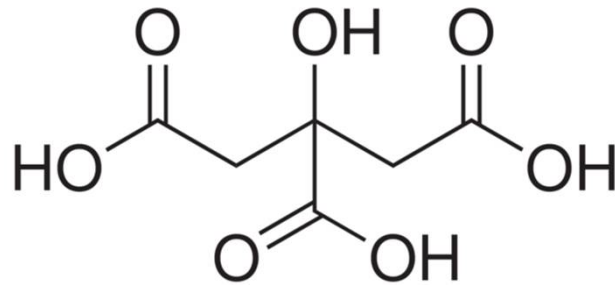
260

- ✓ Sütün Ca ile Mg ve P ile sitrat içeriği açısından bir denge mevcuttur. Bu dengeye tuz dengesi denmektedir. Sütün tuz dengesi teknolojik işlemler açısından önemlidir. Tuz dengesi bozuk olan sütler ürünlere işlendiğinde bir takım sorunlar yaratmaktadır. Kalsiyum ile Mg protein sistemini destabilize ederken, fosfat ve sitrat stabilize edici yönde rol oynamaktadır.



261

- ✓ Sitrik asit, süt ürünlerinin aromasını oluşturan mikroorganizmalar tarafından kullanılarak karakteristik aromanın oluşumunu sağlamaktadır.
- ✓ İz elementlerden Cu, Fe, ve Mn yağın parçalanmasında katalitik olarak rol oynadıklarından süt ürünlerinin (örneğin tereyağı) dayanımını olumsuz etkileyebilirler.



SİTRİKASİT

262

Kalsiyumun önemi:

Kalsiyum miktarı, oluşan pıhtıda peynir kitlesinin doku ve yapısına etki eder. Tebeşirimsi yapı kusuru, kalsiyum bağı ile yakından ilgilidir.



263

Eritme peynir yapımında; eritme tuzları kalsiyum, kalsiyum fosfat veya sitrat komplekslerini bağlamakta ve kırılgan kalsiyum kazeinat'ı, yumuşak bir yapıya sahip ve yağın içerisinde daha kolay emülsiye olan sodyum kazeinata dönüştürerek eritme peynirinin karakteristik kıvamını meydana getirmektedir.



264

Kazein misellerinin büyüklüğü ve buna dayalı olarak bağlı olan sütün rengi etkilenir. Disodyum-etilendiamin tetraasetat (Chelaplex III) ilavesi, kalsiyum iyonları ile kompleks oluşturarak misellerin parçalanmasına, dolayısı ile sütün renginin açılmasına yol açmaktadır.



265

Uzun süre depolanan konsantre ve steril sütlerde görülen çözelti tabakası da kalsiyum miktarı ile yakından ilgilidir.



266

Süttozunun çözünürlüğü ve buna bağlı olarak rekombine sütün kalitesi, kalsiyum iyonlarından etkilenir. Çünkü bunlar kazeinin dehidrasyonunu hızlandırmaktadır.



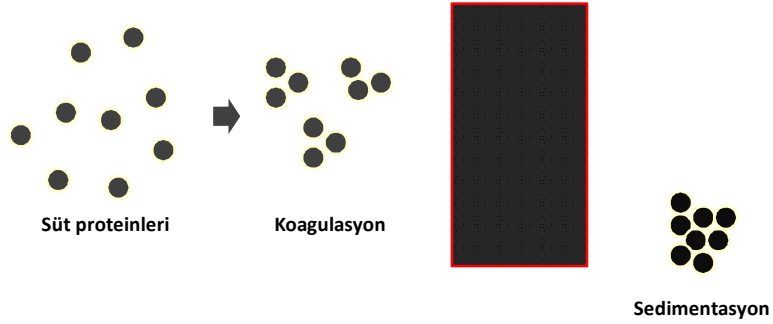
267



Kalsiyum

Sitrik asidin sütteki önemi

- ✓ Tamponlama sisteminin önemli bir bileşenidir.
- ✓ Kalsiyum ve magnezyum ile kompleks oluşturur. Böylece ısıtma ve dondurma sırasında, süt proteinlerinin flokleşmeye (*kümeleşme*) karşı stabilizasyonunu sağlar.
- ✓ Fermente süt mamullerinde, tat ve aroma maddelerinin başlangıç maddesini oluşturur.



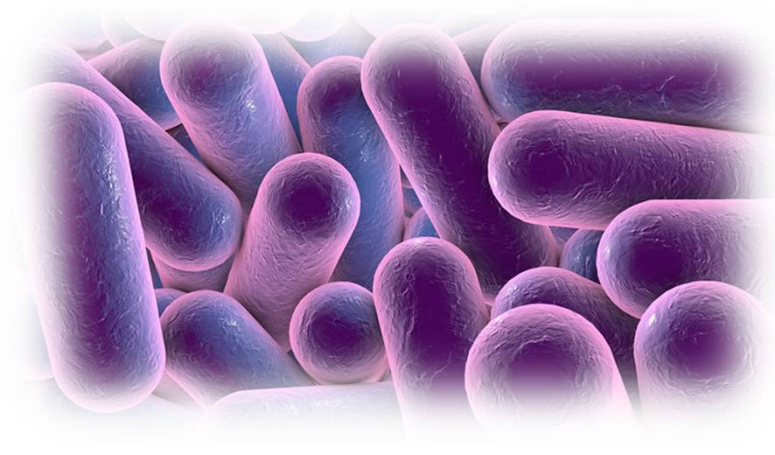
269

SÜT ENZİMLERİ

Enzimler protein yapısında oldukları için, tıpkı proteinler gibi fiziksel ve kimyasal faktörlerden etkilenirler. En küçük enzimde 100 civarında aminoasit bulunur. Sütün içerisinde bulunan enzimler, toplam proteinin çok az bir kısmını oluşturmalarına karşın önemli faaliyetleri katalize etmektedirler.

270

Sütte yaklaşık olarak 50 enzim tespit edilmiştir. Bunlar doğal ve mikrobiyal kaynaklı olabilirler.

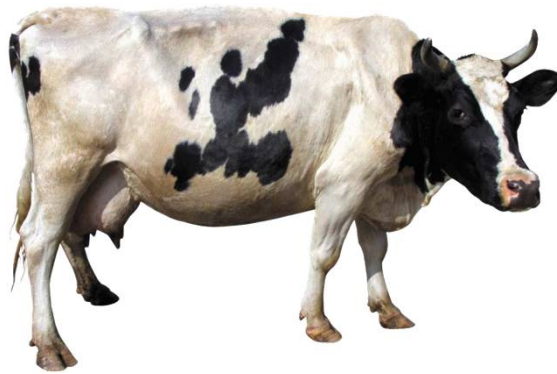


Bu enzimlerin büyük bir çoğunluğu yağ globülleri, kazein miselleri ve lökositlerde, az bir kısmı ise serumda bulunmaktadır.

271

Sütte bulunan enzimleri şekilde de sınıflandırabiliriz.

- * Süt hayvanından süte intikal eden enzimler
- * Mikrobiyal enzimler. Bakterilerin faaliyeti sonucunda sonradan oluşan enzimler
- * Hem orijinal yani hayvandan süte geçen hem de mikrobiyal kaynaklı enzimler
- * Sonradan aktifleşebilen enzimler.



272

ENZİMLERİN SÜT TEKNOLOJİSİ AÇISINDAN ÖNEMİ

Sütte bulunan başlıca enzimler şunlardır:

Oksido-redüktazlardan ksantinoksidaz, sülfidril oksidaz, katalaz, laktoperoksidaz, süperoksit dismutaz.

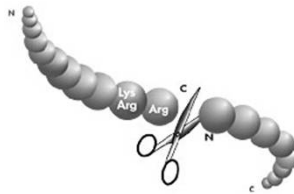
Transferazlardan glikozil transferaz.

Hidrolazlardan lipaz, esteraz, fosfatazlar (*alkali ve asit fosfotaz*), proteaz, amilaz, lizosim'dir.

273

Adı geçen bu enzimlerin süt teknolojisi açısından önemi aşındaki şekildedir.

Bazı süt bileşenlerine (*örneğin yağ, protein vb*) etki ederek parçaladıklarından teknolojik açıdan önemlidirler. Lipaz enzimi süt yağını parçaladığından ransitite faktörü olarak bilinmektedir. Proteazlar da proteinleri parçaladıklarından peynirlerin olgunlaşması aşamasında gereklidirler.



274

Enzimlerin ısıya duyarlılıkları farklı olduğundan bu özelliklerinden yararlanılmaktadır. Örneğin ısıya en duyarlı enzim olan alkali fosfotaz enzimi aracılığıyla sütün pastörize edilip edilmediği kontrol edilebilmektedir.

275

Bazı enzimlerin varlığı ve yokluğu sayesinde sütün bakteriyolojik özelliğini belirleyebiliriz. Sütte çeşitli hastalık veya aşırı bakteri faaliyeti sırasında bazı enzimlerin miktarı artmakta veya azalmaktadır. Bu enzimleri kontrol etmek suretiyle sütün hijyenik özelliği tespit edilebilir. Örneğin redüktaz, katalaz enzimi.

276

Bazı enzimler bazı mikroorganizmalar üzerine inhibitör veya bakterisin etkiye sahiptirler. Böylece süt ve ürünlerinin dayanım süresini etkilemektedir. Bunlara örnek olarak laktoperoksidaz, lizosin enzimini verebiliriz.

277

Peroksidaz:

Sütte ilk bulunan enzimlerden olan peroksidaz enzimi, metaloproteinli bir enzimdir. Optimum pH'sı 6,8'dir. Isıya oldukça dayanıklıdır. 80°C'de 2,5 saniyede, 70°C'de 2,5 saatte 75°C'de 2,5 dakikada inaktif olmaktadır. Bu enzim bazı bakterilere karşı inhibitör etki göstermektedir.

278

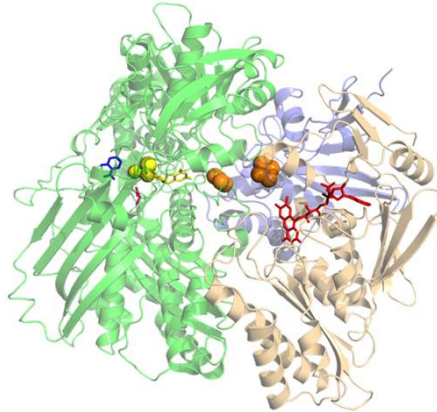
Peroksidaz enzimi H_2O_2 'ten oksijen ayırma gücüne sahiptir. Açığa çıkardığı aktif oksijen bir akseptöre yani parafenilendiamine bağlanabilir.

Bu madde oksijenle birleşerek mavi renkli bir bileşik oluşturur. Bu enzim aracılığı ile süte koruyucu amaçla H_2O_2 katılıp katılmadığını, sütün kaynatılıp kaynatılmadığı belirlenebilir.

279

Ksantinoksidaz (redüktaz):

Katalize ettiği bileşikler aldehitler, ksantin, hipoksantin ve NADH (Nikotinamid adenin dinükleotit)'dir. Ksantinoksidaz enzimi çoğunlukla yağ globül membranında bulunmakta ve yağ globül membranının %10'unu oluşturmaktadır. 72°C'de 15 saniye ve 77°C'de 15 dakika uygulanan ısı işlemlerde inaktif olmaktadır. Optimum pH'sı 8,0-9,0; izoelektrik noktası 6,9-7,6'dır. İçerdiği metal iyonlar Mo ve Fe'dir. Kullandığı akseptörler O_2 , sitokron C, NAD ve ferrisiyonittir.



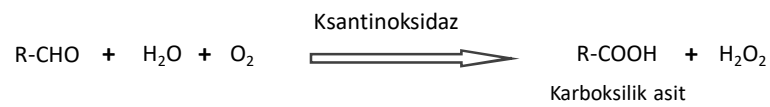
280

Ksantinoksidaz enzimi mikroorganizma faaliyetiyle oluştuğundan sütte mikroorganizma faaliyeti arttığı zaman bu enzim miktarı da artmaktadır. Böylece süte akseptör olarak katılan metilen mavisini indirgemektedir. Metilen mavis testi denilen bu deney sayesinde de sütün ksantinoksidaz aktivitesi belirlenebilir.



281

Ksantinoksidaz enzimi H_2O_2 oluşturma yeteneğine sahiptir. Üretilen bu H_2O_2 sütteki mikrobiyal proseslerde örneğin laktoperoksidaz sistemlerinde kullanılmaktadır.

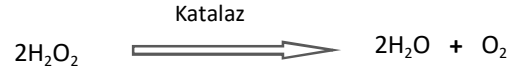


Ksantinoksidaz enziminin süt teknolojisinde çeşitli amaçlarla yararlanılmaktadır. Bu enzim aracılığı ile;
Sütün mikrobiyolojik kalitesi ve
Laktasyon başındaki ve sonundaki sütleri ayırt edebilir.
Sütün bakteriyolojik kalitesi kötü ise ortama katılan metilen mavisini kısa sürede indirgenecektir.

282

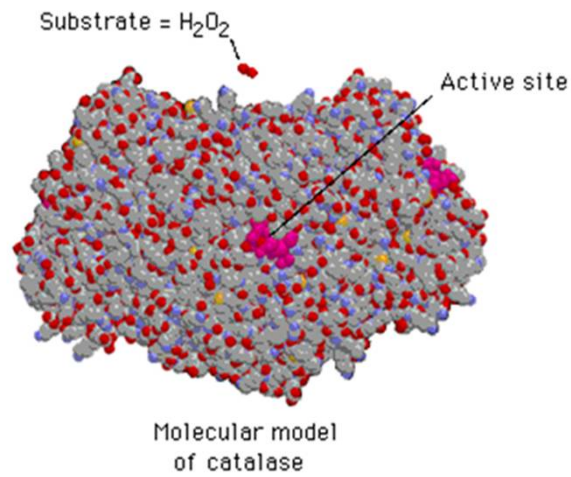
Katalaz:

Katalaz enziminin optimum pH'sı 7 olmasına karşın oldukça geniş bir pH sınırı içerisinde etkisini sürdürebilmektedir. 65-70°C'de 30 dakika ısıtılan sütlerde inaktif olmaktadır. Katalaz enzimi de peroksidaz gibi hidrojen peroksidi su ve oksijene parçalamaktadır.



Bu reaksiyon ve Oksido-redüksiyon olayları sonucunda hücre içinde oluşan ve zehirli madde etkisi gösteren H_2O_2 parçalanarak zararsız hale gelmektedir. Burada oluşan oksijen, peroksidazların faaliyeti ile ortaya çıkan oksijen gibi aktif değildir.

283



284

SÜTÜN MINÖR BİLEŞENLERİ

Sütte bulunan ve 1 kg sütteki miktarı 1 gramdan daha düşük olan maddelere “sütün minör bileşenleri” denilmektedir.

Sütün minör bileşenleri genellikle;

- * Vitaminler
- * Süt gazları
- * Organik asitler
- * Hormonlar
- * Koruyucu maddeler
- * Somatik hücreler’ dir.

285

Vitaminler

Yaşam için gerekli vitaminlerin hemen hemen hepsi sütte bulunmaktadır.

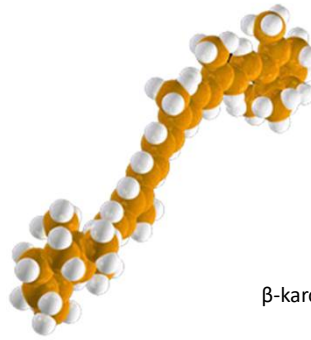
Ancak bazı vitaminler vücut gereksinimini karşılayacak düzeyde değildir.

Yağda çözünen vitaminler (A, D, E, K) yoğun olarak krema, tereyağı ve süt yağı fazla olan diğer süt mamullerinde bulunurken, suda çözünen vitaminler (B1, B2, B6, B12, B13, C, H, pantonik asit, folik asit, nikotonik asit) daha ziyade yoğun olarak yağı alınmış taze sütte bulunurlar.



286

Bazı vitaminler süt mamullerinin karakteristik renklerinin oluşmasında rol oynarlar. Örneğin; A vitaminin provitamini olan β -karoten ve laktoflavin (B2), bünyelerinde konjuge çifte bağların bulunması nedeniyle renk maddesi olarak hizmet ederler. Nitekim yaz aylarında üretilen tereyağının rengi, bu maddelerin miktarı fazla olduğu için daha sarıdır. Kışın üretilen tereyağında ise, 1 kg tereyağına 1 mg'a kadar karoten dışarıdan ilave edilerek tereyağının tipik sarı rengi elde edilir.



β -karoten

287

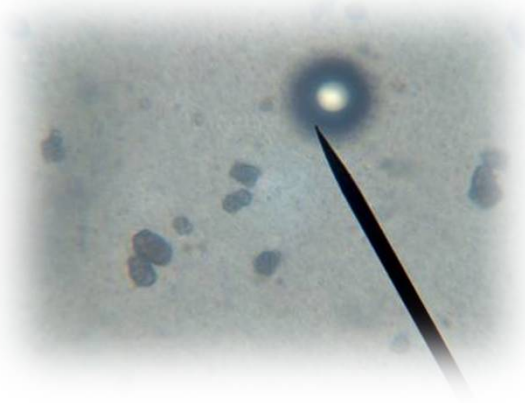
Bir kısım vitaminler ise antioksidan görev yaparak, sütün redoks potansiyelini etkilerler. Örneğin tokoferol (vitamin E) antioksidan bir etki göstererek tereyağının kimyasal bozulmasına engel olur. Askorbik asit (vitamin C) ise, süt ve tereyağında indirgen madde olarak faaliyet göstererek oksidasyonu frenler. Bazı vitaminler süt mamulleri için yararlı olan mikroorganizmaların çoğalmasında yardımcı olurlar.



288

Süt Gazları

Sütün bileşiminde hacimce %5-8 oranında oksijen, karbondioksit ve azot gazı bulunur. Bu gazlardan, özellikle O_2 ve CO_2 sütün yapısı ve aroması üzerinde önemli etkiye sahiptir. Sütte bulunan gazların miktarı sütün sağım, işleme ve saklama koşullarına göre değişiklik gösterir. Bununla beraber, normal sağımla elde edilen 1 litre sütte; 7,5 mg oksijen, 15,0 mg azot ve 100 mg civarında karbondioksit bulunur.



289

Sütün işlenmesinde uygulanan bazı teknolojik işlemler de gaz miktarı üzerinde belli oranlarda etkilidir.

Örneğin; çalkalama, soğutma, ısıtma, havalandırma işlemleri sütteki gaz miktarının azalmasına neden olur.

Bu gazların dışında, süt çevreden temas yolu ile diğer gazları da absorbe edebilir.

Bu gazların çoğu ısıtma işlemi yoluyla uzaklaştırılmaz ve sütte kötü tat ve aromaya neden olurlar.

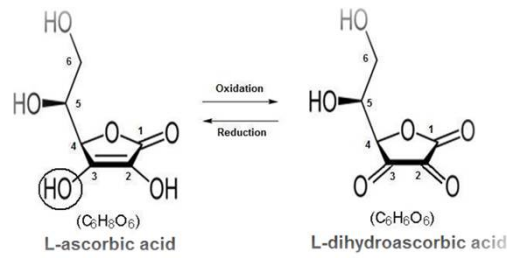


290

Sütteki oksijen gazı ve etkileri:

Sütte az miktarda bulunmasına rağmen, oksijenin sütün kalitesi üzerine aşağıda açıklanan etkileri bulunmaktadır.

- ✓ Oksijen vitamin aktivitesi üzerinde olumsuz bir etkiye sahiptir. Örneğin; A ve E vitaminleri sıcaklığa karşı oldukça stabildir. Bu nedenle sütün sterilizasyonu sırasında fazla zarar görmezler. Eğer ortamda tepkimeye yetecek kadar oksijen varsa, ısıl işlemin sonunda oksidasyon nedeni ile bu vitaminlerde bir azalma görülür.



291

- ✓ Oksijen, oksidatif ransiditeyi iletir ve sonuçta buna bağlı olarak aroma bozukluğuna ve C vitamini kaybına neden olur.
- ✓ Sütün aerop ve anaerop bakteri faaliyetini etkiler.



292

- ✓ Ortamda oksijen bulunması durumunda, depolama süresince de oksidasyon devam eder ve sütün fizyolojik değerinde bazı kayıplar görülür.
- ✓ Süttozlarında, depolama süresince görülen oksidasyon sonucunda tatda değişiklik meydana gelir.



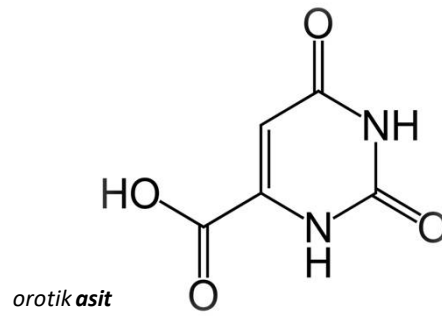
293

Organik asitler

Çok az miktarda bulunmasına rağmen, organik asitlerin birçok önemli fonksiyonları ve etkileri vardır.

Bu asitler orotik asit ve diğer nükleik asitler, pürivik asit, limon asidi (sitrik asit) ve az miktarda ürik asit vb.dir.

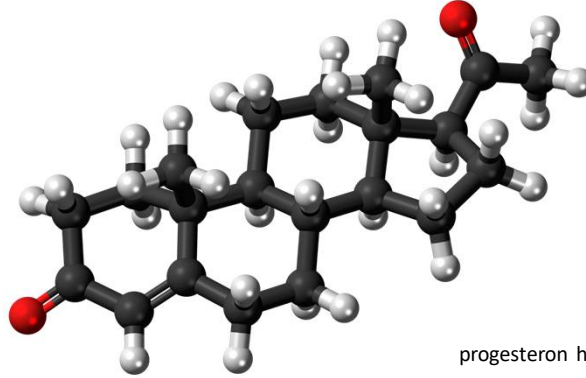
Bunların yanı sıra çok önemli fonksiyonları olan laktik asit, bütirik asit, Propiyonik asit ve oksalik asit bulunur.



294

Hormonlar

Vücutta bazı belirli organlarda metabolik etki gösteren ve organizmanın endokrin bezleri tarafından salgılanan maddelere uyarıcı anlamına gelen “hormon” denir. Hormonların yapısında proteinden başka lipidler de bulunur ve hormon olmasa da biyokimyasal tepkime meydana gelir. Hücre içinde etkili olan hormonlara “intraselüler”, hücre yüzeyinde etkili olanlara da “ekstraselüler” denir.



progesteron hormonu

295

Süt hayvanlarının vücudaki hormonlardan bazıları, sütün oluşumunda görev aldıkları için, epitel hücreler arasındaki fizyolojik dengenin bir sonucu kan ve hücre dışı sıvıların aracılığı ile süte geçerler. Bu nedenle sütün yapısında az miktarda da olsa, doğal olarak bazı hormonlar mevcuttur.

Ancak gıdalarda ve bu arada sütte doğal olarak bulunan hormonların düzeyi oldukça düşüktür ve biyolojik olarak belirleyici bir özelliği yoktur.

Sütte bulunan hormonlar ve miktarları

Hormon	Miktarı
Östrojenler	60-200 pg/ml*
Prolaktin (PRL)	50 ng/ml*
Progesteron	13 ng/ml
Kortiko-steroidler	8-18 ng/ml
Prostaglandinler	0,7-3 ng/ml
Somatotropin (STH)	5 ng/ml

* (ng=nanogram 10^{-9} gram, pg=pikogram 10^{-12} gram)

296

Koruyucu Maddeler

Sütün doğal yapısı içerisinde, canlıyı bazı dış etkenlerden koruyan, sindirim sistemindeki bazı patojen bakterilere karşı bakterisid etki gösteren maddeler bulunur. Bu maddeler toplu olarak “koruyucu maddeler” veya “bağışıklık maddeleri” ya da “antikorlar” adı verilir. Süt ilk salgılandığında, mikroorganizma çoğalmasının bir süre frenlenmesinin nedeni de bu maddelerdir.



Laktoferrin

297

- ✓ Sütte koruyucu maddelerin Başlıcaları,
- ✓ Laktoperoksidaz sistemi
- ✓ Lizozim ve
- ✓ Laktoferrin'dir.

Sütte bulunan bazı koruyucu maddeler ve miktarları

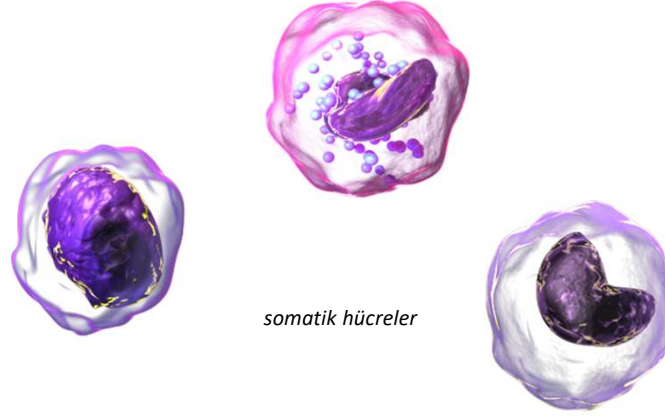
Koruyucu Madde	Miktarı
Laktoperoksidaz	3 mg/100ml
Lizozim	10-35 µg/100ml
Laktoferrin	20-200 µg/100ml

298

Somatik Hücreler

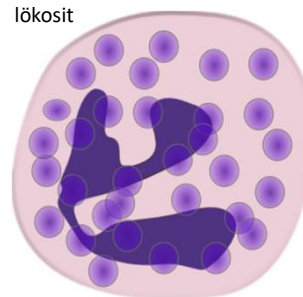
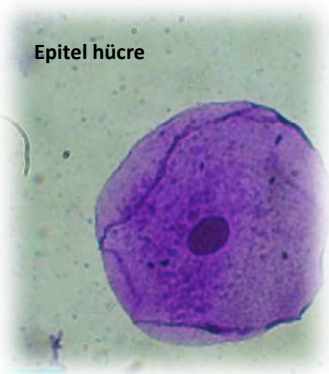
Sütün sentezlenmesi sırasında kandan gelen ve memenin epitel hücrelerinden ayrılan bir miktar hücre, normal olarak sütte mevcuttur. Bu hücelere, vücut kökenli anlamında "somatik hücreler" denir.

Somatik hücreleri mikroorganizma hücrelerinden ayıran en önemli özellikleri, bunların daha sonra çoğalmamalarıdır.



299

Epitel hücreler, sürekli kullanım ve yenilenme sonucu memeden ayrılarak süte karışırlar. Sütteki toplam hücre sayısının %60-70'i epitel hücrelerden oluşur. Epitel hücrelerin büyüklükleri 5µm ile 15µm arasında değişir. Epitel hücrelerin yanı sıra lökositler, eritrositler ve lenfositler de kan yolu ile süte geçerler. Memede enfeksiyon mikroorganizmaları gibi yabancı unsurlara karşı koruyucu bir rolleri vardır.



300

ÇİĞ SÜTÜN NAKLEDİLMESİ



Çiğ sütün üretim biriminden süt toplama merkezlerine veya süt fabrikalarına gönderilebilmesi için işlenebilecek özelliklere sahip olması gerekir. Teknolojik işlemler için uygun olmayan sütler kısaca aşağıda sıralanmıştır:

1. Ateşli hastalığa yakalanmış veya meme hastalığı olan ya da bir veya birkaç memesinden belirgin şekilde değişik özellikte süt veren hayvanların sütleri,
2. Asitliği 8°SH'nın üzerinde olan sütler,
3. Duyusal özellikler açısından belirgin olarak değişen ve/veya duyuşal testlerde 0 veya 1 puan ile değerlendirilen sütler.
4. İzin verilen miktarlardan daha fazla miktarda pestisit kalıntısı ile antibiyotik, deterjan ve dezenfektan maddeler içeren veya hile yapılan sütler,
5. Uygun olmayan sütlerin karıştırıldığı sütler,
6. İlaçlarla, kimyasal maddelerle, hormon preparatlarıyla veya radyoaktif izotoplarla muamele veya tevdi edilen hayvanların sütleri ve
7. Doğum yapan hayvanlardan ilk 6 gün elde edilen ağız sütleri.

Teknolojik işlemler için uygun olan sütlerin nakledilmesi de dört şekilde yapılabilir:

Güğümler: Paslanmaz çelik veya gıda sanayinde kullanımına izin verilmiş plastikten yapılmış 20-40 litrelik güğümler, kamyonet veya traktör aracılığı ile taşınırlar.



Tanklar: Paslanmaz çelik veya gıda sanayinde kullanımına izin verilmiş plastikten yapılmış 500-3000 litre kapasiteli tanklar, bir kamyon aracılığı ile taşınırlar.



Tankerle: Paslanmaz elikten yapılmış 10.000-30.000 litre kapasiteli tankerler yardımı ile taşınırlar.



Borularla: Yüksek rakımlı yerlerde üretilen sütler gıda sanayinde kullanımına izin verilmiş plastikten yapılmış borularla daha düşük rakımdaki işletmelere iletilirler.



Süt Toplama Merkezleri

Büyük kapasiteli fabrikalar sütü uzak üretim birimlerinden ve dağınık üreticilerden sağladıkları için, sütler önce “süt toplama merkezleri” denilen merkezlerde toplanır; sonra bazı ön işlemlerin ardından işletmeye nakledilirler.

Söz konusu merkezlerde oluşturulan küçük bir laboratuvar da bazı analizler yapılarak; farklı kalitede sütlerin ayrı nakledilmesi, uygun olmayanların kabul edilmemesi sağlanır. Ayrıca süzme ve soğutma olanakları bulunmayan üretim birimlerinden gelen sütlerin süzülmesi, soğutulması ve soğuk koşullarda belirli bir süre depolanmaları gerçekleştirilir.



Bir süt toplama merkezinde: Süt alım terazisi, süzme gereçleri, süt kabul tankı, santrifüj pompa, soğutma tankı, izolasyonlu depolama tankları, güğüm temizleme ekipmanları ve küçük bir laboratuvar bulunur.



Toplama merkezlerinde : duyuusal özellikler ve laktodansimetre derecesi belirlenir; asitlik, sıcaklık ve temizlik kontrolleri yapılır; süt fiyatının belirlenmesinde gerekli olan süt yağı oranı saptanır; antibiyotik ve benzeri testler gerçekleştirilir. Bu kontroller, platform testleri olarak adlandırılır.



SÜTÜN FABRİKAYA KABULÜ

Çiğ sütün işletmeye kabul edilmesi üç aşamada gerçekleşir.

- a- Süt miktarının belirlenmesi
- b- Süt kalitesinin değerlendirilmesi
- c- Taşıma ekipmanlarının temizlenmesi ve dezenfeksiyonu



SÜT MİKTARININ BELİRLENMESİ



311

Fabrikaya gelen sütün miktarı; tartılarak kg cinsinden belirlenir veya hacim ölçümü yapan aygıtlar (sayaç) kullanılarak önce dm^3 ya da litre cinsinden hacimle ölçülür, sonra sütün yoğunluğundan yararlanarak aşağıdaki formülle kütlesi hesaplanır.

$$M = V \cdot \rho$$

M: Kütle, kg

V: Hacim, dm^3 ya da litre

ρ : Yoğunluk, kg/litre

312



İşletmeye havası alınmış ve yoğunluğu 1,031 kg/l olan 15000 litre süt gelmişse; sütün kg olarak miktarı nedir?

$$M = V \cdot \rho$$

M: Kütle, kg

V: Hacim, dm³ ya da litre

ρ : Yoğunluk, kg/litre

$$M = V \cdot \rho$$

$$M = 15000 \times 1,031$$

$$M = 15465 \text{ kg'dır.}$$

313

Süt miktarının belirlenmesinde süt alım terazisi veya kantar da kullanılır.



314

Eğer süt, işletmenin süt alım ünitesine güğümlerle gelmişse güğümler mekanik bir taşıma ve iletim düzeni yardımıyla işletmenin içine taşınır, kantarın kefesine boşaltılır, kefe dolunca ürün kantar altı havuzuna aktarılır ve buradan silo tanklara pompalanır. Bu arada görevli kadrındaki ibrenin gösterdiği miktarı kaydeder ya da miktar otomatik olarak kayıtlara geçer.



315

Süt işletmeye toplama merkezlerinden veya büyük kapasiteli üretim birimlerinden tank veya tanker ile getirilmişse, tartım işlemi büyük kantarda yapılır. Bu tip kantarlar işletme binasının içinde ayrı bir bölme ya da bina dışındaki bir binaya yerleştirilirler.

Camlı bir bölmede bulunan bir görevli kantarı çalıştırır; vasıta dolu iken ve süt boşaltıldıktan sonra tartılır ve aradaki fark süt miktarı olarak kaydedilir. Bu amaçla dijital (sayısal) okunmalı elektronik ve hafızalı kantarlar da kullanılabilir.



316

Tankerle gelen sütün miktarı, doğrudan hacim ölçen aygıtlardan (süt sayacından) geçirilerek hacimsel olarak da belirtilebilir. Ancak sütün yanı sıra, özellikle ürünün çalkalanması sonucu sistemde oluşan havayı da ölçeceğinden yanlış sonuç elde edilir. Bu sorunu gidermek amacı ile sisteme, sayaçtan önce bir hava alma ünitesi (deaeretör) yerleştirilir.



Süt miktarının belirlenmesinde kullanılan bir başka yöntem, ölçüm tankı sistemidir. Bu sistemde, tartım tankı ayaklarının altına, ölçüm sonucunu gösteren ve kumanda panosuna elektriksel sinyal gönderen hassas uyarıcılar yerleştirilmiştir. Uyarıcıların sinyalleri, tankta dolmakta olan sütün ağırlığı ile orantısız olarak artar. Süt alımı tamamlanınca yada tank dolunca kumanda panosunda okunan miktar kaydedilir.



SÜTÜN TEMİZLENMESİ



319

Süt, sağımdan sonra üretim birimlerindeki olanaklarla süzölmüş olsa bile fabrikada tekrar temizlenmelidir.

Kaba temizleme olarak tanımlanan ve kıl, saman, ot, gübre ve benzeri organik ve inorganik yabancı maddelerin ayrılmasını amaçlayan bu işlem, klasik yada boru tip filtreler yardımı ile gerçekleştirilir.



320

Özellikle küçük işletmelere ulaştırılan sütler, süt alım terazisi üzerine yerleştirilmiş tülbent veya tel süzgeçler aracılığı ile süzülür yada boru hattına yatay veya dikey konumda monte edilmiş boru tip filtrelerden geçirilir.

Bu amaç için ayrıca özel süt filtrelerinden de yararlanılır.

Söz konusu filtreler krom nikel alaşımından yapılmış bir kazan, sık dokunmuş plastik esaslı bir süzgeç, süt giriş ve çıkış borularından oluşur.



321

Ancak esas etkili temizleme işlemi klarifikatör denilen seperatörler yardımı ile gerçekleştirilir.

Buradaki prensip yoğunluk farkından yararlanılarak kaba temizlemeyle uzaklaştırılamayan somatik hücreler, kan pıhtııkları, lökositler, bazı mikroorganizmalar, bakterilerle zenginleşmiş protein topakçıkları ve diğer kirlilik etmenleri etkin bir şekilde arındırılır.



322

Bilindiği gibi; basit filtrasyondan geçmiş ana faz (süt) içerisindeki filtrelerin ayıramadığı katı, yarı katı veya yarı sıvı fazların santrifüj kuvveti ile sürekli olarak ayrılması işlemine klarifikasyon denir.

Klarifikatör yardımıyla sütün temizlenmesi sonucunda toplanan pislikte; meme ve kan hücreleri, çeşitli mikroorganizmalar ve basit filtrasyonla tutulamayan kirlilik öğeleri ile bir miktar süt proteini, eser miktarda süt yağı, laktoz gibi süt bileşenleri bulunur.

Normal koşullarda 10 000 litre süttten yaklaşık 1 kg kirlilik öğesi açığa çıkar.



323

SÜT YAĞININ AYRILMASI

Süte uygulanan ön işlemlerden biri de yağın kısmen veya tamamen ayrılmasıdır.

Bu işlem şu amaçlarla yapılır:

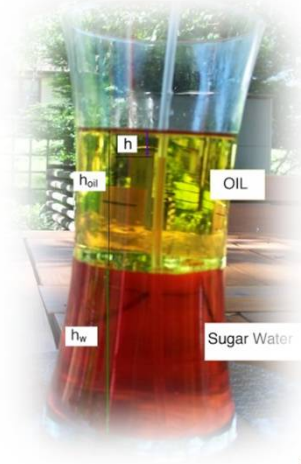
- 1- Az yağlı veya yağsız süt elde etmek
- 2- Tereyağı ve benzeri yağca zengin süt ürünleri için gerekli süt yağını konsantre etmek (krema kazanımı) ve
- 3- Sütün yağ oranını standardize etmek



krema

324

Süt yağının süttten mekanik bir yolla ayrılmasında santrifüj kuvveti etkisinden yararlanarak ayırma işlemi yapan santrifüj seperatörler kullanılır. Süt yağının bu yolla ayrılmasının dayandığı temel ilke; polidispers bir sistem olan sütte, emülsiyon halde bulunması ve süt yağı yoğunluğu ($\rho \sim 0,93\text{g/cm}^3$) ile yağsız süt yoğunluğu ($\rho \sim 1,035\text{g/cm}^3$) arasındaki yoğunluk farkının oldukça büyük olmasıdır.



325

Krema Seperatörleri

Krema seperatörleri, genellikle hem temizleme hem de krema ayırma işini birlikte yapacak şekilde dizayn edilirler.

Ayrıca süütün istenen yağ oranına ayarlanmasını (standardizasyon) sağlayabilecek mekanizmaları da içerebilirler.

Klarifikasyon, seperasyon ve standardizasyon işlemlerinin tamamını yapabilen bu tip seperatörlere üniversal seperatörler denir.

Krema seperatörleri yapılarına göre üç gruba ayrılırlar. Bunlar;

- 1- Açık tip seperatörler
- 2- Yarı kapalı (yarı hermetik) tip seperatörler ve
- 3- Kapalı tip (hermetik) seperatörlerdir.



326

Krema seperatörleri, içinde biriken pisliklerin dışarıya atılış şekline göre de 2 gruba ayrılırlar.

Bunlardan ilk gruba girenlerde; belli çalışma süreleri sonunda seperatörün durdurulması, pisliklerinden arındırılması, temizlenmesi ve yeniden montajı gerekirken; diğer gruptakinde biriken seperatör çamuru otomatik olarak dışarı atılarak çalışmada süreklilik sağlanmış olur.



327

Krema Ayırma Derecesini ve Krema Ayırma Kalitesini Etkileyen Faktörler

Krema ayırma derecesi dendiğinde işlem sonrası yağsız sütte kalan yağ miktarı anlaşılır. Normal koşullarda bu değer $\%0,01..0,04$ arasında olması gerekir.

Eğer bu söz konusu değer $\%0,04$ 'ün üzerinde olursa krema ayırma işleminde bir sorun olduğu kabul edilir.



328

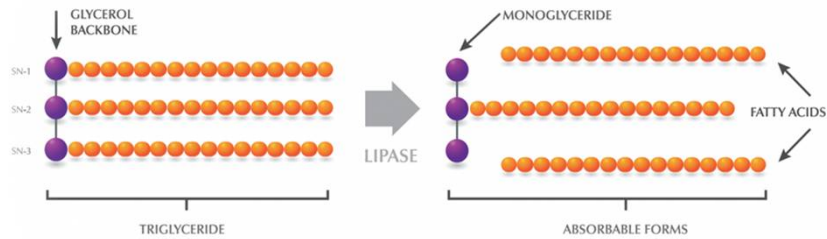
Krema ayrılma işlemini etkileyen faktörlerden bazıları aşağıda belirtilmiştir.

1. Krema ayırma işlemi öncesinde sütün kuvvetli mekanik etkilere maruz kalması krema ayırma kalitesinde olumsuz sonuçlara yol açar. Örneğin;
 - A- Sütün yeterince doldurulmamış kap veya tanklarda taşınması sırasında kuvvetli çalkalanması
 - B- Süte sağım makinelerinin sızıntı olan yerlerinde, pompalama işlemi veya depolama tanklarına doldurulması sırasında hava girmesi
 - C- Özellikle düşük derecelere soğutulmuş sütün birçok kez pompalanması
 - D- Süt üretim birimlerinde uygulanan soğutma işlemi veya ön depolama sırasında çok yoğun karıştırma yapılması
 - E- Sütün bir kereden fazla sayıda separe edilmesi ve kremanın yağsız sütle defalarca karıştırılması



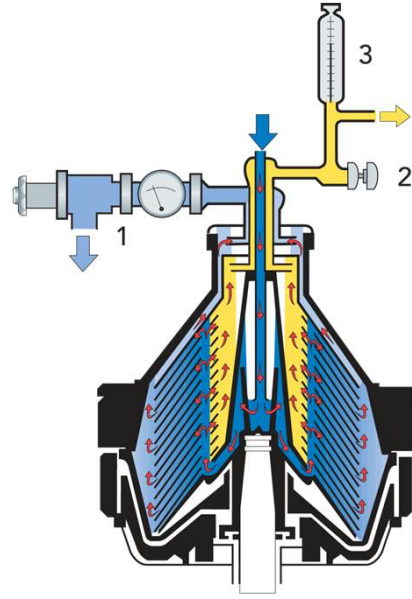
329

2. Bu tür mekanik etkileşimler sonucunda daha küçük parçalara bölünen yağ tanecikleri seperasyon sırasında kremaya tamamen geçmeyip yağsız sütte kalırlar. Aynı zamanda bu parçalanma sırasında yağ tanecikleri çevresindeki membran da zarar görür ve bu bağlamda oluşan serbest yağ da yağsız süte geçer. Ayrıca lipolitik parçalanma için de uygun ortam hazırlanmış olur.



330

3. İşlem sırasında sütün sıcaklığı viskozite değişimi bağlamında krema ayrılma derecesini etkiler. Bilindiği gibi en uygun krema ayırma sıcaklığı 50-60°C arasındadır. Bu derecelerden sapma olduğunda sorunlar ortaya çıkabilir. Seperasyon sıcaklığı yükseldikçe krema ayrılma derecesi azalır. Zira viskozite, ıcaklık yükseldikçe azalır ve 75-85°C'de minimum düzeye ulaşır. Bunun zerindeki sıcaklık derecelerinde, serum roteinlerinin denaturasyonu nedeni ile viskozitede biraz yükselme başlar. Bu durum yağsız sütte kalan yağ miktarını arttırdığı gibi, seperatör çamuru miktarının da artmasına neden olur.

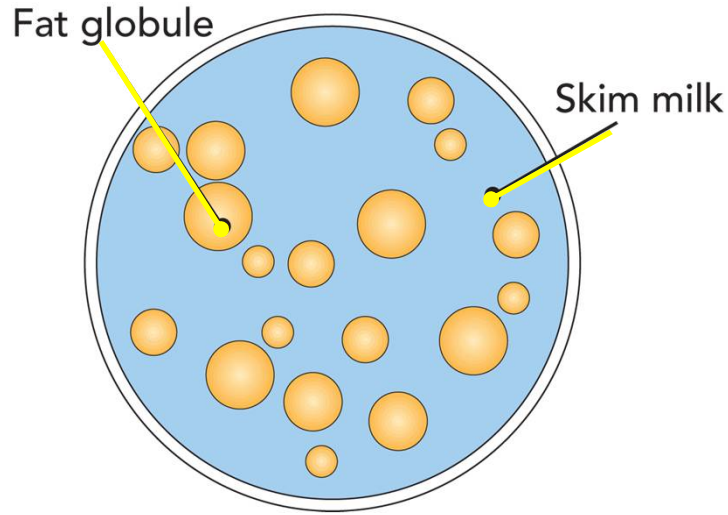


331

4. Öte yandan sütün fabrikaya kabul edildiği sıcaklıkta, yani 5-10°C arasında iken seperasyon işlemi yapıldığı taktirde, gerçi optimum ayırma sıcaklığına ısıtma için gerekli enerjiden tasarruf sağlanır ama istenen krema ayırma derecesine ulaşabilmek için seperatörden geçen süt miktarının %30-50 azalması gerekir. Sıcaklığı düşmesi ile kremanın akması güçleşir; dolayısıyla seperatörün çıkış hızı düşer. Hatta bu durum separatörün tıkanmasına ve verimsiz çalışmasına yol açabilir. Bu sakıncanın giderilmesi çanaklar arasındaki mesafenin arttırılması ile mümkündür. Fakat bu durumda sütün giriş hızının arttırılması gerekir. Ama süt giriş hızının arttırılması yağın ayrılma oranını olumsuz etkiler. Düşük sıcaklıkta seperasyonun diğer bir sakıncası ise; küçük yağ tanecikleri de kremaya geçtiği için, bu krema tereyağına işlenirken tereyağı randımanında düşme olmasıdır. Çünkü küçük çaplı yağ taneciklerinin büyük bir çoğunluğu yayık altında kalır.

332

5. Çiğ sütün doğal yağ oranı krema ayırma kalitesini etkilemez ama yağ taneciklerinin büyük olması, kremanın ayrılma kalitesi üzerinde olumlu bir etkiye sahiptir.



333

6. Seperatörün yapısı ve teknik özellikleri, krema ayırma kalitesi üzerinde son derece etkilidir. Yeni geliştirilen ve ileri teknoloji ürünü olan seperatörler %0,005 düzeyinde krema ayırma yeteneğine sahiptirler. Ancak aşağıda belirtilen faktörler krema ayırma kalitesini olumsuz yönde etkileyebilirler.
- A- Motorun bakım ve yağlanması zamanında yapılmaması ve benzeri nedenlerle yetersiz güç aktarımı ve seperatörün montaj hatası bağlamında tambur dönüş hızının düşük olması
 - B- Seperatör yatağının kusurlu olması, tam yatay yerleştirilmemesi, tamburun ve tamburdaki konik disklerin yanlış montajı nedeniyle tamburun çok gürültülü ve sarsıntılı çalışması
 - C- Seperatöre giren süt miktarının gerekenden çok yüksek olması
 - D- Özellikle krema geçiş yolundaki contaların zarar görmesi
 - E- Çanağımsı konik disklerin, özellikle ayırıcı çanakların fiziksel hasarlanması
 - F- Seperatöre giren süt miktarının çok düşük olması veya başka nedenlerle süte çok hava girmesi
 - G- Krema yağ oranının çok yüksek ayarlanması
 - H- Seperatör çalışma süresinin çok uzun tutulması.

334

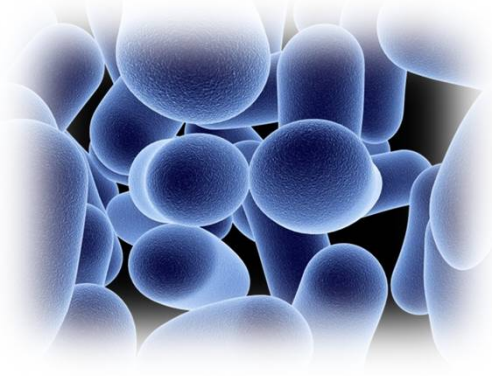
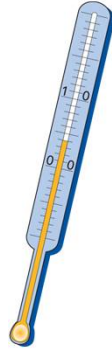


SÜTÜN DEPOLANMASI



ÇİĞ SÜTÜN DEPOLANMASI**ÇİĞ SÜTÜN DEPOLANMASI****ÜRETİM BİRİMLERİNDE ÇİĞ SÜTÜN DEPOLANMASI**

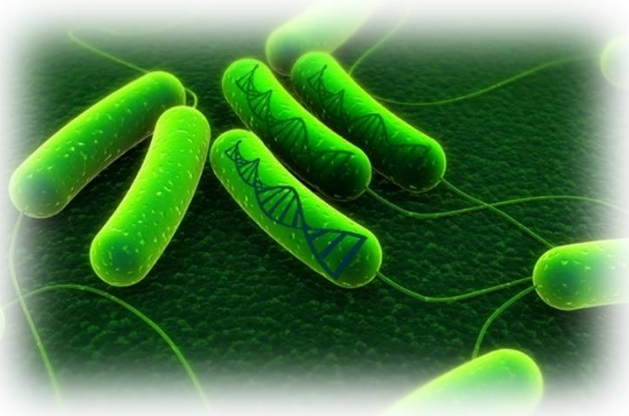
Üretim birimlerinde belirli bir miktar sütün biriktirilmesi ve aynı zamanda ürün kalitesinin korunabilmesi için süt üreticilerinin yapmak zorunda oldukları bazı işlemler vardır. Bunlar, soğutma ve soğuk koşullarda depolama işlemleridir.



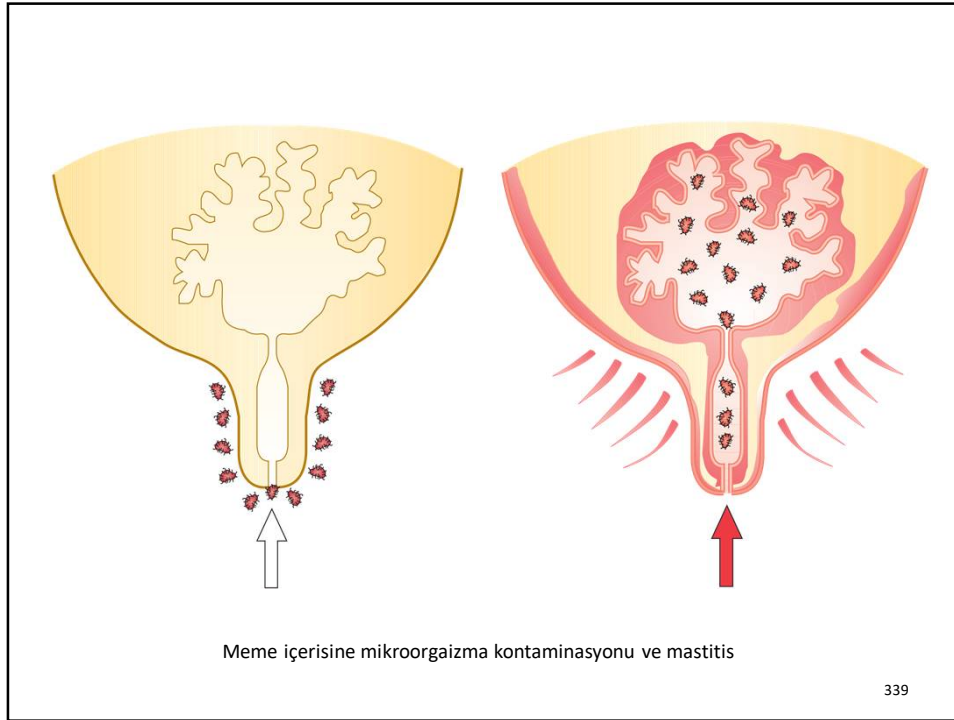
337

Sütün soğutulmasının nedeni

Üretim sırasında kontamine olan mikroorganizmaların gelişme ve etkinliklerini önlemek veya geciktirmektir. Sütün bozulmasında rolü olan etkenlerin en önemlisi hiç kuşkusuz mikroorganizmalardır. Sağlıklı bir hayvanın memesinde sentezlenen süt aslında mikroorganizma içermez. Ancak sağım işlemi tekniğine uygun bir şekilde ve hijyenik koşullarda yapılsa bile değişik kaynaklardan mikroorganizmalar süte bulaşırlar.



338



Değişik kaynaklardan süte geçen mikroorganizmalar gerekli önlemler alınmadığı takdirde gelişip çoğalarak kısa bir süre içerisinde sayıca çok yüksek düzeye ulaşırlar. Sonuçta çeşitli fermentasyonlara, parçalanmalara neden olurlar ve bu tür etkileri bağlamında sütün duyuşal, fiziksel ve kimyasal özelliklerinde çok sayıda değişikliklere yol açarlar ve sütün süt ürünlerine işlenişini engellerler yada zorlaştırırlar. Ayrıca bazen tehlikeli hastalıklara ve salgınlara yol açabilirler.



Sütün mikroorganizmalarla bulaşması (kontaminasyonu) kaçınılmaz olduğuna göre sütün doğal niteliğini belirli bir süre ve ölçüde koruyabilmenin başlıca yolu mikroorganizmaların gelişmesini, çoğalmasını ve etkinliğini frenlemektir. Bunun için de sütü sağıar sağmaz çok hızlı bir şekilde soğutmak, mikroorganizma etkinliğinin yoğun olduğu sıcaklıktan uzaklaştırmak gerekir.

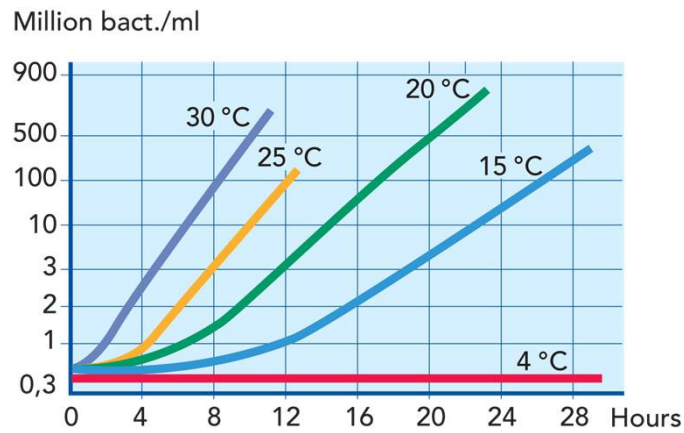
Sağıldığında vücut sıcaklığında olan süt, 2-3 saat içerisinde 10°C 'nin altına en iyisi 4°C 'ye soğutulduğu takdirde sütteki mikroorganizma sayısı belli bir süre kontrol altında tutulabilir. Bunun için sağımdan sonra süt ahır dışına alınır ve kaba pisliklerinden uygun filtreler yardımı ile arındırıldıktan sonra süzülüp soğutulur.



341

Soğutmanın bakteri gelişmesi üzerinde ne denli etkili olduğunu ortaya koyan bir araştırmada:

Yeni sağılan ve 1 ml'sinde 5000 adet bakteri içeren bir süt örneği, 10°C , 25°C ve 35°C 'lerde 24 saat süreyle bırakılmış ve belirlenen sürenin sonunda, 35°C 'de bırakılan sütün ml'sindeki bakteri sayısının 800 milyona, 25°C 'de bırakılarda 57 milyona ve 10°C 'de tutulan bölümde ise 7000'e ulaştığı belirlenmiştir.

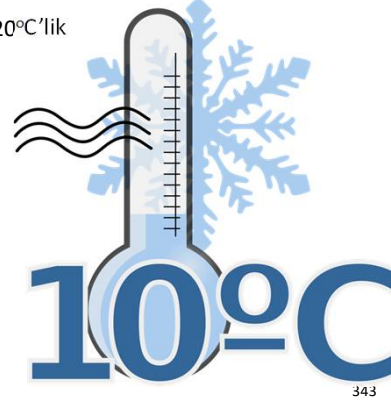


342

Soğutmanın sütteki bakteri gelişimi üzerindeki etkisini gösteren araştırmalar bize bu konunun başka bir yönünün açıklamaktadır. Söz konusu araştırmalardan birisinde; ml'sinde 5000, 100000, ve 960000 gibi az, orta ve yüksek sayıda bakteri içeren 3 süt örneğini 20°C, 15°C, 10°C ve 5°C'ye soğutarak birer saat ara ile 16 saat süreyle incelenmiştir.

İnceleme sonuçlarına göre; özellikle bakteri sayısı yüksek sütlerde 20°C'de bakteri sayısı hızla artarak 13 saat sonra 90 milyona yükselmiş ve sonra süt pıhtılaşmıştır (kesilmiştir). Aynı süt için 15°C'lik soğutma da yeterli olmamış ve 16 saat sonra süt kesilmese bile bakteri sayısı 50 milyona ulaşmıştır.

Orta ve düşük sayıda bakteri içeren sütlerde de 20°C'lik soğutma mikroorganizma gelişimi üzerinde fazla etkili olmamıştır. 15°C'lik soğutmada çoğalma temposu azalmakla beraber yine de 16 saat içerisinde bakteri sayısı 2-3 kat yükselmiştir. 10°C'de bakteri gelişimi çok yavaşlamış, 5°C'de ise özellikle az bakterili sütlerde hiçbir artış görülmemiştir.



343

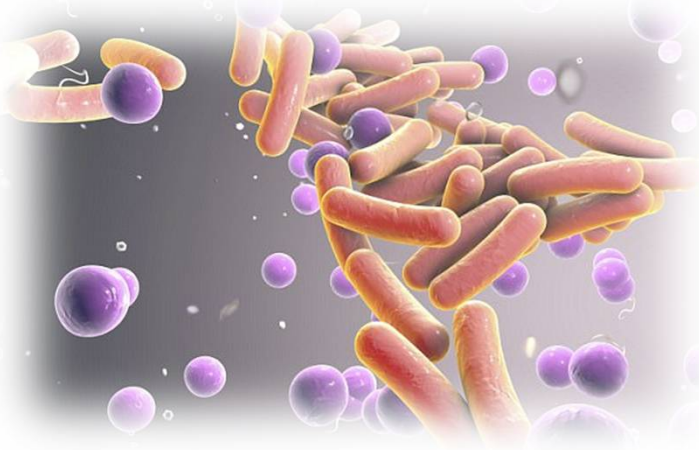
Bu incelemelerden genellikle üç sonuç çıkarmak olasıdır. **Birincisi;** vücut sıcaklığından aşağı derecelere doğru sıcaklık düştükçe, bakteri gelişiminde bir gerileme görülmekle beraber, 20°C'ye soğutmanın bakteri gelişimini arzulanan ölçüde frenlemediği, 15°C dereceye soğutmanın da yetersiz olduğu ve soğutmada iyi sonuç alabilmek için sütün mutlaka 10°C derecenin altına hatta olanaklı ise 5°C'nin aşağısına düşürülerek soğutulması zorunluluğu ortaya çıkmaktadır.



344

İkincisi; soğutmanın düşük bakterili sütlerde yüksek bakterilere kıyasla daha etkili olmasıdır. Belirtilmesi gereken bir diğ r gözlem de; asit yapan bakterilerin sayısının artmasına karşın özellikle yüksek sıcaklıklarda bırakılan sütlerde asit oluşturmayan bakteri sayısında düşme olduğudur.

şu halde sütlerin düşük ısısal derecelerde muhafaza edilmesi, gerek toplam bakteri gerekse koliform bakterileri sayısındaki artışı frenlemekte ve bu bağlamda asitlikteki yükselme de belirli bir düzeyin altında kalarak, sütün bozulması geciktirilebilmektedir.



345

Soğutmada beklenen sonuca ulaşılabilmesi için düşük sıcaklığın yanı sıra o sıcaklığa **ulaşmak için gereken sürenin de önemi vardır.**  nceden de değinildiği gibi sütte bakteri etkinliği arttıktan sonra veya bakteri gelişimini  nleyemeyecek şekilde yavaş yapılan soğutmadan yarar sağlanamaz. Bu nedenle sağımdan sonra s z len sütün hemen soğutulması ve bu işi hızlıca yapacak ve istenen dereceye soğutacak araçların kullanılması gereklidir.



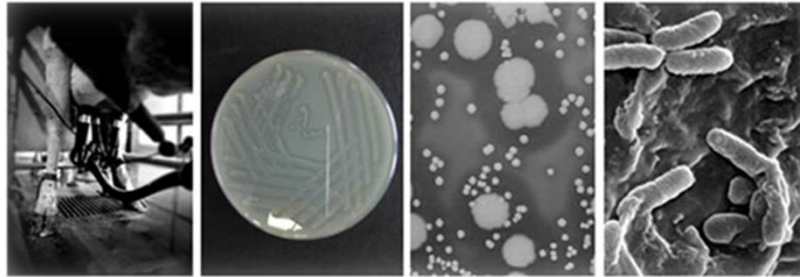
346

Sütün soğutma sıcaklığı bakterilerin miktarıyla birlikte florası üzerinde de etkili olmaktadır. Nitekim, vücut sıcaklığının biraz yukarısındaki sütte gaz yapanlar, vücut sıcaklığından biraz düşük derecelerde sütü ekşitenler, daha aşağı derecelerde de sütün tat ve kokusunu bozan mikroorganizmalar daha etkindirler.



347

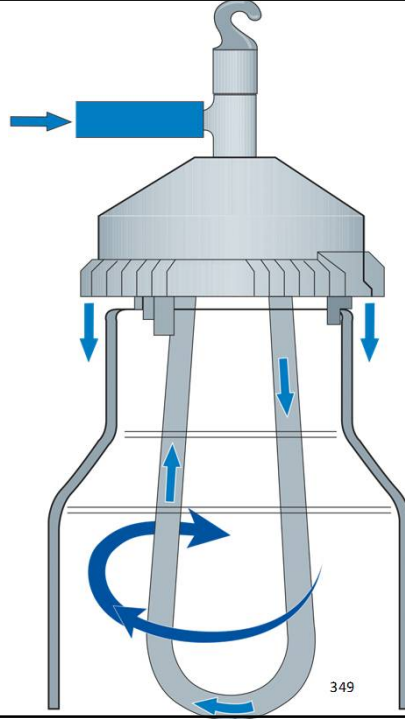
Bu sebeple soğutulan sütte mikroorganizma faaliyetinin kesinlikle önlenilebileceği düşünülmemelidir. Zira süt soğutulduktan sonra 4-8°C'de 24 saatten fazla bekletilecek olursa, optimum gelişme sıcaklıkları 15-20°C olmasına rağmen psikrofil ve psikrotrof bakteriler donma noktasının altında -10°C'ye kadar gelişme gösterebilirler. Ancak sıcaklık düştükçe gelişme hızları o oranda yavaşlar.



348

Soğutma Yöntemleri

Küçük üretim birimlerinde, süt güğümleri akarsuya veya içinde soğutulmuş su bulunan tanklara yada havuzlara daldırılarak belirli düzeyde soğutma gerçekleştirilebilir. Ancak soğutucu olarak kullanılan su yeterince soğuk değilse soğutma mikroorganizma gelişiminin frenlenmesi açısından yetersizdir. Soğutma havuzlarında yapılan soğutmada suyun soğutulması için buz veya mekanik soğutucu sistemlerinden yararlanılır. Küçük miktarlardaki sütün soğutulmasında ayrıca delikli halka püskürtmeli soğutucular, türbin tip güğüm soğutucular, daldırma (dalgiç) soğutucular ve yüzey soğutucular kullanılır.



Büyük üretim birimlerinde sütlerin soğutulmasında ise yaklaşık 300 litreden 6000 litreye kadar olan sütlerin soğutulması soğutma tanklarında gerçekleşir. Söz konusu tankların pek çok çeşidi vardır yine büyük üretim birimlerinde sütün soğutulmasında soğutma jeneratörlerinden de yararlanılır. Sütün belli aralıklarla ve değişik sıcaklıklarda gelmesi halinde bile sıcaklığı istenilen dereceye hızlı bir şekilde indirebilen soğutma jeneratörleri kullanılabilir. Bu iki yönteme ek olarak 5000-6000 litrenin üzerinde süt üretimi yapılan çiftliklerde sütün 37°C'den 4°C'ye çok hızlı bir şekilde soğutulmasında soğutma tankları yetersiz kalırlar. Büyük hacimler için en iyi soğutma yöntemi hiç kuşkusuz plakalı ısı değiştiriciler yardımı ile yapılan soğutmadır. Bu durumda tanklar sadece soğuk depolama görevi üstlenirler.



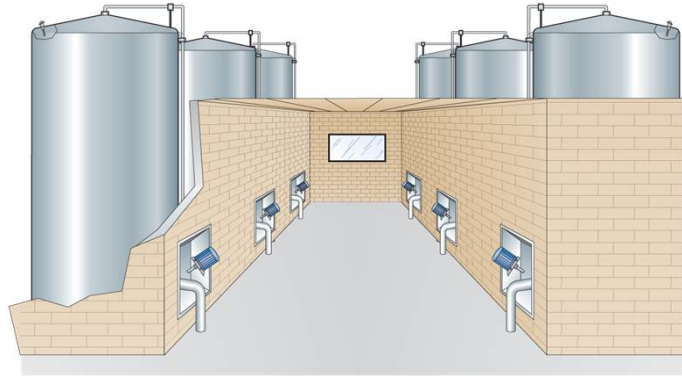
Çiğ sütün çiftlik ve toplama merkezlerinde depolanmasında ise; Sağımdan sonra süzülerek kaba kirlerinden arındırılan ve soğutulan süt, uygun depolarda depolanır. Soğutma ve depolama aynı tankta yapılabileceği gibi yalıtımlı ayrı tanklarda da yapılabilir. Depolama tanklarının karıştırma sistemi içermesi önemlidir. Depolama sürecinde süt sık sık karıştırılmalıdır. Aksi halde yüzeyde oluşan yağ tabakası, süttten gaz çıkışını engeller ve bu durum asitlik artışını, kötü tat ve koku oluşumunu kolaylaştırır.



351

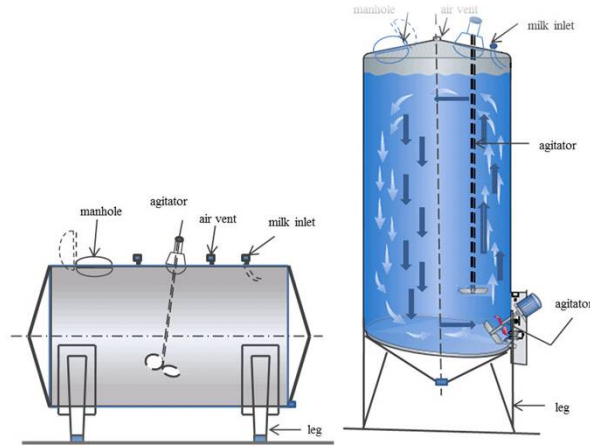
SÜT İŞLETMESİNE GELEN ÇİĞ SÜTÜN DEPOLANMASI

İşletmeye alınan çiğ süt, büyük hacimli dikey tanklarda (silo tank) depolanır. Bu tankların hacimleri yaklaşık 25 000...200 000 litre arasında değişir, ama genellikle 50 000...100 000 litrelik tanklar kullanılır. Küçük silo tanklar çoğunlukla işletmenin içine, büyükleri ise dışına yerleştirilirler. Dışarıya yerleştirilen silo tanklar çift cidarlıdır ve arada izolasyon katmanı içerirler.



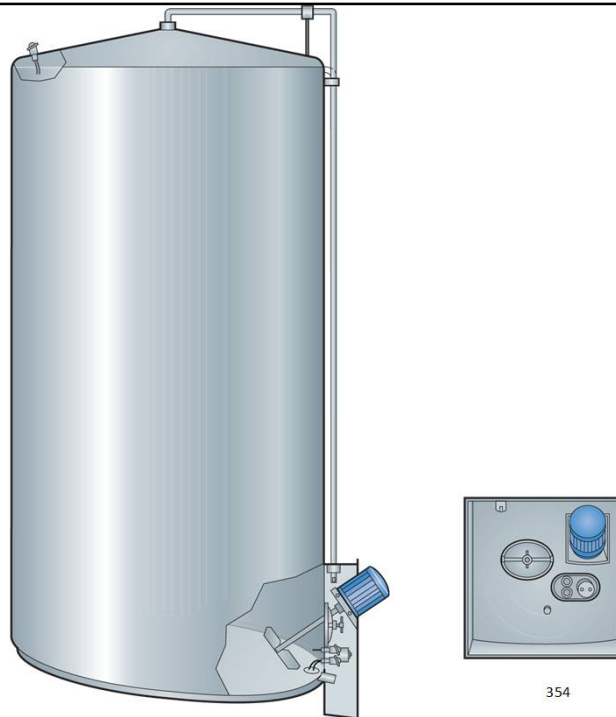
352

Büyük silo tanklarda depolanan sütün kaymak bağlamasını önlemek için karıştırma işlemi uygulanır. Ancak bu işlemin son derece dikkatli ve özenli yapılması, kuvvetli karıştırmadan kaçınılması gerekir. Çünkü kuvvetli karıştırma, süte hava girmesine ve yağ globüllerini çevreleyen membranların zarar görmesine, parçalanmasına yol açar.



353

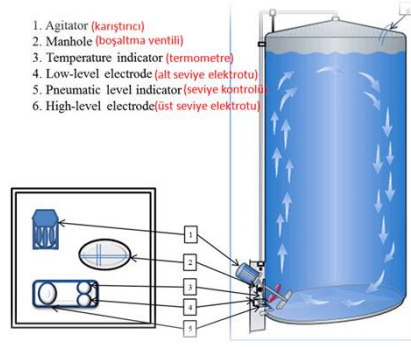
Bu durumda sütte doğal olarak bulunan ve bazı mikroorganizmalar tarafından da üretilen lipaz enziminin etkinliği artabilir ve bu bağlam süt yağı parçalanarak serbest yağ asitleri ortaya çıkabilir ve sütte hoş gitmeyen ransit bir tat gelişebilir. İşte bu nedenle sütün özenli karıştırılabilmesi için silo tanklara pervaneli karıştırıcılar monte edilir.



354

Tanklarda ayrıca: sıcaklık göstergesi, pnömatik seviye göstergesi, doluluk seviyesinin karıştırıcısının altında olduğu durumda karıştırıcıyı durduran ama karıştırıcının üstüne çıktığında karıştırıcıyı çalıştıran sistemi yönlendiren ve tankta uygun bir yüksekliğe elektrot, fazla doldurmayı (taşmayı) önleyen ve tankın tavanına yerleştirilen elektrot ve tankın tamamen boşalmış olduğunu gösteren ve tankın en alt noktası olan boşaltma noktasına monte edilen en alt seviye kontrol elektrotu bulunur.

Silo tankın tamamen boşalmış olduğunun bilinmesi büyük önem taşır. Normal olarak tanktaki süt, proses hattına pompalandıktan ve tank boşaltıldıktan sonra tankın çıkış vanası ya elle yada otomatik kontrolü sistemlerde olduğu gibi kendiliğinden kapanarak temizlik işlemine geçilir.

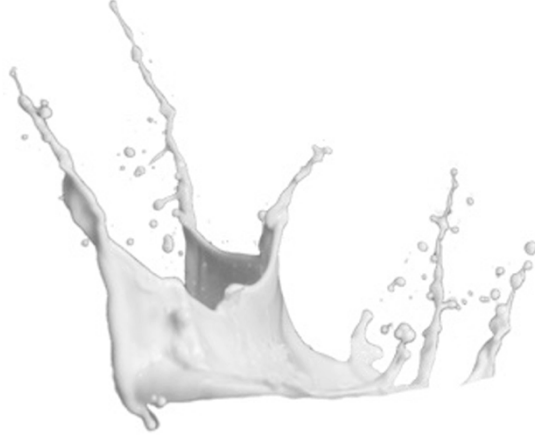


355

SÜT KALİTESİNİN BELİRLENMESİ



Kaliteli süt ve mamulleri üretiminde temel koşul hiç kuşkusuz kaliteli i süt kullanılmasıdır. Diğer bir anlatımla, kötü kaliteli i sütten iyi kaliteli süt mamulü üretimi imkansızdır. Bu nedenle i süt kalitesinin belirlenmesi süt teknolojisinde son derece önemlidir. Bu amaçla her ülkede ve doğal olarak ülkemizde de i süt kalitesini belirleyen yasal düzenlemeler yapılmıştır.



Kaliteli i sütten söz edildiğinde aşağıda belirtilen hususların dikkate alınması gerekir:

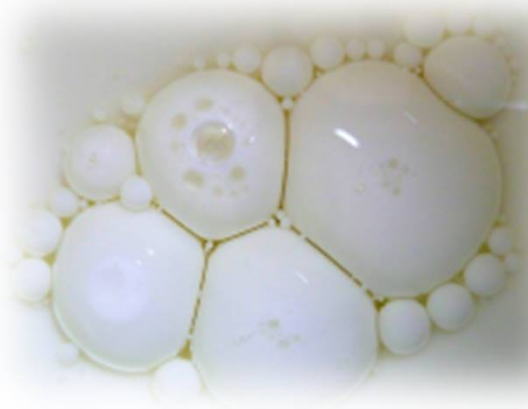
- A. Başta protein ve süt yaı olmak üzere sütün bileşiminde bulunan besin maddeleri,
- B. Kimyasal ve fiziksel zellikler
- C. Toplam mikroorganizma sayısı ve mikroflora içeriği
- D. Patojen bakterilerin bulunup bulunmadığı
- E. Antibiyotik ve dezenfektan madde gibi yabancı maddelerin bulunup bulunmadığı
- F. Toksik maddeler ve cerahat, irin parçaları içerip içermediği
- G. Sütün temizlik durumu
- H. Sütün tat ve kokusu

Sütün kalitesinin belirlenmesinde diğer önemli neden, çiğ sütün kalite sınıflarına ayrılarak, hangi ürünlere işleneceğin planlanmasıdır.

Çiğ süt kalitesinin belirlenmesi amacıyla yapılması gereken kontroller şunlardır:

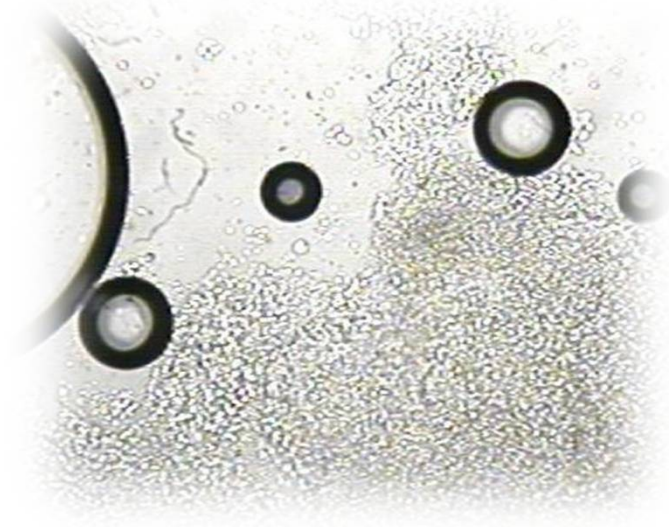
- ✓- Koku ve tat
- ✓- Temizlik derecesi
- ✓- Sediment (sadece güğümle getirilen sütlerde)
- ✓- Yoğunluk veya donma noktası
- ✓- Alkol testi
- ✓- pH değeri
- ✓- Titrasyon asitliği
- ✓- Antibiyotik ve benzeri inhibitör madde kontrolü
- ✓- Yağ oranı
- ✓- Protein oranı
- ✓- Toplam bakteri sayısı
- ✓- Somatik hücre sayısı

SÜTÜN HAVASININ ALINMASI (DEAERASYON)



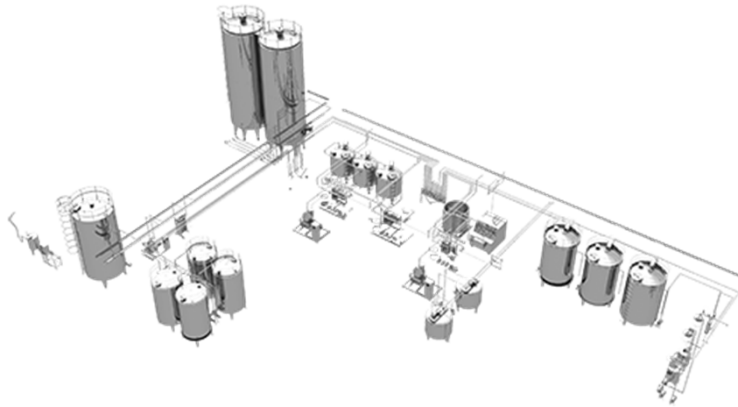
360

Bilindiği gibi süt belirli miktarda hava içerir. Henüz memede bulunan sütte hacimce %4,5-6 oranında oksijen, karbondioksit ve azot gazı bulunur.



361

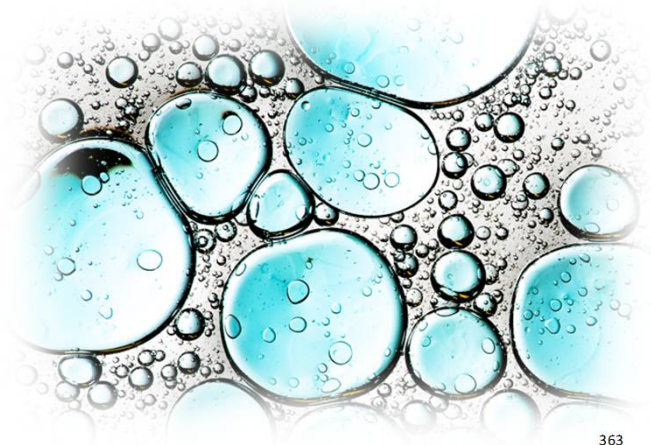
Bunlardan oksijenin oranı yaklaşık %0,1, azotun %1,0 ve karbondioksitin ise %3,5-4,9 arasındadır. Ancak sütteki hava miktarı sağım sırasında artar. Sütün hava miktarındaki artış sağımdan sonra yapılan işlemler ve nakliye sırasında devam eder. Üretim sistemleri, hava sızdırmaz kapalı sistemler halinde tasarım ve imal edilmiş olsalar bile üretim hatlarındaki pompalarda, tanklarda, seperatör ve benzeri makinelerde süte mutlaka hava karışır.



362

Hava sütte; çözülmüş, kimyasal bağlanmış ve dağılmış (disperse) olmak üzere üç çeşit bulunur.

Hava dağılımının bu üç olası formu arasındaki denge sıcaklık ve hava basıncına bağlıdır. Nitekim, belli bir sıcaklıkta belli hacimdeki bir sıvıda denge koşullarında çözülmüş gazların miktarı, bu gazların kısmi basınçlarıyla orantılıdır.



363

Sütte özellikle dağılmış halde (disperse) bulunan hava çeşitli teknik ve teknolojik sorunlara neden olur, örneğin:

- o- Sütün hacimsel miktarı doğru ölçülmez
- o- Pastörizasyon ve UHT ünitelerinde sütle temas eden sıcak yüzeylerde “kabuk oluşumu” bağlamında ısı transferi olumsuz etkilenir, verim düşer.
- o- Seperatörlerde krema ayırma verimi azalır.
- o- Otomatik standardizasyon aygıtlarında sağlıklı sonuç elde edilemez.
- o- Fermente süt ürünlerinin stabilitesi azalır (serum ayrılması).
- o- Kremada bulunan hava miktarına bağlı olarak; üretim hattında, yağ standardizasyonunda tam sonuç alınamaz, krema ısıtıcılarda “kabuk oluşumu” sorunu ortaya çıkar ve yayıklama işleminde tereyağı randımanı düşer ve serbest yağ ambalajın üst kısmına yapışır.



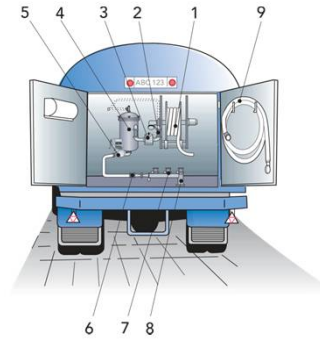
364

Sütte bulunan havanın oluşturduğu bütün bu olumsuzlukları önlemenin yolu, havanın önceden uzaklaştırılmasıdır. Havanın uzaklaştırılması işlemine deaerasyon denir ve bu işlem deaeratör denen aygıtlarla gerçekleştirilir. Sütün deaerasyonun da; “hava ayırıcılar ile deaerasyon” ve “vakum altında deaerasyon” olmak üzere başlıca iki yöntem uygulanmaktadır.



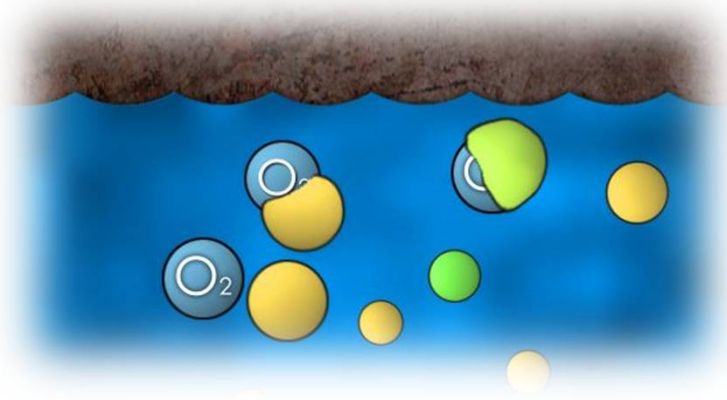
365

Hava Ayırıcılar İle Deaerasyon: Hava ayırıcı sistemler, süt tankerlerine monte edilirler ve sütün tankerlere doldurulması sırasında miktarın hatasız ölçülebilmesi için ölçüm işlemi öncesinde kullanılırlar. Ancak süt fabrikaya taşınırken özellikle sarsıntının etkisiyle dağılmış (dispers) hava miktarı tekrar artar. Tankerle getirilen sütün miktarı süt sayacından geçirilerek hacimsel olarak belirlenecekse, yanlış ölçüm yapılmaması için alım ünitesinde sayaçtan önce bir hava alma cihazından geçirilir. Bu sırada süt tankere göre daha düşük düzeyde konumlandırılan hava ayırıcının silindirik kabına pompalanmaz, kendi ağırlığı ile akar. Sistem manuel veya otomatik çalıştırılabilir.



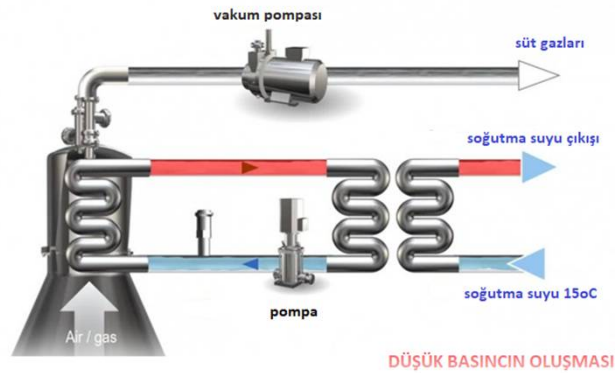
366

Vakum Altında Deaerasyon: Sütte çözünmüş ve dağılmış halde bulunan havanın uzaklaştırılmasında daha çok vakum altında deaerasyon yöntemi uygulanır. Bu yöntemle deaerasyonda, sütün sıcaklığı, viskozitesi, uygulanan vakum yüzeyi ve çıkarılacak hava miktarı etkili faktörler olmasına rağmen; vakum deaeratör sütteki havayı en homojen bir biçimde dağılmış yada çok iyi çözünmüş olsa da tamamen alabilmektedir.



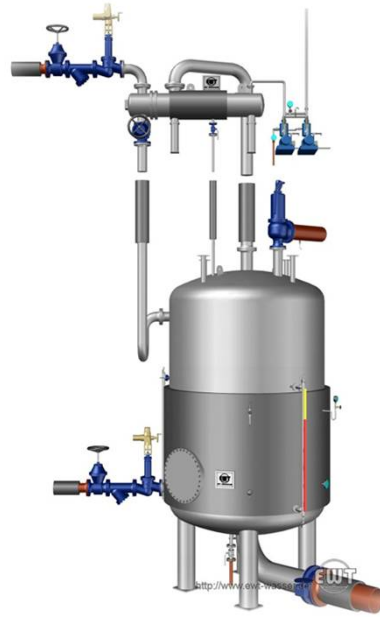
367

Deaerasyon üzerine en etkili faktör kuşkusuz deaeratördeki düşük basıncıdır. Basıncı ne kadar düşürürse yani vakum ne kadar yüksekse, hava kabarcıklarının sıvıdan uzaklaşması o kadar kolaylaşmaktadır. Aynı şekilde hava kabarcığı yüzeye ne kadar yakınsa, sıvıdan o kadar kolay kurtulmaktadır. Bu nedenle deaerasyon uygulanacak sütün deaeratörde ince bir süt filmi haline getirilmesi gerekir.



368

Bir vakum deaerasyon sistemi; paslanmaz çelikten yapılmış ve vakum hücresi adı verilen kapalı bir vakum tankı, vakum oluşturan bir vakum pompası ile bir kondensörden oluşur.



369



1. Dahili yoğunlaştırıcı
2. Yatay süt girişi
3. Seviye kontrollü süt çıkışı

Ön ısıtma uygulanmış olan süt, vakum pompası yardımı ile basıncı atmosferik basıncın altında belirli bir düzeye düşürülmüş olan vakum hücresine gönderilir.

Vakum düzeyi, ön ısıtma sıcaklığının yaklaşık 7-8°C altındaki kaynama noktasına eşdeğer bir düzeye ayarlanır.

Örneğin, ön ısıtma ile 68°C'de hücreye giren sütün sıcaklığı genleşme soğumasıyla aniden 68-8=60°C'ye düşer.

Basıncı azalma sütün normal kaynama derecesinin altındaki bir sıcaklıkta aniden kaynattığından, çözünmüş halde bulunan hava üründen kolaylıkla uzaklaşır ve aynı zamanda sıcaklık farkına bağlı olarak bir miktarda su buharlaşır.

Oluşan brüde (sütten buharlaşarak ayrılan su) vakum hücresinin üst bölümünde bulunan su soğutmalı spiral kondansatörden geçirilerek tekrar yoğunlaştırılır ve damlalar halinde süte geri verilir. Hava ve yoğunlaşmayan gazlar (bazı kötü kokular) vakum pompası ile sistemden emilir.

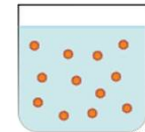
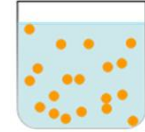
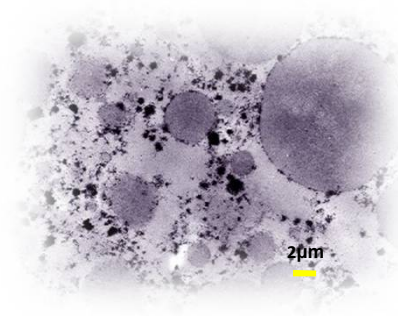
370

SÜTÜN HOMOJENİZASYONU



371

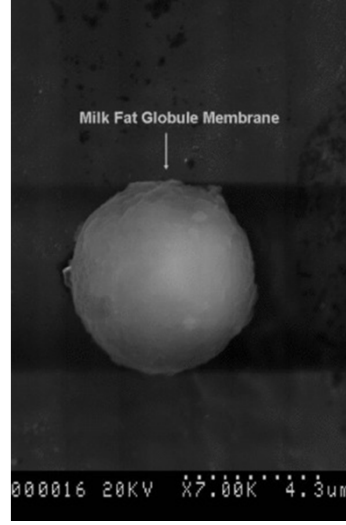
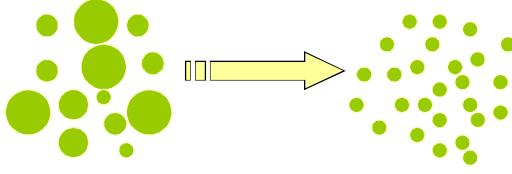
Sıvı faz içerisinde emülsiyon halde dağılmış bulunan parçacıkların çaplarını küçülterek ortamın emülsiyonunu stabil hale getirmek, diğer bir anlatımla emülsiyon fazındaki parçacıkların sıvı faz içerisindeki doğal sedimentasyonunu (hareketini) durdurmak veya yavaşlatmak amacıyla yapılan mekaniksel işleme homojenizasyon denir.



372

Süt teknolojisinde homojenizasyon işleminde amaç, büyük yağ taneciklerinin parçalanmasını sağlamak ve ortalama 3-4µm olan yağ kürecikleri çapını 0,5...1µm'ye getirmektir.

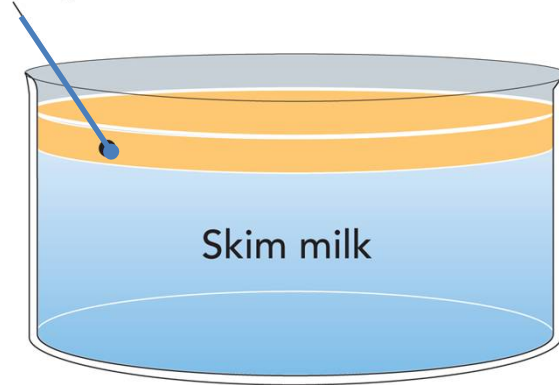
Kuşkusuz homojenizasyonun; rengin beyazlatılması, viskozitenin artırılması, tadın iyileştirilmesi gibi diğer amaçları da vardır.



373

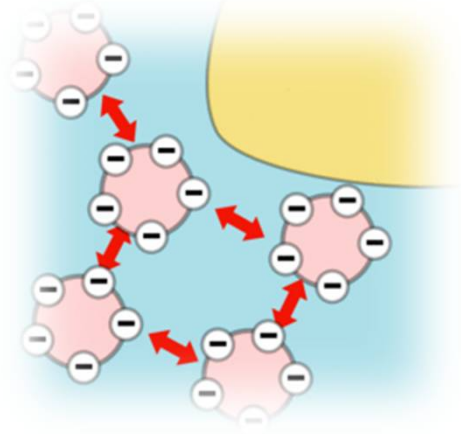
Asıl amaç, yukarıda da vurgulandığı üzere, yoğunluğu akışkan fazdan daha az olan ve doğal olarak yüzeyde toplanma eğiliminde bulunan yağ taneciklerinin çaplarını küçülterek hareketlerini durdurmak veya çok yavaşlatmaktır. Nitekim homojenizasyon öncesi çapı 3µm olan bir yağ taneciğinin doğal sedimentasyon hızı yaklaşık 0,6 mm/sn iken; homojenize edilmiş içme sütündeki yağ tanecikleri ortalama çaplarının 1µm olması durumunda bu taneciklerin doğal sedimentasyon hızları 0,07 mm/sn kadar olmaktadır.

Cream layer



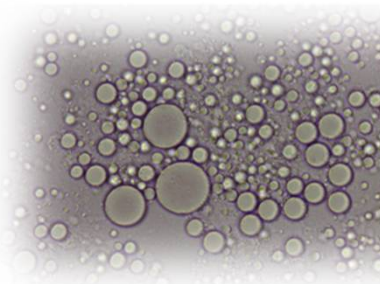
374

Bilindiği gibi, sütteki yağ taneciklerinin etrafında protein-fosfolipid kompleksinden oluşan ve emülsiyonu sağlayan bir zar (membran) vardır. Bu zar ve yağ taneciklerinin elektriksel yükleri taneciklerin bir araya gelmesine engel olur.

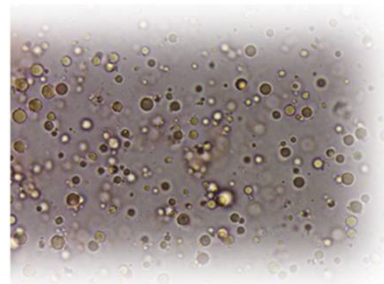


375

Ancak süt homojenize edildiğinde bu zar parçalanır ve ortamdaki yağ tanecikleri sayısı yaklaşık 1000 kat ve bununla bağlantılı olarak da yağ tanecikleri ile süt serumunun birbirine temas ettikleri alan 8-10 kat artar.



Homojenizasyon öncesi yağ globülleri

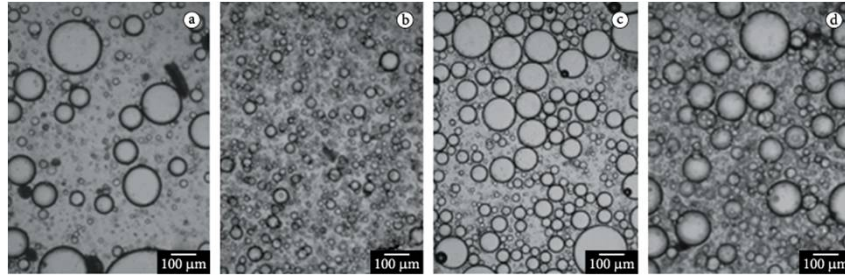


Homojenizasyon sonrası yağ globülleri

376

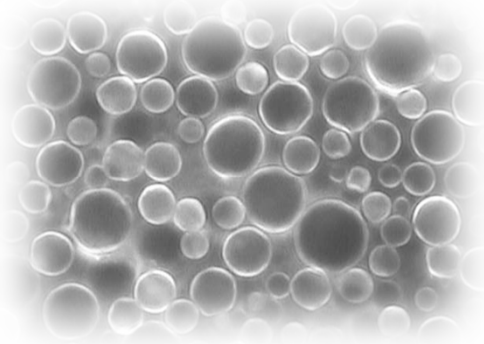
Yeni oluşan yağ küreciklerinin etrafında henüz zar olmadığından kısa süreliğine de olsa korunmasızdırlar.

Eskisine kıyasla aralarındaki uzaklıkları azalmış olan yeni yağ tanecikleri birbirlerine çarparak kümeler halinde birleşirler. Eğer homojenize sütün yağ oranı yüksekse, yağ tanecikleri arasındaki mesafe çok az olduğundan, yeni taneciklerin çevresinde zar oluşumu tamamlanincaya kadar geçen süre içerisinde tanecikler kümeleşirler. Ancak homojenize sütün yağ oranı düşükse tanecikler arasındaki mesafeler daha fazla olduğundan kümeleşme süresi uzar ve bu arada yeni yağ tanecikleri çevresinde zar oluşumu tamamlandığından birleşme gerçekleşmez.



377

Homojenizasyon işleminde amaçlanan yağ tanecikleri çapı, sütün kullanım amacına bağlıdır. Nitekim pastörize içme sütünde söz konusu çapın 1...1,5µm olması, birkaç günlük depolama süresince sütün kaymak bağlamasını önleme açısından yeterlidir. Ama uzun ömürlü sütlerde çapın 0,2...0,7µm olması gerekir.



Yağın kaymak bağlamasının hangi düzeyde önlenbildiğini belirleyebilmek, yani homojenizasyon işleminin yeterli bir şekilde yapıp yapılmadığını kontrol etmek için, homojenizasyon etkinliği veya homojenizasyon derecesi testi yapılır.

378

Homojenizasyon İşleminin Yararları

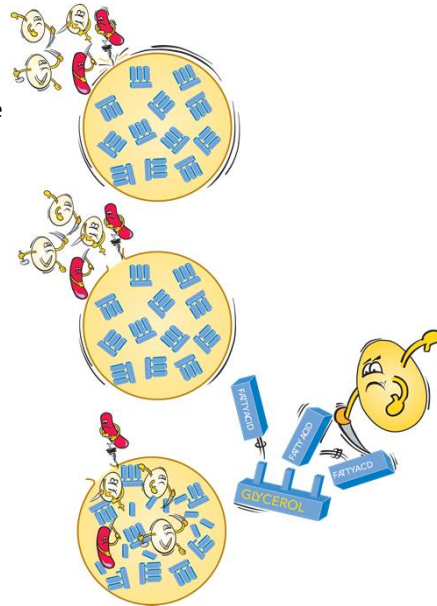
- Yağ taneciklerinin toplam yüzey alanı artar, taneciklerin homojen dağılımı sağlanır, böylece yağın yüzeyde toplanması önlenir veya güçleştirilir.
- Işığı yansıtma yeteneği artar, sütün rengi daha beyaz algılanır.
- Sütün viskozitesi artar.
- Yağın yüzey alanı arttığı için süt daha dolgun ve lezzetli algılanır.
- Aynı nedenle süt yağı daha iyi sindirilir.
- Peynir yapımında peynir suyuna geçen yağ miktarı azalır; yağ peynir telemesinde daha homojen dağılır; peynirden yağ sızması önlenir; özel kül küfleri ile üretilen peynirlerde yağın biyokimyasal parçalanması kolaylaşır.
- Yoğurt ve benzeri fermente ürünlerde yapı, tat ve jel stabilitesi iyileşir; ürün daha az su salar.



379

Homojenizasyonun Olumsuz Etkileri

- Temas yüzeyi arttığı için, lipolitik değişikliklere neden olan mikrobiyal lipaz enzimlerinin etkisi daha da belirginleşir.
- Işık etkisine karşı duyarlılığı artar ve ransit, sabunumsu veya oksidasyon tadı gibi çeşitli tat kusurları ortaya çıkabilir.
- Mikrobiyal kontaminasyonlar için daha geniş bir yüzey alanı oluşur.
- Proteinlerin ısıl stabilitesi azalır; bu nedenle UHT süt üretiminde homojenizasyon işlemi sterilizasyondan sonra yapılır.
- Sütün peynir mayası ile pıhtılaşma süresi biraz kısılır ama peynir suyunun ayrılması belirgin ölçüde olumsuz etkilenir ve yumuşak pıhtı elde edilir.

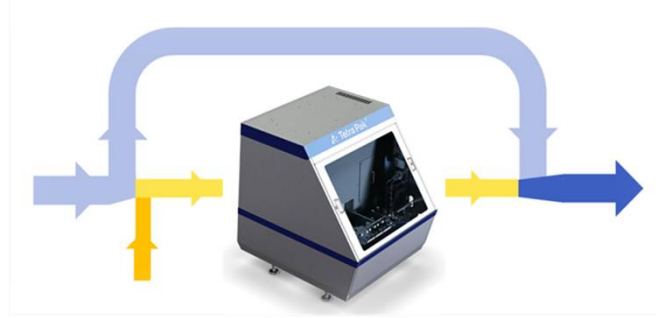


380

Homojenizasyon Yöntemleri

Tam Homojenizasyon:

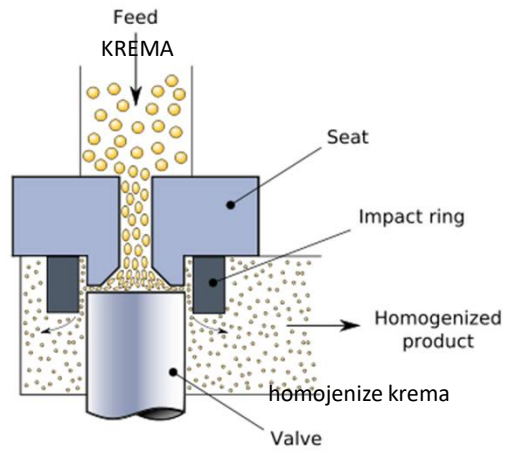
Sütün tamamı homojenizatörden geçirilir. Bu yöntem, fazla zaman ve enerjiye gereksinim gösterdiği için işletmeler tarafından pek tercih edilmez.



381

Kremanın Homojenizasyonu:

Sadece süttten kazanılan kremanın tamamı homojenize edilir ve ardından tekrar yağsız süte karıştırılır.



382

Kısmi Homojenizasyon:

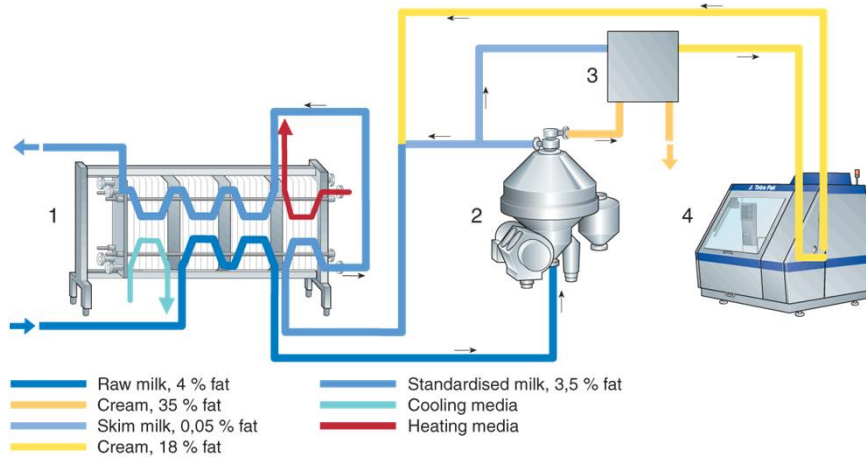
Önce sütün kreması ayrılır ve kremanın yağ oranı %12-20 olacak şekilde yağsız sütle karıştırılır veya separatör ayarlanarak ya oranı 13-20 arasında olacak şekilde krema ayırma işlemi yapılır.

Bu durumda homojenizatörden geçirilecek süt miktarı, toplam süt miktarının %20-27'si kadar olur. Homojenizatörden bu krema geçirilir. Homojenizasyon sıcaklığı 50-70°C ve homojenizasyon basıncı tek kademeli olarak 150 bar veya iki kademeli olarak ilk homojenizasyonda 150 bar ve ikinci homojenizasyon aşamasında 30 bar kadardır.

Süt işletmelerinin çoğu kısmi homojenizasyonu tercih ederler. Bunun nedeni, enerji giderleri yüksek olan homojenizasyon işleminden ekonomi sağlamaktır. Ayrıca makine bedeli daha düşüktür.



383



384

Homojenizasyonu Etkileyen Faktörler

Homojenizasyon Sıcaklığı:

Homojenizasyon sıcaklığı yağ taneciklerinin birleşmesini etkilediği için büyük önem taşır. Sıcaklık arttıkça birleşme azalır; bu nedenle homojenizasyon sıcaklığının 50°C'den aşağı olmasına izin verilmez. Süt için en uygun homojenizasyon sıcaklığı 65°C'dir.



385

Homojenizasyon Basıncı:

Homojenizasyon basıncının da birleşmeye etkisi vardır.

Basınç arttıkça parçalanma sonucu oluşan yeni yağ taneciklerinin çapları küçülür.

Süt için uygulanan homojenizasyon basıncı 100-200 bar arasında değişir.

Homojenizasyon sırasında uygulanan basıncın bir kısmı ısı enerjisine dönüştüğünden, sütün sıcaklığında artış görülür.

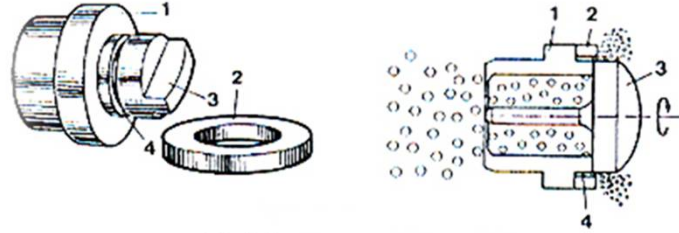
Bu nedenle sıcaklık artış miktarı hesaplanarak uygulanacak basıncın saptanmasında kullanılır.



386

Homojenizatör Memesinin Yapısı:

Bu da birleşmeyi etkileyen bir diğer faktördür. Düşük basınçta büyük kavitasyon etkisi yaratan meme, iyi bir homojenizasyon sağlamaktadır.



- 1- Dış halka
- 2- Homojenizasyon halkası
- 3- Göbek parçası
- 4- Yarıık

387

SÜTÜN STANDARDİZASYONU



388

Sütün miktar ve bileşimini etkileyen çeşitli etmenler vardır. Bunların başlıcaları:

- Hayvanın ırkı
- Yaşı
- Kalıtım ve yetiştirme
- Mevsimler
- Sıcaklık, hava nemi ve ışık
- Laktasyon
- Meme dilimleri
- Hareket
- Sağım süresi ve sayısı
- Yem (rasyon) ve
- Mastitis hastalığı



389

Söz konusu bu faktörlerin etkisi ile sütün protein ve özellikle de yağ miktarında değişimler olur.

Eğer fabrikaya gelen sütler hiçbir ön işlem uygulanmaksızın süt ürünleri yapımında kullanılırsa, her bir üretim sürecinde farklı içerik ve kalitede ürün elde edilir.

O halde süt ürünlerine işlenecek sütün yağ ve kimi zamanda protein oranının standardize edilmesi, belli bir değere ayarlanması gerekir.

Bu uygulama, hem işletme verimi açısından hem de yasal kurallara uygun üretim için zorunlu bir işlemdir.

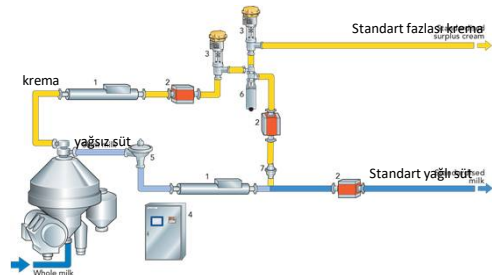
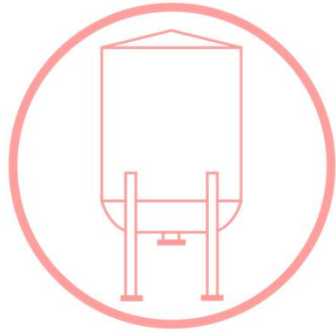


390

YAĞ ORANININ STANDARDİZASYONU

Süt yağı standardizasyonu, sütün yağ oranının belli bir orana ayarlanması işlemidir. Bu işlem genelde iki yolla gerçekleştirilebilir. Bunlar:

- Hesaplanan miktarda tam yağlı sütün veya kremanın yağsız sütle tanklarda karıştırılması ve
- Üretim hattında krema seperatörü yardımıyla direkt standardizasyondur.



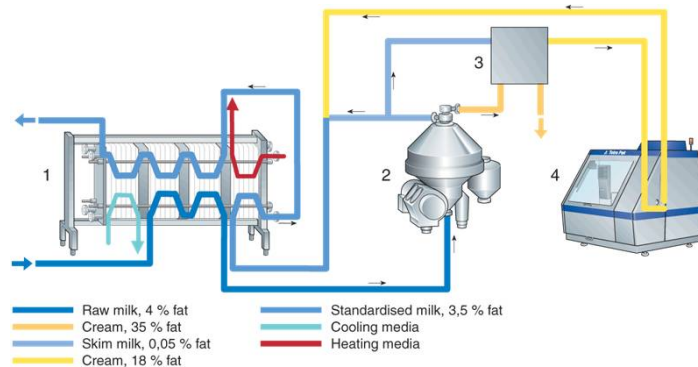
391

Hesaplanan miktarda tam yağlı sütün veya kremanın yağsız sütle tanklarda karıştırılması Küçük işletmelerde uygulanan bir standardizasyon yöntemi olup yukarıda da belirtildiği üzere; tam yağlı sütün veya kremanın yağsız sütle yada düşük yağ oranlı sütle karıştırılması ilkesine göre gerçekleştirilir. Söz konusu bu işlem ya pastörizasyondan önce yahut pastörizasyondan sonra yapılır.



392

Önce standardizasyon, sonra pastörizasyon yapılması istendiğinde şu yol izlenir; çiğ sütün yağ oranı gerekli olan yağ oranından fazlaysa ve kreması ayrılmadan yağsız süt katılarak standardize edilecekse; önceden seperatörde ayrılan yağsız süt ile tam yağlı çiğ süt karıştırılarak istenen yağ oranına ayarlanır ve ardından pastörize edilir. Eğer çiğ sütün yağ oranı istenilen değerden azsa bu kez çiğ süte krema eklenerek standardizasyon gerçekleştirilir, sonra pastörize edilir. Homojenizasyon işlemi parsiyel yapılacaksa, kremanın çekilmesi ve homojenizasyon işleminden sonra standardizasyonun yapılması gerekir.

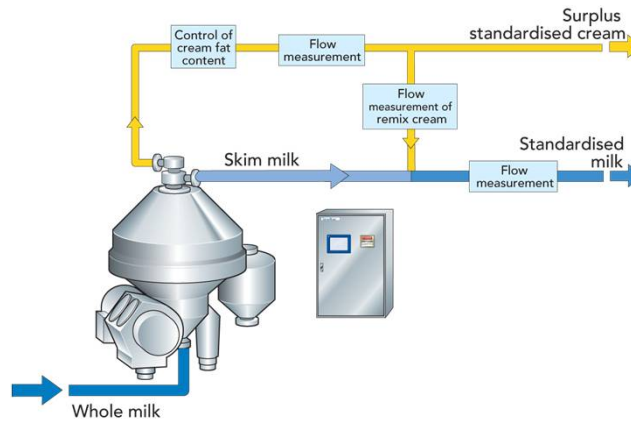


393

Diğer yandan önce pastörizasyon sonra standardizasyon yapılması istendiğinde ise şu yol izlenir.

Eğer çiğ sütün yağ oranı gerekli olan değerden düşük ise krema ile çiğ süt pastörize edildikten sonra karıştırılarak istenen yağ oranı sağlanır.

Çiğ sütün yağ oranı amaçlanan değerden yüksek ise bu kez pastörize edilmiş süte, pastörize edilmiş yağsız sütün eklenmesi gerekir.

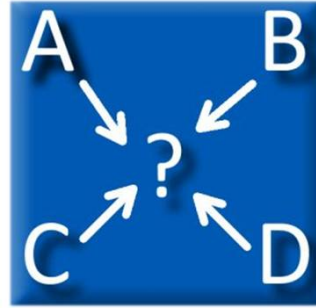


394

Depolama tankında yağsız sütün doğrudan krema ile standardizasyonu pek önerilmez. Çünkü soğutulmuş krema yağsız süte karıştırıldığında yağın sütte dağılımı homojen bir şekilde gerçekleşmeyebilir ve bu bağlamda yağ oranında farklılıklar ortaya çıkabilir. Ayrıca depolama sürecinde süt yüzeyinde çoğu yağdan oluşan bir kaymak tabakası oluşabilir.

Ancak yağ oranının düzeltilmesinde çoğunlukla krema kullanılır. Bu durumda yeterli bir karışım için kremanın yağ oranının %30'dan düşük olmasına dikkat edilmelidir.

Tam yağlı süt ile yağsız sütün hangi miktarlarda karıştırılacağına hesaplanması "Pearson Karesi Yöntemi" veya çeşitli formüllerden yararlanılarak yapılabilir.

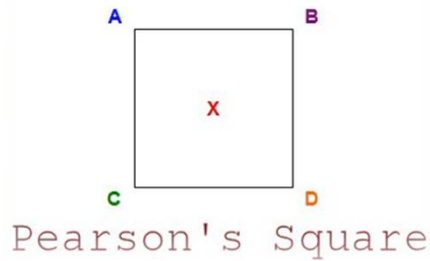


395

Yağ Oranları Bilinen Tam Yağlı ve Yağsız Sütün Karıştırılması İle Standardizasyon

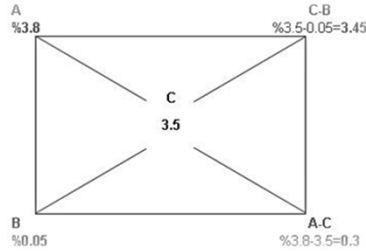
Yaygın olarak kullanılan ve yaklaşık sonuçlar veren bu yöntem ile hesaplamada Köşegenleri ile birlikte bir dörtgen çizilir.

Köşegenlerin birleştiği yere sütte bulunması istenen yağ oranı, köşegenin sol üst köşesine yağlı sütün, sol alt köşesine ise yağsız (yağı alınmış) sütün yağ oranları yazılır. Merkeze yazılan istenilen yağ derecesi ile bu değerler birbirinden çıkarılır, farklar karşı köşelere yazılır ve karıştırılacak miktarlar basit bir orantı yardımı ile hesaplanır.



396

Örnek: %3.8 ve %0.05 yağlı yağsız sütlerin karışımından 50 000 litre %3.5 yağlı süt elde edilmesi istenmektedir. Karışım için gereken miktarları hesaplayınız.



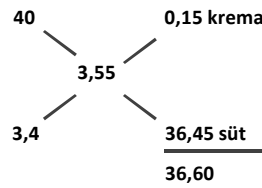
Veriler pearson karesine yerleştirildiğinde; 3.45 bölüm yağlı süt ile 0,3 bölüm yağsız sütün karıştırılması gerektiği görülür. Şu halde %3.5 yağlı 50000 litre süt eldesi için gerekli miktarlar aşağıda belirtildiği gibi kolayca hesaplanabilir.

$$\frac{(C-B)}{(C-B) + (A-C)} \times 50000 = \frac{3,45}{3,75} \times 50000 = \underline{46000 \text{ lt } \%3,8 \text{ yağlı sütten}}$$

$$\frac{(A-C)}{(C-B) + (A-C)} \times 50000 = \frac{0,3}{3,75} \times 50000 = \underline{4000 \text{ lt } \%0,05 \text{ yağlı YAĞSIZ sütten}}$$

397

Örnek: Yağ oranı %3.4 olan 10 000 kg süt, %40 yağlı krema ile %3.55 yağ oranına standardize edilecektir. Gereken krema miktarını hesaplayınız.



O halde;

$$0,15\text{kg} / 36,45\text{kg} = X / 10000\text{kg}$$

$$X = (0,15 \times 10000) / 36,45 = 41,15 \text{ kg krema kullanmak gerekir.}$$

Bu çözümü aşağıdaki gibi yapmak da mümkündür.

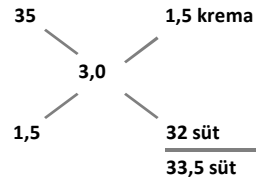
$$\text{Krema Miktarı} = (10000 \times (3,55 - 3,40)) / (40 - 3,5)$$

$$\text{Krema Miktarı} = (10000 \times 0,15) / (36,45)$$

$$\text{Krema Miktarı} = 41,15 \text{ kg krema kullanmak gerekir.}$$

398

Örnek: %1,5 yağlı süt ve %35 yağlı kremanın karışımından 25000 litre %3 yağlı süt elde edilmesi istenmektedir. Karışım için gereken miktarları hesaplayınız.



O halde;

33,5 birim sütün 1,5 birimi kremadan geliyorsa

25000 litre sütün kaç kg' kremadan gelir?

$$25000 \times 1,5 / 33,5 = 1119,402 \text{ kg krema gerekir.}$$

33,5 birim sütün 32 birimi %1,5 yağlı sütten geliyorsa

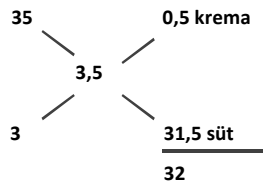
25000 litre sütün kaç kg'ı %1,5 yağlı sütten gelir?

$$25000 \times 32 / 33,5 = 23880,598 \text{ kg \%1,5 yağlı süt gerekir.}$$

$$23880,598 + 1119,402 = 25000 \text{ kg \%3 yağlı süt elde edilir.}$$

399

Örnek: Yağ oranı %3 olan 40 000 kg süt, %35 yağlı krema ile %3.5 yağ oranına standardize edilecektir. Gereken krema miktarını hesaplayınız.



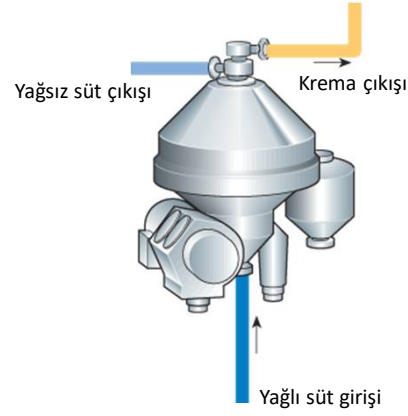
$$0,5\text{kg} / 31,5\text{kg} = X / 40000\text{kg}$$

$$X = (0,5 \times 40000) / 31,5 = 634,920 \text{ kg krema kullanmak gerekir.}$$

400

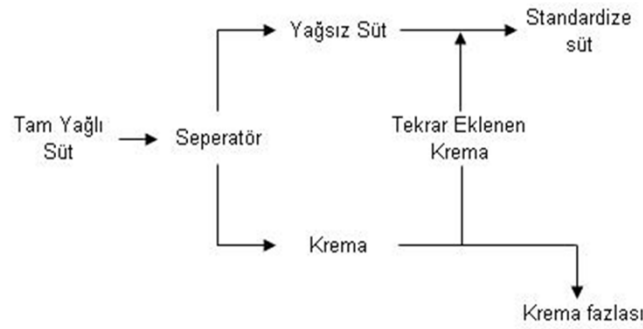
Krema Separatöründe Crema Çıkışındaki Vanaların Ayarlanması ile İşlem Hattında Direkt Standardizasyon:

Bilindiği gibi bir crema separatöründe bir adet yağlı süt girişi ve iki adette çıkış bulunur. Bu çıkışlardan biri crema diğeri de yağlı alınmış süt içindir. Yani tam yağlı süt, seperatörden crema ve yağsız süt olarak ayrı kanallardan çıkar.

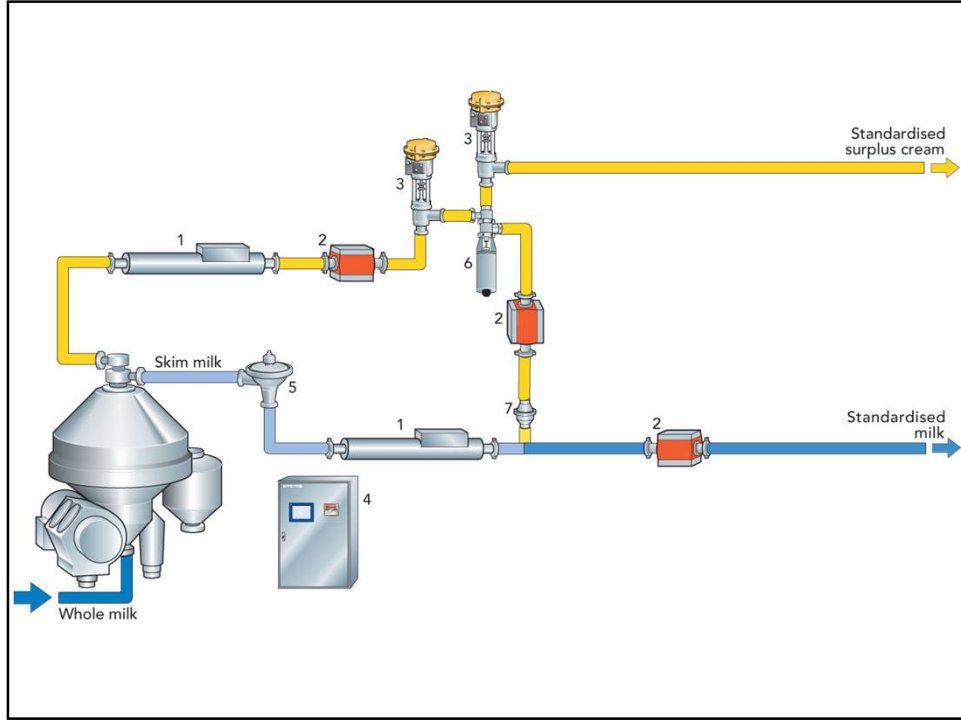


401

Diğcr yandan crema akış hattında 2 adet ayar vanası ve bunlara bağı 2 adet akışölçer bulunur. Bu iki vana arasında ise crema hattı ile yağsız süt hattını bağılayan bir boru ve üç yollu vana vardır. Crema çıkışından değışik yağ oranlı crema elde edilebileceğı gibi, istenirse hiç crema alınmayabilir. Yağsız süt çıkışında ise yalnız yağsız süt alınabileceğı gibi istenirse yağ oranı belirli bir düzeye ayarlanmış (standardize edilmiş) süt elde etmek veya giren sütün kremasını ayırmadan almak yani yalnız klerifiye etmek mümkündür.

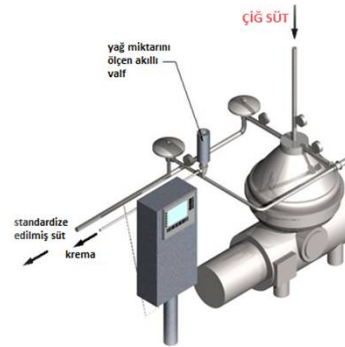


402



Krema Seperatörü İle Tam Yağlı ve Yağsız Sütün Otomatik Olarak Karıştırılması İle Standardizasyon:

Bu yöntemle de sağlıklı bir standardizasyon yapılabilmesi için tam yağlı sütün yağ oranının bilinmesi ve bunun sabit kalması gerekir. Bir bilgisayar destekli sistemin kumanda panelinde istenen standardize süt miktarı ve yağ oranı ile tam yağlı ve yağsız sütün yağ oranlarına ilişkin veriler işlenir. Sistem önce tam yağlı sülle başlar ve seperatörde ayrılan tüm krema tekrar yağsız süte karışır.



Kreması Çekilmesi Gereken Süt Miktarının Hesaplanması İle Standardizasyon
(Belirli miktar sütün kremasının tamamının çekilmesi ile standardizasyon):

Örnek: İşletmede 4000 litre %3,6 yağlı süt bulunmaktadır.
Bu sütün yağ oranını %2,8'e standardize etmek istiyoruz.
Sütün ne kadarının yağının çekilmesi ne kadarının da yağı çekilmeden işleme sokulması gerekmektedir?

100 kg'da	3,6 kg yağ varsa	100 kg'da	2,8 kg yağ isteniyorsa
4000 kg'da	X kg yağ vardır	4000 kg'da	X kg yağ istenir
$X = (4000 \cdot 3,6) / 100 = 144 \text{ kg}$ süt yağı vardır.		$X = (4000 \cdot 2,8) / 100 = 122 \text{ kg}$ süt yağı olmalıdır.	

O halde; $144 - 122 = 32 \text{ kg}$ yağ çekilmelidir.

100 kg'da	3,6 kg yağ varsa
X litre sütün yağının	32 kg yağ çekmek için
Çekilmesi gerekir.	

$X = (32 \cdot 100) / 3,6 = 888,881 \text{ litre } \%3,6 \text{ yağlı sütün yağının tamamı çekilmeli.}$

405

888,9 litre %3,9 yağlı sütün yağının tamamı çekilince, miktarda çekilen krema kadar bir azalma olur.
Eğer 888,9 litre süttten çekilecek olan 32 kg saf yağı, %35 yağlı krema şeklinde çekmek istiyorsak;

100 lt'de	35 kg yağ varsa
X litre krema çekmek	32 kg yağ çekmek için
gerekmektedir	

$X = (32 \cdot 100) / 35 = 91,5 \text{ lt}$ krema çekilmelidir.

$888,9 - 91,5 = 797,4 \text{ litre}$ yağsız süt ile $3111,1 \text{ litre}$ yağlı süt karıştırılmalıdır.
Bu nedenle standardizasyonda ayrılan kremadan dolayı hacim düzeltmesi yapmak gerekir.
Ancak sütün miktarı, seperatöre girmeden bir sayaçla kontrol ediliyorsa bu düzeltmeye gerek yoktur.

406

Çekilecek Olan Belirli Yağ Oranlı Krema Miktarını Hesaplayarak Standardizasyon:

Örnek: İşletmede 3000 litre %3,4 yağlı süt bulunmaktadır.

Bu sütün yağ oranını %2,5'e standardize etmek istiyoruz. %40 yağlı ne kadar krema çekilmesi gerekir?

100 kg'da 3,4 kg yağ varsa

3000 kg'da X kg yağ vardır

$$X = (3000 \cdot 3,4) / 100 = 102 \text{ kg}$$

süt yağı vardır.

100 kg'da 2,5 kg yağ isteniyorsa

3000 kg'da X kg yağ istenir

$$X = (3000 \cdot 2,5) / 100 = 75 \text{ kg}$$

süt yağı vardır.

O halde; $102 - 75 = 27 \text{ kg}$ saf yağ çekilmelidir.

100 lt'de

40 kg saf yağ varsa

X

27 kg saf yağ çekmek için

$$X = (27 \cdot 100) / 40 = 67,5 \text{ litre}$$

67,5 litre %40 yağlı krema çekilirse, sütümüz %2,5 yağa standardize edilmiş olacaktır.

407

SÜTE ISIL İŞLEM UYGULAMASI



Bilindiği gibi; gıdaların bozulmasına neden olabilecek mikroorganizmaları ısı etkisi ile inaktif hale getirmek suretiyle gıdalara dayanıklılık kazandırma işlemine “ısı uygulayarak muhafaza” yöntemi ve bu amaçla uygulanan ısıtmaya da “ısıl işlem” denir.

409

Süt teknolojisinde ısıl işlemin başlıca hedefleri şunlardır:

- Sütte bulunan tüm patojen mikroorganizmaları öldürmek,
- Patojen olmasa bile, normal depolama koşullarında süt ürünlerinde bozulmaya neden olabilecek tüm mikroorganizmaları tamamen veya kısmen öldürmek,
- Enzimleri kısmen veya tamamen inaktive etmek,
- Bütün bu hedeflere ulaşırken, sütün kalitesinde ve beslenme değeri en az olumsuzluğa neden olmak.



Bu amaçlara ulaşmak için ısıtılma işlemde öyle bir sıcaklık ve süre seçilmelidir ki, sütte bulunabilecek ısıya en dirençli patojen veya bozulma etmeni olabilecek mikroorganizma öldürülmüş olsun. Başka bir anlatımla; ısıtılma işlemde öldürülmesi hedeflenen mikroorganizma, ısıya en dirençli patojen veya bozulma etmeni mikroorganizmalardır.

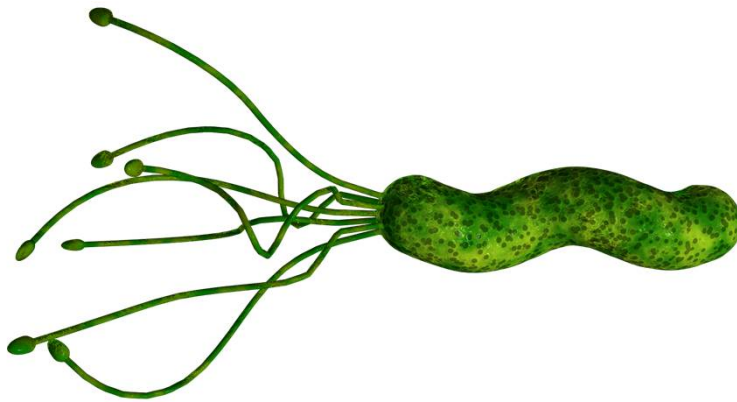


Süt teknolojisinde ısıtılma işlem uygulamaları; pastörizasyon, sterilizasyon ve termizasyon olmak üzere üç grup altında toplanabilir.

411

Pastörizasyon:

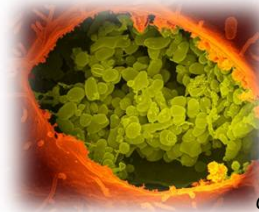
Mikroorganizmaları inaktif etmek amacı ile 100°C'nin altındaki sıcaklıklarda uygulanan ılımlı bir ısıtılma işlemidir. Pastörizasyon işleminden sonra ortamdaki çoğu vegetatif hücre ölür, bazı mikroorganizmalar ısısal şoka uğrarlar; bakteri sporları ve ısıya dirençli bazı termofilik mikroorganizmalar ise canlılıklarını korurlar.



412

Sütün pastörizasyonunda, sıcaklığa en dayanıklı patojen olan ve Q humması etmeni olarak bilinen *Cociella burnetii* hedef alınır. Süt teknolojisinde uygulanan pastörizasyon normları aşağıdaki gibidir:

	Sıcaklık/ Süre	Mikroorganizma Öldürme Etkisi (bakteri redüksiyonu) %
Düşük sıcaklıkta uzun süre pastörizasyon (LTLT)	62- 65°C'de 30-32 dakika	~95
Yüksek sıcaklıkta kısa süre pastörizasyon (HTST)	72-75°C'de 15-30 saniye	99.5
Çok yüksek sıcaklıkta pastörizasyon	85-90°C'de 8-15 saniye	99.9



Cociella burnetii

413

Sterilizasyon:

Mikroorganizmaları inaktif etmek amacı ile 100°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda uygulanan yoğun bir ısı işlemidir. Ancak bu işlem, uygulandığı gıdada hiçbir canlı mikroorganizmanın kalmadığı yoğunluktaki bir ısı işlem (mutlak sterilizasyon) değildir.

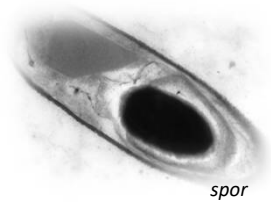


Tüm patojenlerle, normal depolama koşullarında bozulma etmeni olabilecek diğer mikroorganizmaların yok edilmesini sağlayabilecek boyutta ve 100°C'nin üzerinde uygulanan bir ısı işlemidir ki buna ticari sterilizasyon denir.

414

Sütün ticari sterilizasyonunda, ısıya dirençli spor oluşturan *Bacillus stearothermophilus* hedef alınır. Zira *Bacillus stearothermophilus* sporları bakteri sporları arasında ısıya en dirençli sporlardır. İçme sütü teknolojisinde kullanılan sterilizasyon normları aşağıdaki gibidir.

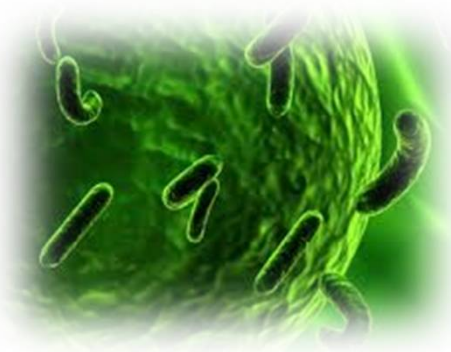
	Sıcaklık/ Süre	Mikroorganizma Öldürme Etkisi (bakteri redüksiyonu) %
Ambalajda sterilizasyon (klasik sterilizasyon)	>110°C/10-30 dakika	~100
UHT yöntemi ile sterilizasyon	>135°C/birkaç saniye	100



415

Termizasyon:

Çiğ sütün işleninceye kadar kısa bir süre depolanabilmesi için, sütteki bakteriyel gelişmeyi belirli bir süre önleyebilmek ve psikrotrof bakterilerin bir kısmını öldürebilmek amacıyla pastörizasyon normunun altında uygulanan bir ısı işlemidir. Termizasyon uygulamasında süt, 57-68°C'de 15-30 saniye gibi kısa bir süre ısıtılır. Ancak bu işlemin ardından sütün, spor oluşturan aerobik bakteri türlerinin gelişmesini önleyebilmek için 4°C veya daha düşük derecelere soğutulması gerekir.



416

Termizasyon işleminde mikroorganizma öldürme etkinliği, diğer bir anlatımla bakteri redüksiyonu %95'in altında gerçekleştiği için, bu işlemin bir pastörizasyon işlemi olarak kabul edilmesi söz konusu değildir. Bu nedenle Termizasyon çok zorunlu hallerde uygulanmalı; en iyisi gelen süt 24 saat içerisinde pastörize edilmelidir.



417

SÜT TEKNOLOJİSİNDE KULLANILAN ISI DEĞİŞTİRİCİLER



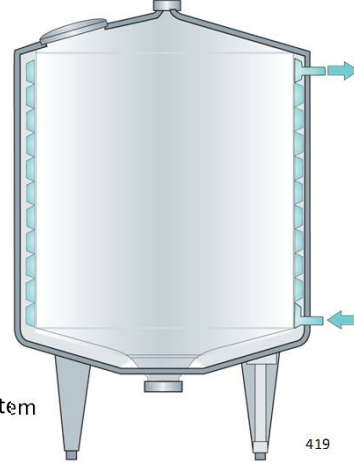
418

Kesikli Isı Aktarım Düzenleri:

Ortamlar arasındaki sıcaklık farkının değıştiği, yani sabit kalmadığı ısı aktarım düzenlerine kesikli ısı aktarıcılar denir.

Söz konusu düzenler genel olarak sıvı ve gaz (buhar) banyolu veya elektrikli basit sistemlerdir. Ürünün ısıtıcı ortamla temas etmesinin istenmediği durumlarda ısı aktarım düzeni ceketli (gömlekli) yapılır.

kesikli (batch) sistem



419

Bunlar küçük kapasiteli işletmelerdeki pastörizasyon, eritme, miks hazırlama ve benzeri işlemler için tercih edilirler. Bu ekipmanlar küçük hacimlidirler; çeşitli konstrüktif biçimlerde, açık veya kapalı tiplerde, atmosferik basınç veya vakum altında çalışabilen ceketsiz veya ceketli, paslanmaz çelikten yapılmış, gerektiğinde karıştırıcı düzeni bulunan kazanlardır.



420

Sürekli Isı Aktarım Düzenleri:

Ortamlar arasındaki sıcaklık farkının sabit kaldığı, değişmediği düzenlere “sürekli ısı aktarım düzenleri” denir. Sürekli ısı aktarımında; doğrudan ısı aktarımı ve dolaylı (indirekt) ısı aktarımı olmak üzere iki farklı yöntem kullanılır.



421

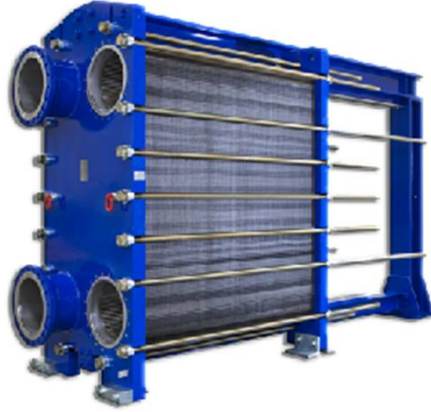
Doğrudan ısı aktarımında, sıcak ve soğuk ortamlar birbirine karıştırılarak ısı aktarımı sağlanır. Örneğin; buharın suyun içine verilerek suyun ısıtılması, sütün buhar enjeksiyonu ile sterilize edilmesi gibi.



- (1) Buhar bölmesi
- (2) Buhar basınç arttırıcı (nozzle)
- (3) Karışım bölmesi
- (4) Giriş difüzörü
- (5) Çıkış difüzörü
- (A) Buhar girişi
- (B) Isısı değiştirilecek akışkan girişi
- (C) Buhar ürün karışımı

422

Dolaylı ısı aktarımında ise, sıcak ve soğuk ortamlar birbirleri ile karışmaksızın, aralarındaki ortak yüzeyden yararlanılarak ısı aktarımı sağlanır. Dolaylı ısı aktarımında kullanılan aygıt “eşanjör” yada “ısı değıştirici” denir.



423

Isı Değıştirici Çeşitleri:

Süt fabrikalarında kullanılan ısı değıştiriciler 3 grup altında toplanabilir. Bunlar;

- Plakalı ısı değıştiriciler,
- Borulu ısı değıştiriciler ve
- Sıyrmalı yüzeyli ısı değıştiricilerdir.



Borulu ısı değıştirici



Plakalı ısı değıştirici



Sıyrmalı yüzeyli ısı değıştiri

424

Plakalı Isı Değiştiriciler:

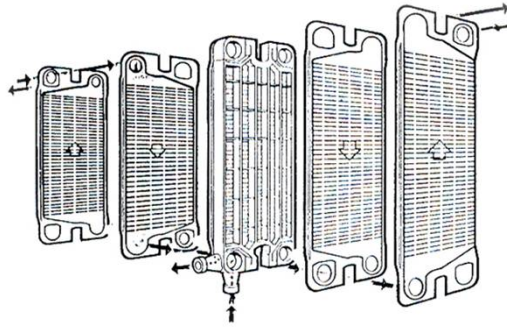
Plakalı ısı değiştiriciler, süt teknolojisinde en yaygın kullanılan, paslanmaz çelikten veya Cr/Ni, Ni/Mo gibi çeşitli alaşımdan yapılmış malzemelerdir.

Plaka kalınlıkları 1.25- 3mm ve plakalar arasındaki boşluklar 1.25- 7.75mm arasında değişir



425

Plakalı ısı değiştiricide yerine göre “n ısıtma”, “son ısıtma” ve “soğutma” bölümleri ile ısı aktarımsız “bekleme” bölümler gibi bölümler bulunur. Sistemde ısıtıcı akışkan olarak, vakum buhar veya sıcak su; soğutucu akışkan olarak ise ürünün çıkış sıcaklığına bağlı olarak soğuk su, buzlu su, salamura yada propilenglikol kullanılır.



Plakalı ısı değiştiriciler ürünün yalnızca soğutulması ya da aynı anda ısıtılıp soğutulması gibi ısıl işlemlerde kullanılırlar ve bu bağlamda tek yada çok bölmeli tasarlanılırlar.

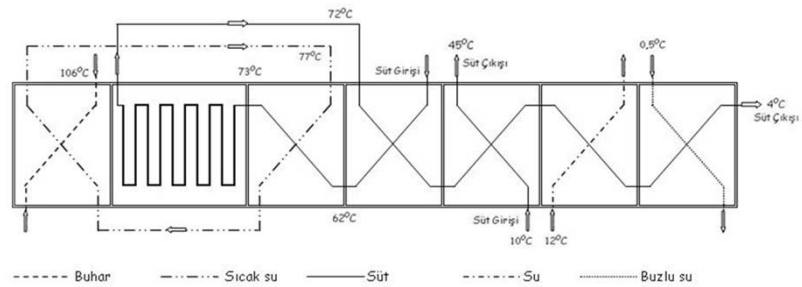
426

Ürünün yalnızca ısıtılması veya soğutulması için tek bölmeli ısı değiştiriciler yeterlidir. Ancak aynı anda ısıtılıp soğutulması söz konusu ise plakalı ısı değiştiricinin çok bölmeli olması gerekir.



427

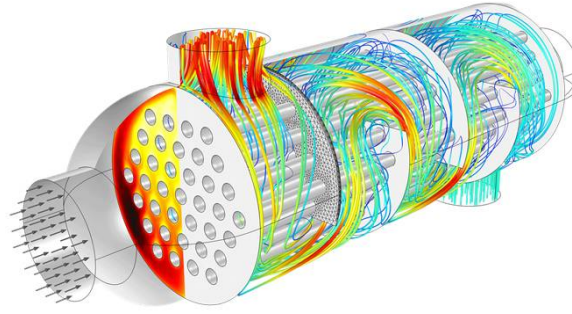
Isıtma ve soğutma işlemlerinin aynı plakalı ısı değiştiricide gerçekleştirilmesi, enerji tüketiminde ekonomi sağlanmasını zorunlu hale getirmiştir. Nitekim bu amaçla dizayn edilen plakalı ısı değiştiricilerde pastörize edilmiş sıcak haldeki süt sisteme yeni giren soğuk sütün ısıtılmasında kullanılmaktadır.



428

Borulu Isı Değiştiriciler:

Genellikle serpantinli ısı eşanjörü adı verilen borulu ısı değiştiriciler, bazen pastörizasyon için kullanılmakla beraber daha çok süt ve çeşitli süt mamullerinin UHT yöntemi ile sterilize edilmesinde kullanılırlar. Söz konusu ısı değiştiricilerde ısı aktarım yüzeyi, ısıtılmak istenen akışkanın veya ürünün aktığı çok sayıda ve belli aralıklarla yerleştirilmiş düz, spiral veya petek (lamel) borulardan oluşur. Bu ısı değiştiricilerde ürün boruların içinden, ısıtıcı veya soğutucu akışkan ise boruların dışında, boruların yerleştiği gövdenin (kovanın) içinde sirküle eder.



429



430

KAYNAKLAR

1. Süt teknolojisi Sütün Bileşimi ve İşlenmesi Prof.Dr. Mustafa METİN Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları
2. Süt Teknolojisi Prof.Dr. Atilla YETİŞMEYEN Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları
3. Süt Teknolojisi Prof.Dr. Ahmet KURT Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları
4. <https://sushilbandhu.wordpress.com/2015/10/16/the-chemistry-of-milk-final-part-2/>