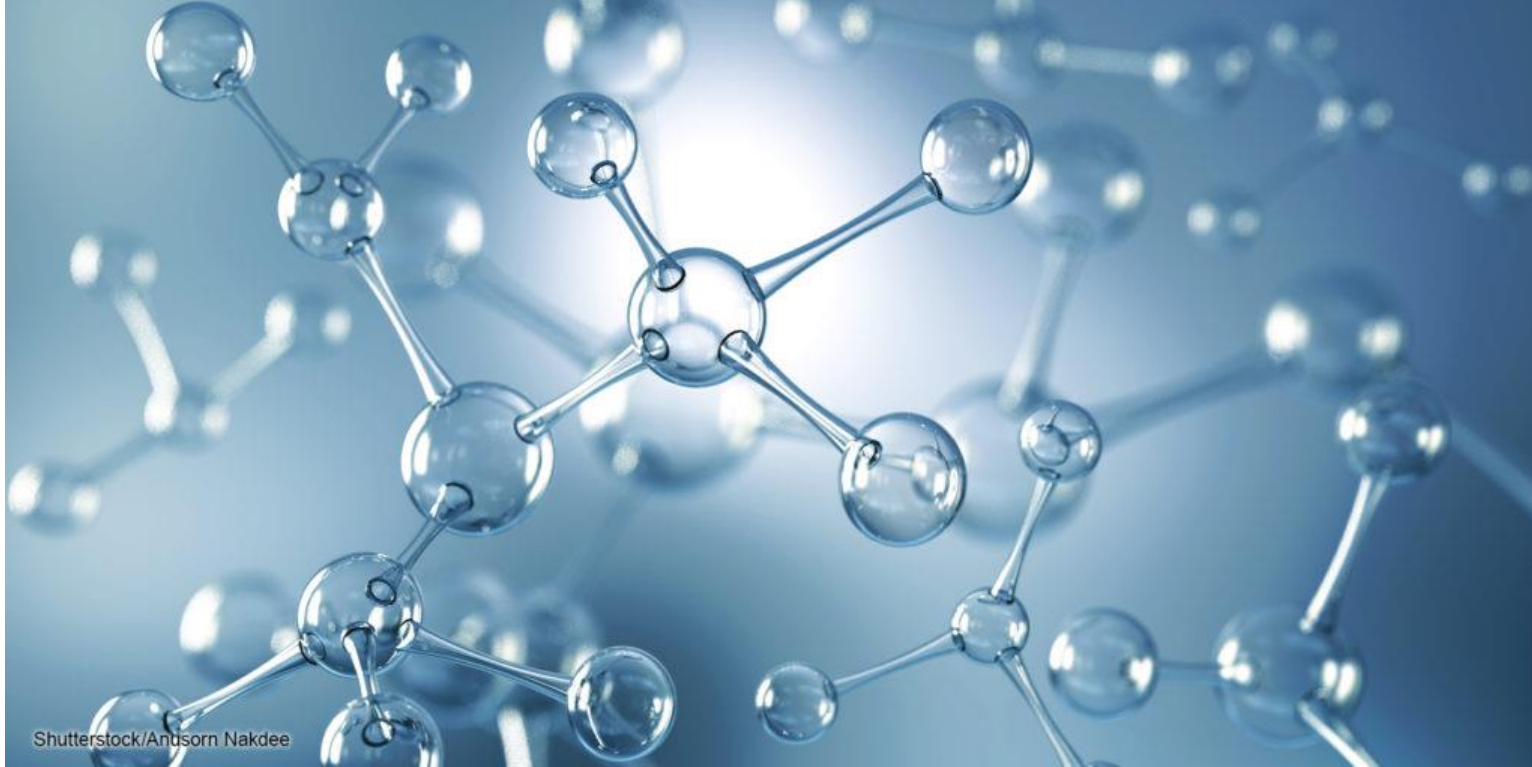


SÜT KİMYASI



<https://www.global.hokudai.ac.jp/blog/boosting-solid-state-chemical-reactions/>

HAZIRLAYAN: ÖĞR.GÖR. ŞEVKİ ÇETİNER

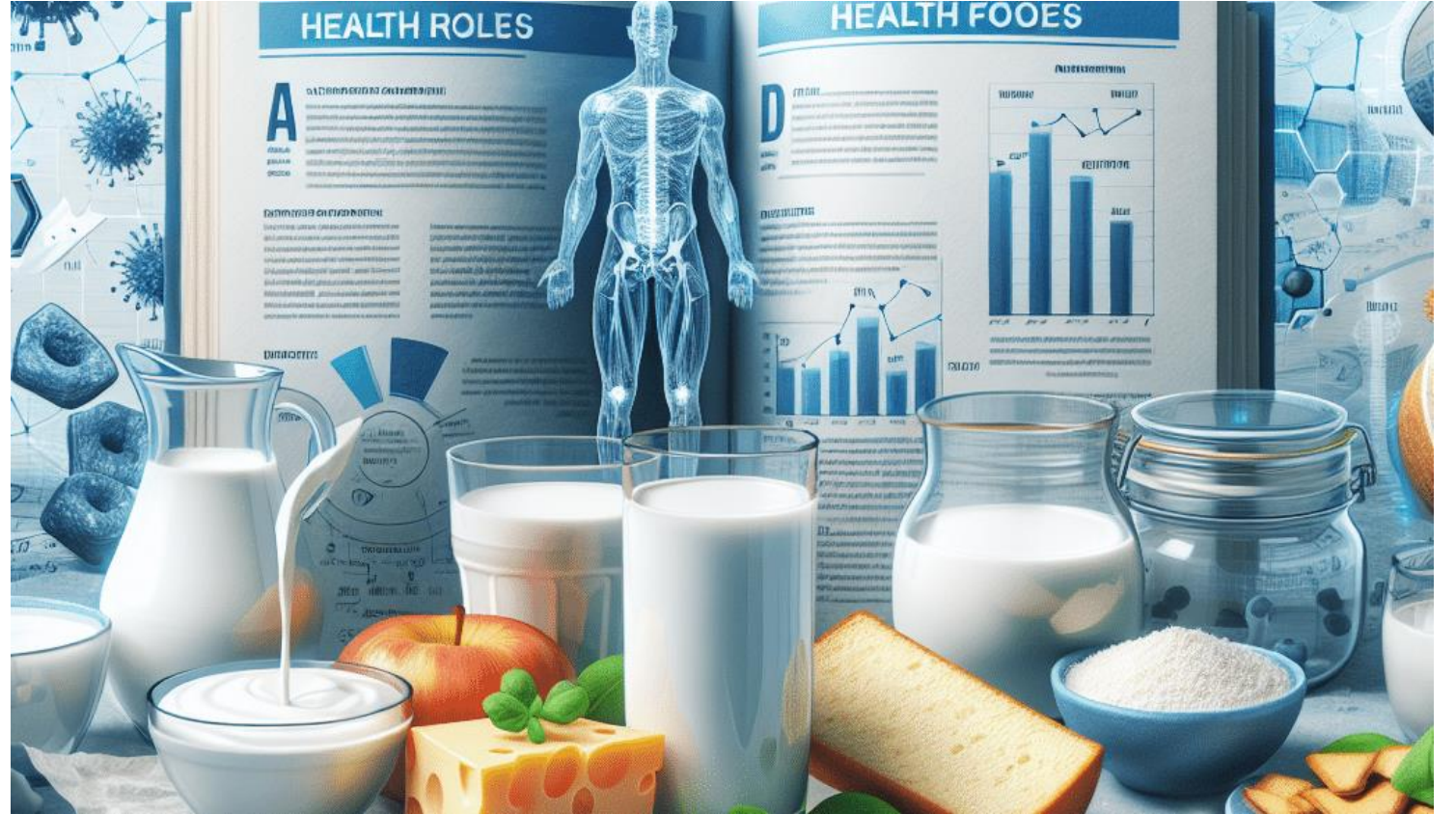
Süt; dişi memeli hayvanların yeni doğurdukları yavrularını besleyebilmek üzere, süt bezlerinde hayvan türlerinde farklı sürelerde salgılanan, içinde yavrunun kendi kendisini besleyecek bir duruma gelinceye kadar almak zorunda olduğu tüm besin maddelerini gerekli oranlarda bulunduran, porselen beyazı (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.



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.



SÜTÜN YAPISINDA DEĞİŞİK ORANLARDA BULUNAN BESİN BİLEŞENLERİ

MAKRO BESİNLER

KARBONHİDRATLAR

Laktoz ve eser miktarda mono ve oligosakkaritler

PROTEİNLER

Kazein, β -Laktoglobulin, α -laktalbumin, immunoglobulinler ve albuminler

YAĞLAR ve YAĞ ASİTLERİ

Trigliserit (~%98), Digliserol (~%2), Fosfolipitler (~%1), Kolesterol (~%0,5) ve Serbest Yağ Asitleri (~%0,1)

SU



VİTAMİNLER

Suda ve yağda eriyen vitaminler

MİNERALLER

Kalsiyum fosfor, potasyum, magnezyum, demir, çinko, selenyum vd)

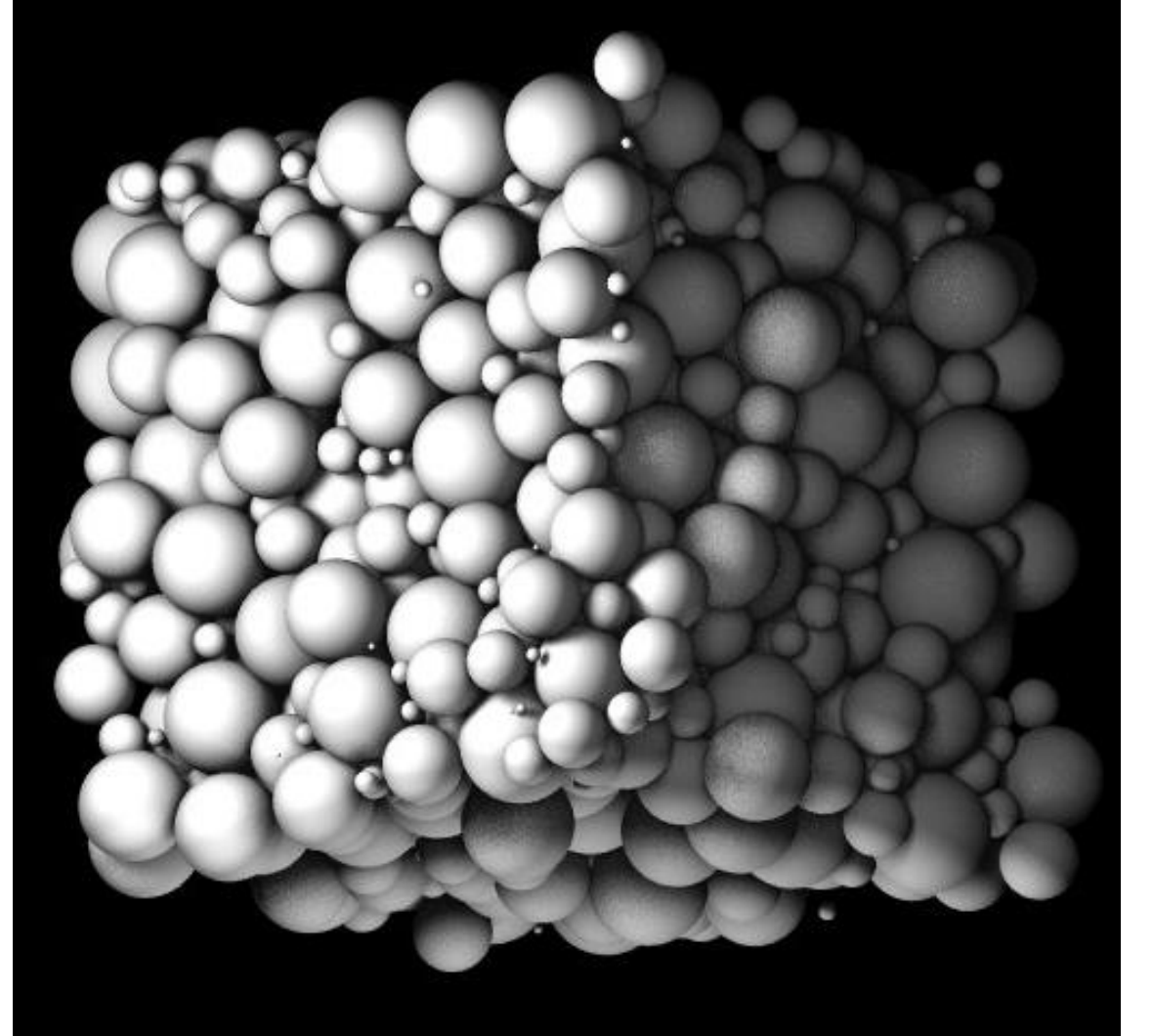
MİKRO BESİNLER

Süt polidispers bir gıdadır. Bileşimindeki maddelerin fiziko-kimyasal özellikleri nedeni ile diğer gıda maddelerinin üretiminde ve bazı sanayi dallarında 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 çözelti

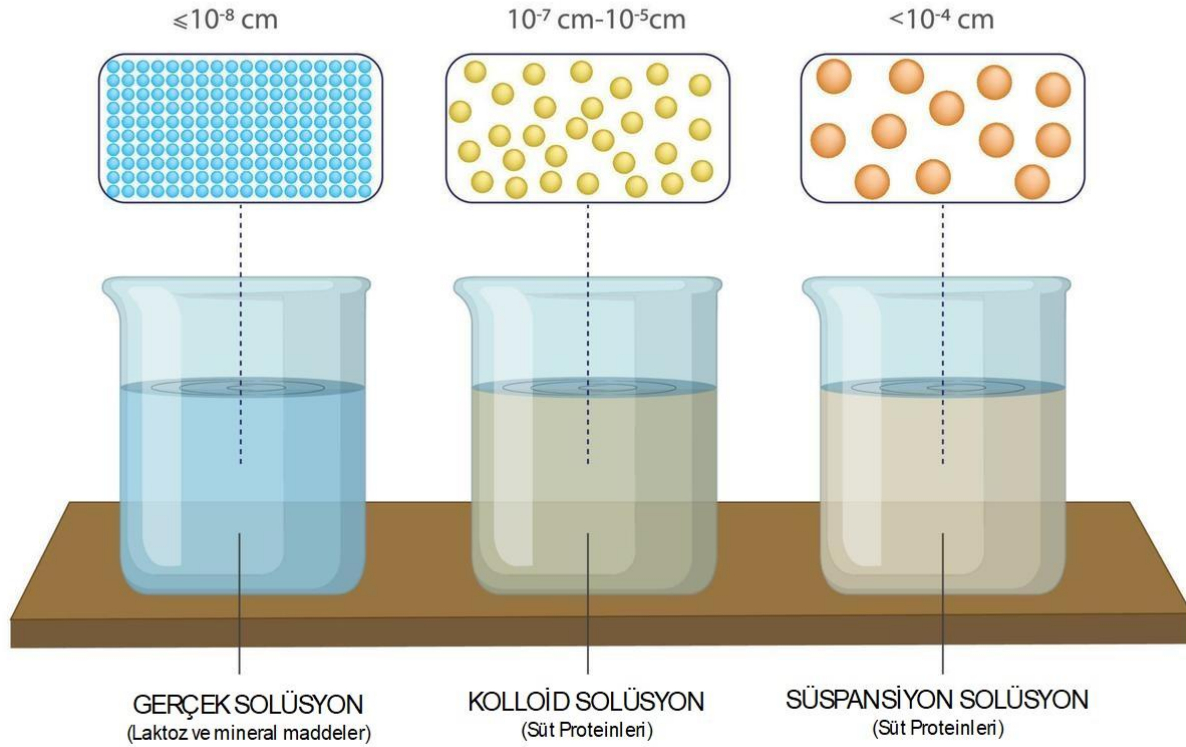
Polidispers yapı örneğinin temsili yapısı



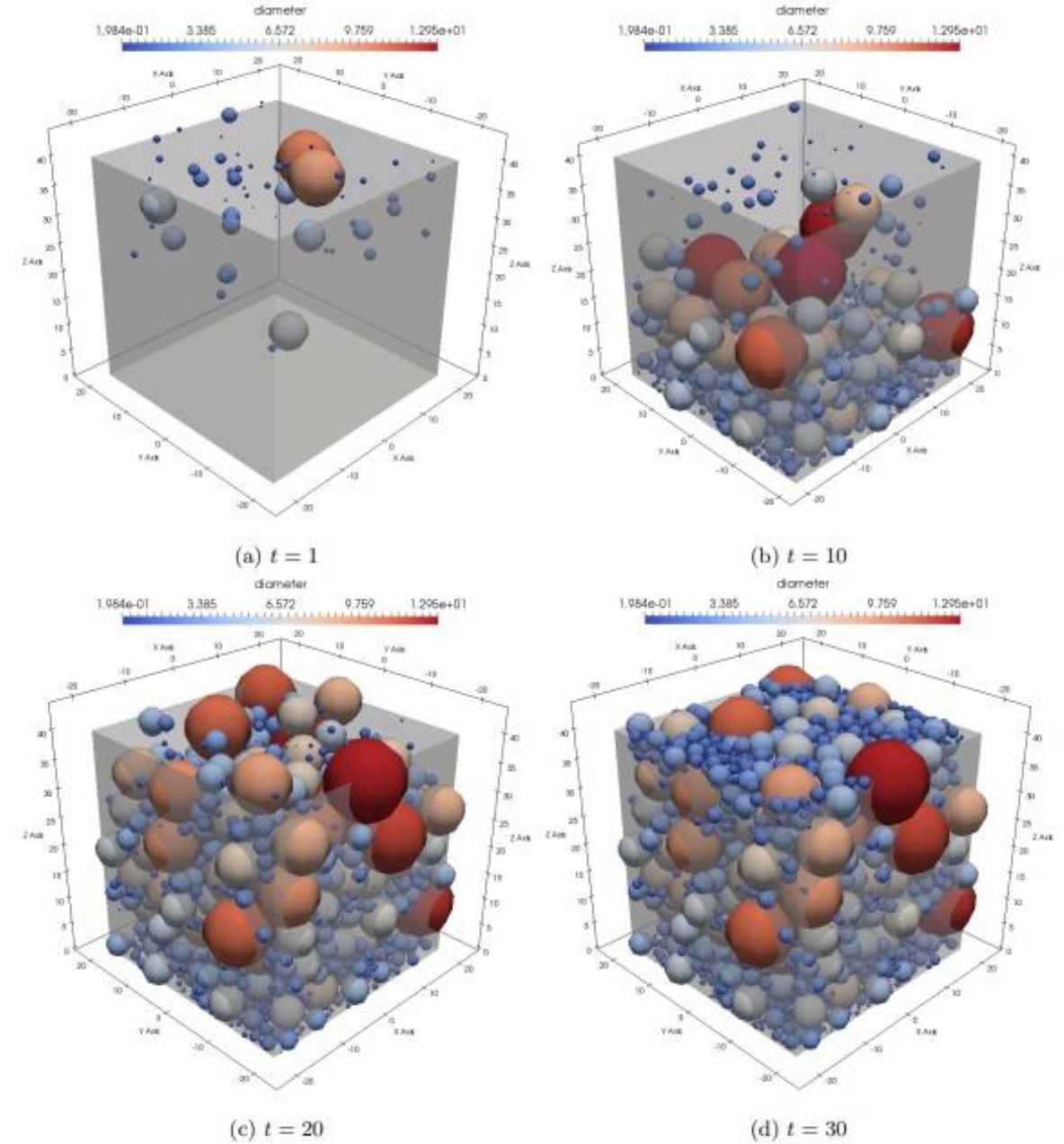
https://www.researchgate.net/publication/2473645_Spatial_Statistics_for_Simulated_Packings_of_Spheres/figure/fig-1

Solüsyon Tipleri

SOLÜSYON TİPLERİ



<https://www.vecteezy.com/vector-art/21669338-true-solution-colloid-solution-and-suspension-three-different-types-of-solution>



<https://hal.science/hal-02083942/document>

Süt yağı, sütte emülsiyon halinde bulunur

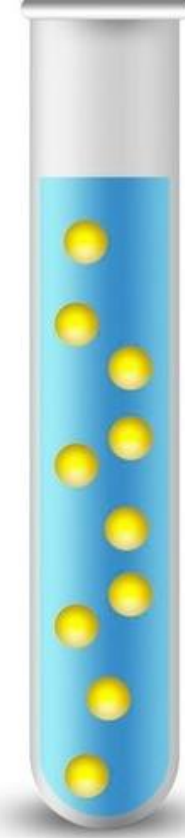
Su ve yağın karışmasıyla oluşmuş geçici bir emülsiyon



<https://qinhong.com/water-in-oil-emulsion/>



Sıvı + Yağ



Emülsiyon

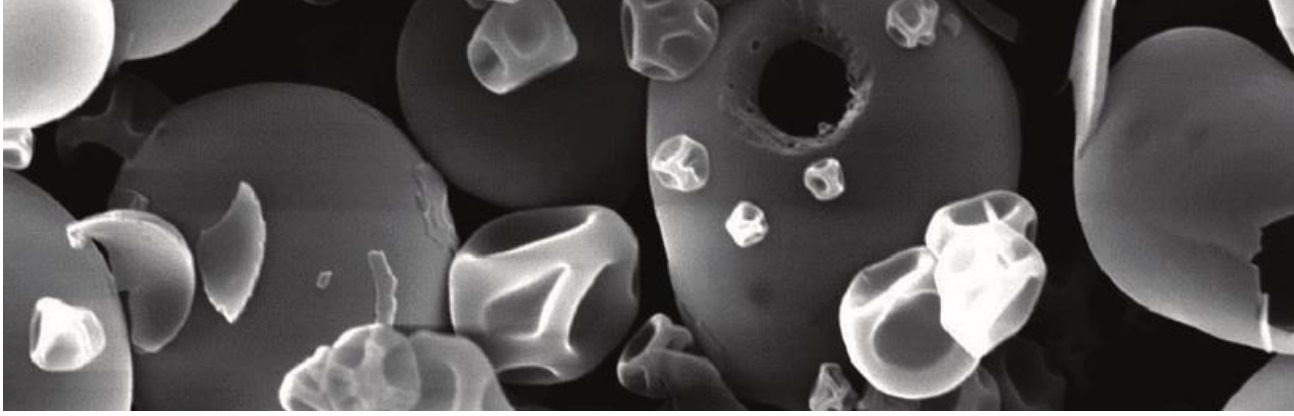


Karışmayan sıvılar

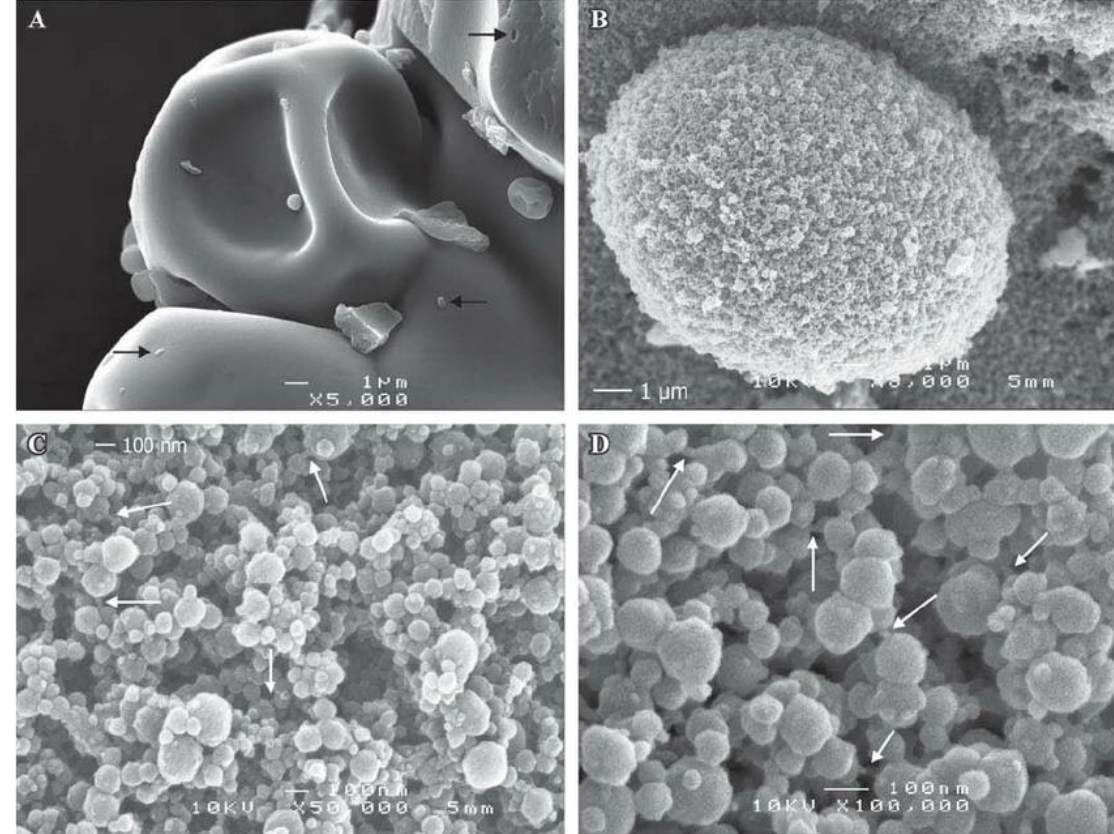
Emülsiyon ya da Türkçe adıyla Sıvı Asıltı birbirini içinde çözünmeyen iki sıvının karışımıdır.

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

180°C giriş ve 90°C çıkış sıcaklığında püskürtme kurutma yöntemiyle kurutulmuş süt proteini konsantresi tozunun taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüsü.



https://www.researchgate.net/figure/Scanning-electron-microscopic-SEM-micrograph-of-milk-protein-concentrate-powder-spray_fig5_283055684



https://www.researchgate.net/figure/Scanning-electron-microscopic-SEM-micrograph-of-milk-protein-concentrate-powder-spray_fig5_283055684

10 dakika süreyle yeniden sulandırıldıktan sonra taze süt proteini konsantresi tozu parçacıklarının alan emisyonlu taramalı elektron mikroskobu görüntüleri:

A) başlangıçtaki spreylendirilmiş toz parçacığı;

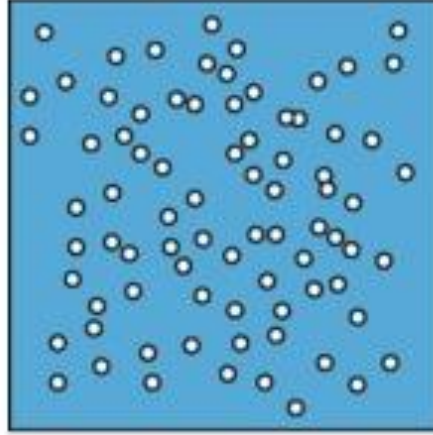
B) yeniden sulandırılmış toz parçacığı;

(C, D) yeniden sulandırılmış toz parçacıklarının yüzeyinin 2 kat büyütmedeki ($\times 50.000$ ve $\times 100.000$) detayları. A panelindeki siyah oklar, ~ 100 nm'lik deliklerin ve yüzey pürüzlülüğünün varlığını göstermektedir. C ve D panellerindeki beyaz oklar, mikroseller arası köprülerin varlığını göstermektedir.

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

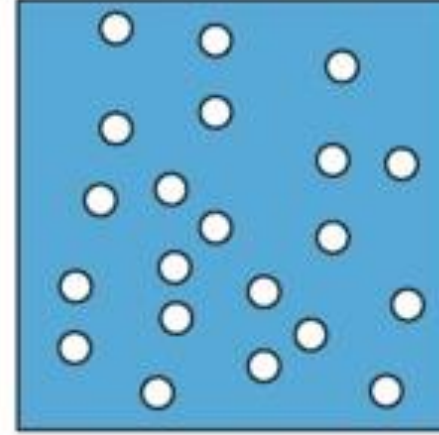
Dağılmış maddenin parçacık boyutuna göre oluşmuş karışımlar

Parçacık boyutu 10^{-7} cm'den az



Gerçek çözelti

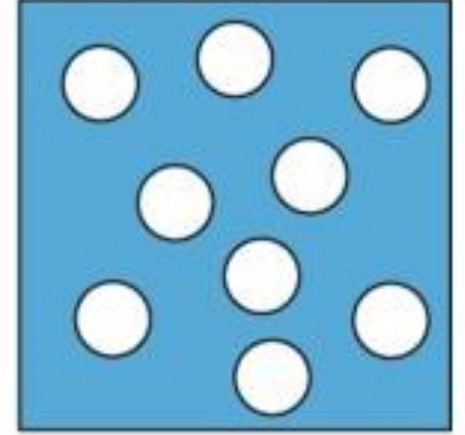
Partikül büyüklüğü 10^{-7} ile 10^{-5} cm arasında



Kollaidal çözelti:

(Gerçek çözelti ile heterojen karışımlar arasında yer alan ara karışımların adı)

Parçacık boyutu 10^{-5} cm'den büyük



Süspansiyon:

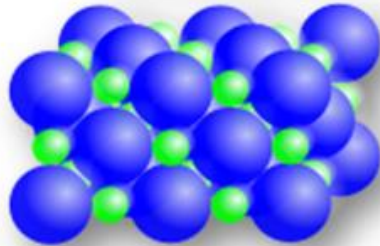
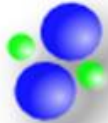
(Herhangi bir sıvı içerisinde katı bir maddenin çözünmeden kalması)

https://www.echemi.com/community/are-the-particles-of-a-colloid-solid_mjart2203311467_73.html

solution

colloid

suspension



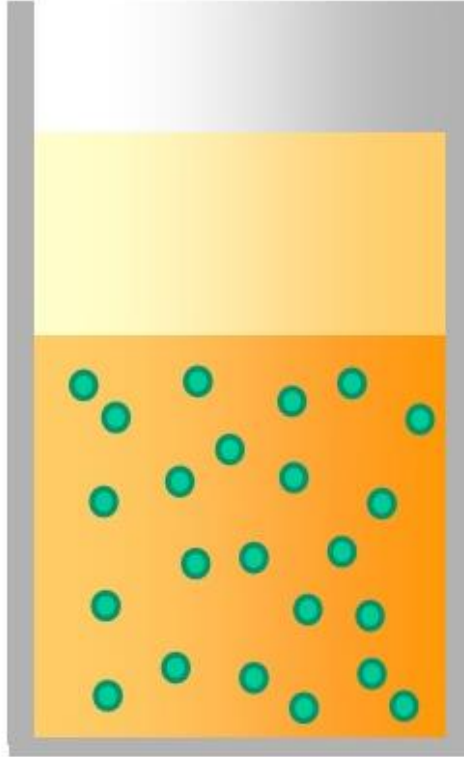
smallest



largest

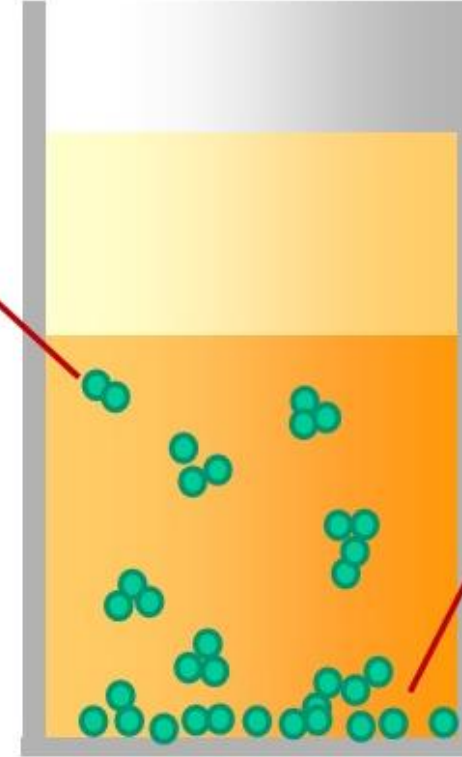
<https://www.askiitians.com/iit-jee-chemistry/physical-chemistry/colloidal-state.aspx>

Stabil kolloid çözelti örneği



Stabil olmayan
kolloid çözelti örneği

Agregatlaşma



Sedimentasyon

Laktoz ve mineral maddeler ise gerçek çözelti halinde bulunur.

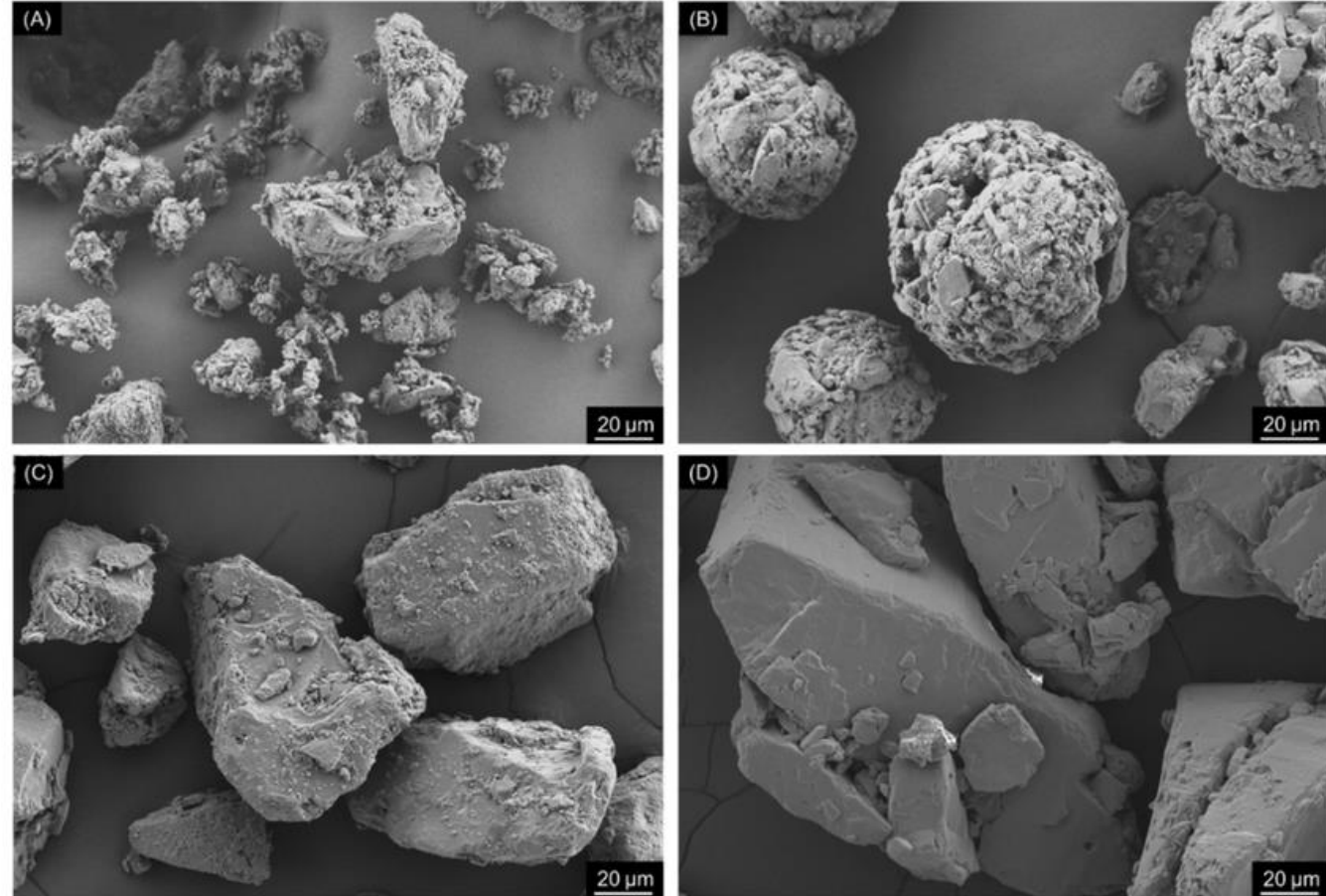
Şekerin suda çözünmesi



<https://chemproject.wordpress.com/2014/04/17/solutions-and-solubility/>

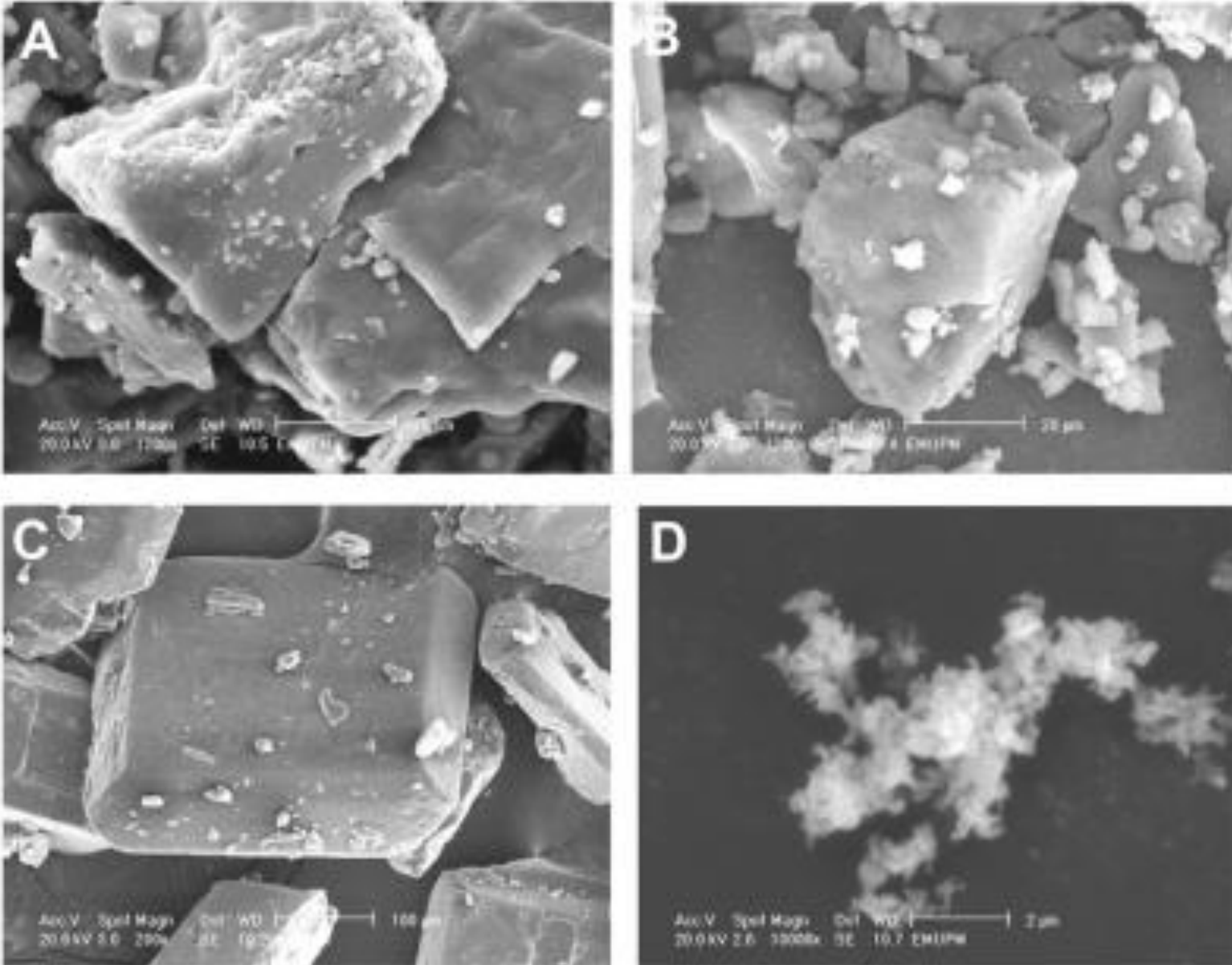
*Bir alışma için seçilen farklı laktoz derecelerinin taramalı
elektron mikroskobu görüntüleri:*

- (A) β L,
- (B) LH α -sph,
- (C) LH α -tom-sm ve
- (D) LH α -tom-larg.



https://www.researchgate.net/figure/Scanning-electron-microscopy-images-of-the-different-grades-of-lactose-selected-for-this_fig1_349594928

zelti halinde bulunan laktoz, Askorbik ait ve çinkonun elektron mikroskopundaki görüntüsü

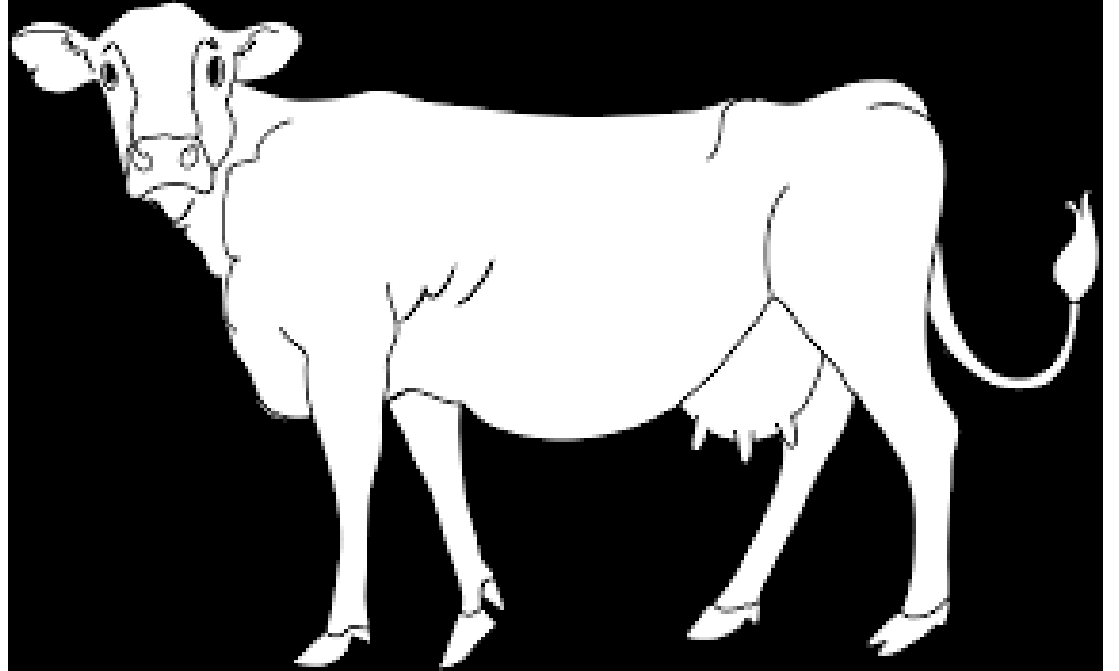


Taramalı elektron mikroskobu mikrografileri:

- (A) 1200x büyütmede laktoz 100M,*
- (B) 1200x büyütmede laktoz 200M,*
- (C) 200x büyütmede askorbik asit,*
- (D) 10000x büyütmede çinko oksit.*

Sütün bileşimi memeliden memeliye bir hayli farklılık gösterir. Koyun sütü inek sütüne, keçi sütü manda sütüne benzemez. Bu nedenle sütler çoğu kez alındığı hayvanın türü ile anılır.

Sadece süt sözcüğü, temel süt kaynağı olarak kabul edilen inek sütlerini kapsar. Yani süt denildiği zaman inek sütü anlaşılır. Çünkü başta içme sütü olmak üzere bir çok ürünün hammaddesi inek sütüdür. İnek sütünden başka bir süt söz konusu olduğu takdirde, elde edildiği canlı adı ile birlikte anılır.



Çeşitli canlılara ait sütlerin makro bileşenleri

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
Kısrak	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 Sığırı	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

EKONOMİK DEĞERİ OLAN SÜTLERİN KISA TANIMLARI

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.

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.

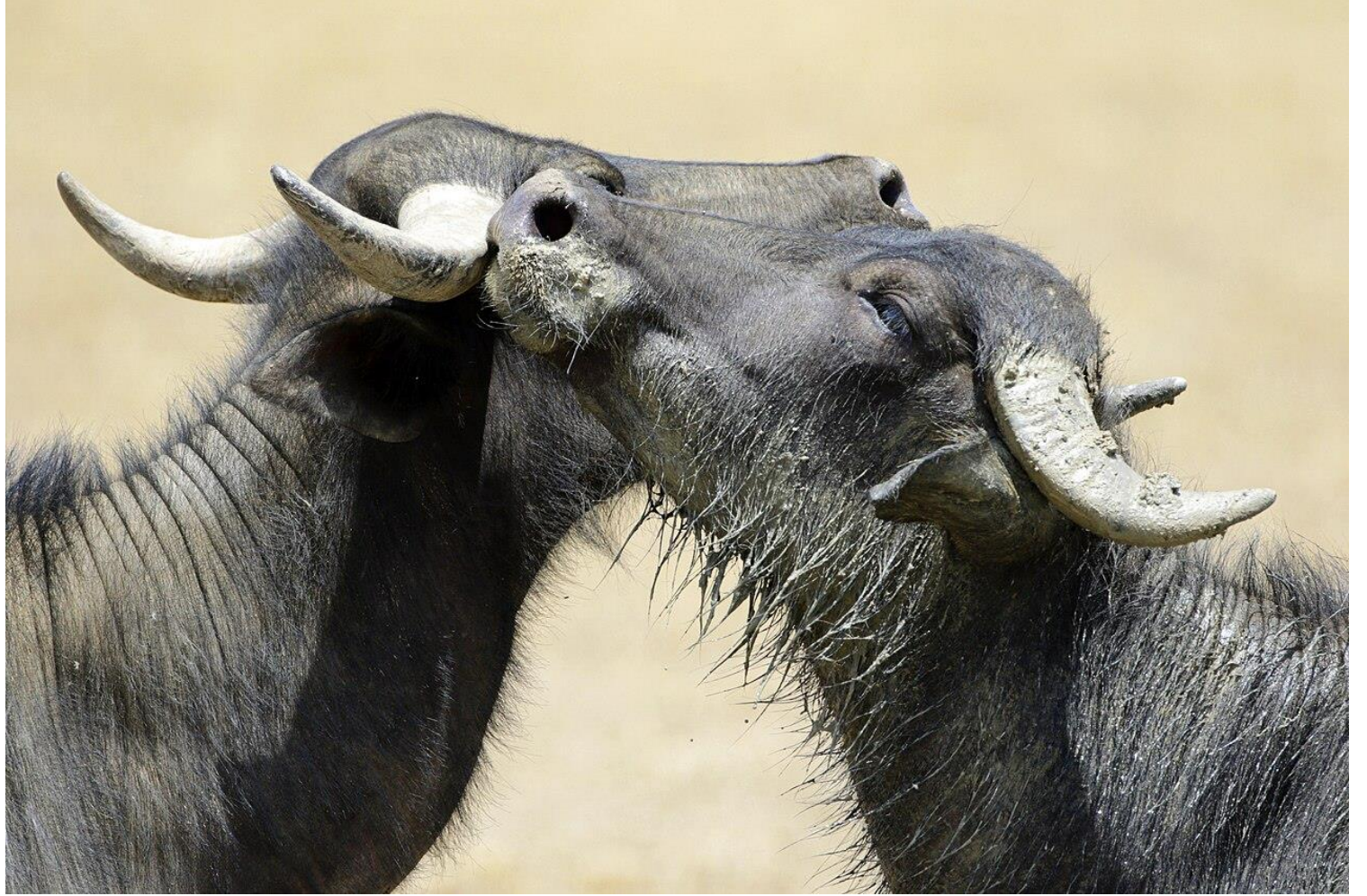
KEÇİ SÜTÜ



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 $6,4-10,0^{\circ}\text{SH}$ ve yoğunluğu $1,028-1,041 \text{ g/ml}$ arasındadır.

Keçi sütünün peynir mayasında karşı duyarlılığı kazein misellerinin çapının küçük olmasından dolayı inek sütünden iki kat daha fazladır. Bu nedenden dolayı peynir mayası ile inek ve koyun sütlerine oranla daha çabuk ve kolay pıhtılaşır.

MANDA SÜTÜ



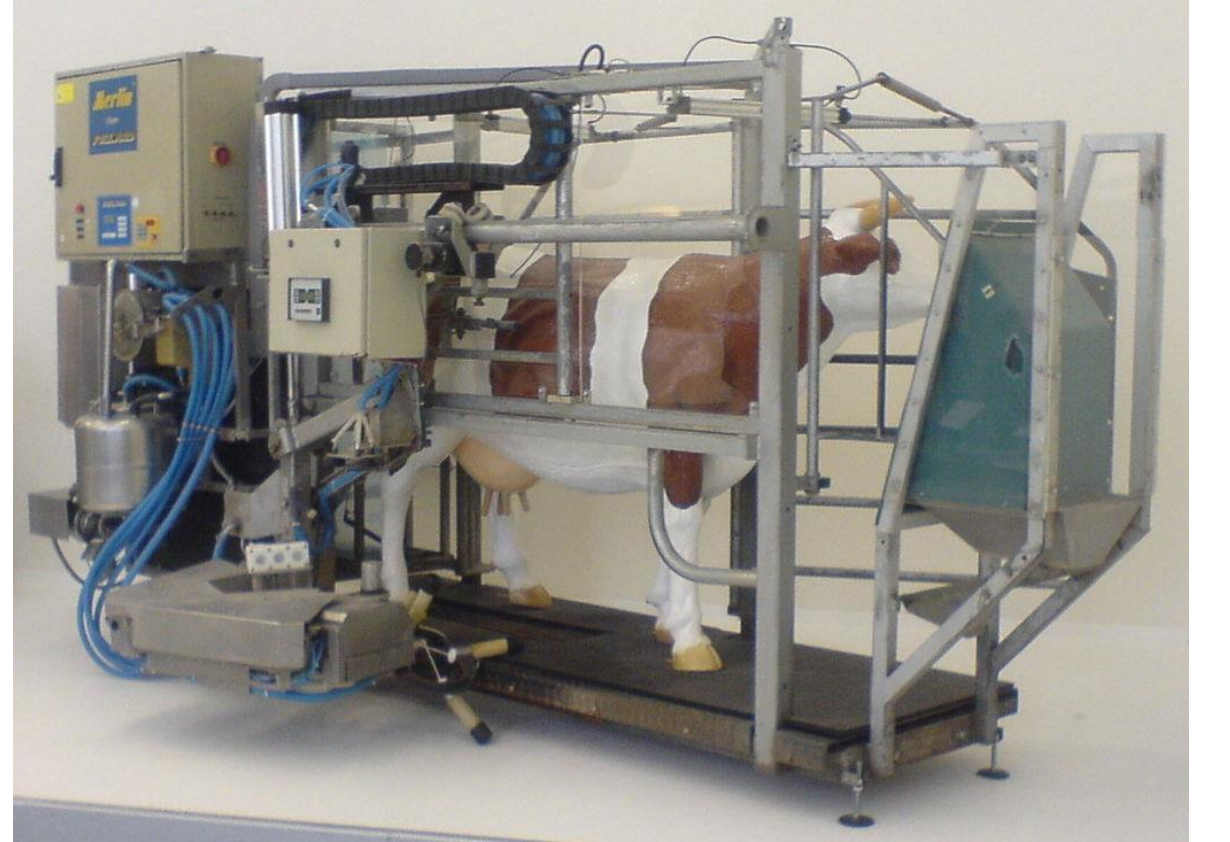
Kurumadde ve yağ oranı son derece yüksek bir süt çeşididir. Kurumadde oranı ortalama %17.5 ve yağ oranı %7.5'tir. Laktasyon sonlarına doğru yağ oranı daha da artar ve %10 hatta bazen %15'e kadar yükselebilir.

Manda sütünün asitliği 6,7-10,0°SH ve yoğunluğu 1,027-1,040 g/ml arasında değişir.

SÜTÜN MİKTAR ve BİLEŞİMİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

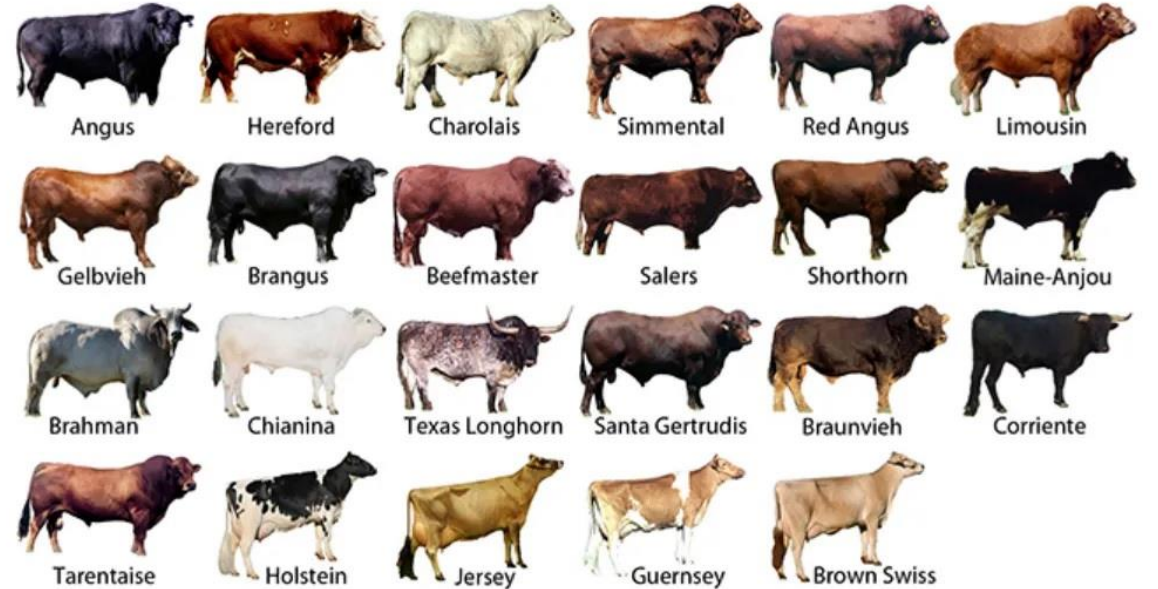
Sütün miktar ve bileşimini etkileyen başlıca faktörler aşağıdaki gibidir.

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



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.



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.



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.



Suni tohumlama

Mevsimlerin Etkisi:

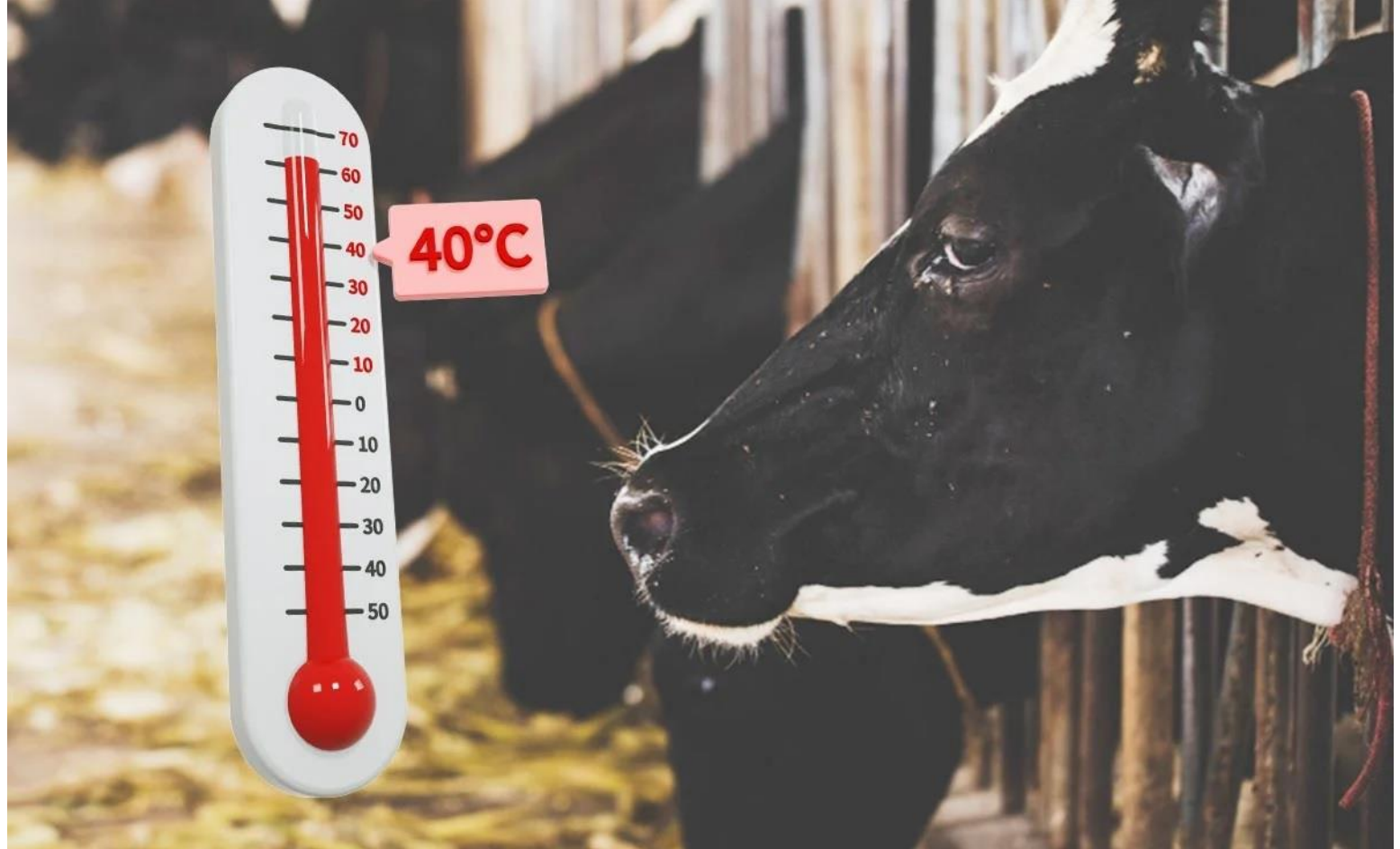
Genellikle, sıcaklıkla yağ miktarının ters orantılı olarak değiştiği, diğer bir anlatımla, süt yağı açısından kış sütlerinin yaz sütlerinden daha zengin olduğu; keza yağsız kurumadde için de tam belirgin bir düzen içinde olmasa da aynı eğilimin söz konusu olduğu belirtilmiştir.



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.

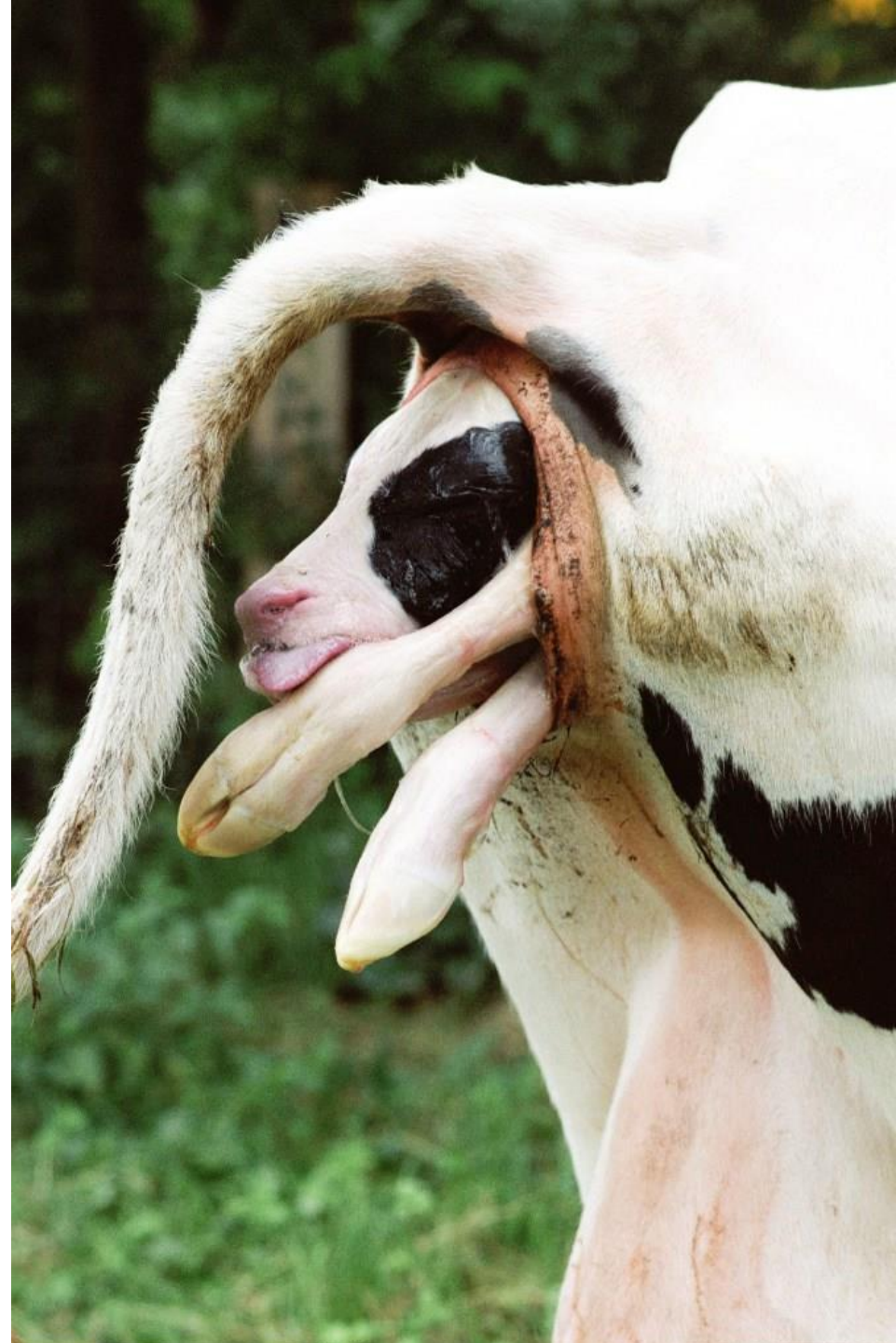
Sıcaklık stresi



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.



Ağız Sütü (Kolostrum):

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

Kolostrum



<https://www.dairyherd.com/news/education/calves-may-have-share-their-colostrum-humans>



<https://thisnzlife.co.nz/why-colostrum-shouldnt-go-to-waste-and-how-you-can-benefit-from-it/>

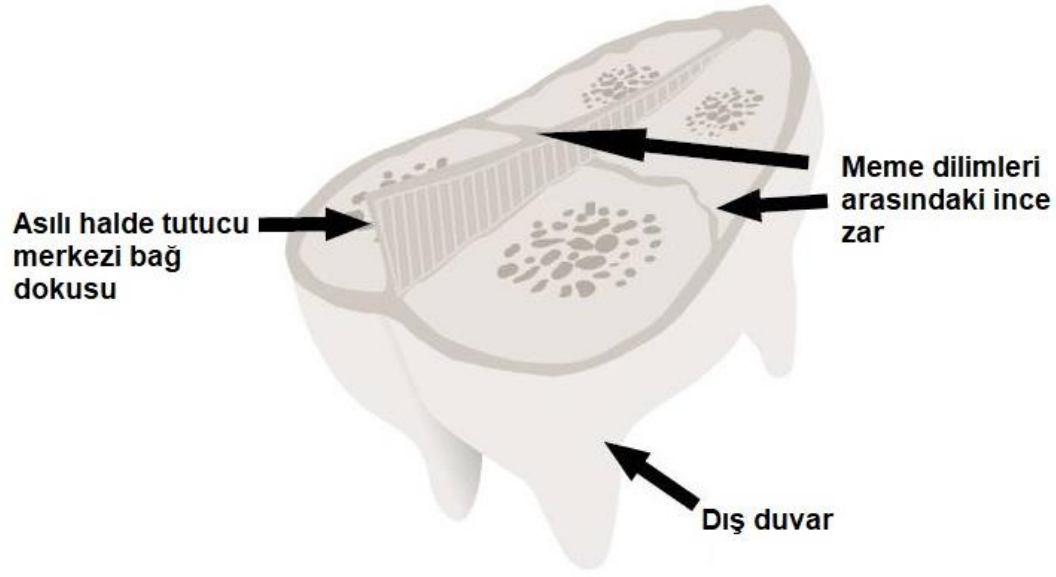


<https://www.thebullvine.com/news/boosting-colostrum-quality-key-nutritional-and-management-tips-for-dairy-farmers/>

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.



<https://www.lely.com/us/farming-insights/influence-rest-milk-production/>



Hareketin Etkisi:

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



Sağım Süresi ve Sayısının Etkisi:

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



Yemin Etkisi:

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



<https://www.norfor.info/cases/swedish-farmer-bjarsgaard/>

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.

İleri düzeyde mastitis (meme yangısı) hastalığı



Stres Düzeyinin Etkisi:

Stres, süt ve süt bileşenlerinin sentezini azaltır ve ineklerin bakım gereksinimlerini artırır. Stresle ilişkili başlıca değişiklikler arasında glukokortikoid salgılanmasının artması ve sympathetic sinir sistemi aktivitesinin artması yer alır; bu da biyokimyasal ve fizyolojik değişikliklere yol açar.



<https://www.theguardian.com/environment/2019/feb/26/undercover-footage-of-violence-at-dairy-farm-prompts-rspca-investigation>



<https://www.agromasters.gr/en/how-heat-stress-affects-the-cows-reproductive-cycle/>

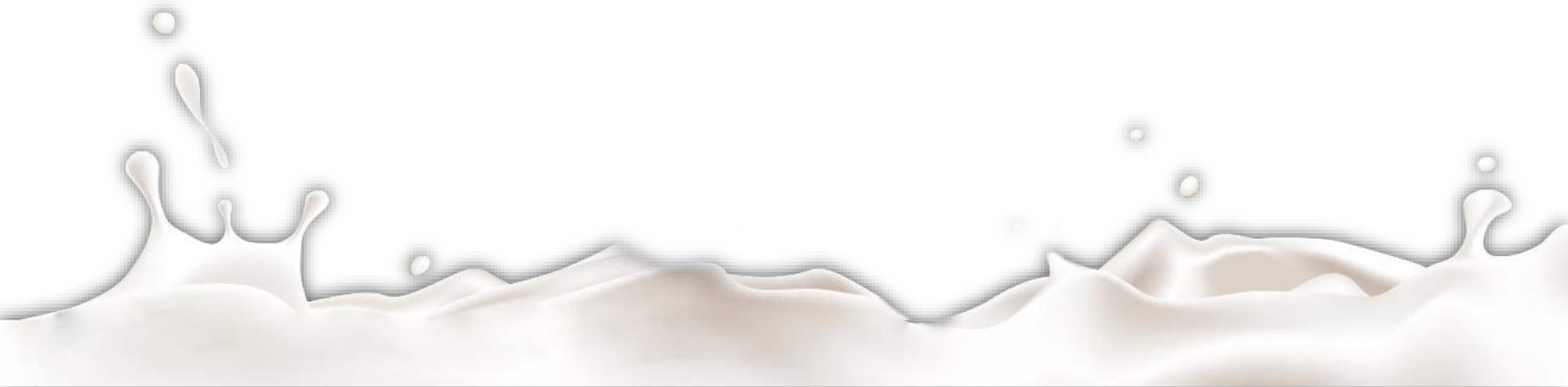
Süt Verimini Düşüren Yaygın Çevresel Stres Kaynakları:

- **Sıcaklık stresi** : Özellikle yüksek nemle birlikte 25°C (77°F) üzerindeki sıcaklıklar, yem alımını ve süt verimini önemli ölçüde azaltabilir.
- **Soğuk stresi** : Yeterli barınak veya yatak olmadan uzun süre dondurucu sıcaklıklara maruz kalmak, ineklerin ısınmak için enerji harcamasına neden olur.
- **Aşırı kalabalık** : Çok küçük bir alanda çok fazla hayvan olması, yiyecek, su ve yatma alanları için rekabete yol açarak hayal kırıklığına ve süt üretiminin azalmasına neden olur.
- **Gürültü ve muamele** : Yüksek sesli makineler, bağırma, kaba muamele ve sürekli rahatsızlıklar inekleri endişelendirir.
- **Kötü barınma koşulları** : Kirli, nemli ve havalandırması yetersiz ahırlar rahatsızlığa ve hastalıklara yol açarak stresi artırır.
- **Nakliye ve ani değişiklikler** : İneklerin alışılmadık ortamlara taşınması veya rutinlerinin aniden değiştirilmesi onları huzursuz edebilir ve üretimi olumsuz etkileyebilir.



<https://fidarfeed.com/cattle/cattle-stress-management/how-environmental-stress-affects-milk-production-in-cows/>

SÜTÜN RENGİ, TAT ve KOKUSU



SÜTÜN RENGİ

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

Süt ineklerinde sütle karşılaştırıldığında kolostrum renklerinin spektrumu



<https://www.cambridge.org/core/journals/journal-of-dairy-research/article/colour-measurement-of-colostrum-for-estimation-of-colostral-igg-and-colostrum-composition-in-dairy-cows/D9EE723CCE04367213A959567D4B7435>

Kolostrum ve laktasyon aşamasındaki sütlerin rengi



colostrum

hindmilk

foremilk

Ağız sütü

**Laktasyon
ortası süt**

**Laktasyon başı
ve/ya sonu süt**

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

Karoten renkleri



<https://foodrgb.com/beta-carotene-natural-food-color>

Riboflavin rengi



<https://blogs.sas.com/content/efs/2021/01/27/yes-whey/>

Süt hayvanının türü başta olmak üzere ırkının, bireyin ve yediğı yemin de süt rengi üzerinde belirli etkilerinin yanında emzirme dönemi ve doğum *sayısı*, sağım zamanı, meme sağlığı durumu, ayrıca mera otlatma ve mevsimsel buzağılama gibi sürü düzeyindeki faktörler de sütün rengi üzerinde etkili olduğu araştırmacılar tarafından ortaya konulmuştur.



<https://www.farmersjournal.ie/beef/management/five-tips-for-choosing-a-cattle-ration-732486>



<https://www.istockphoto.com/tr/search/2/image-film?phrase=cattle+grazing>

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

Su katılmış sütle normal süt renginin karşılaştırılması



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

Teleme ve Peyniraltı suyu



<https://stock.adobe.com/tr/search?k=whey+milk>

Peyniraltı suyu



<https://www.theprairiehomestead.com/2011/06/16-ways-to-use-your-whey.html/uses-for-whey-2>

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 sütlerin kullanılmaması gerekir.

Koliform bakteri içeren sütün örnekleri



SÜTÜN TAT ve KOKUSU

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



<https://www.istockphoto.com/tr/search/2/image-film?phrase=smelling+milk>



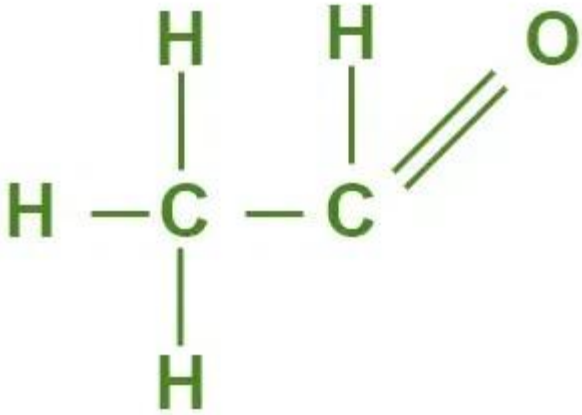
Kuvvetli bir aromaya sahip değildir ve tanımlanması oldukça güçtür. Kurumaddesi yüksek olan sütlerin tat ve kokusu daha güçlü algılanır.



<https://www.wikihow.com/Tell-if-Milk-is-Bad>

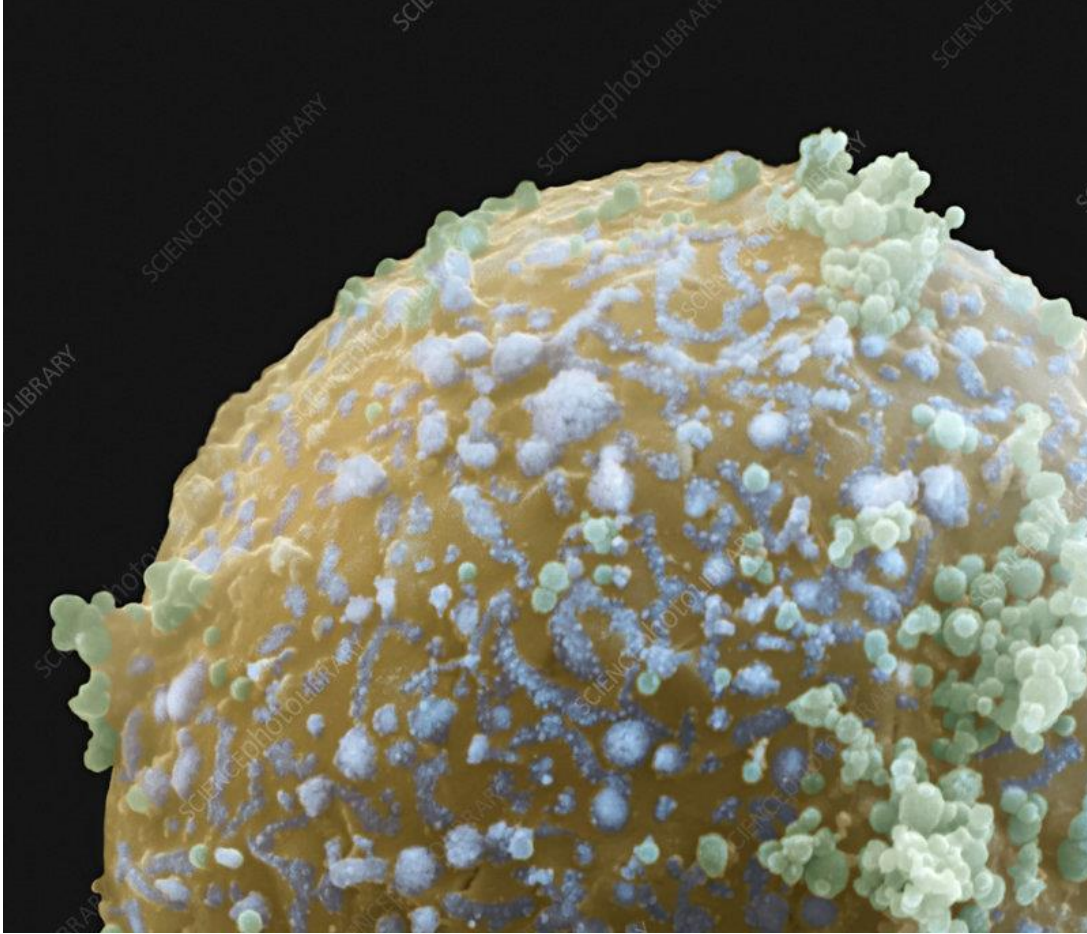
Sütteki tat ve koku, bazı aroma maddelerinin etkisi ile açığa çıkar. Taze süt içerisinde eser miktarda aseton, asetaldehit, bütirik asit (tereyağı asidi) ve diğer serbest yağ asitleri gibi lezzet maddeleri tespit edilmiştir.

asetaldehit



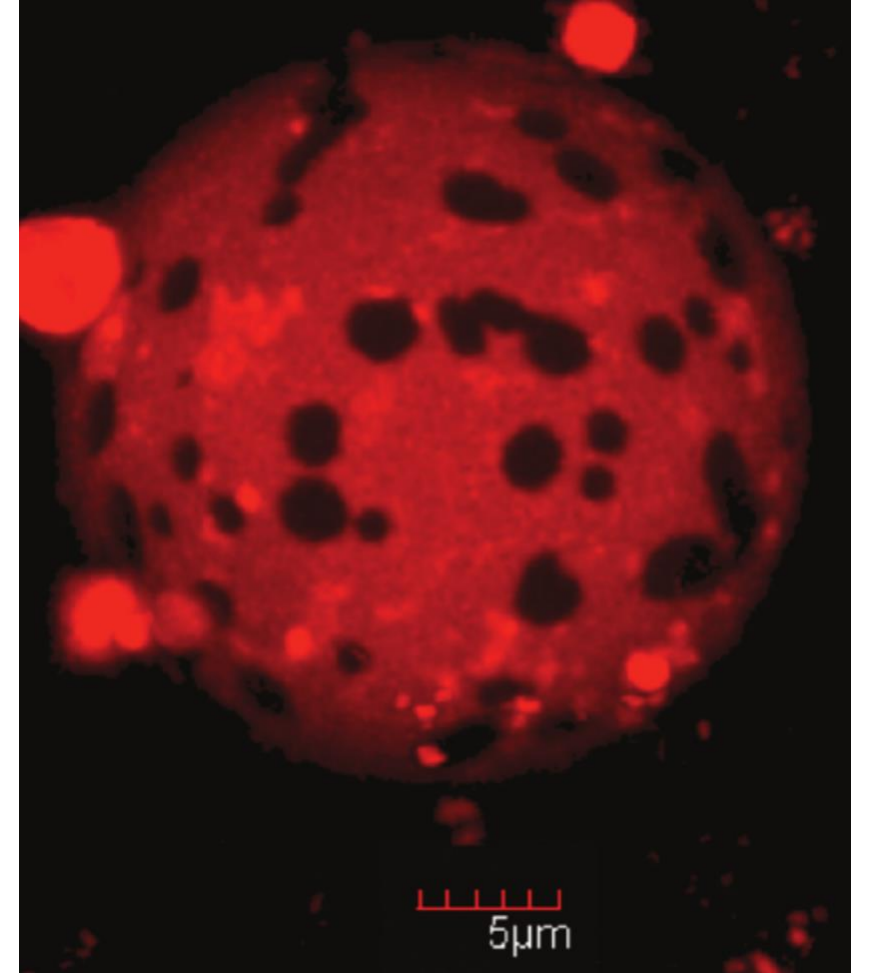
Lezzet maddeleri daha çok yağ ve protein üzerinde adsorbe ve absorbe edilir. Dolayısıyla aynı maddeler belirli ölçülerde süt ürünlerine de geçer.

Süt yağı damlacığı, renkli taramalı elektron mikroskobu (SEM)



<https://www.sciencephoto.com/media/850383/view/milk-fat-droplet-sem>

Rh-DOPE ile boyanmış sıvı düzensiz bir bölge (kırmızı) içinde sıvı sıralı alanları (siyah) gösteren büyük bir yağ küreciğinin konfokal lazer tarama görüntüsü



<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030224014590>

En iyi bilinen besicilik uygulamaları benimsense bile İneklerle ilgilenildiğinde sütlerinde sıklıkla tat bozuklukları meydana gelebilir.

Sıklık sırasına göre en sık görülen kusurlar şunlardır:

Yemden kaynaklanan tat bozuklukları, ineğimsi (hastalıklı hayvan sütü) tat, ekşimiş tat, ransit tat, bayat tat, tuzlu, donuk (flat) veya yavan tat, tatlımsı ve acı tat. Bu dokuz kusur, kusurların yüzde 90'ından fazlasını oluşturur.



Sütün tadı bakımından inekler arasında da büyük farklılıklar vardır.

Lezzet kesinlikle artabilir veya laktasyon ilerledikçe azalır ve aynı ineğin laktasyonları arasında değişiklik gösterebilir.

İneğin yaşının süt üzerinde çok az bir etkisi vardır, tat yaşlandıkça azalır. Genel olarak lezzet puanları emzirmenin ilerlemesi ve gebeliğin ilerlemesiyle birlikte azalır. İneklerin günlük süt verimi azaldıkça Lezzet puanlarında belirgin bir düşme eğilimi görölmektedir.



Süt hayvanı cinsi için ortalamanın altında testlerle karakterize edilen inekler, lezzet bakımından üstün süt üretirler: yüksek test sonuçlarına sahip inekler tarafından üretilen yağsız kuru madde yüzdesi de aynı şekilde sütün tadıyla negatif ilişkilidir, ancak korelasyon yağ yüzdesine göre daha düşüktür. Ne atmosfer sıcaklığı ne de bağıl nem sütün tadı üzerinde herhangi bir etkiye sahip değildir. Sabah ve akşam sütünün lezzetinde önemli bir fark yoktur. Ayrıca, her hafta sabah, öğle ve akşam sağımında elde edilen sütün lezzeti, o haftaki bir ineğin sütünün lezzetinin güvenilir bir göstergesidir ve uzun süreler boyunca lezzetteki eğilimleri doğru bir şekilde gösterir.



Biraz önce anlatılarara ek olarak sütün duyusal özellikleri verilen ilaçlardan, mikroorganizma ve enzim faaliyetleri ile çevre koşullarından da 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.

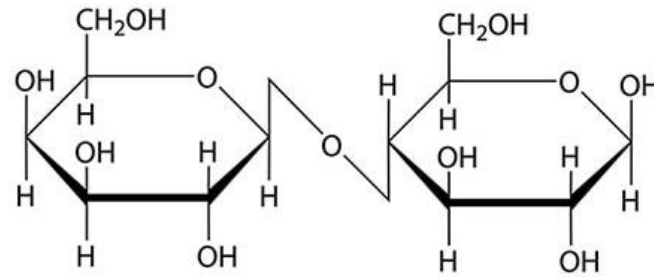
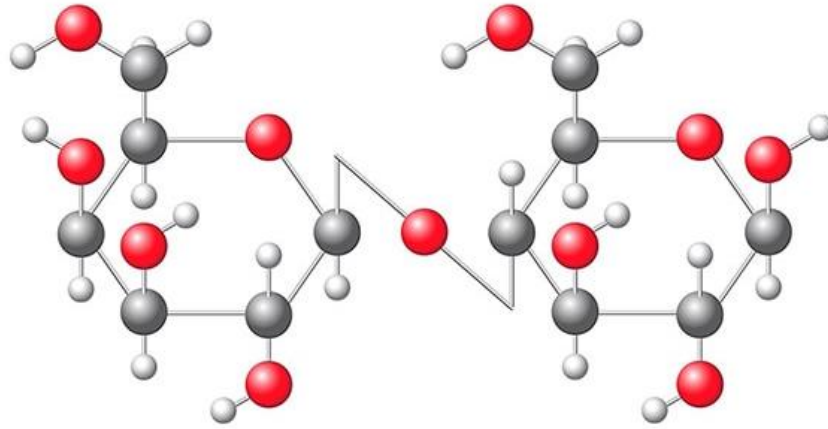


Laktozun fermentasyonu sonucu meydana gelen süt asidinin etkisiyle sütte ekimsi bir tat; proteolitik mikroorganizmaların etkinliğiyle proteinlerin peptitlere parçalanması sonucu acımsı bir tat; lipolitik mikroorganizmaların süt yağını parçalaması ve serbest yağ asitlerinin açığa çıkması sonucu acımsı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



Normal olarak sütün hafif tatlımsı olmasının nedeni, bileşiminde bulunan sütün 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.

laktoz



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.



Sütün tat ve kokusundaki değişiklikler, sütün bozulmaya başladığın veya yabancı madde bulaştığının bir belirtisi olarak kabul edilir. Bazı teknolojik işlemler de sütün tat ve kokusunda değişmelere neden olabilir.

Örneğın; homojenizasyon sütün daha lezzetli algılanmasını sağlarken, yüksek ısıl işlemler sütte pişmiş bir tat oluşmasına neden olabilir.

Sıvı sütteki yağ ve kazein fraksiyonlarına homojenizasyon işleminin etkisi

(<http://www.dairyknowledge.in/>)



SÜTÜN FİZİKO-KİMYASAL ÖZELLİKLERİ



<https://www.thedailybeast.com/is-lab-grown-dairy-the-future-of-milk-this-startup-thinks-so>

SÜTÜN ASİTLİĞİ



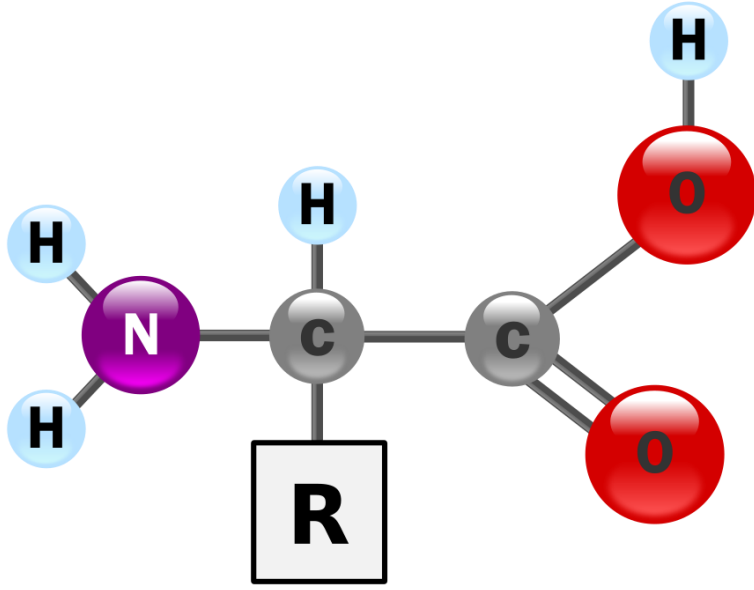
<https://insights.globalspec.com/article/22282/measuring-the-ph-of-milk>



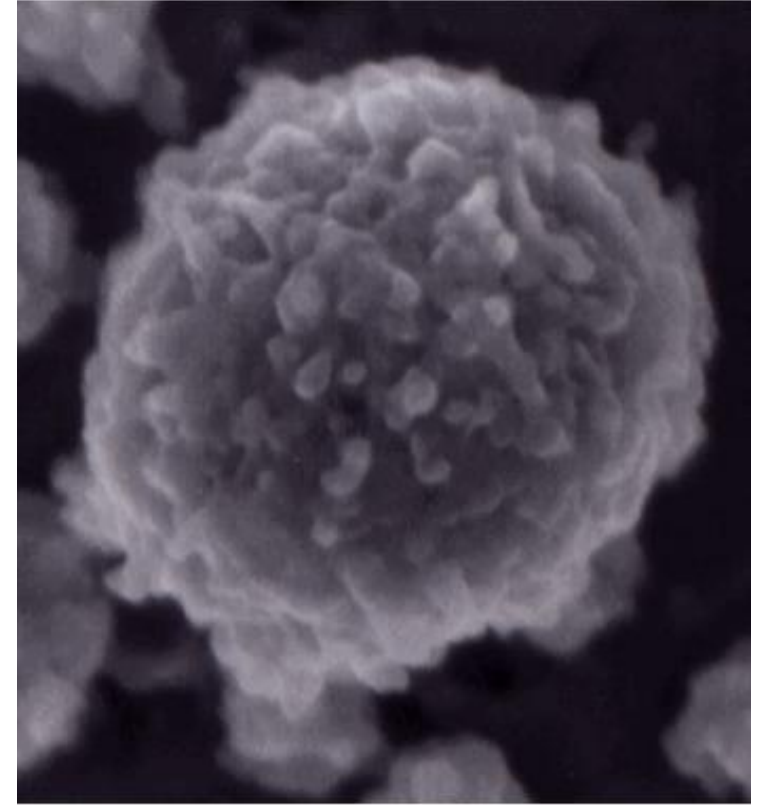
<https://punchdrink.com/articles/drink-science-with-team-lyan-acidity-without-citrus/>

Süt sağıldığı zaman hafif asidik bir reaksiyon gösterir.

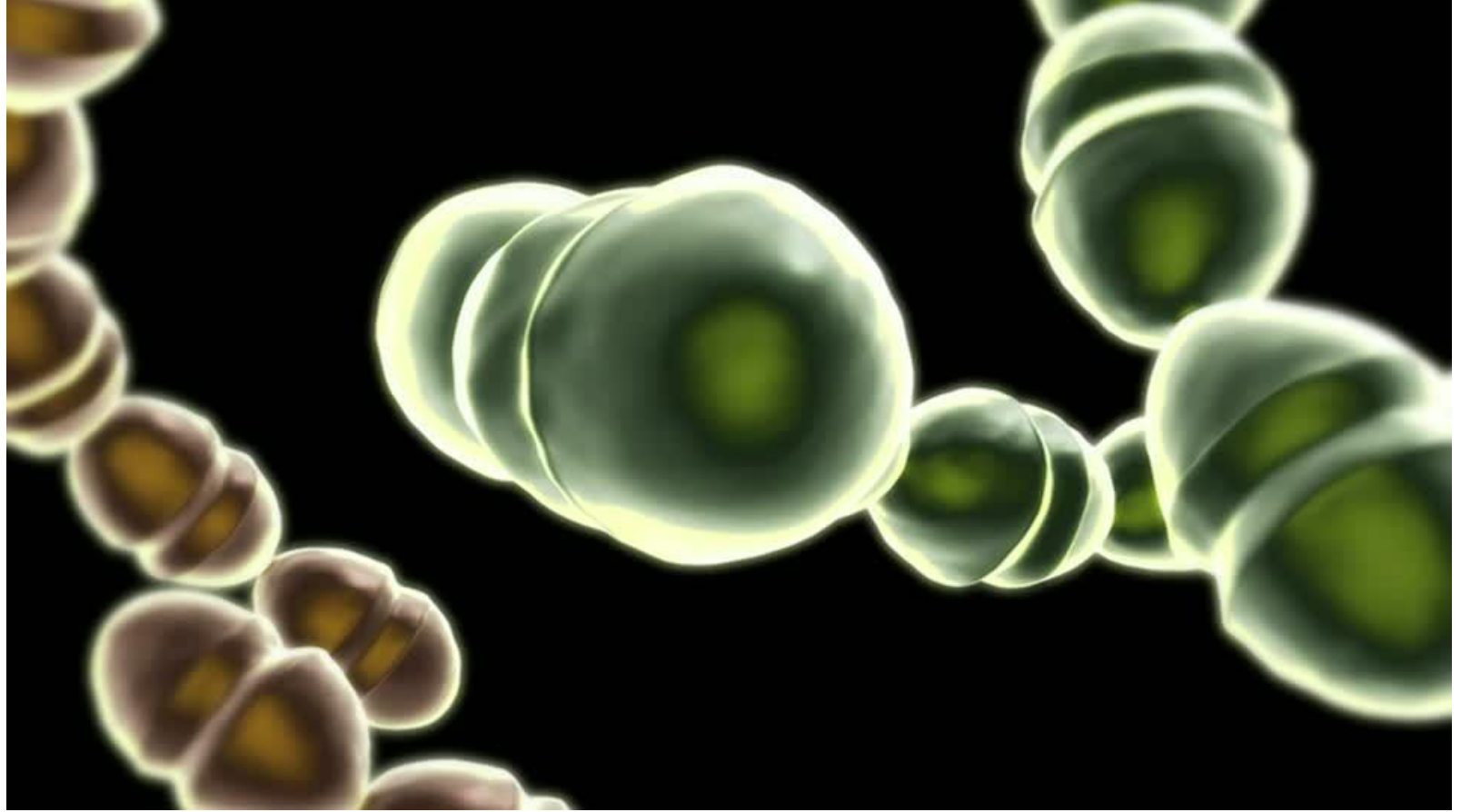
Sütün doğal asitliği olarak nitelendirilen bu asitlik, birinci derecede bileşimindeki kazein, fosfat ve sitratlardan; ikinci derecede albümin, globülin ve karbondioksitten ileri gelir. Sütün doğal asitliği, bileşimindeki maddelerle ilgili olduğu için farklı bileşimdeki sütlerin asitlik dereceleri de farklı olacaktır. Örneğin; protein miktarı fazla olan koyun ve manda sütünün asitlik derecesi inek sütünün asitlik derecesinden daha yüksektir.



Kazein miseli



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



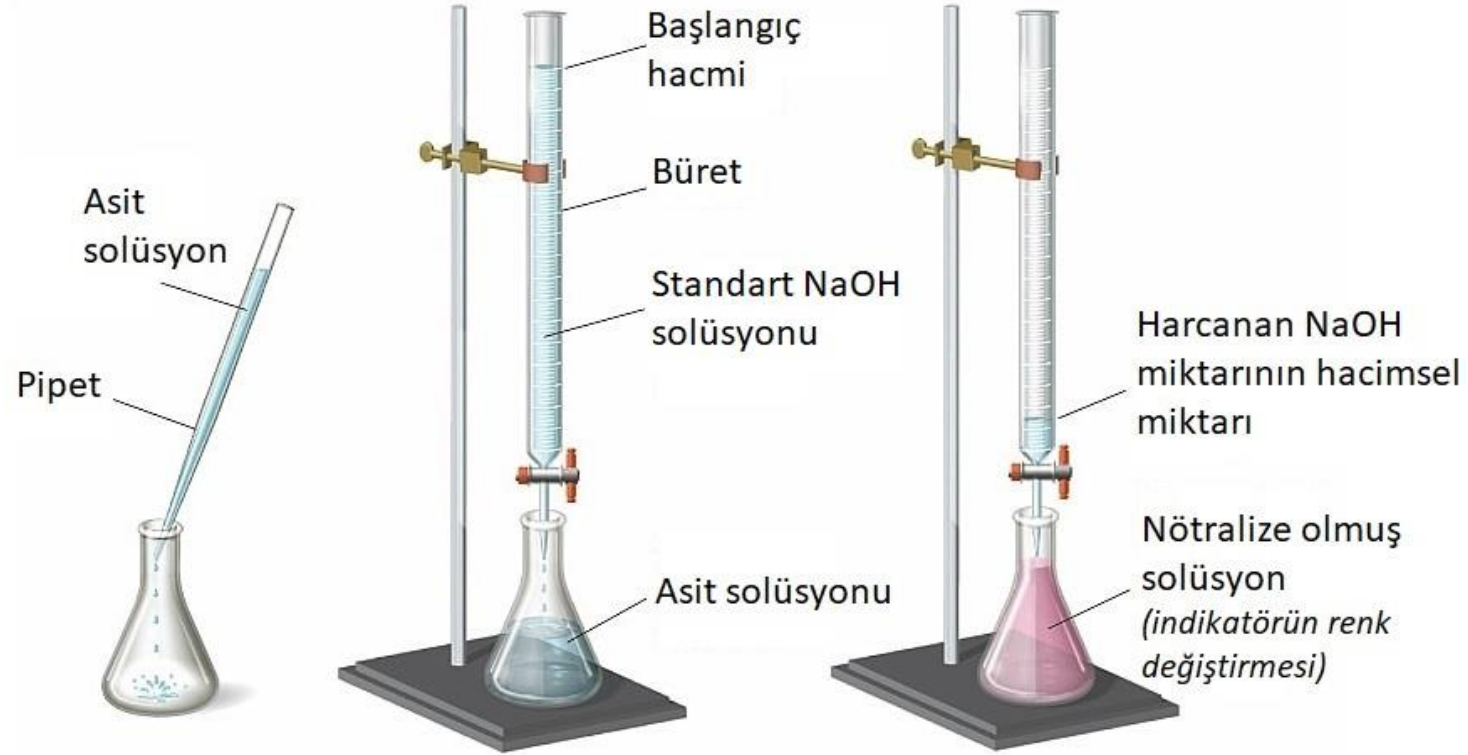
<https://autogear.ru/article/401/229/molochnokislyie-streptokokki-poleznyie-svoystva-i-harakteristiki-osnovnyih-predstaviteley-vidyi-i-klassifikatsiya/>

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

Sütün asitliği, hidrojen iyonu (H^+) konsantrasyonunun ölçüldüğü bir pH metre kullanılarak veya daha yaygın olarak endüstride titre edilebilir asitlik kullanılarak belirlenebilir.



Sütün titre edilebilir asitliği, belirli bir hacim veya sütün kütlesinin pH'sını titrasyon son nokta göstergesi fenolftalein kullanılarak belirli bir son noktaya yükseltmek için gereken belirli bir molar konsantrasyondaki hidroksil iyonu (OH^-) çözeltisi miktarıdır. Bu gösterge pH 8.4'e ulaştığında sütün rengi renksizden pembeye değiştirir.



Titre edilebilir asitlik, kullanılan metodolojiye bağılı olarak farklı birimlerle ifade edilebilir. Aşağıdaki tabloda da görüldüğü gibi ana birimler Soxhlet Henkel Derecesi, Thörner Derecesi, Dornic Derecesi ve % Laktik asit'tir.

Sütte titre edilebilir asitliği ölçmek için kullanılan başlıca yöntemler.

Metot	Kısaltma	Kullanılan NaOH konsantrasyonu (M)	Kullanıldığı ülkeler/bölgeler	Kaliteli çiğ süt için tipik değer
Soxhlet Henkel derecesi	°SH	0.25	Merkezi Avrupa	7 °SH
Thörner derecesi	°Th	0.1	İsveç ve Balkanlar	17 °Th
Dornic derecesi	°D	0.1111	Hollanda ve Fransa	15 °D
% Laktik asit	% l.a	0.111	Birleşik Krallık, ABD, Kanada, Avustralya ve Yeni Zelanda	0.15%

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.

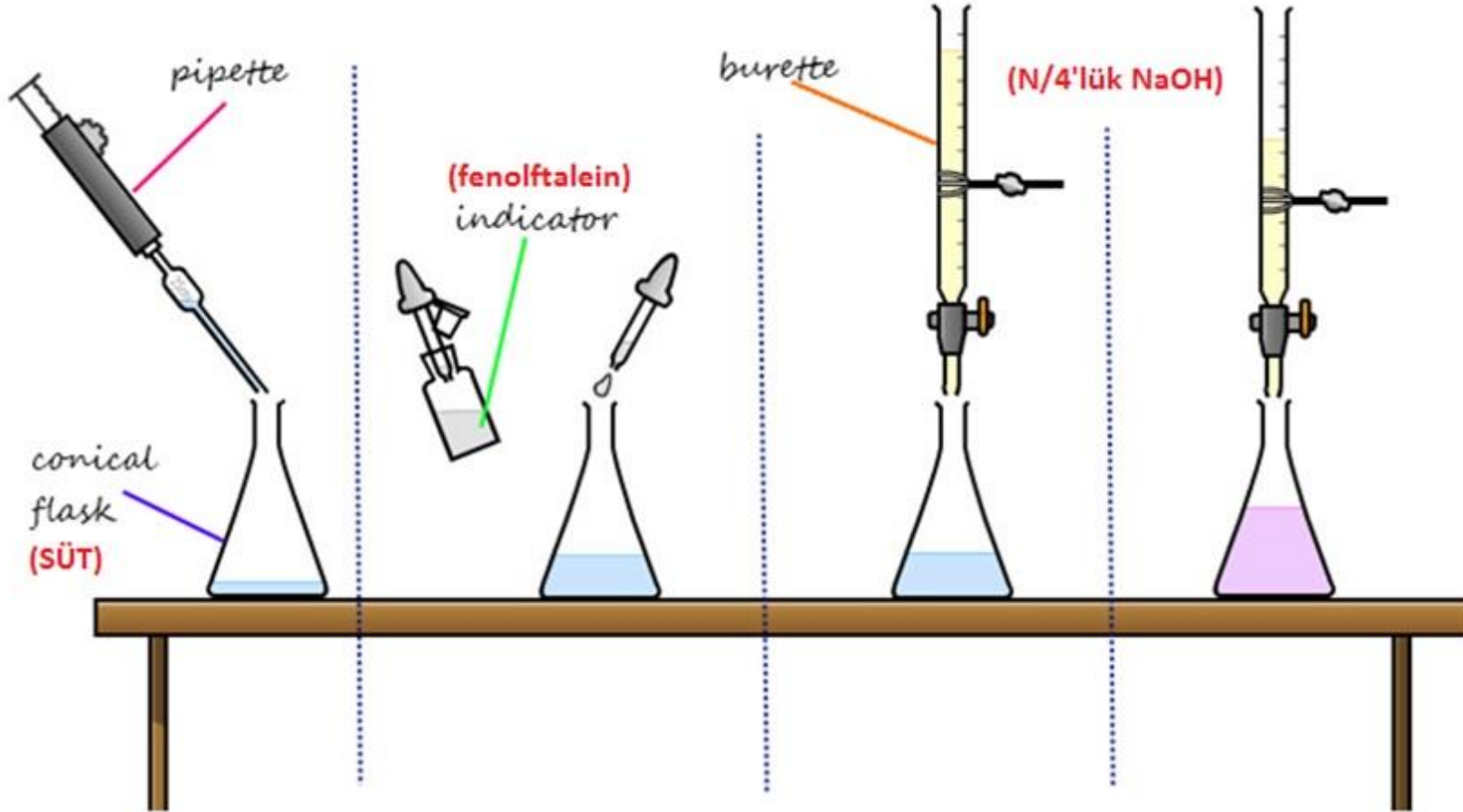


Prof.Dr. Franz Ritter von Soxhlet Süt proteinlerini (kazein, albumin, globulin ve laktoprotein) fraksiyonlayan ilk bilim insanı olarak bilinir. Ayrıca süt şekeri olan laktozu ilk tanımlayan kişidir.



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

Titrasyon diagramı

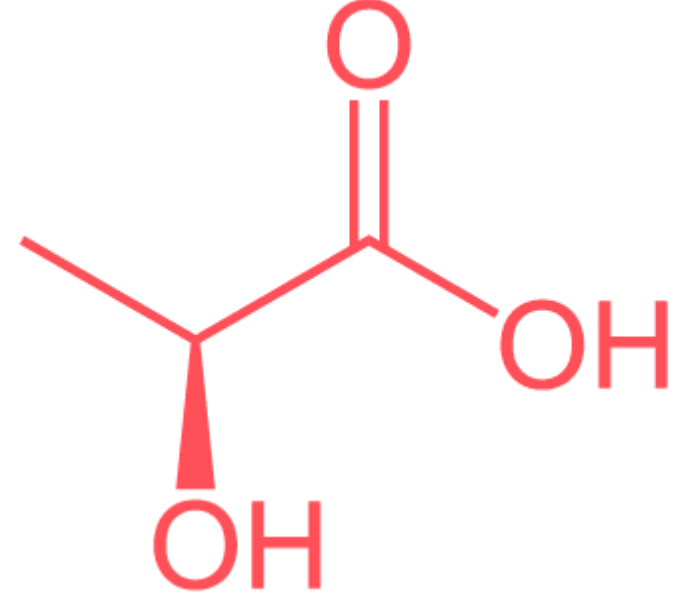


Yeni sağılmış sağlıklı bir inek sütünün titrasyon asitliği 6.8- 8.0 °SH derecesi veya süt asidi cinsinden (%Laktik asit = °SH derecesi x 0,0225) %0.14- %0.16 arasındadır.

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

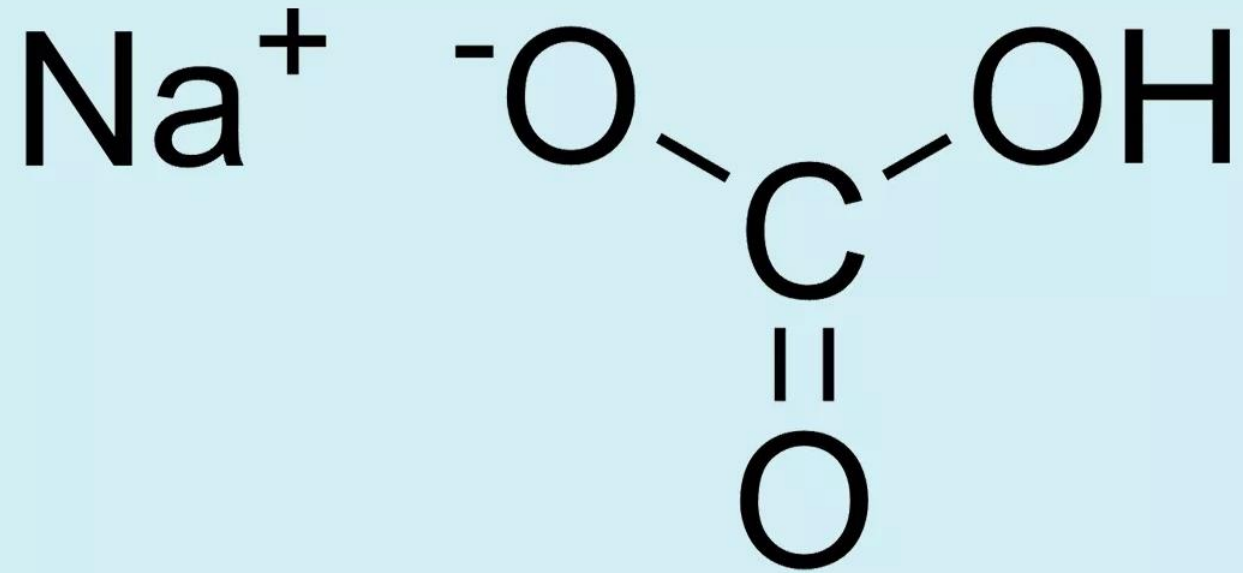
Sağımdan sonra nakliye ve depolama sırasında, laktozun süt asidine parçalanması nedeniyle sürekli olarak asitlik derecesinde bir artış olur.

laktik asit

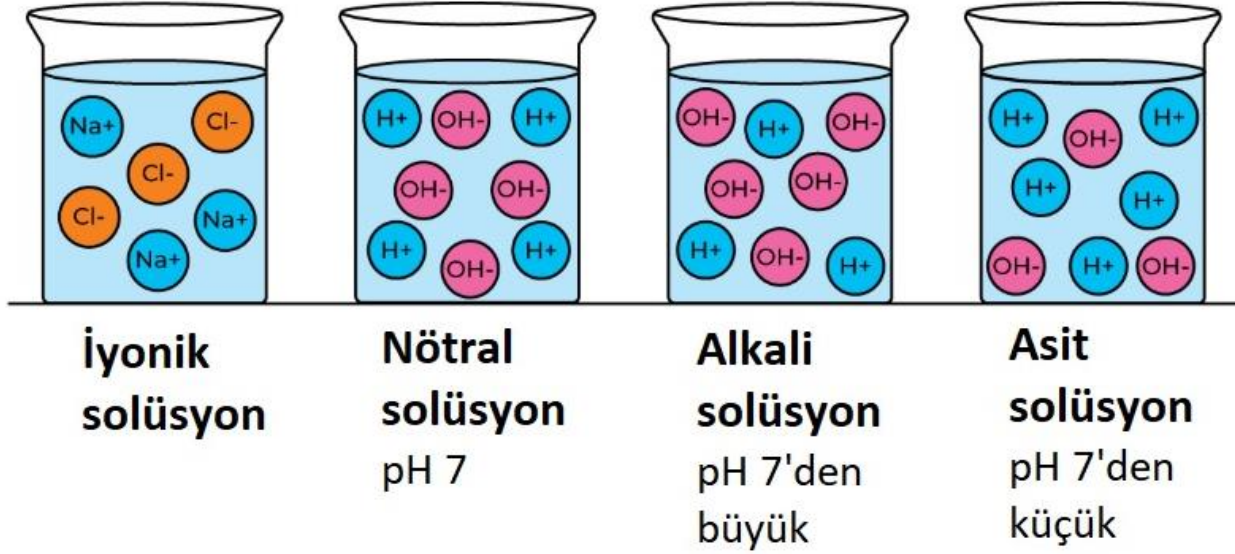


SH derecesinin 5'in altında olması normal kabul edilmez bu durumlarda meme hastalıklarından, yemleme hatalarından veya negatif bir mikrobiyel faaliyetten şüphelenmek gerekir. Diğer bir olasılık ise süte nötralize edici maddeler ilave edilmiş olmasıdır.

Sodyum bikarbonat



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



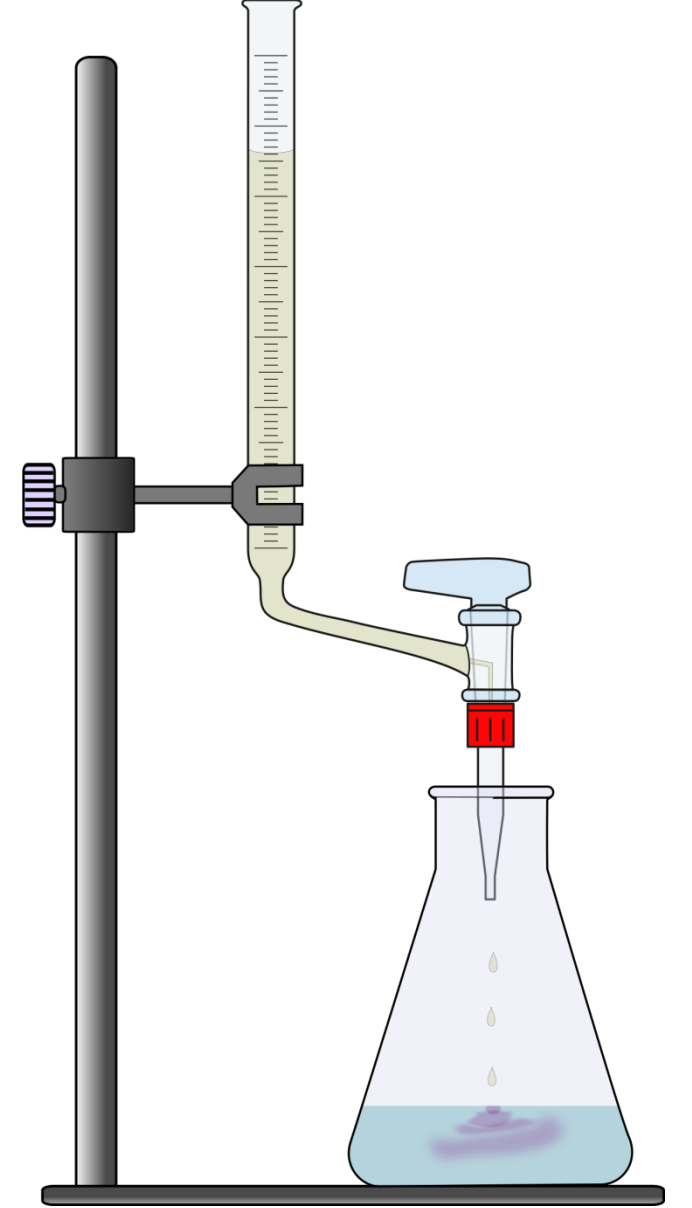
<https://dairyprocessinghandbook.tetrapak.com/chapter/chemistry-milk>

Isıl işlem sonucu pıhtılaşmış süt (kesik süt)



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 yetiştirirnenin 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 değeriinin tespit edilmesi gerekir.



pH

pH seviyesi, süt ve türevleri de dahil olmak üzere çeşitli gıda ürünlerinin kalitesini, tazeliğini ve stabilitesini değerlendirmek için kullanılan temel bir parametredir. pH, bir maddenin asitliği veya alkalinitesinin bir ölçüsüdür ve süt ürünlerinin güvenliğini ve raf ömrünü belirlemede önemli bir rol oynar.

Süt, doğal bir ürün olarak sürekli biyolojik süreçlerden ve fiziksel değişikliklerden geçer. Çiğ sütün pH'sı, hayvanın rasyonu, cinsi, laktasyon aşaması ve bireysel farklılıklar dahil olmak üzere çeşitli faktörlere bağlı olarak değişebilir. Tipik olarak, taze inek sütünün pH'sı 6,6 ile 6,8 arasında değişir, hafif asidiktir ancak nötre yakındır. Ancak, bu aralık küçük dalgalanmalara tabi olabilir.

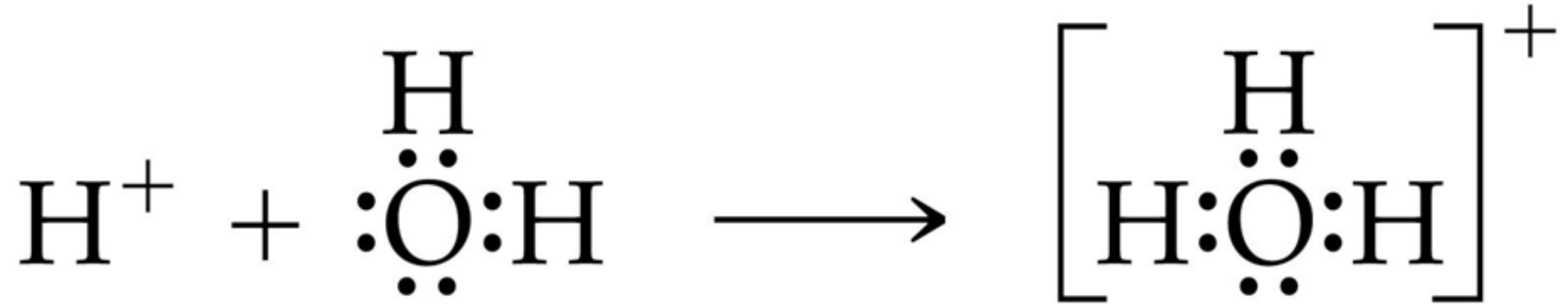


pH Nedir?

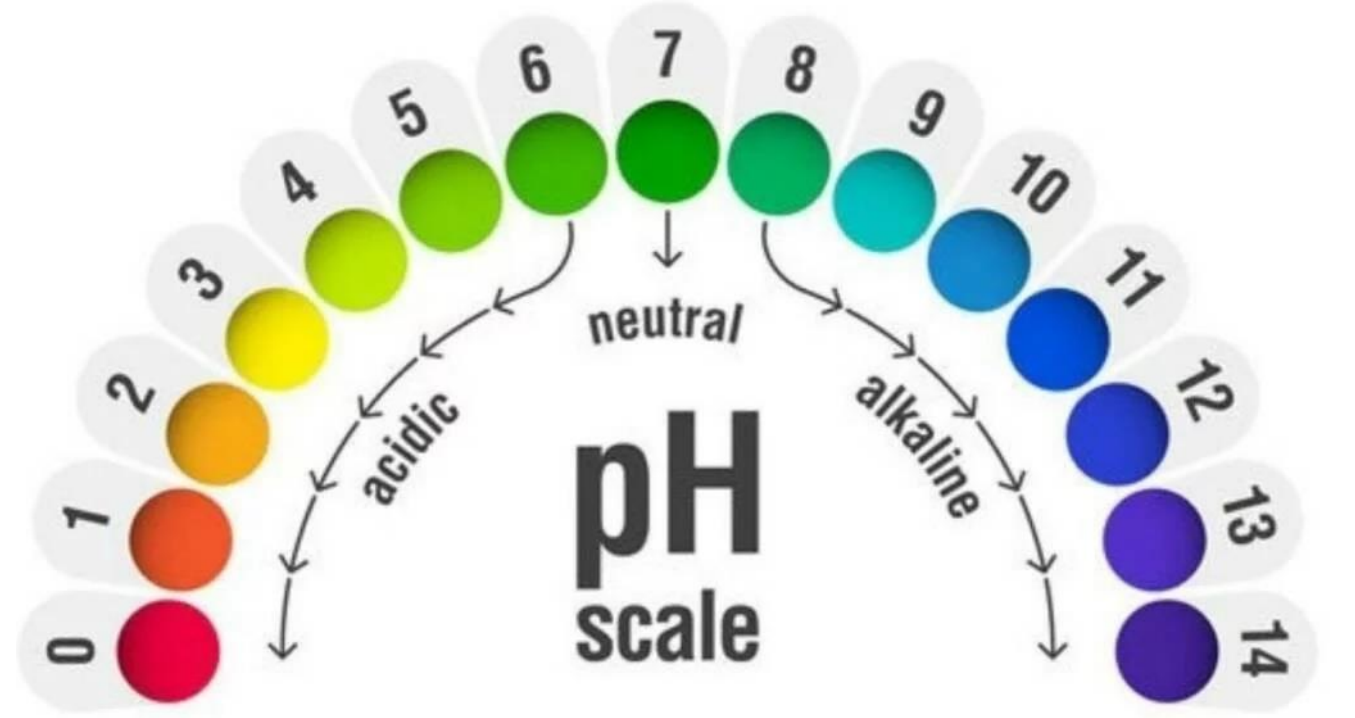
Bir ortamda bulunan hidronyum (H_3O^+) iyonlarının konsantrasyonu 0,0000001 - 0,001 vb. negatif sayılarla ifade edilen miktarlardır.

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

Hidronyum (H_3O^+) iyonu

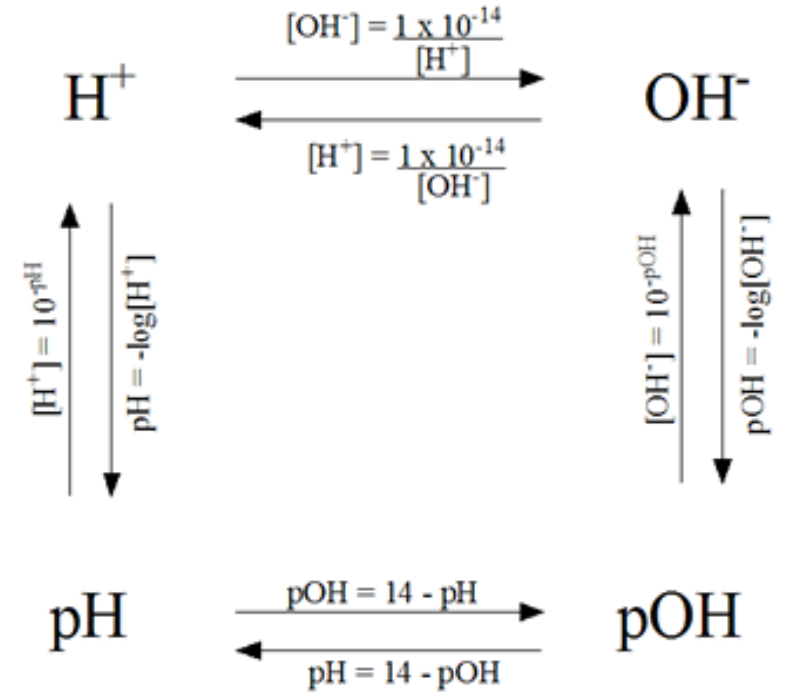
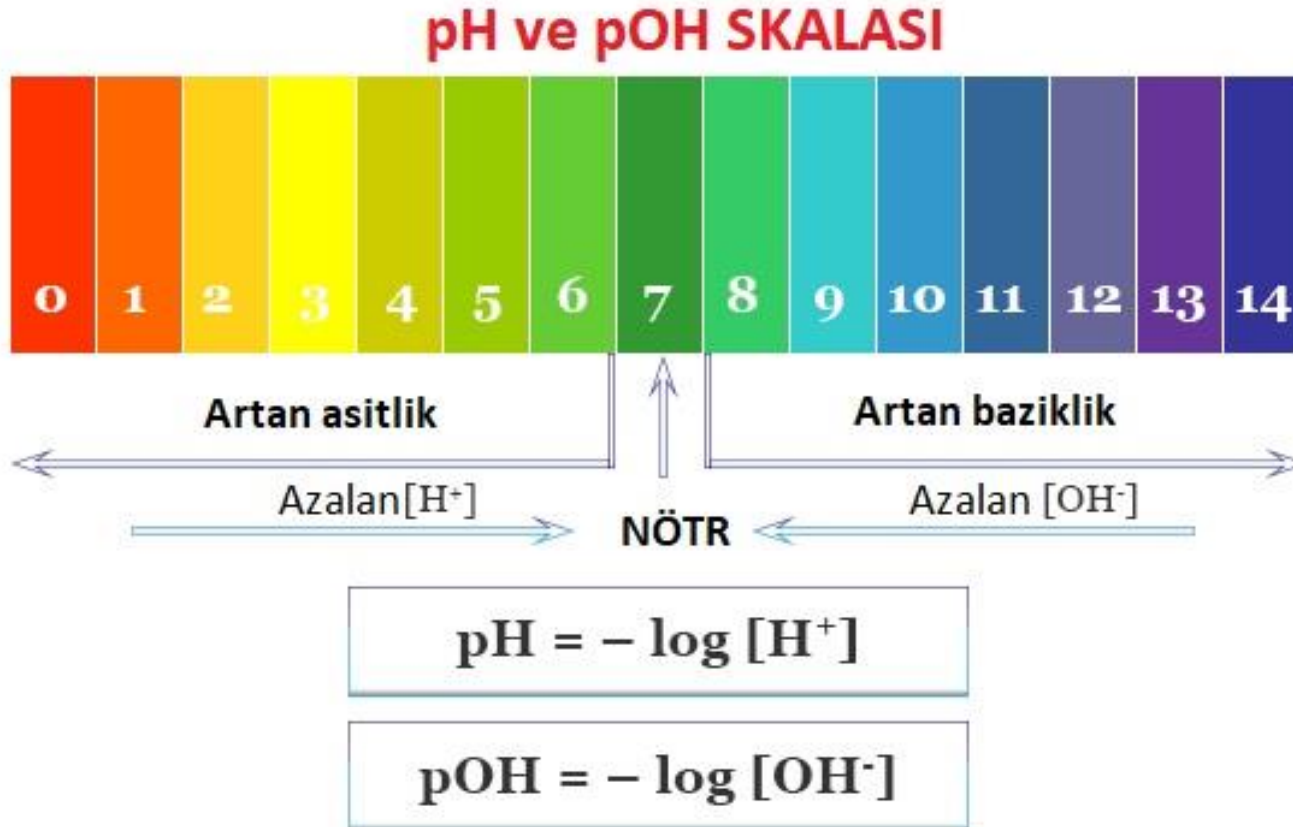


Bu güçlüğü ortadan kaldırmak için Danimarka'lı Söransen, bunların gerçek değerleri yerine negatif logaritmalarını kullanmayı önermiş ve bu düzenlemeden sonra büyük kolaylık sağlanmıştır.

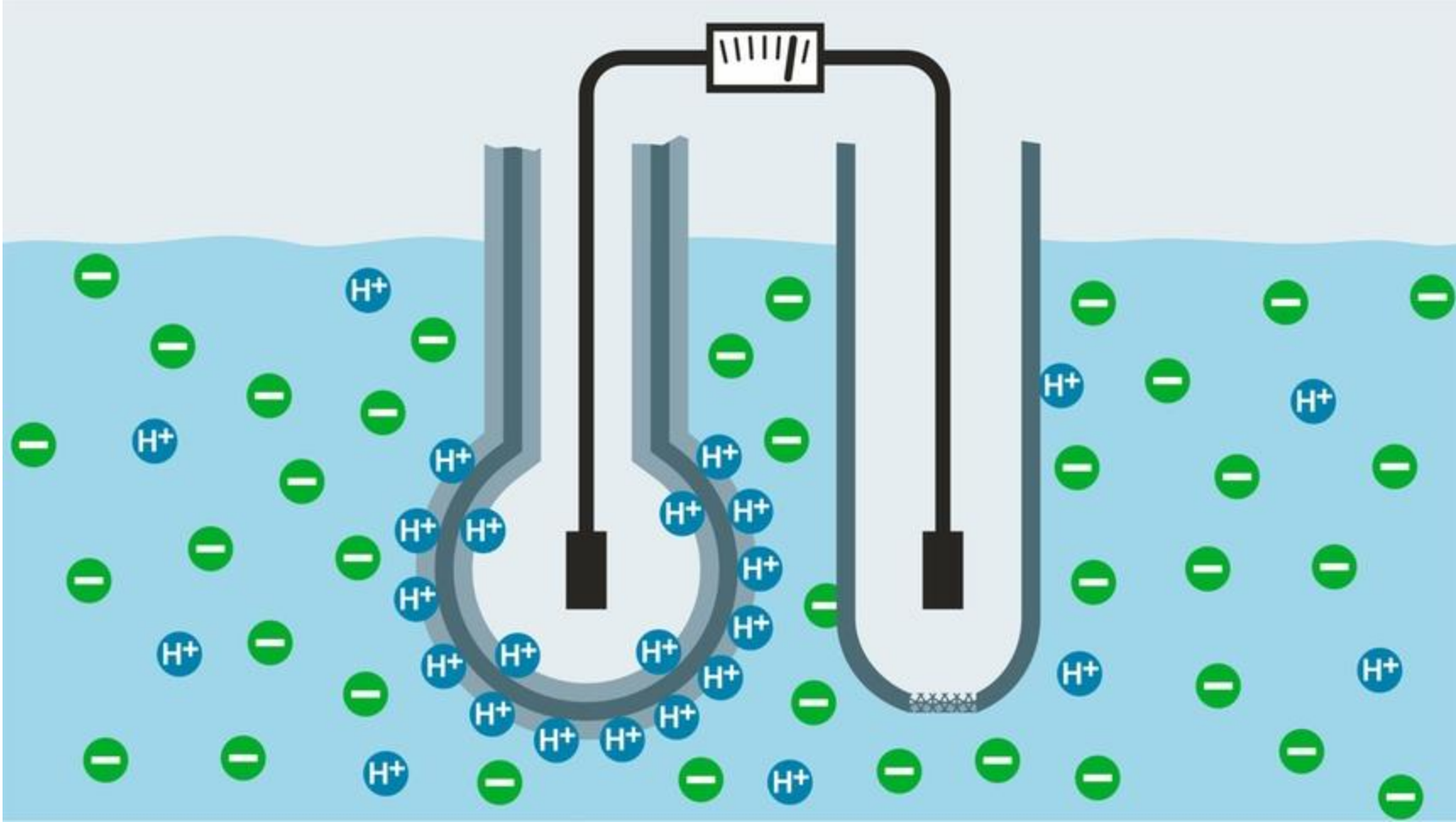


Bu yaklaşıma göre, bir ortamda bulunan hidronyum iyonlarının negatif logaritmasına ortam reaksiyonu denir ve “pH”olarak gösterilir. Saf suda hidronyum konsantrasyonu 0,0000001 ig/lt olduğundan ortam reaksiyonu -log'da 7 dir.

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.



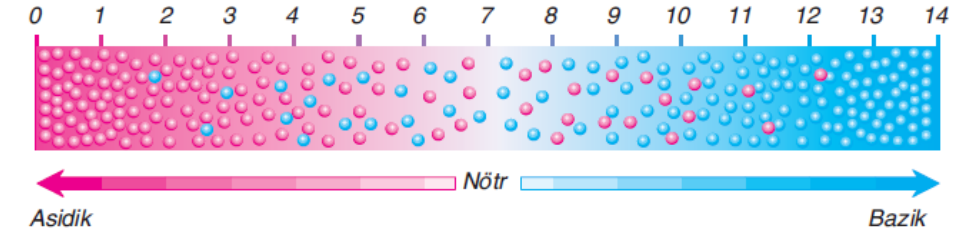
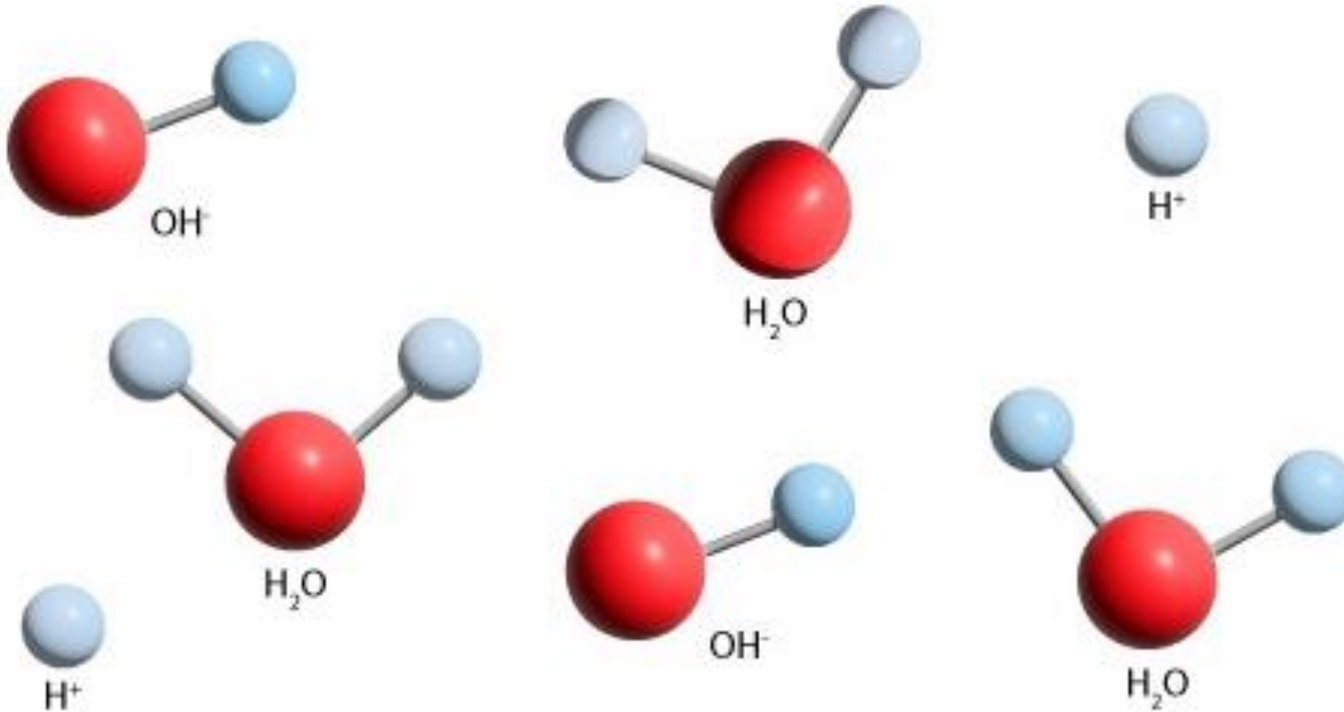
pH metre probunun çalışma prensibi



<https://www.casc.endress.com/en/field-instruments-overview/liquid-analysis-product-overview/pH-sensors-transmitters>

Hidronyum ve hidroksil iyonlarının birbirine eşit durumunda pH 7 olur ve ortam "nötr" olarak adlandırılır.

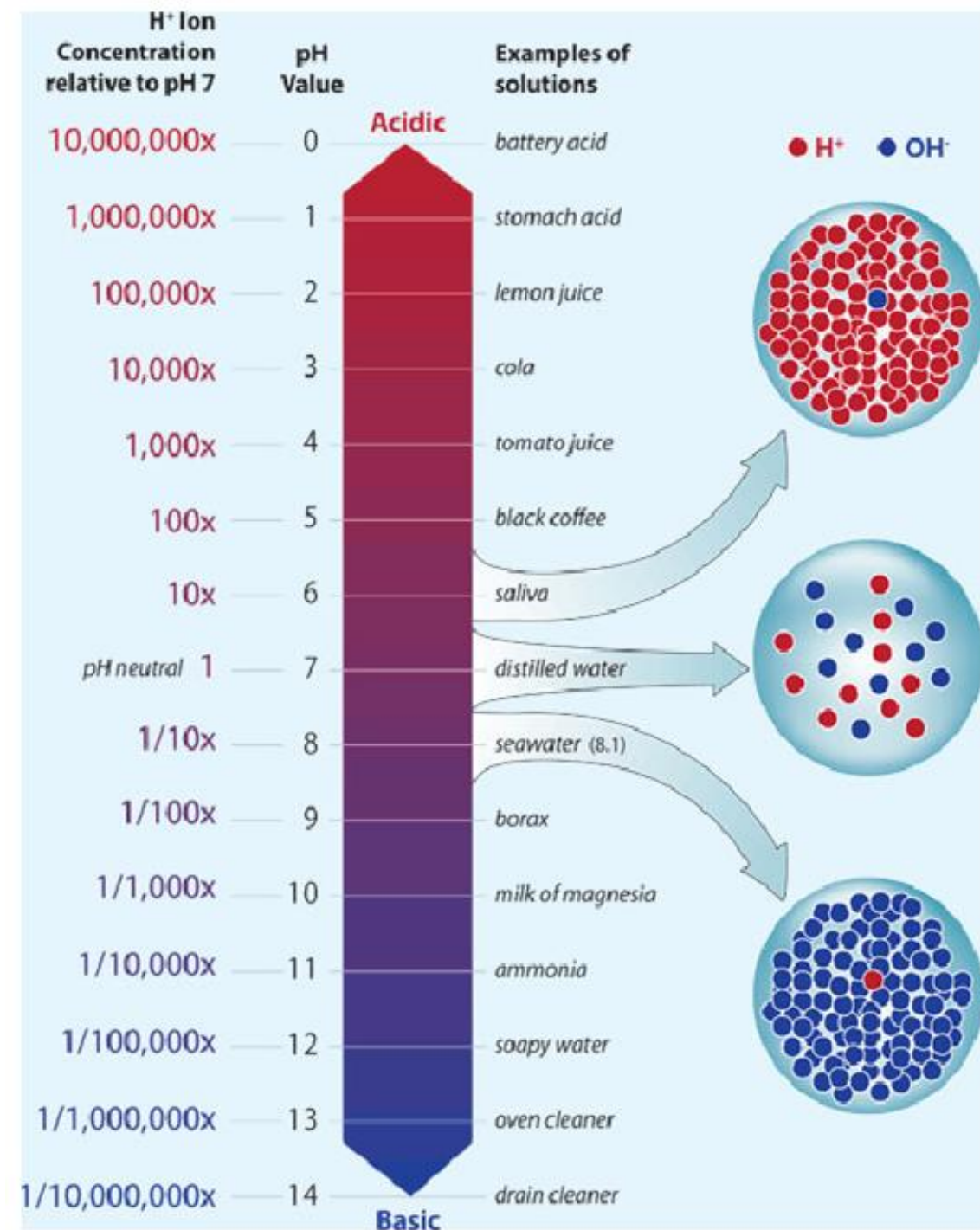
Ortamda hidronyum iyonları fazla ise ortam asidik, hidroksil iyonları fazla ise ortam bazik olarak adlandırılır.



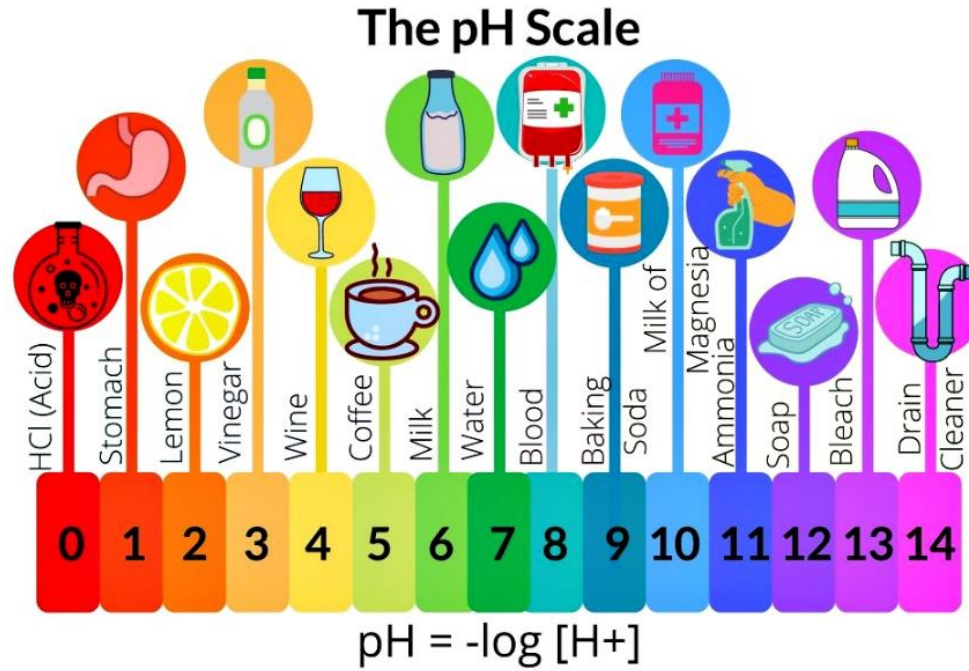
pH 7 solüsyonu: Çözeltide eşit sayıda OH⁻ ve H⁺ iyonu bulunur.

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.

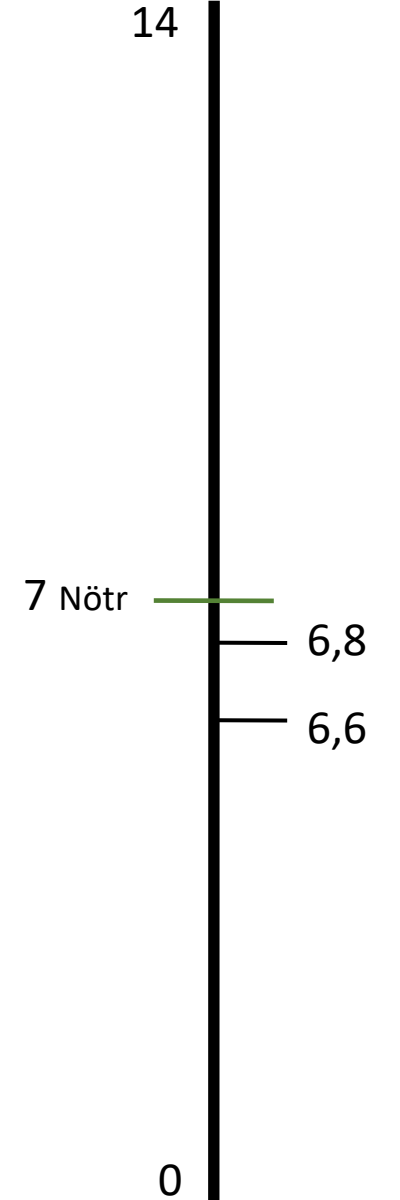


Süt teknolojisinde pH ölçümü asitliğin gelişebileceği her durumda tespit edilmelidir. Çünkü pH değeri ürünün kalitesi ve randımanı hakkında çok değerli ipuçları verir. Yeni sağılmış sağlıklı inek sütünün pH değeri 6.6- 6.8 arasındadır. Her ne kadar arada 0.2 gibi küçük bir fark görünse de hidrojen iyonlarının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

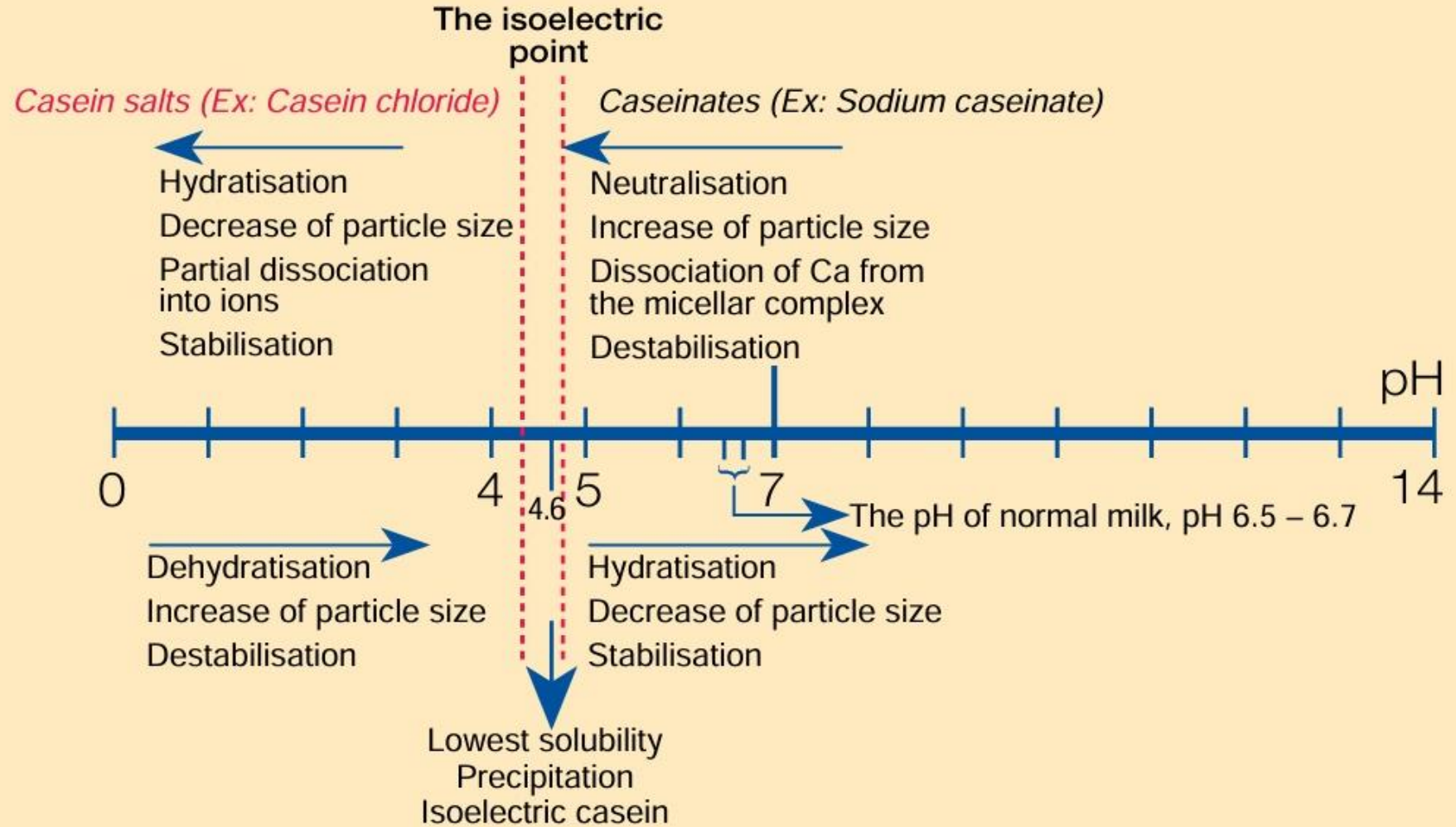


<https://basicwaterscience.com/chemical-water-quality-parameters/ph/significance-of-ph-of-water/>

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



Kazein üzerindeki asit ve alkalinin sırasıyla üç basitleştirilmiş etki aşaması



pH seviyesi, süt ve türevleri de dahil olmak üzere çeşitli gıda ürünlerinin kalitesini, tazeliğini ve stabilitesini değerlendirmek için kullanılan temel bir parametredir. pH, bir maddenin asitliği veya alkalinitesinin bir ölçüsüdür ve süt ürünlerinin güvenliğini ve raf ömrünü belirlemede önemli bir rol oynar.

Süt, doğal bir ürün olarak sürekli biyolojik süreçlerden ve fiziksel değişikliklerden geçer. Çiğ sütün pH'sı, hayvanın rasyonu, cinsi, laktasyon aşaması ve bireysel farklılıklar dahil olmak üzere çeşitli faktörlere bağlı olarak değişebilir. Tipik olarak, taze inek sütü pH'ı 6,6 ile 6,8 arasında değişir, hafif asidiktir ancak nötre yakındır. Ancak, bu aralık küçük dalgalanmalara tabi olabilir.

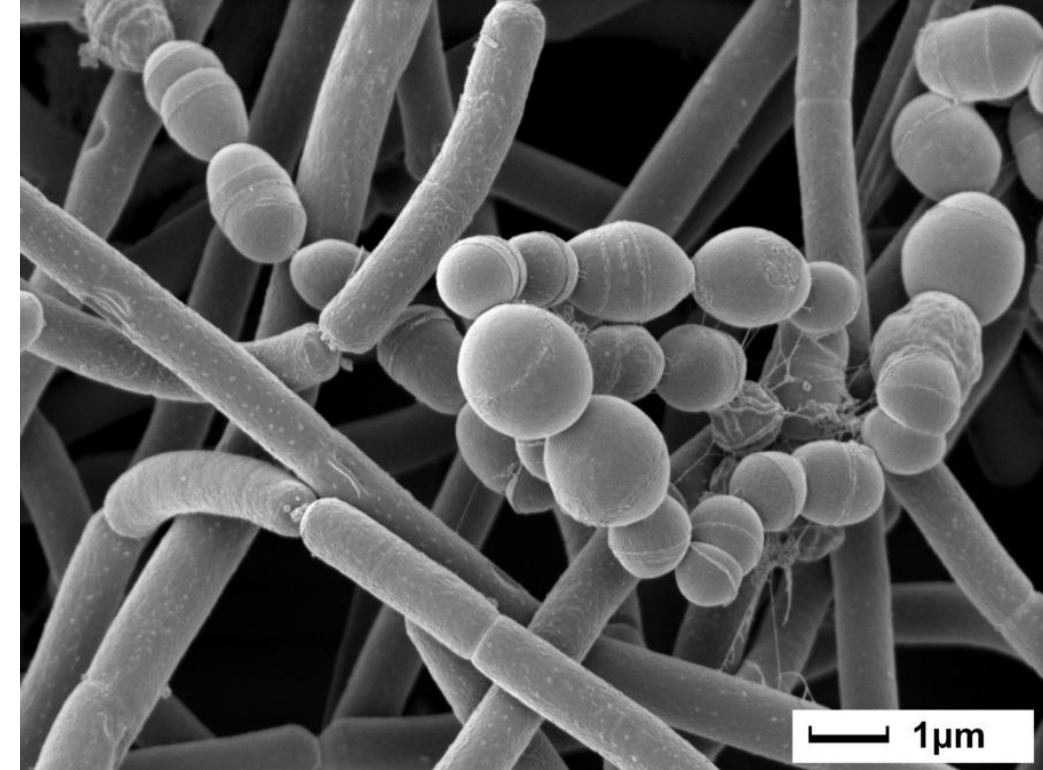
Peynir yapım aşamasında telemenin asitlik kontrolü



Süt pH'sını Etkileyen Faktörler:

1. Laktik Asit Bakterileri: Süt pH'ını etkileyen birincil faktörlerden biri laktik asit bakterilerinin (LAB) varlığıdır. LAB, sütteki şeker olan laktozu fermantasyon yoluyla laktik aside dönüştüren doğal olarak oluşan bakterilerdir. Bu süreç, zamanla pH'ta bir düşüşe yol açarak yoğurt gibi fermente süt ürünlerinin karakteristik ekşi (asit) tadına katkıda bulunur.
2. Kontaminasyon ve Bozulma: Mikrobiyal kontaminasyon veya bozulma organizmalarının varlığı sütün pH'sını önemli ölçüde etkileyebilir. Bu mikroorganizmalar süt bileşenlerini parçalayan ve asidik yan ürünler üreten enzimler üretir ve bu da pH'da düşüşe neden olur. Sütte artan asitlik (*düşük pH*) genellikle bozulmanın ve tazeliğin azaldığının bir göstergesidir.

Laktik asit bakterileri (basiller ve koklar)

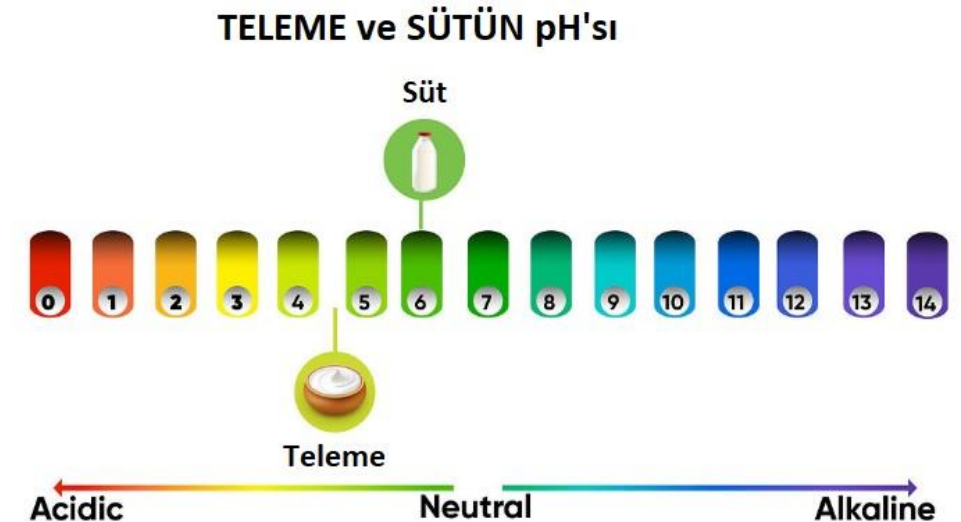


https://www.jeol.com/solutions/applications/nano/details/20240917_4.php

Farklı Süt Ürünlerinin PH'ları:

Süt ürünlerindeki pH seviyeleri, söz konusu özel üretim süreçlerine bağlı olarak değişir. İşte birkaç örnek:

1. Yoğurt: Yoğurt, sütün belirli laktik asit bakterisi türleriyle fermente edilmesiyle üretilir. Fermantasyon sırasında bu bakteriler laktozu laktik aside dönüştürerek pH'yı düşürür. Yoğurdun tipik pH'sı 4,0 ile 4,6 arasında değişir ve bu da ekşi bir tat sağlar ve karakteristik dokusuna katkıda bulunur.
2. Peynir: Peynir üretimi asitlendirme, pıhtılaşma ve süzme işlemlerini içerir. Peynirin pH'sı çeşide bağlı olarak değişebilir ve genellikle 4,4 ile 5,3 arasındadır. pH, farklı peynir türlerinin lezzetlerinin, dokusunun ve raf ömrünün gelişimini etkiler.
3. Tereyağı ve Krema: Yoğurt ve peynirin aksine, tereyağı ve kremanın pH'sı nispeten daha yüksektir, tipik olarak 6,1 ile 6,7 arasındadır. Bu daha yüksek pH, bu ürünlerdeki daha düşük asitlik ve yağ içeriğinden kaynaklanmaktadır.



Kalite Kontrolünde pH'ın Önemi:

Süt ve süt ürünlerinin pH'sını izlemek, süt endüstrisinde kalite kontrolünün önemli bir yönüdür. Nedeni:

1. Tazelik ve Bozulma Tespiti: Süt bekledikçe veya kontamine oldukça, pH mikroorganizmaların aktiviteleri nedeniyle azalır. Asitliğin kabul edilebilir sınırların ötesine yükselmesi bozulmaya ve tazeliğin azalmasına işaret eder ve sütün pH'sı ürün kalitesini ve güvenliğini sağlamak için olmazsa olmaz bir gösterge haline getirir.
2. Raf Ömrü Tahmini: Süt ürünlerinin pH'sı, beklenen raf ömürleri hakkında fikir verebilir. Örneğin, yoğurt gibi düşük pH'lı ürünler, laktik asidin bozulma bakterileri üzerindeki engelleyici etkileri nedeniyle daha uzun bir raf ömrüne sahip olma eğilimindedir. Öte yandan, daha yüksek pH'lı ürünler daha kısa bir raf ömrüne sahip olabilir.
3. Ürün Geliştirme ve Standartlık: Süt ürünlerinde standart pH seviyelerini korumak, tekdüze tat, doku ve kaliteyi sağlamak için çok önemlidir. Üreticiler, ürünlerinde istenen tat ve dokuları elde etmek için üretim sırasında pH'yı ayarlayabilirler.



Sonuç:

Süt ve süt ürünlerinin pH'sı, kalitelerini ve tüketici memnuniyetini etkileyen önemli bir parametredir. pH seviyesi, laktik asit bakterilerinin varlığı, mikrobiyal kontaminasyon ve üretim süreci gibi çeşitli faktörlerden etkilenir. pH seviyelerinin izlenmesi ve kontrol edilmesi, tazeliğın sağlanması, bozulmanın tespiti, raf ömrünün tahmini ve ürün tutarlılığının korunması için hayati önem taşır. Süt ve süt ürünlerinde pH'ın önemini anlayarak, hem tüketiciler hem de süt endüstrisi ürün seçimi, kalite kontrolü ve depolama uygulamaları konusunda bilinçli kararlar alabilir. Sonuç olarak pH, süt ürünlerinin bütünlüğünü ve güvenliğini korumada değerli bir araç görevi görerek olumlu bir tüketici deneyimine katkıda bulunur.





Masa üstü pH metre

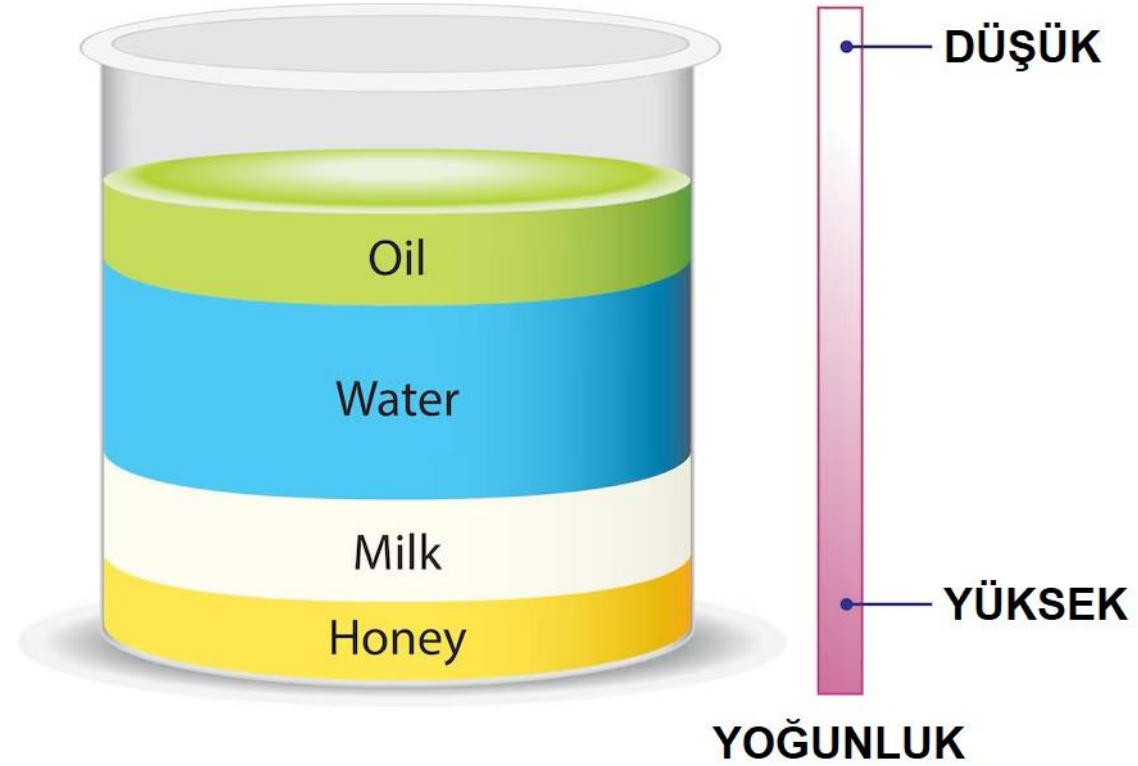


Kalem tipi pH metre



El pH metresi

SÜTÜN YOĞUNLUĞU



YOĞUNLUK

Eşit hacimdeki iki cismin kütlelerini (ör. kg)
karşılaştırarak yoğunluklarının gösterilmesi



<https://www.britannica.com/science/density>



<https://www.thoughtco.com/how-to-calculate-density-609604>



<https://www.nauticalia-trade-sales.com/thermometer-galileo-piccolo-5-globe-multi-7096>

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.



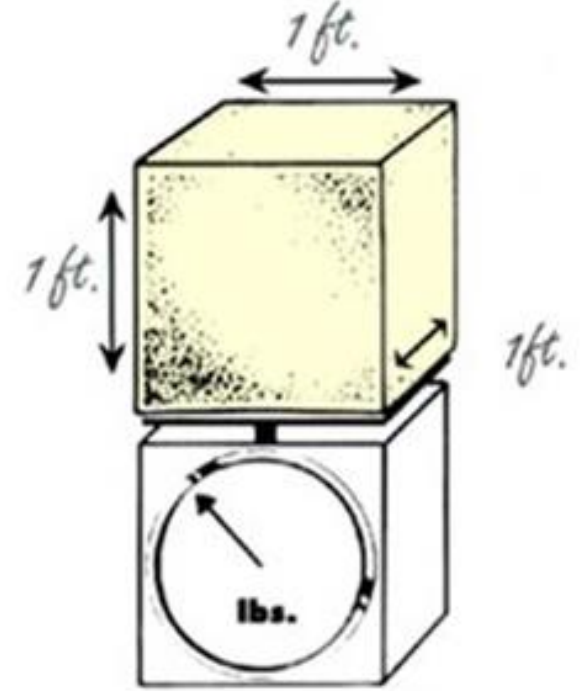
Yoğunluk; belirli bir hacmin ağırlık (kütlece ör. gram, kg gibi) olarak ifadesidir.

Değişik maddelerin karşılaştırılması veya herhangi bir maddede farklı koşullarda meydana gelen değişikliği belirlemek amacıyla kullanılır.

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

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

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



$$\text{Yoğunluk} = \frac{\text{Ağırlık (kg, gr gibi)}}{\text{Uzunluk x genişlik x yükseklik (hacim)}}$$

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

Sütte yoğunluk ölçümü için kullanılan bir laktodansimetre



<https://www.amazon.ca/VOSAREA-Density-Hydrometer-Measure-Measuring/dp/B0D8V4SWM9?th=1>

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



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

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

Yağlı ve yağsız kurumadde (YKM) bileşimine bağlı olarak çeşitli sıvı süt ürünlerinin yoğunluğu

	Kompozisyon		Yoğunluk (kg/litre)			
	Yağ (%)	YKM (%)	4,4°C	10,0°C	20,0°C	38,9°C
Çiğ süt	4,00	8,95	1,035	1,033	1,030	1,023
Homojenize süt	3,60	8,60	1,033	1,032	1,029	1,022
Yağsız süt	0,02	8,90	1,036	1,035	1,033	1,026
Koyulaştırılmış yağsız süt	0,02	10,15	1,041	1,040	1,038	1,031
%50 krema	12,25	7,75	1,027	1,025	1,020	1,010
%50 krema ve fortifiye	11,30	8,90	1,031	1,030	1,024	1,014
Az yağlı Krema	20,00	7,20	1,021	1,018	1,012	1,000
Yüksek yağlı krema	36,60	5,55	1,008	1,005	0,994	0,978

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

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.

Laktodansimetre ile sütte yoğunluk ölçümü



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 = -2×0.2 = -0.4

Düzeltilmiş LD = $32.0 - 0.4$ = 31.6

Süt teknolojisinde genellikle yoğunluktan yararlanılarak, süte yapılan hileler hakkında bir fikir sahibi olunur.

Ayrıca çiğ sütün kurumadde hakkında bir bilgi verdiği gibi, istenildiği hallerde pratikte kullanılmak üzere sütün yaklaşık olarak kurumaddesinin 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.*



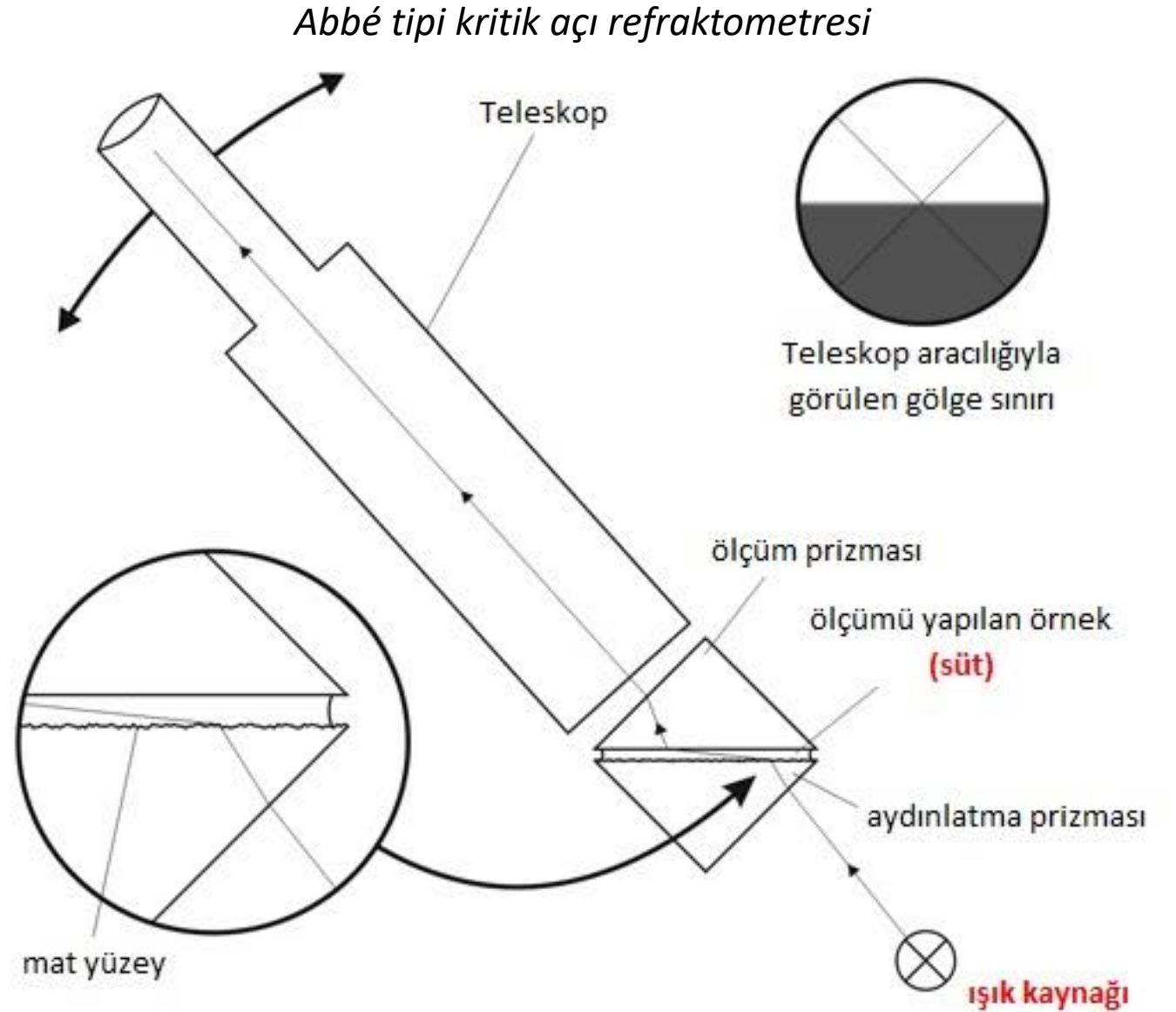
SÜTÜN REFRAKTOMETRE İNDİSİ



https://stockcake.com/i/milk-splash-art_553470_372467

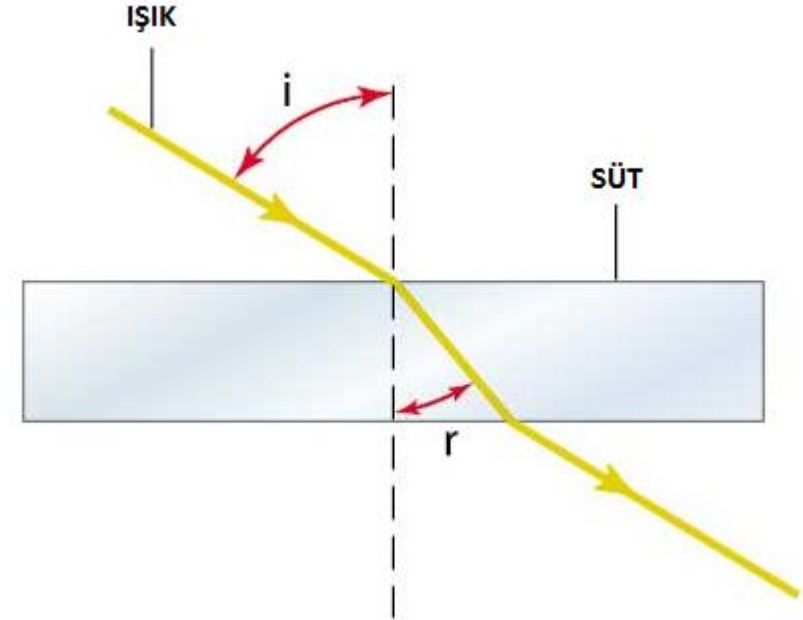
Süt kalitesinin incelenmesinde optik ölçüm teknikleri uygulanabilir, böylece sütün kırılma indisi ve emilim katsayısı, sütün çeşitli bileşenlerinin (*laktoz, mineral madde vd*) konsantrasyonu hakkında bilgi sağlayabilir.

Süt bulanık opak bir ortam olduğundan, çoklu ışık saçılması mevcuttur. Bununla birlikte, süt-cam prizma arayüzünden gelen ışık yansıması, dalga boyuna bağlı kırılma indisini ve sütün emilim katsayısını tahmin etmek için kullanılabilir.



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.



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.

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.



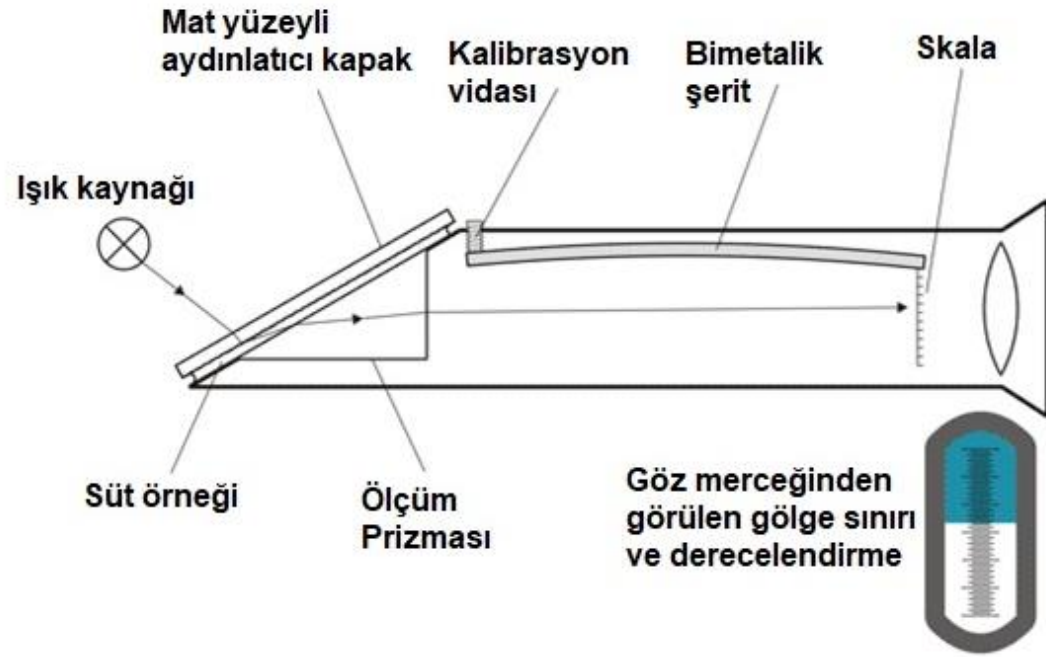
Refraktometre indisinden faydalanarak;

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

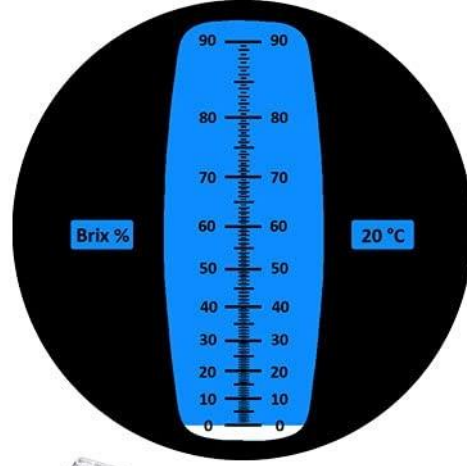


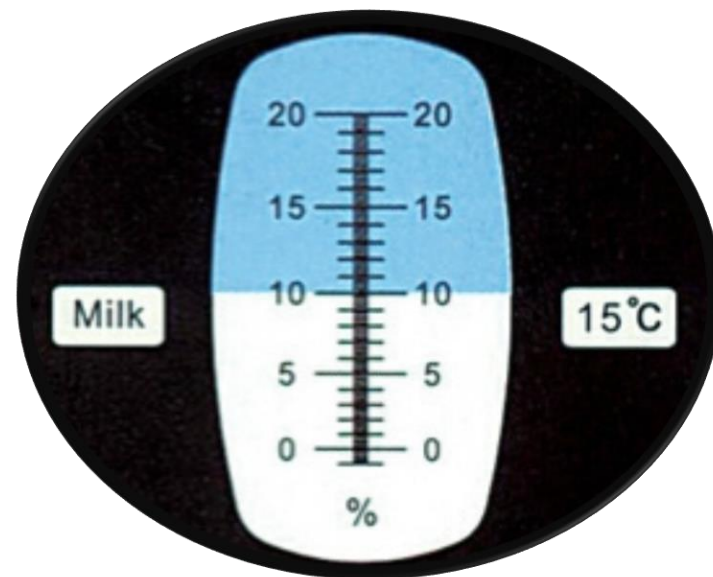
Sütün refraktometre indisi;

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



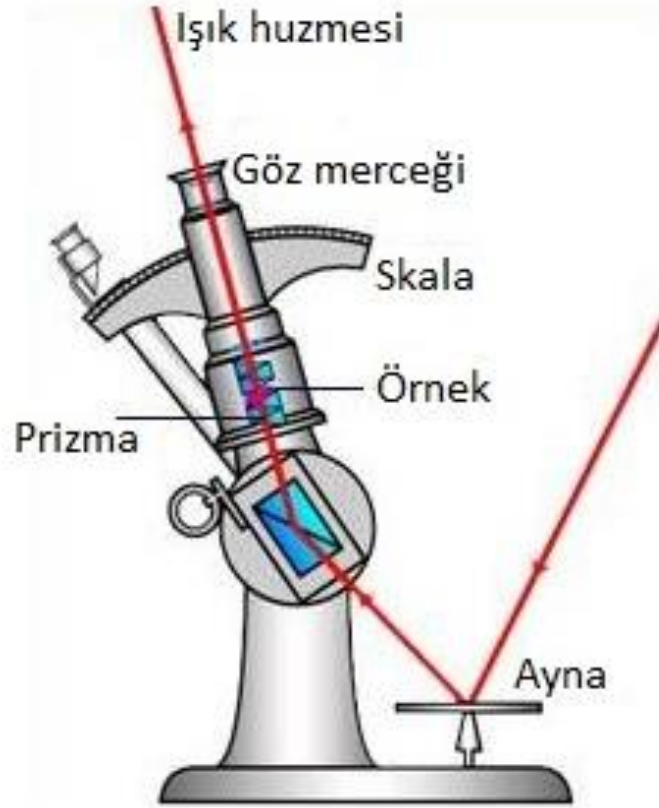
**Distile (saf su) ile
refraktometrenin kalibrasyonu**





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

abbe refraktometresi



<https://encyclopedia.che.engin.umich.edu/refractometers/>



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



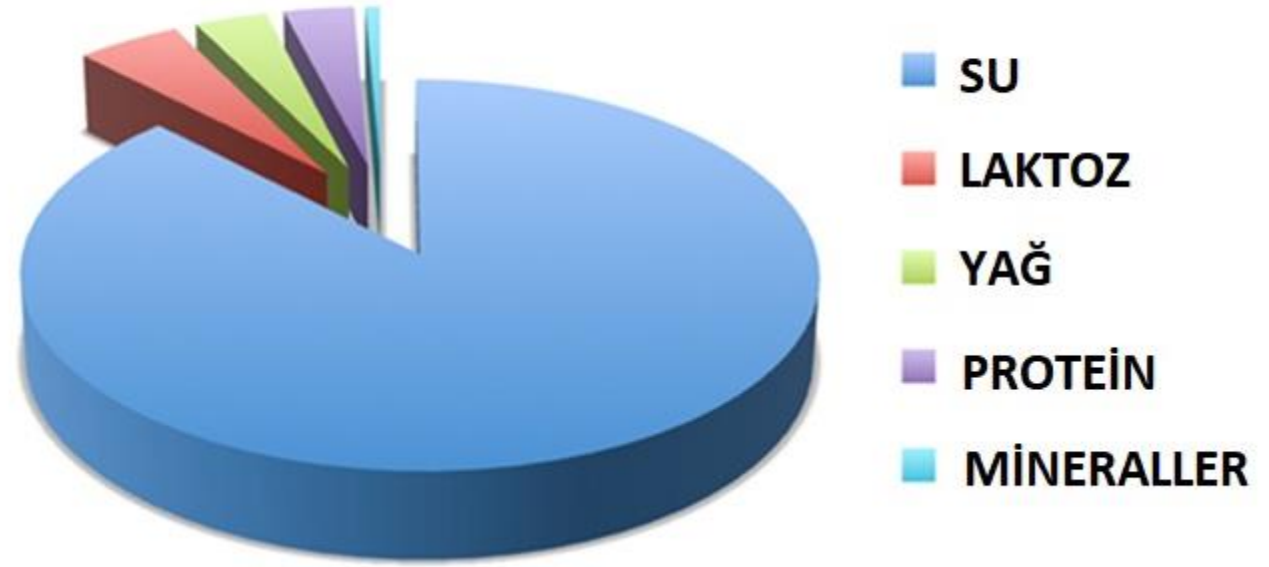
SÜTÜN DONMA ve KAYNAMA NOKTASI



Donma ve kaynama noktası, sütün en sabit fiziko-kimyasal özelliklerindendir.

Sütün donma noktası, suyun bildiğimiz 0°C (32°F) değerinden farklıdır. Saf, katkısız süt genellikle yaklaşık $-0,512^{\circ}\text{C}$ ila $-0,550^{\circ}\text{C}$ ($31,08^{\circ}\text{F}$ ila $31,01^{\circ}\text{F}$) arasında donar. Bu daha düşük donma noktası, sütün laktoz, proteinler, mineraller ve tuzlar gibi buz kristali oluşumunu engelleyen çözünmüş maddeler içermesinden kaynaklanır.

SÜTÜN FİZİKSEL KOMPOZİSYONU



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.



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;

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

Su ilavesi ile donma noktası değişimi arasındaki ilişki, kesin bir matematiksel kalıbı takip eder. Süte eklenen her %1 su için, donma noktası tipik olarak yaklaşık $0,0055^{\circ}\text{C}$ yükselir (*sıfıra doğru gelir*). Bu, birisi süte %10 su eklerse, donma noktasının yaklaşık $0,055^{\circ}\text{C}$ artacağı ve normal aralıktan saf suyun donma noktasına doğru hareket edeceği anlamına gelir.



Bu öngörülebilir değişim, donma noktası testini inanılmaz derecede hassas hale getirir. Dikkatli bir ölçümle, eklenen az miktardaki su bile %1-2 oranına kadar kadar tespit edilebilir. Bu, bir bardak sütün içindeki birkaç damla suyun ağırlığını algılayabilen hassas bir teraziye sahip olmak gibidir.



<https://meenas17.com/2014/06/17/the-milk-is-white/water-in-milk/>

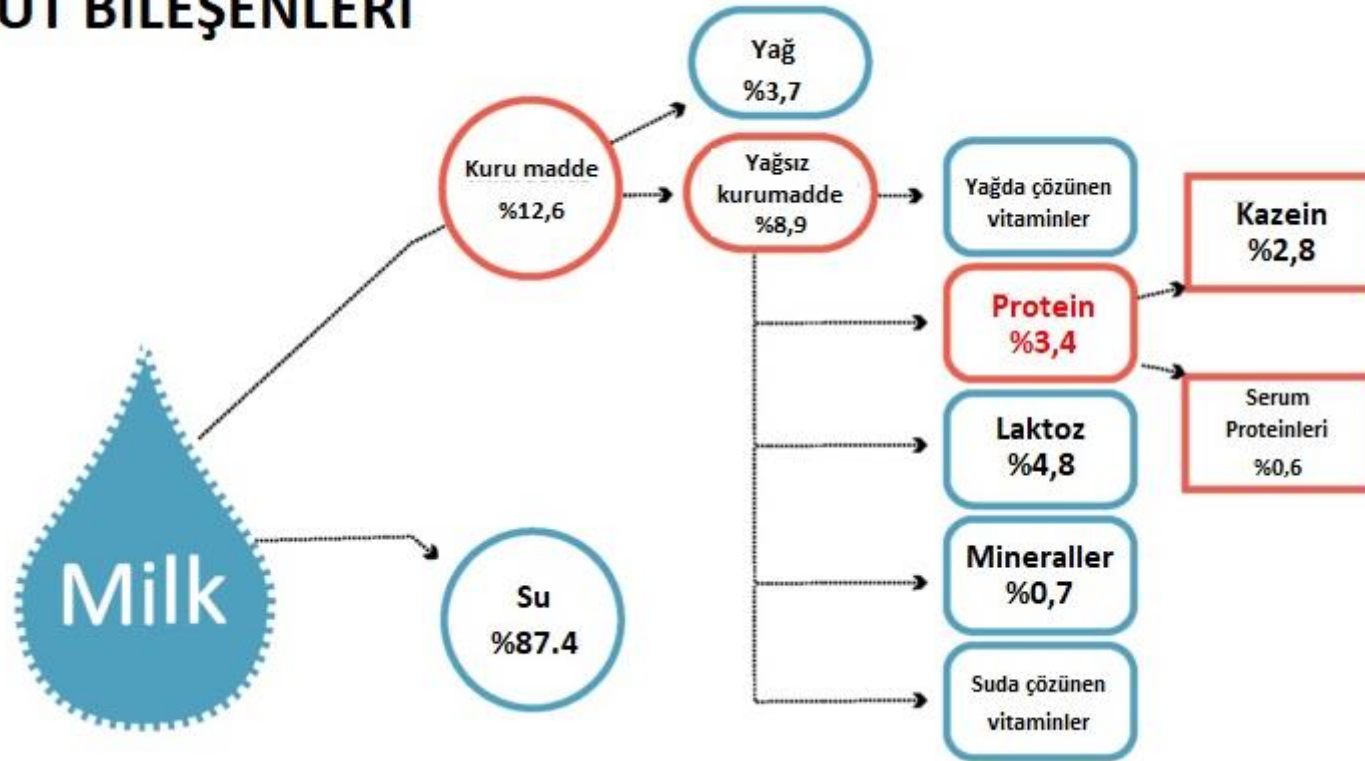


<https://x.com/MombasaEmir/status/1779710352927711262>

Süt esasen içinde çeşitli maddelerin çözündüğü sudur: laktoz (süt şekeri), kazein ve peynir altı suyu gibi proteinler, kalsiyum ve fosfor gibi mineraller ve çeşitli tuzlar.

Bu çözünmüş parçacıklar, su moleküllerinin buz kristalleri oluşturma yeteneğini engeller. Saf suda, moleküller kolayca kendilerini buzun sert, altıgen yapısına dönüştürebilirler.

SÜT BİLEŞENLERİ



Ancak sütte, çözünmüş maddeler araya girerek buz kristallerinin oluşmasını çok daha zorlaştırır. Su moleküllerinin bu engeli aşabilmesi ve donabilmesi için daha da soğuk olmaları gerekir.

Çözünmüş parçacıkların sayısı, donma noktasının ne kadar düştüğünü belirler. Bu nedenle farklı kaynaklardan elde edilen sütlerin donma noktaları biraz farklı olabilir; yağ içeriği, protein seviyeleri veya mineral bileşimindeki farklılıklar küçük ama ölçülebilir farklılıklara neden olabilir. Bununla birlikte, bu doğal varyasyonlar iyi belgelenmiştir ve saf süt için beklenen aralıkta yer almaktadır.

Buz kristali



Çoğu ülke, sütün donma noktası için yasal sınırlar belirlemiştir. Birçok bölgede, donma noktası 0,512°C'den yüksek (*sıfıra daha yakın olan*) olan süt, hileli kabul edilir ve saf süt olarak satılamaz. Bu standart, tüketicileri seyreltilmiş ürünler satın almaktan korurken, gerçek süt içeriğine dayalı adil fiyatlandırmayı da sağlar.



Donma noktası testi, suya yapılan hileleri tespit etmek için oldukça etkili olsa da, sınırlamalarını anlamak önemlidir. Bu test özellikle su ilavesini tespit eder, ancak bitkisel yağlar, nişasta veya donma noktasını önemli ölçüde etkilemeyebilecek diğer maddelerin eklenmesi gibi diğer hile türlerini belirleyemez.

FSSAI'nin DART kılavuzunda, süte fark edilir miktarda su eklenip eklenmediğini kontrol etmek için üç kolay adım verilmiştir. Bu adımlar şunlardır:

- 1. Eğimli bir yüzeye bir damla süt damlatın ve dikkatlice gözlemleyin.*
- 2. Eğer süt iz bırakmadan yüzeyden hemen kayıyorsa veya akıp gidiyorsa, muhtemelen hileli süttür.*
- 3. Saf süt genellikle arkasında beyaz bir iz bırakır veya leke oluşturur.*

Saf süt



Su katılmış süt



Sütün bileşimindeki doğal varyasyonlar, donma noktası ölçümlerini de etkileyebilir. İneğin beslenme şekli, cinsi, laktasyon evresi ve mevsim gibi faktörler, sütün doğal donma noktasında hafif varyasyonlara neden olabilir. Deneyimli laboratuvar teknisyenleri, sonuçları yorumlarken bu varyasyonları dikkate alırlar, ancak bu testlerin eğitimli profesyoneller tarafından yapılmasının ve yorumlanmasının önemini vurgularlar.

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

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

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;

$$\text{Eklenen su miktarı (ESM)} = (\text{DS}_1 - \text{DS}_2) / \text{DS}_1 \times 100$$

DS_1 (Hilesiz sütün donma sayısı "54" kabul edilir), DS_2 (Hileli sütün donma sayısı)



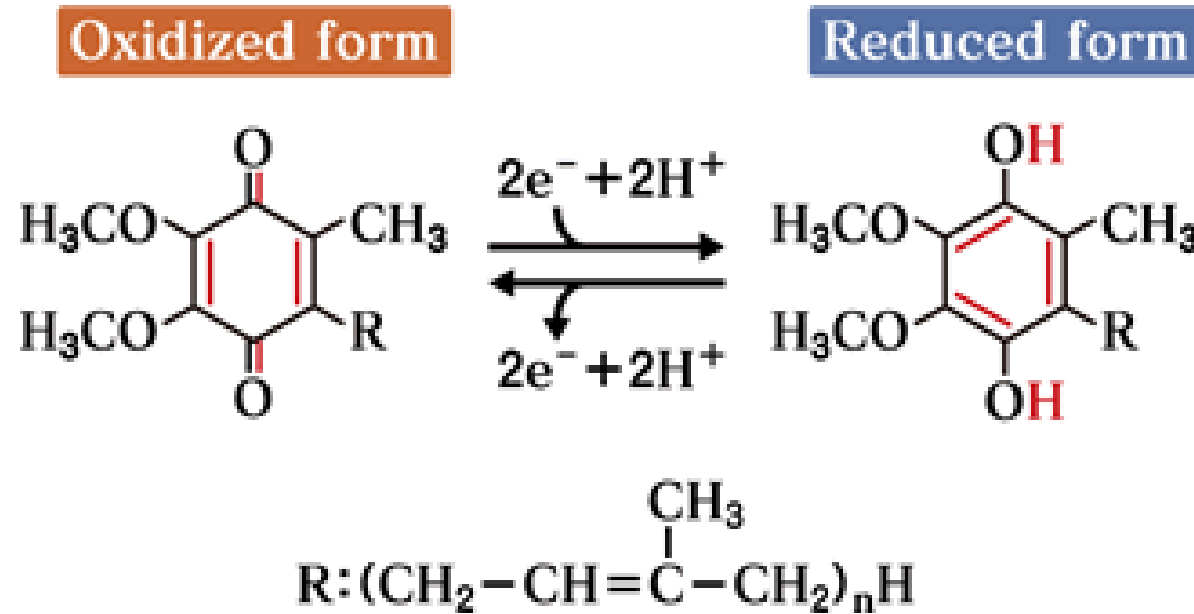
SÜTÜN REDOKS POTANSİYELİ



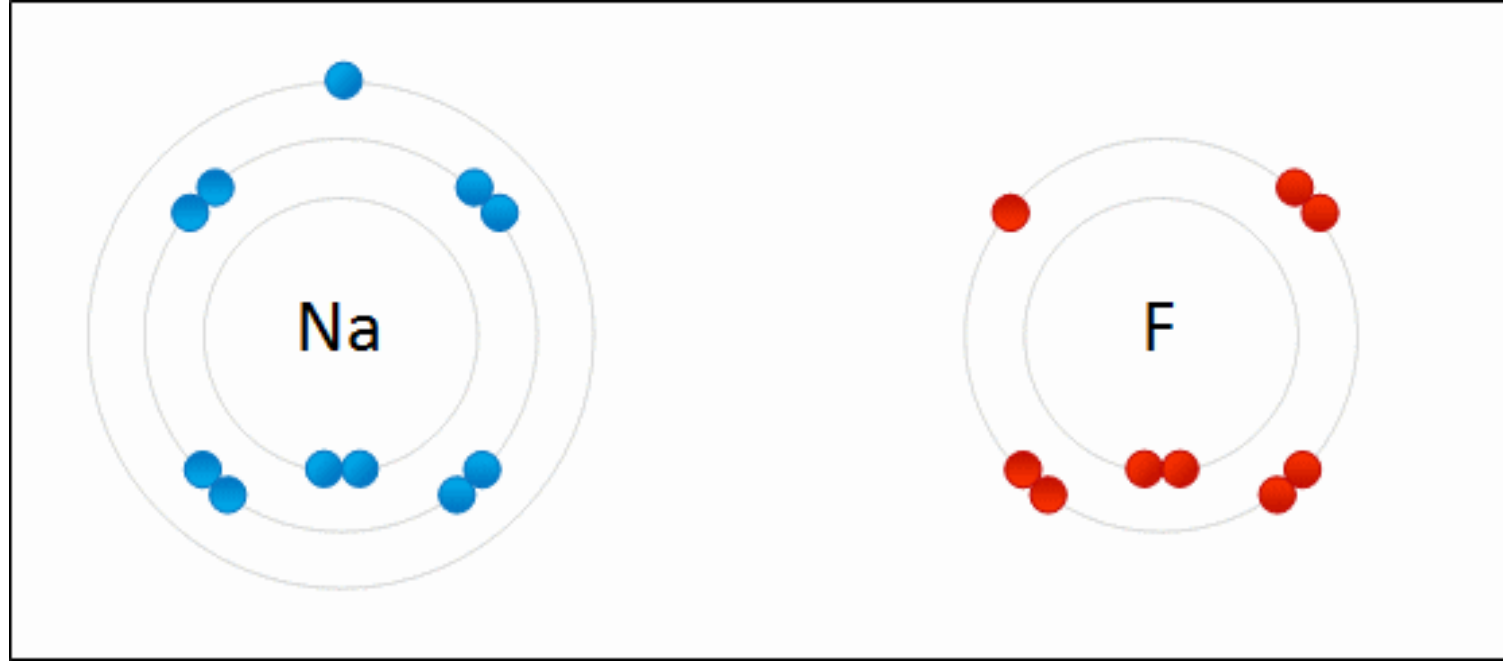
Bazı sütler diğerlerinden çeşitli sebeplerle daha uzun süre taze kalabilmekte, bazı sütler ise zamanla istenmeyen tatlar geliştirebilmektedir. Bunun nedenlerinden biri oksidasyon-indirgeme potansiyeli veya Eh olarak adlandırılan kimyasal (abiyotik) bir özellikten kaynaklanmaktadır.

Organik maddelerin bünyelerine oksijen almaları veya bünyelerinden hidrojen vermeleri “oksidasyon” (yükseltgenme) olarak ifade edilir.

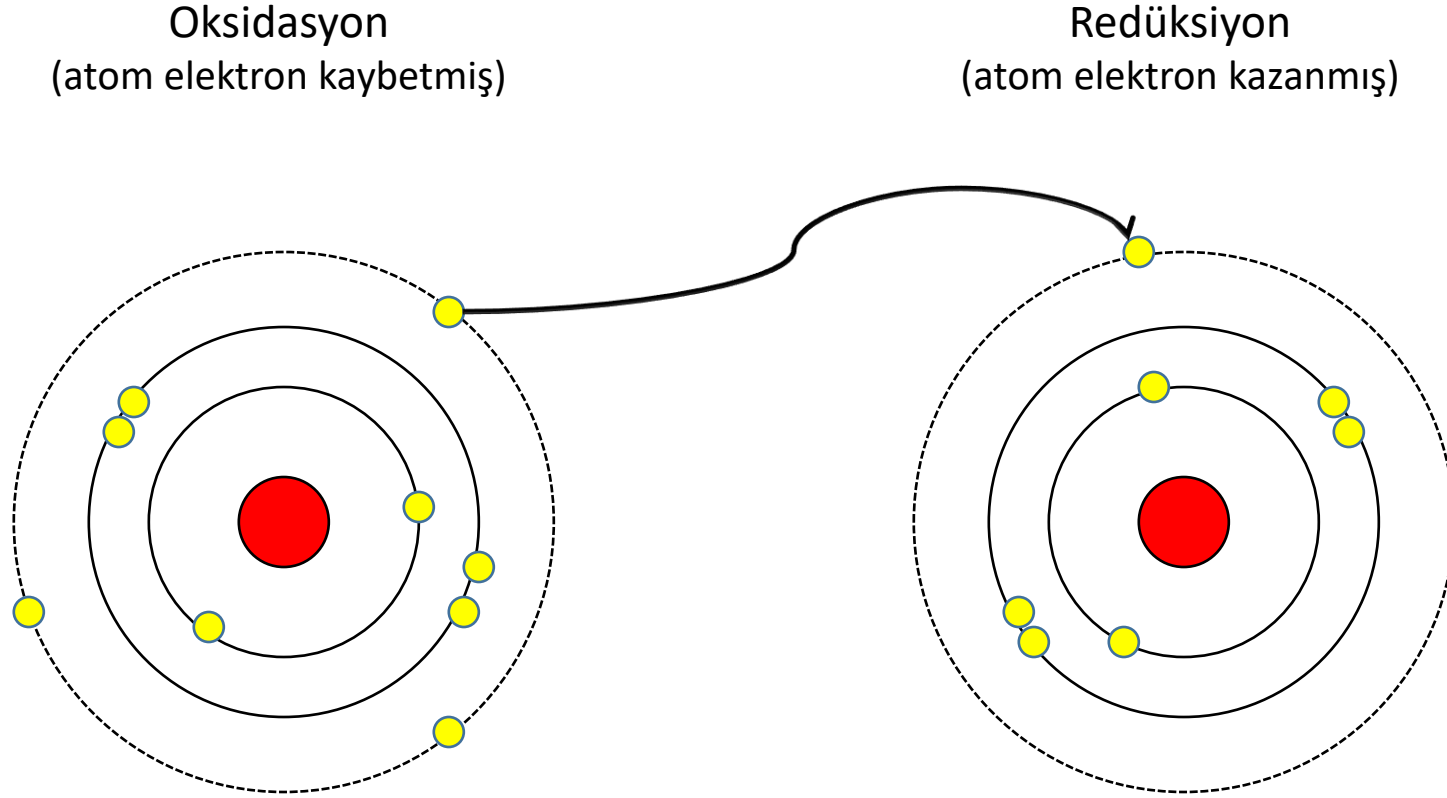
Bunun tam tersi durumda ise; yani bir maddenin oksijen vermesi veya hidrojen kazanması “redüksiyon” (indirgenme) olarak isimlendirilir.



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.



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.

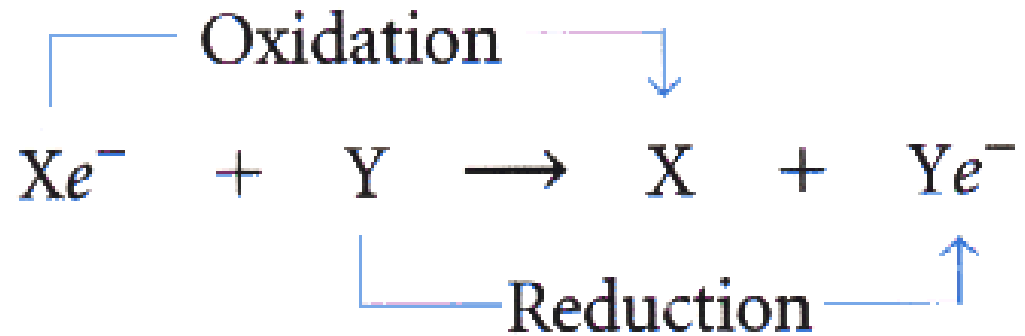


Oksidant maddeler (yükseltgen) fazla elektron verdikleri için elektriksel potansiyelleri yüksektir. Buna karşın redüktant maddeler (indirgen) elektron kazandıkları için elektriksel potansiyelleri düşüktür. Buna göre; bir madde elektron kaybettiği zaman ortam yükseltgenir, elektron kazandığı zaman ortam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

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

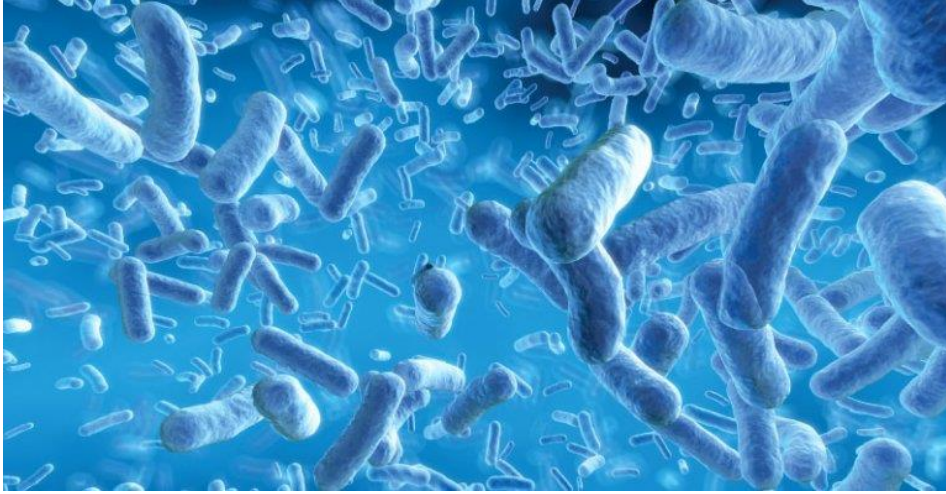
Söz konusu değer hassas voltmetrelerle ölçülebilir ve sonuç “milivolt” (mV) olarak belirtilir.

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



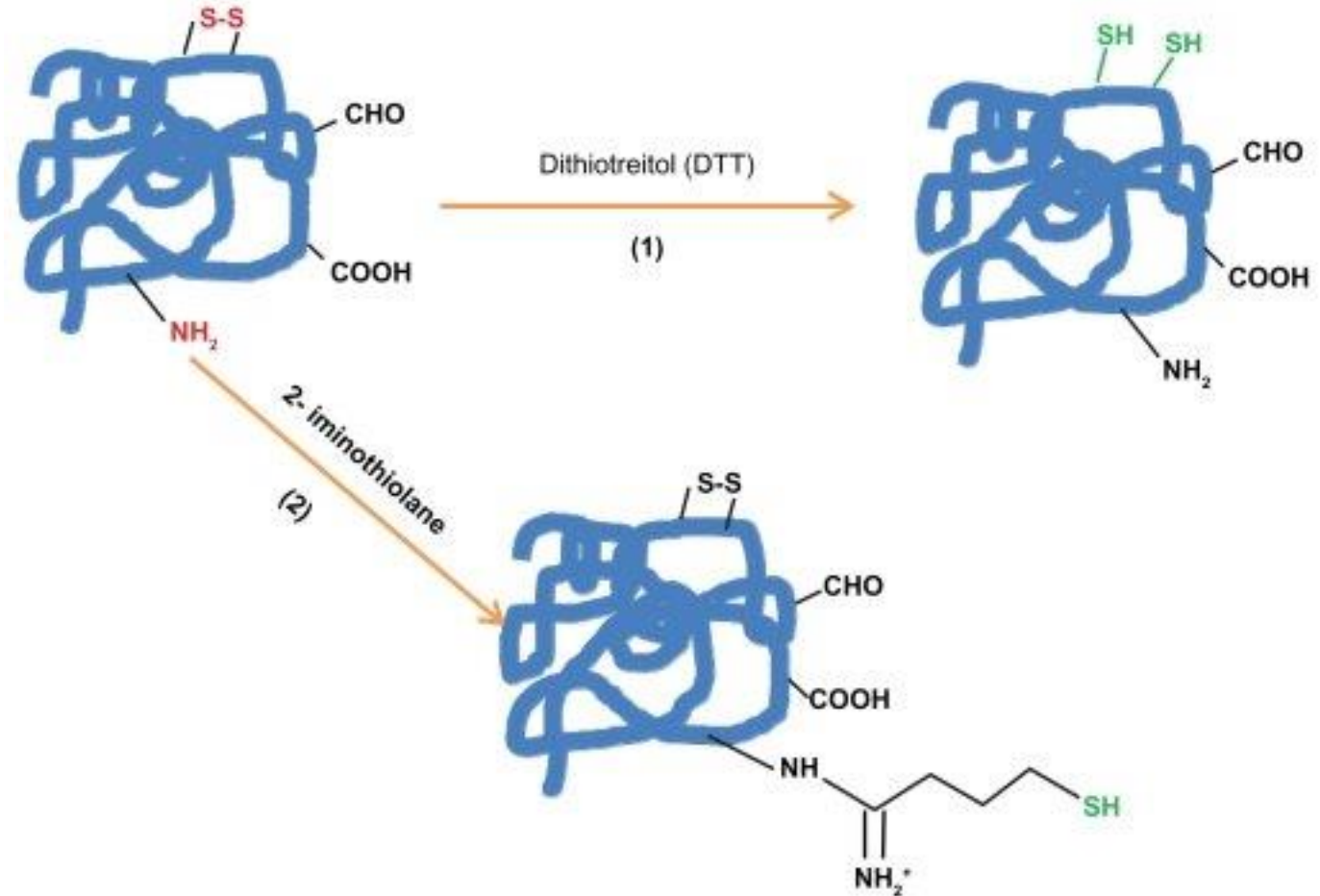
Sütteki oksitlenmiş tadın, düşük bakteri sayısına sahip sütle ilişkili olduğu gösterilmiştir. Sütteki bakterilerin oksijeni tüketerek veya potansiyeli azaltarak çoğalması, sütü bakır varlığında bile oksidasyona duyarsız hale getirir.

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.

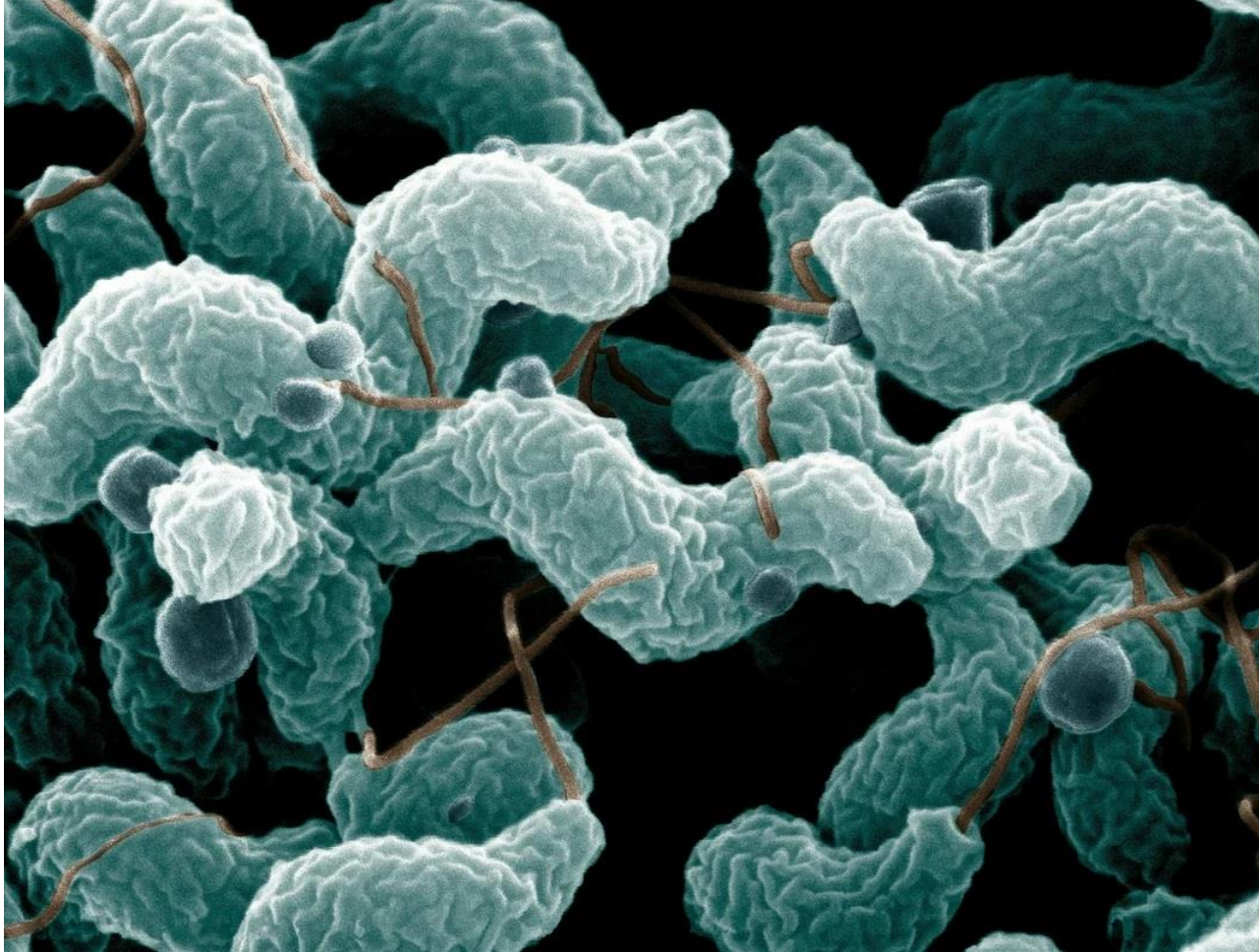


Yeni sağılmış sütün Eh-değeri +250....+300 arasındadır. Sütün redoks potansiyeli üzerinde; sütteki mevcut redoks sistemleri, çözünmüş oksijen ve serum proteinlerinin sülfidril grupları etkilidir.

Sülfhidril gruplarının eklenmesi şu yollarla sağlanır: 1) Ditiyotritol (DTT = Cleland reaktifi) gibi indirgeyici maddeler kullanılarak protein disülfid bağlarının indirgenmesi. 2) Protein birincil amino gruplarının 2-iminotiyolan ile bağlanması.



Sütteki 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.



<https://www.sciencelearn.org.nz/resources/588-bacteria-good-bad-and-ugly>

Metilen mavisi testi



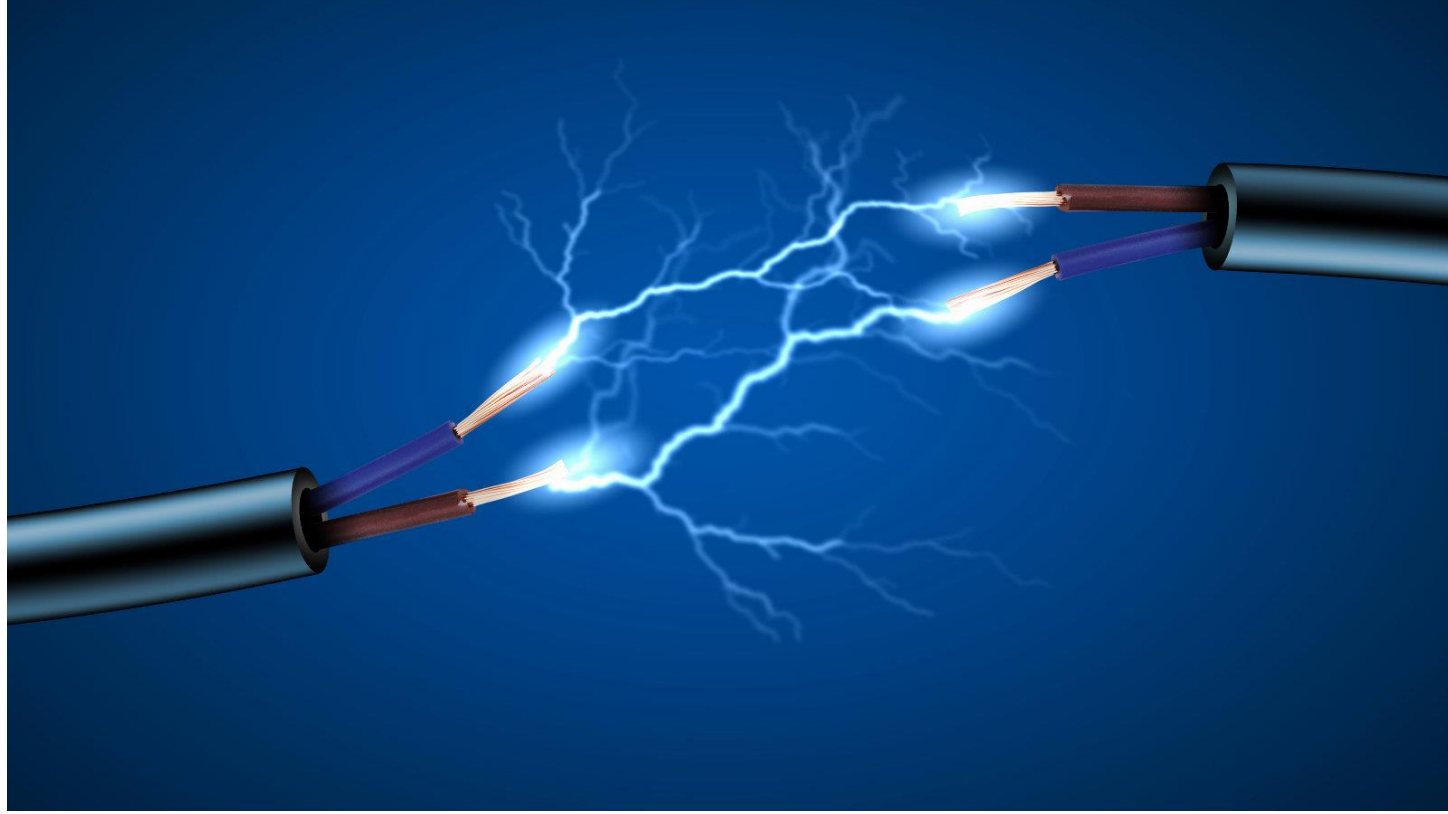
Redoks potansiyelinin tespit edilmesi, süt mamullerinin depolanmaları sürecinde kalitelerinin kontrol edilmesi açısından da önemlidir.

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

SÜTÜN ELEKTRİK GEÇİRGENLİĞİ



Elektriksel iletkenlik, özünde sütün elektrik akımının içinden geçmesine izin verme yeteneğidir. Sütte bu "iletkenlik", tamamen sıvıda yüzen sodyum, potasyum, klorür ve diğerleri gibi çözünmüş iyonların konsantrasyonuna bağlıdır.

Sütün elektriksel iletkenliği esas olarak çözünebilir tuz fraksiyonundan kaynaklanır. Laktoz akımı iletmez ve yağ iletkenliği azaltır. Proteinlerin ve peptitlerin katkısı önemsizdir.

Sütün elektrik geçirgenliği özelliğinden yararlanılarak mastitis teşhisi yapabilen bir cihaz



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.

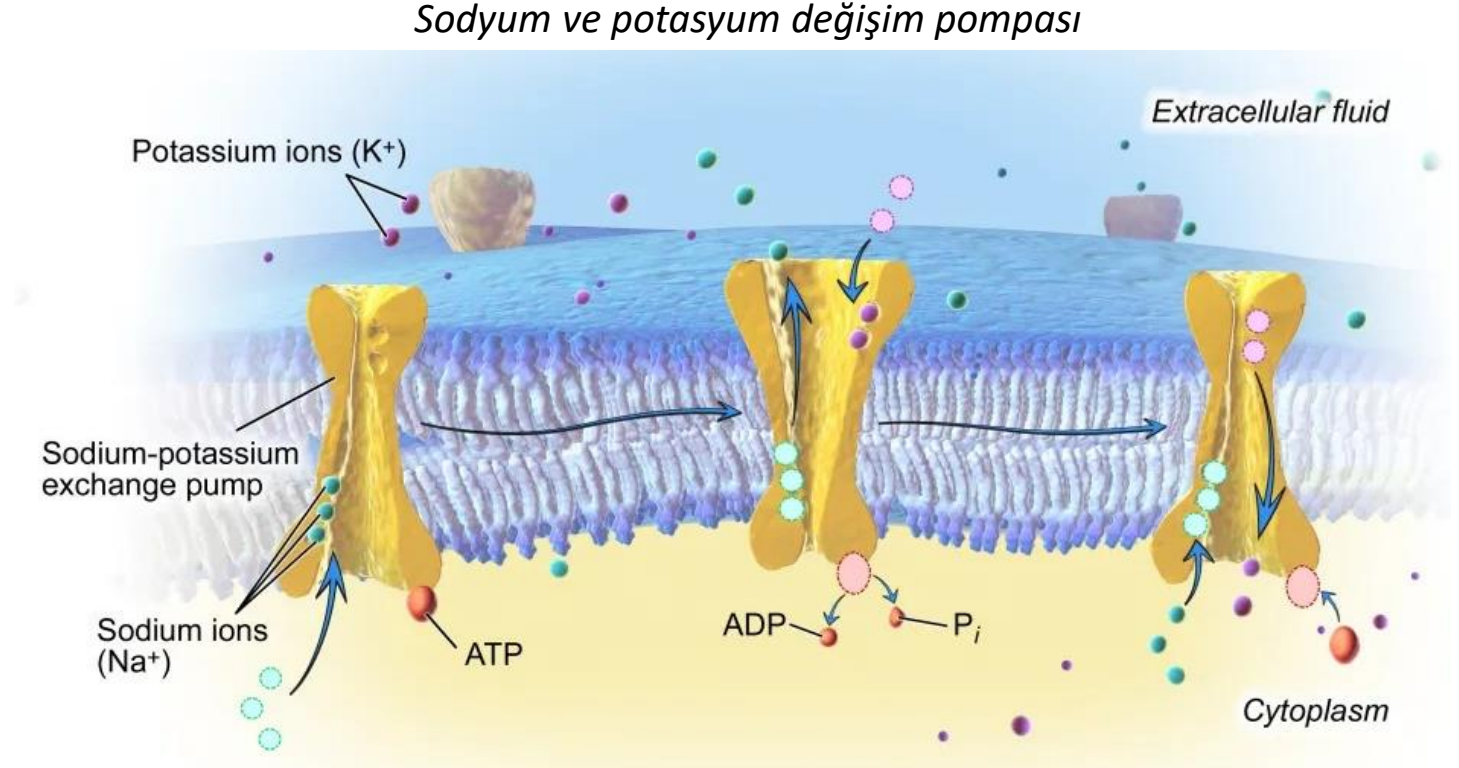


https://stockcake.com/i/milk-in-motion_2912599_1315579

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.

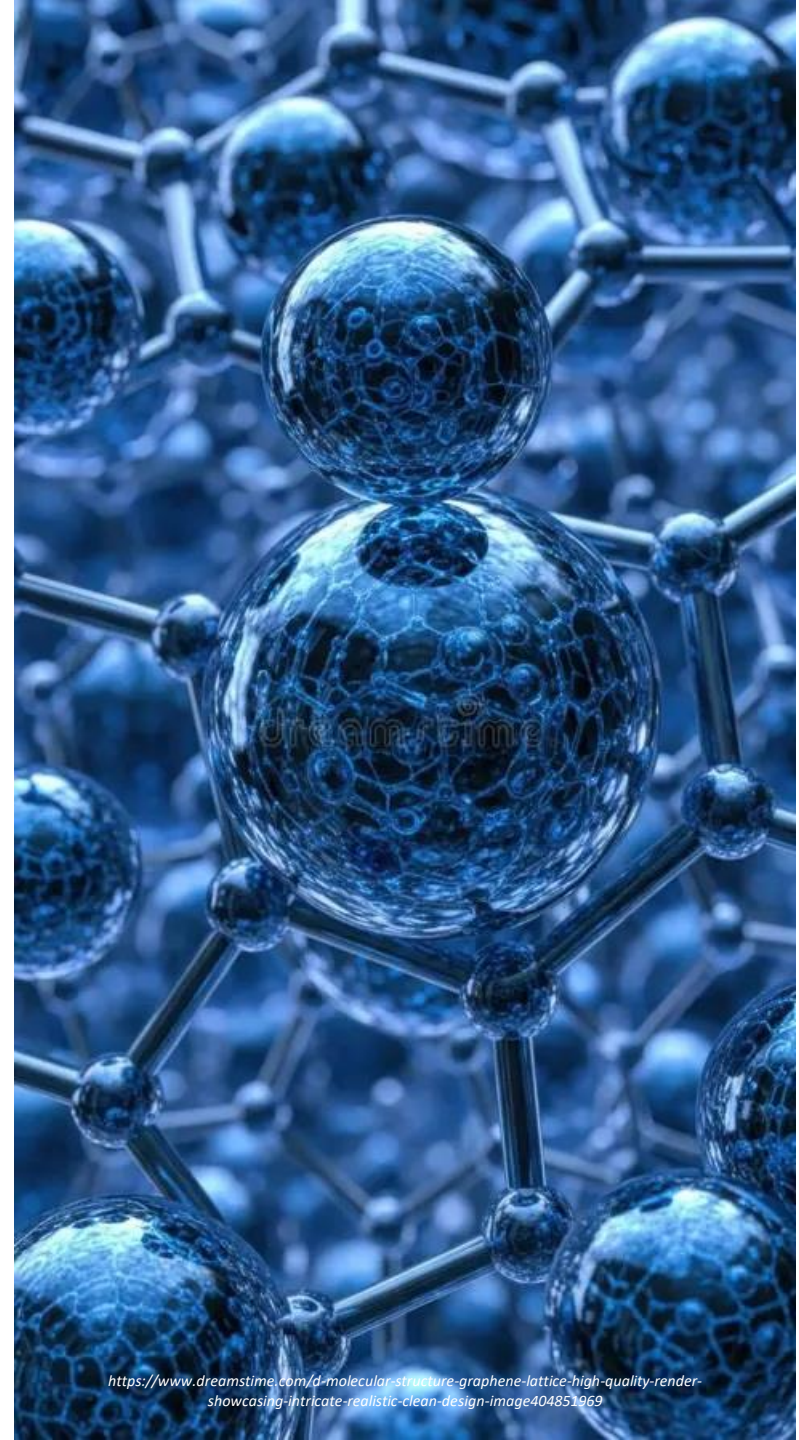
İletkenliği etkileyen iyonlar

Sodyum ve potasyum iyonları: Bunlar, iletim sistemindeki ana etkenlerdir. Sodyum genellikle memede iltihaplanma veya enfeksiyon olduğunda artarken, potasyum seviyeleri ineğin beslenmesine ve sağlık durumuna bağlı olarak dalgalanabilir.



Klorür iyonları: Genellikle "belirleyici" iyon olarak adlandırılan klorür konsantrasyonu, mastitis enfeksiyonları sırasında önemli ölçüde artar. Meme hücreleri hasar gördüğünde, süte daha fazla klorür salarak bir şeylerin ters gittiğine dair net bir sinyal oluştururlar.

İletkenliğe katkıda bulunan diğer iyonlar: Kalsiyum, magnezyum ve fosfat iyonları da genel iletkenliğe katkıda bulunur, ancak etkileri genellikle önceki üçüne göre daha karardır.



Elektriksel iletkenlik, bir kalite tespit aracı olarak

Mastitin erken teşhisi

Meme iltihabı (mastitis), süt hayvancılığında en maliyetli hastalıklardan biridir. Bir inekte mastitis geliştiğinde, enfekte olmuş meme dokusu süte daha fazla sodyum ve klorür iyonu salar. Bu, genellikle diğer belirtiler ortaya çıkmadan önce sütün elektriksel iletkenliğini önemli ölçüde artırır.

Sütte hile yapıp yapılmadığını tespit etmek

Süte su eklendiğinde, iyon konsantrasyonu seyreltilir ve bu da daha düşük iletkenlik değerlerine yol açar. 4,0 millimhos'un önemli ölçüde altında değerler genellikle su ilave edildiğini gösterir. Saf suyun iletkenliği çok düşüktür, bu nedenle seyreltilmiş süt orantılı olarak daha düşük değerler gösterir.

Mastitisli süt

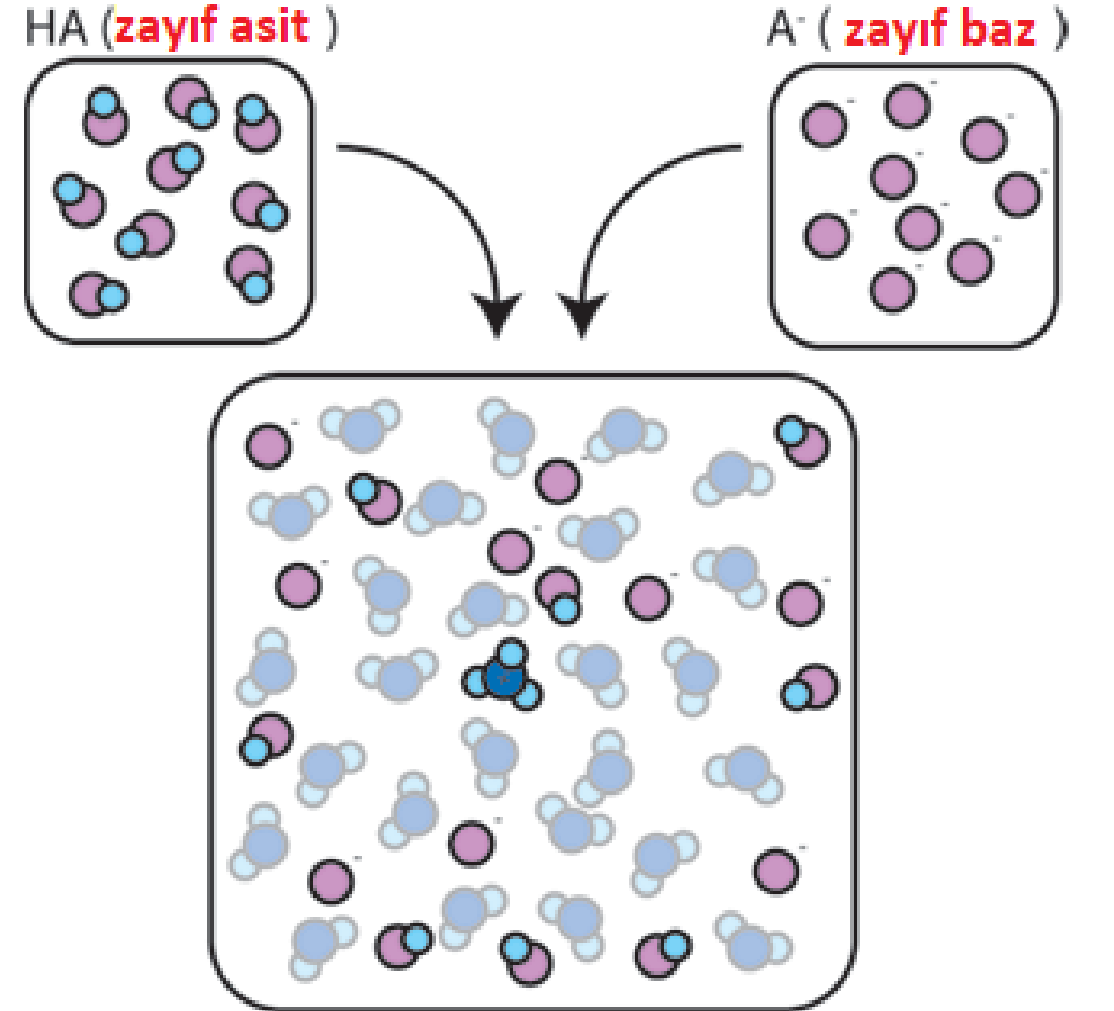


SÜTÜN TAMPON ÖZELLİĞİ

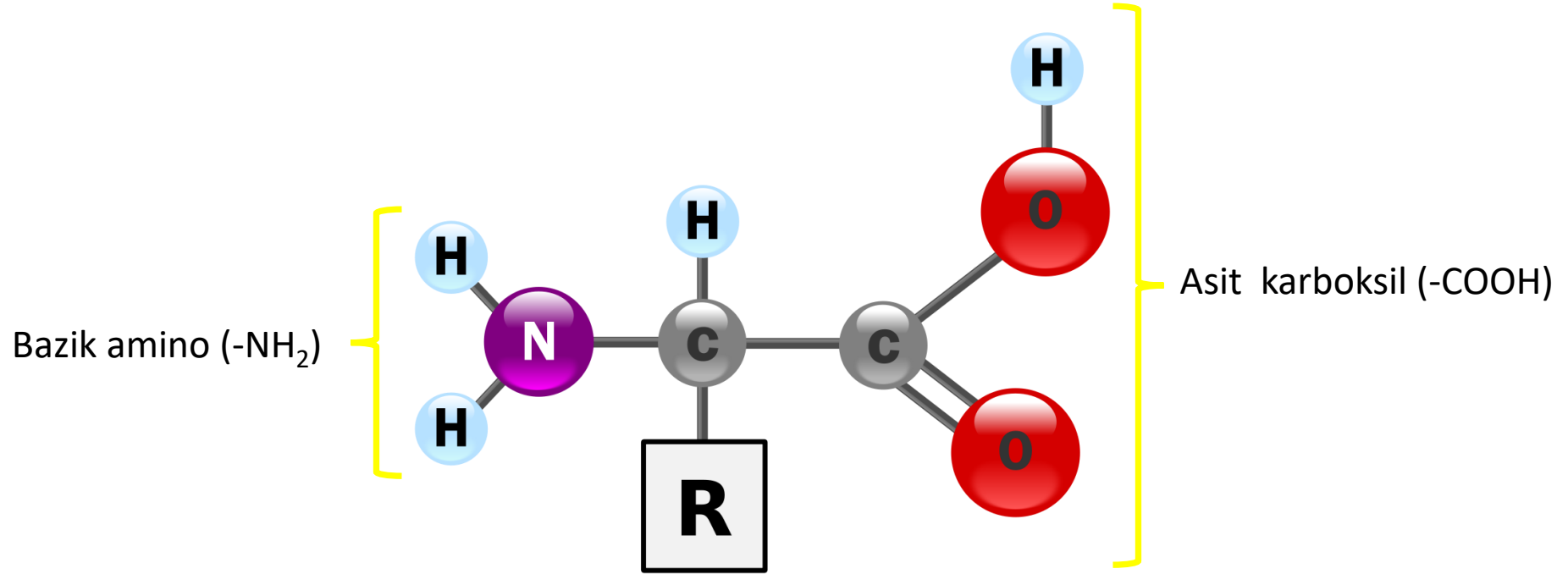


Süt ürünlerinin tamponlama kapasitesi, ürünün asitlendirilebilme veya alkalileştirilebilme yeteneğine karşılık gelen önemli bir fizikokimyasal özelliktir.

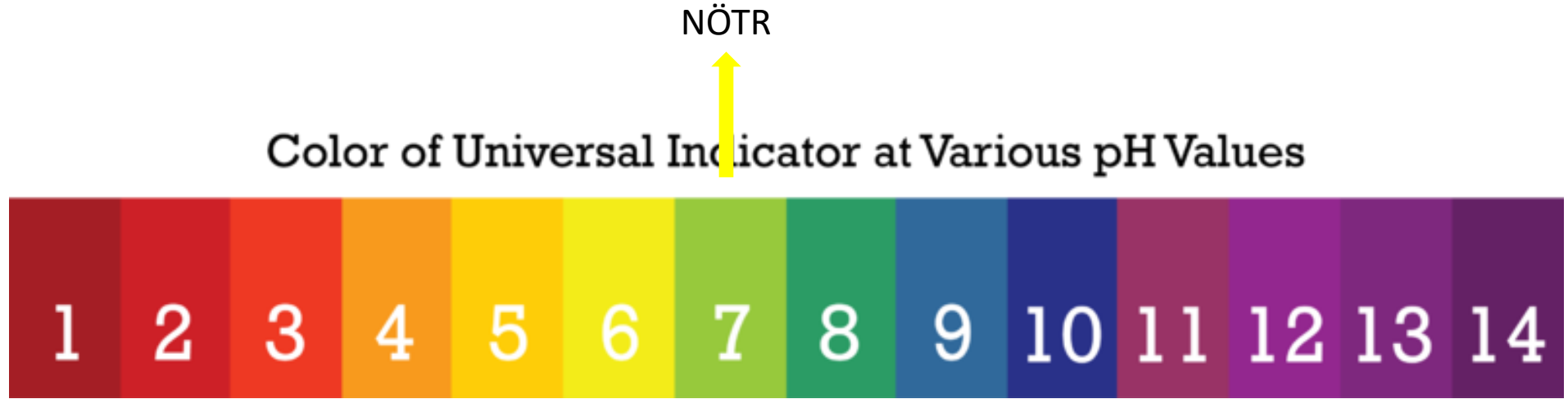
Sütün içerisinde süt asidi, sitrik asit, fosforik asit ve bunların tuzları olan laktat, sitrat ve fosfat gibi zayıf asit veya baz özelliği gösteren birçok madde bulunmaktadır. Kimyada böyle bir sisteme buffer (tampon) solüsyon denilmektedir.



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 ($-NH_2$) ve asit bir karboksil ($-COOH$) grubu içermektedir.

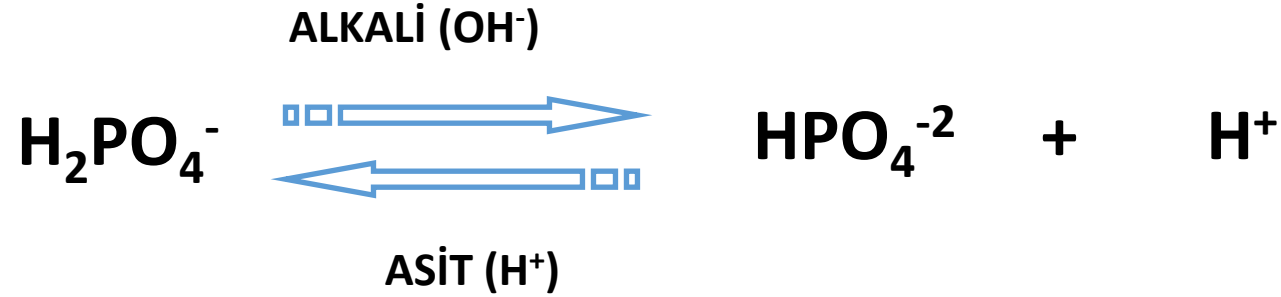


Süt asitlendirildiğinde içersine çok sayıda hidrojen iyonları (H^+) ilave edilmiş olur. Bu iyonların hemen hepsi aminoasitlerin amino gruplarına bağlanır ve NH_3^+ iyonları oluşur. Böylece serbest hidrojen iyonları konsantrasyonu çok az miktarda artacağından pH değeri değişmemektedir.



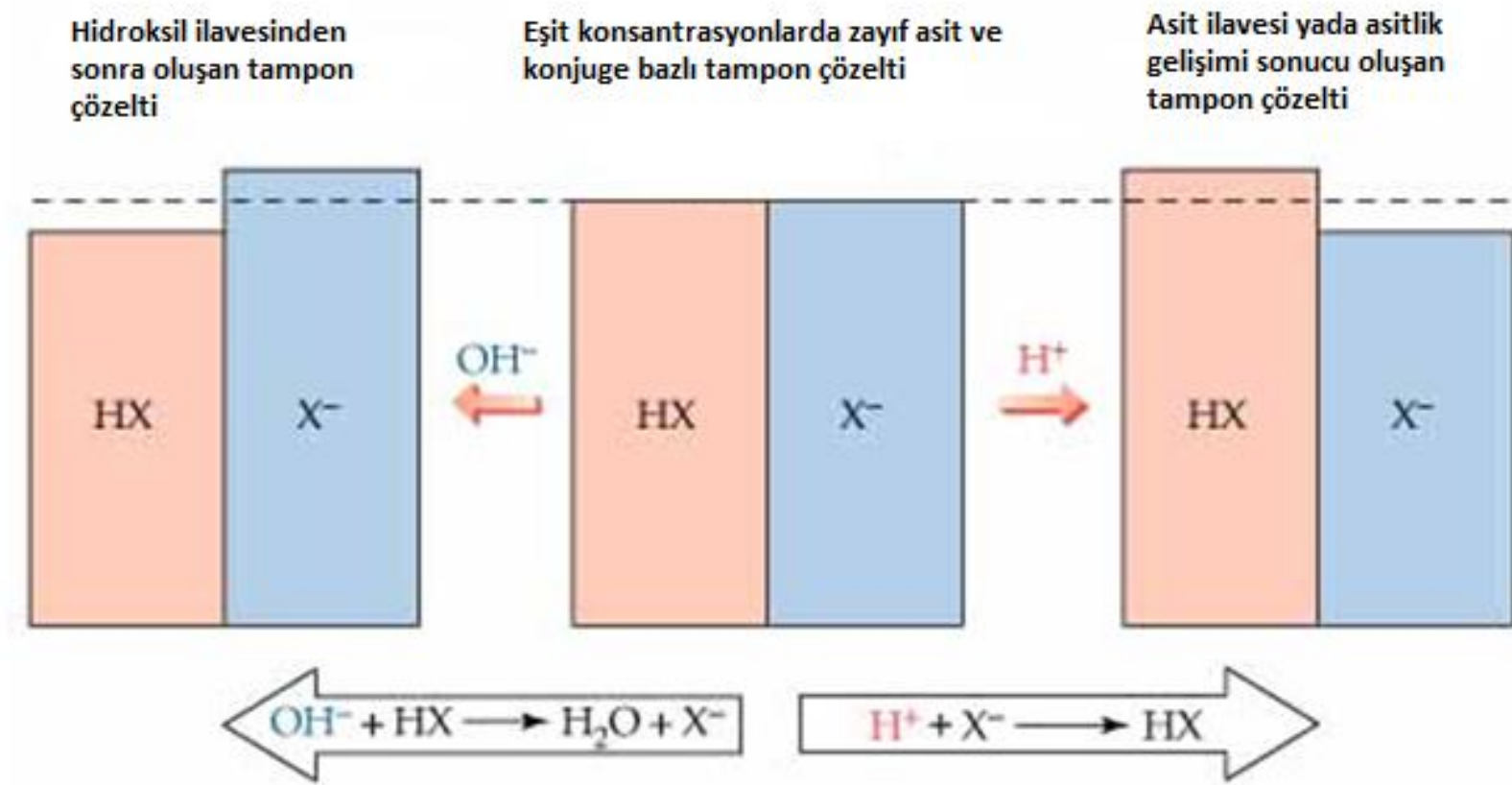
Süte baz ilave edildiğinde ise Aminoasitlerin karboksil gruplarındaki hidrojen iyonları açığa çıkmakta ve bir COO^- grup oluşmaktadır. Böylece pH değeri çok az değişmekte veya sabit kalmaktadır. Ne kadar çok baz katılırsa o kadar fazla hidrojen iyonları oluşmaktadır.

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.

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



Bilimsel terimlerle ifade etmek gerekirse, tamponlama kapasitesi, sütün pH'sı önemli ölçüde değişmeden önce ne kadar asit veya baz eklenebileceğini ölçer.

Taze inek sütünün pH'sı tipik olarak 6,6 ila 6,8 civarındadır, bu da hafif asidik bir değerdir. Bu görünüşte hassas dengeye rağmen, süt nispeten sabit pH seviyelerini korurken önemli miktarda asit veya baz emebilir.



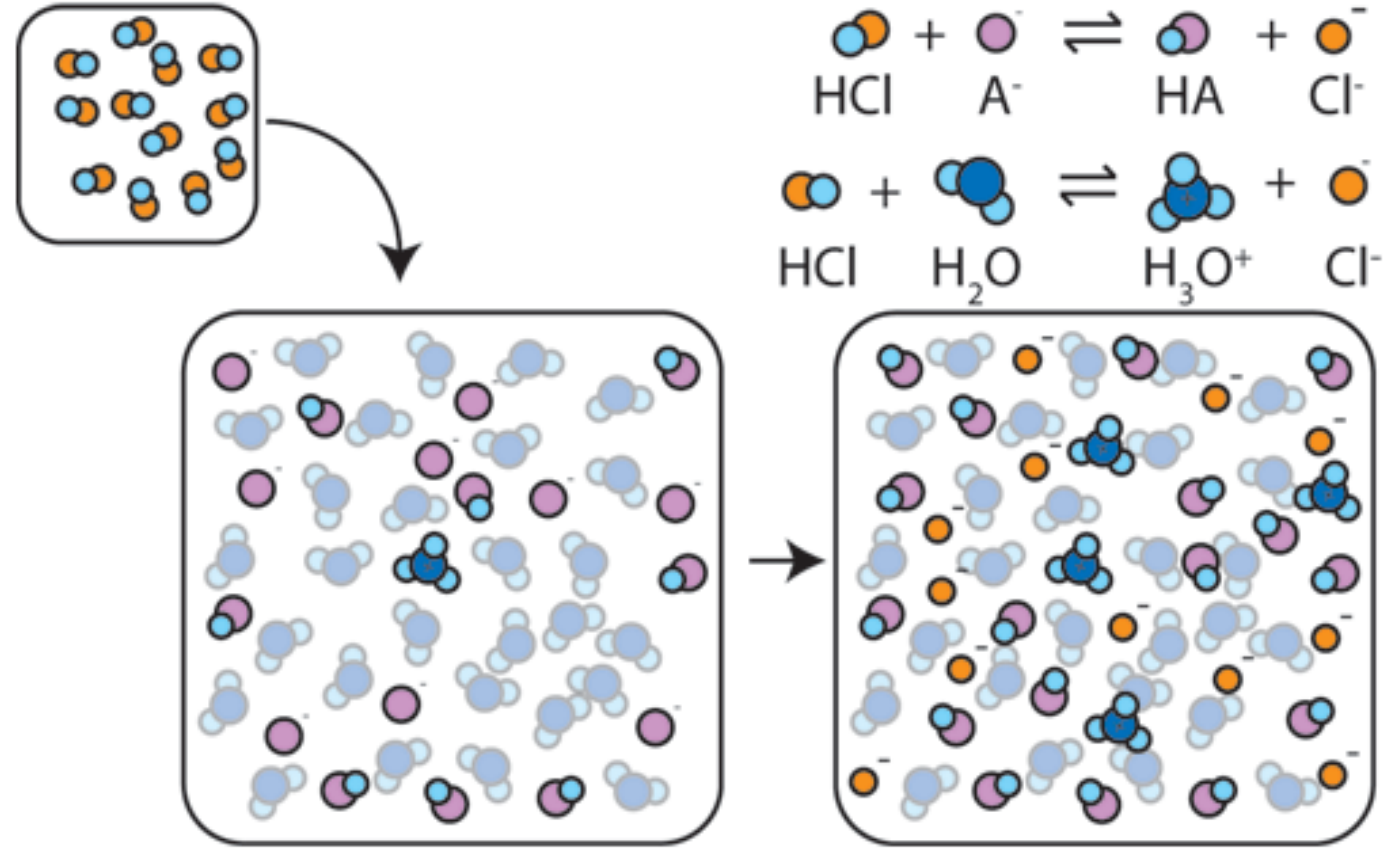
Süt pH değişimine karşı belli bir direnç gösterir yani tampon özelliğine sahiptir. Bu özelliği bileşimindeki protein, fosfat, sitratlardan ve karbonik asitten ileri gelir.

Proteinleri oluşturan aminoasitler karboksil ve amin grupları bulunduğundan 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 (NH_3) oluşturur.

Tersi durumda bazik ortamda ise fazla olan COOH grupları ortama H^+ verir ve pH değişmez.



SÜTÜN VİSKOZİTESİ

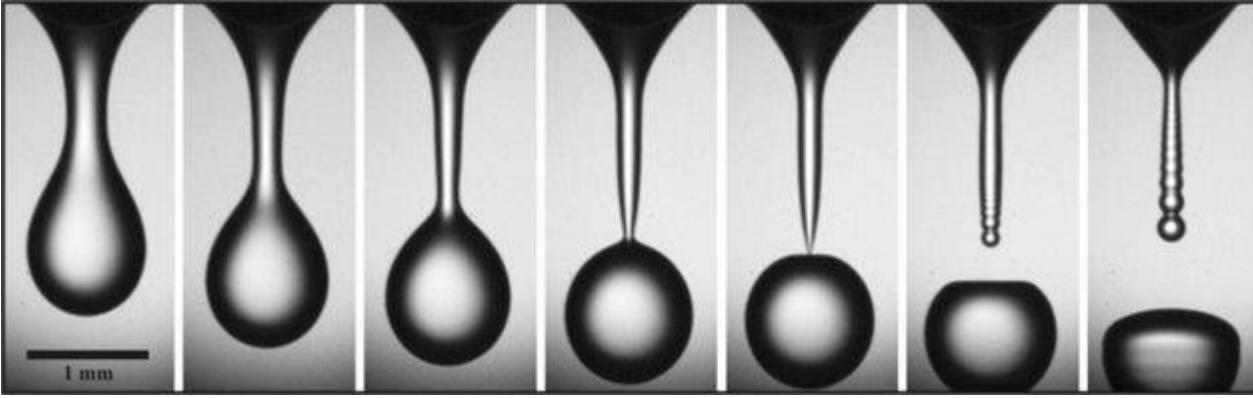


Viskozite bir sıvının iç sürtünmesinin veya akışkanlığa karşı gösterdiği direncin bir ifadesidir.



Viskozimetre





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



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.



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 arttırır.

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)

SÜTÜN YÜZEY GERİLİMİ

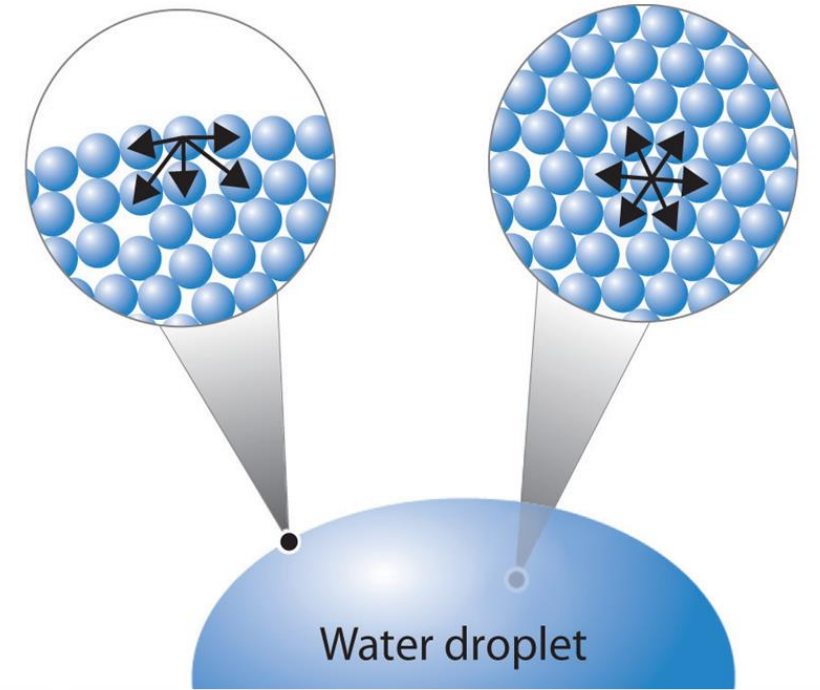


Yüzey gerilimi, moleküller arası çekim kuvvetlerinin neden olduğu, sıvıların bir başka özelliğidir. Bir sıvının iç kısmındaki bir molekül, çevresindeki diğer moleküller tarafından her yöne eşit olarak çekilir.

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.



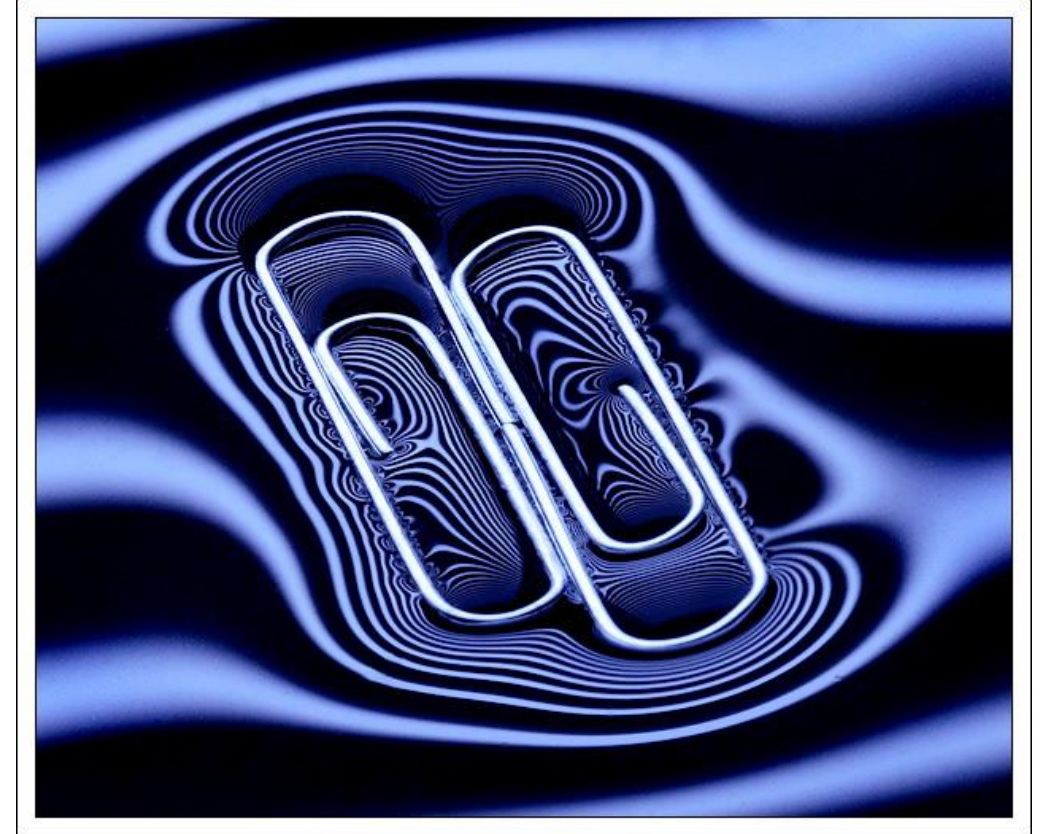
https://stockcake.com/i/dynamic-milk-splash_667042_916398



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.



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

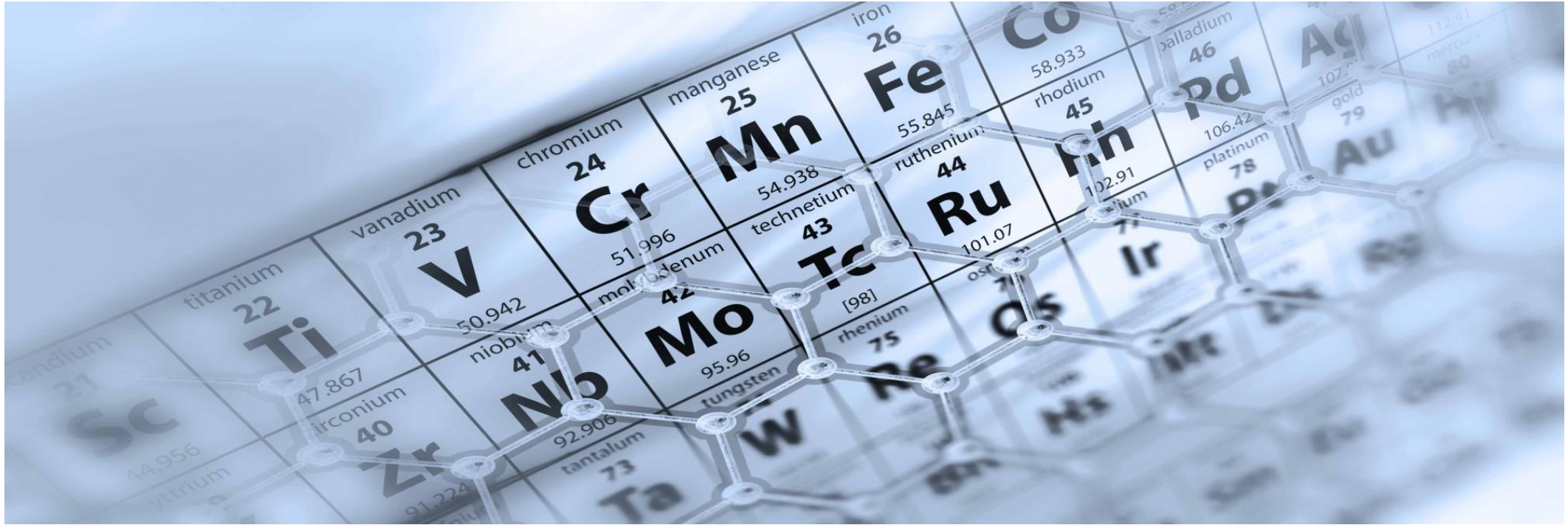


Görüldüğü gibi sütün yüzey gerilimi suyun yüzey gerilimine oranla daha azdır. Çünkü sütün içerdiği proteinler, süt yağı, fosfolipitler ve serbest yağ asitleri yüzey aktif bileşenler olup yüzey gerilimini azaltırlar.

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



SÜTÜN BİLEŞİMİNDE YER ALAN MADDELER



<https://www.thyssenkrupp-materials.co.uk/stainless-steel-composition.html>

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 bileğenleridir.

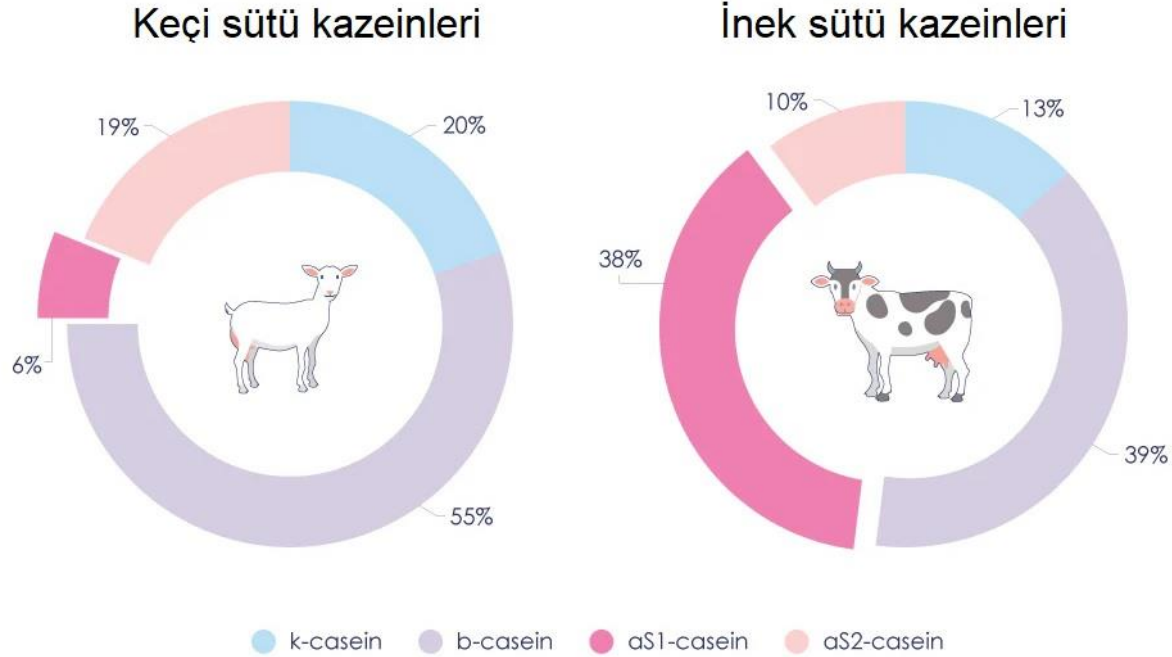


<https://www.breastfeeding.asn.au/resources/breastmilk-composition-research>



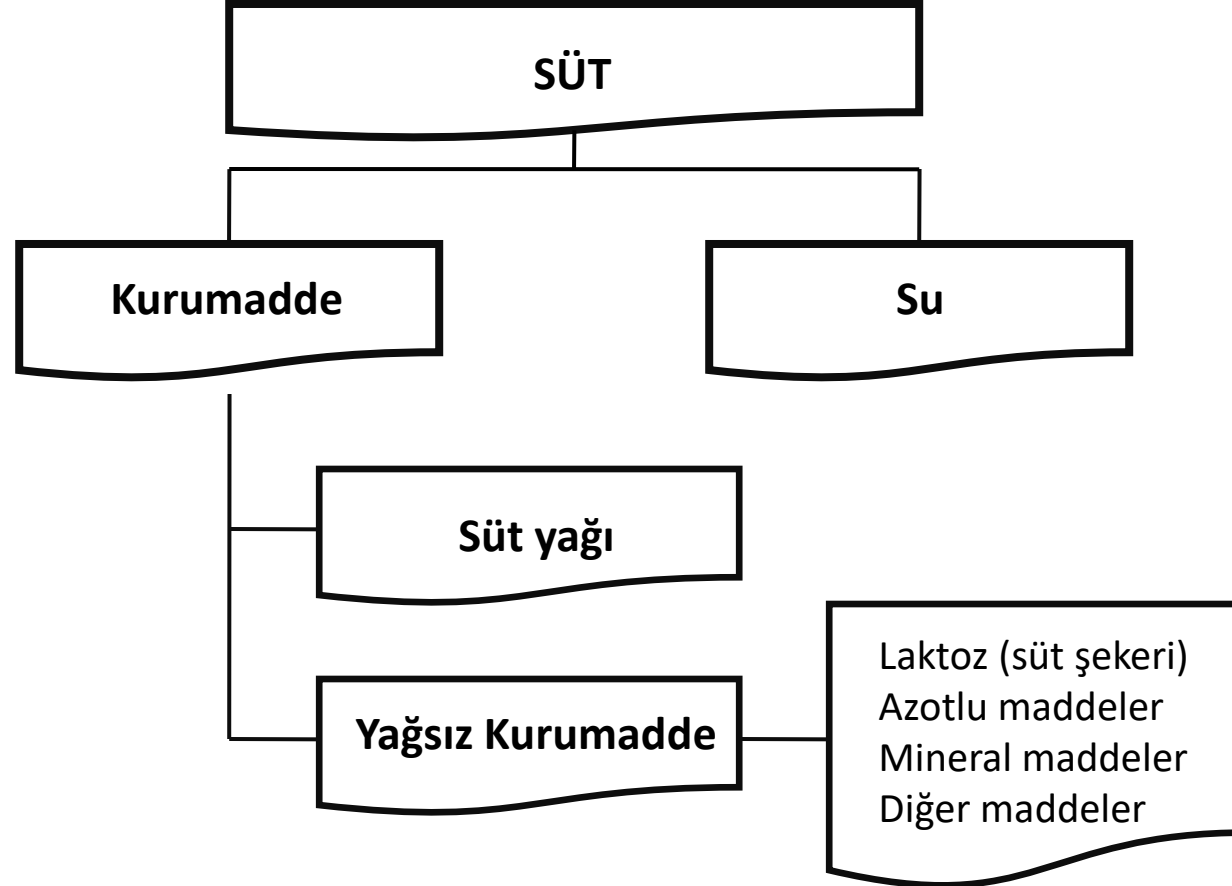
https://stockcake.com/i/frozen-milk-motion_3775637_1590923

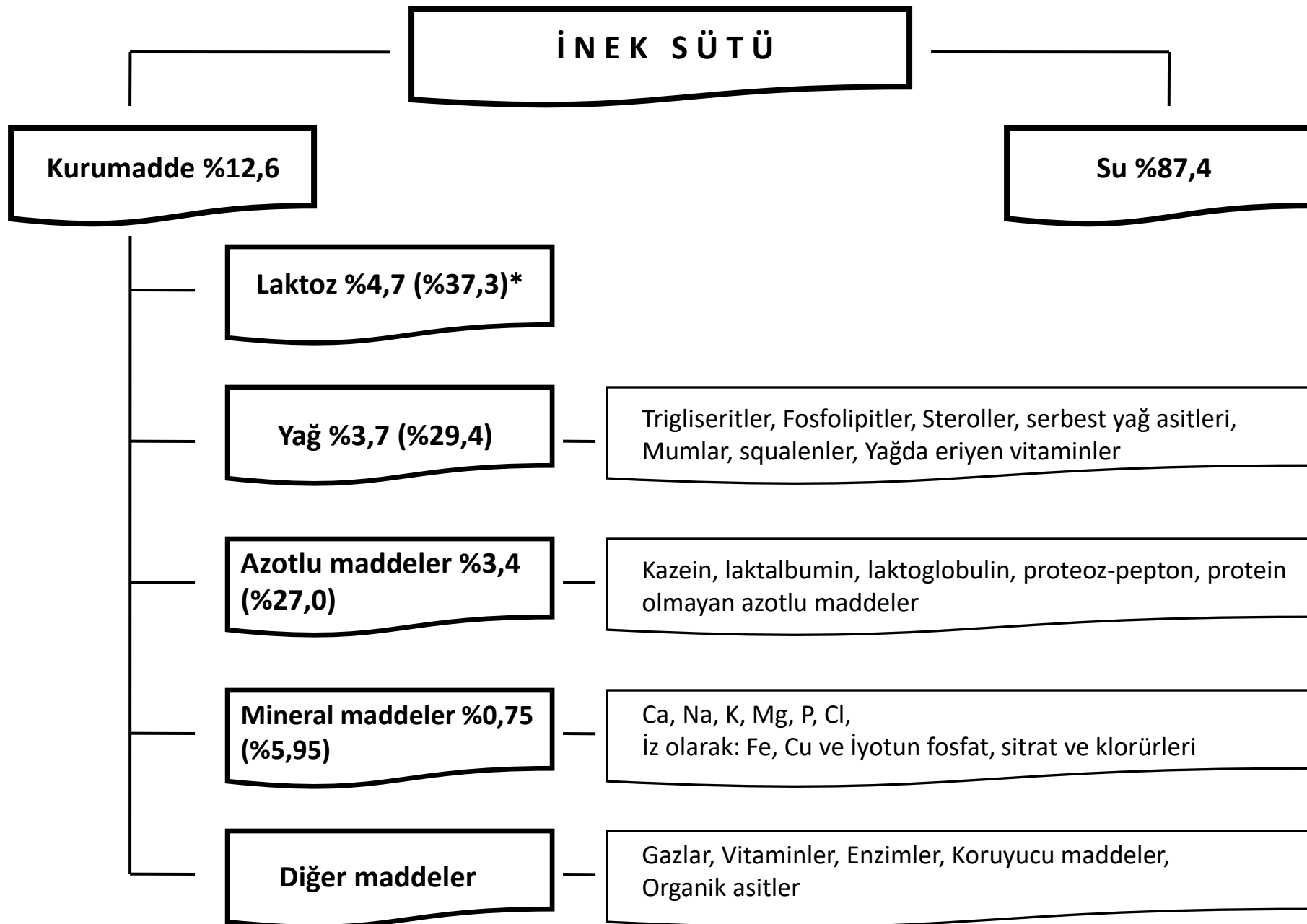
Sütün bileşimi bir çok faktörün etkisi ile değişir. Elde edildiği hayvan türlerine göre kurumadde miktarı %11-38 arasında, yağ miktarı %1,8-22,0 arasında, protein miktarı ise %0,5-5,6 arasında değişmektedir. Teknolojik ve ekonomik açıdan incelendiğinde, sütün kurumaddesi büyük önem taşır.



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.

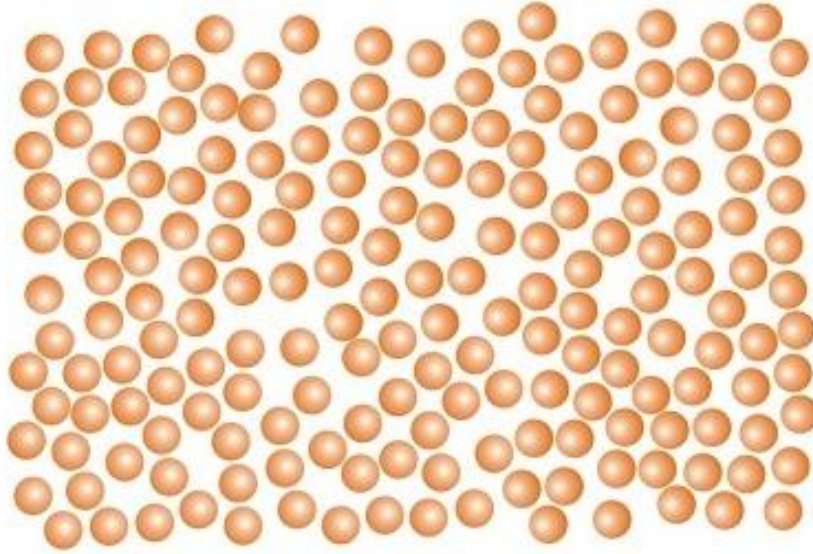




* Parantez içerisindeki rakamlar, kurumadde içerisindeki oranları göstermektedir.

Süt polidispers bir maddedir. Bir veya birden fazla madde diğ er 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.



Tekdüze (monodispers)



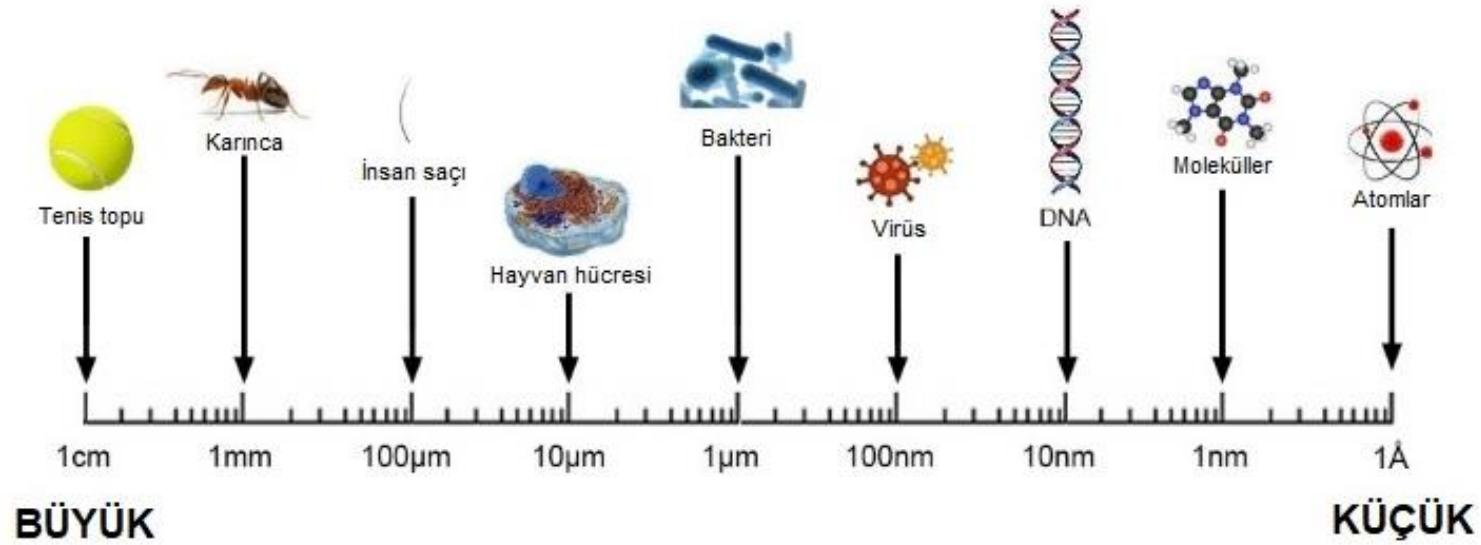
Tekdüze olmayan (poidispers)

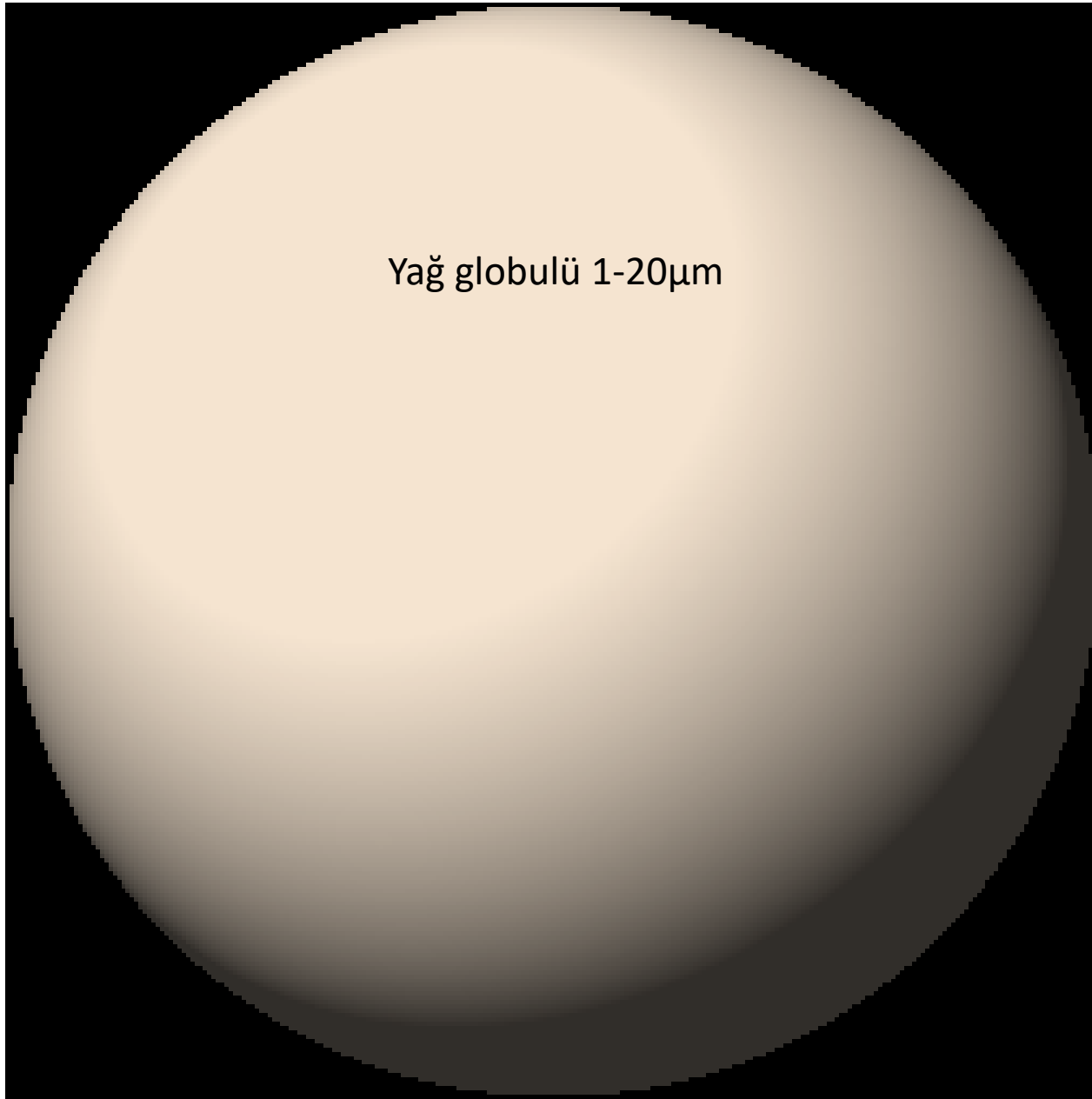
Disperse olan maddenin durumuna göre disperse sistemler, süspansiyon, aerosol, emülsiyon, köpük ve sis (gaz-sıvı dispersiyonu) gibi isimlerle anılırlar.

Aşağıdaki çizelgede bu sistemler gösterilmektedir.

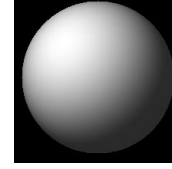
Sistemin İsmi	Disperse Olan Madde	Dispersiyon Maddesi	Süt Teknolojisinden Örnek
Süspansiyon	Katı	Sıvı	Pıhtılaşmış kazein
Aerosol	Katı	Gaz	Sütün kurutulması
Emülsiyon	Sıvı	Sıvı	Süt yağı
Köpük	Gaz	Sıvı	Dökme krema
Sis (Gaz-sıvı Dispersiyonu)	Sıvı	Gaz	Kurutma kulesinde sütün püskürtülmesi

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 kollaidal çözelti halinde bulunurlar. Emülsiyon halinde bulunan yağ globüllerinin çapları 3-4 μm olup 1-20 μm arasında değişir ve sütün en büyük boyutlu bileşenidir.





Yağ globülü 1-20µm



Kazein 8-200nm

■ Laktoz 0,1-5nm

■ Tuzlar 0,1-5nm

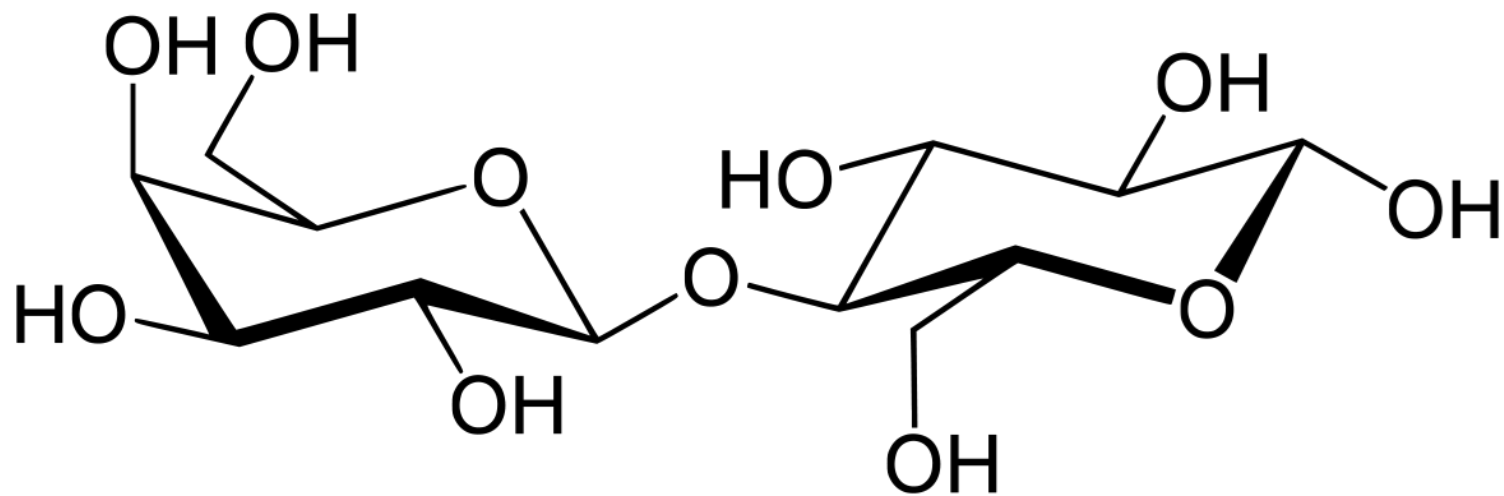
■ Albümin 5-20nm

Sütteki parçacıkların göreceli boyutları

Ölçü (mm)	Bileşen
10^{-2} - 10^{-3}	Yağ globülleri
10^{-4} - 10^{-5}	Kazein-kalsiyum fosfatlar
10^{-5} - 10^{-6}	Serum proteinleri
10^{-6} - 10^{-7}	Laktoz, mineraller ve diğer gerçek çözelti oluşturan bileşenler

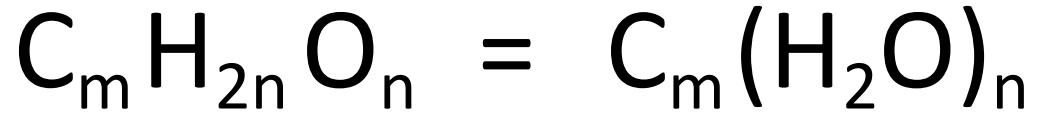
$1mm=1000\mu m=100.000nm$

KARBONHİDRATLAR

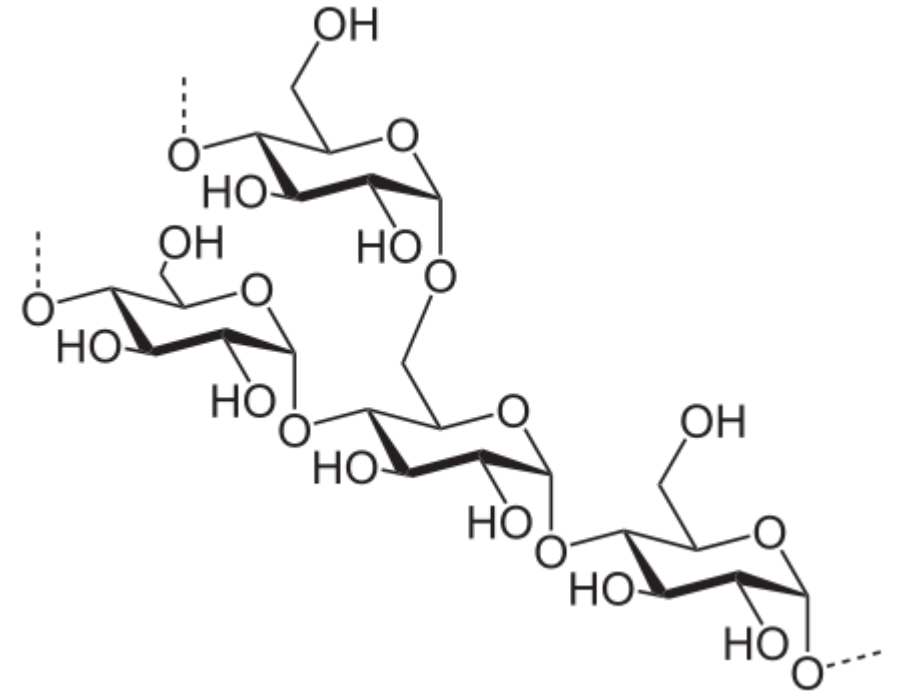


Doğada yaygın olarak bulunan bir madde grubu olan karbonhidratların kapalı formülü $C_mH_{2n}O_n = C_m(H_2O)_n$ şeklindedir. Yani karbon, hidrojen ve oksijen gibi basit maddelerin meydana getirdiği organik bileşiklerdir.

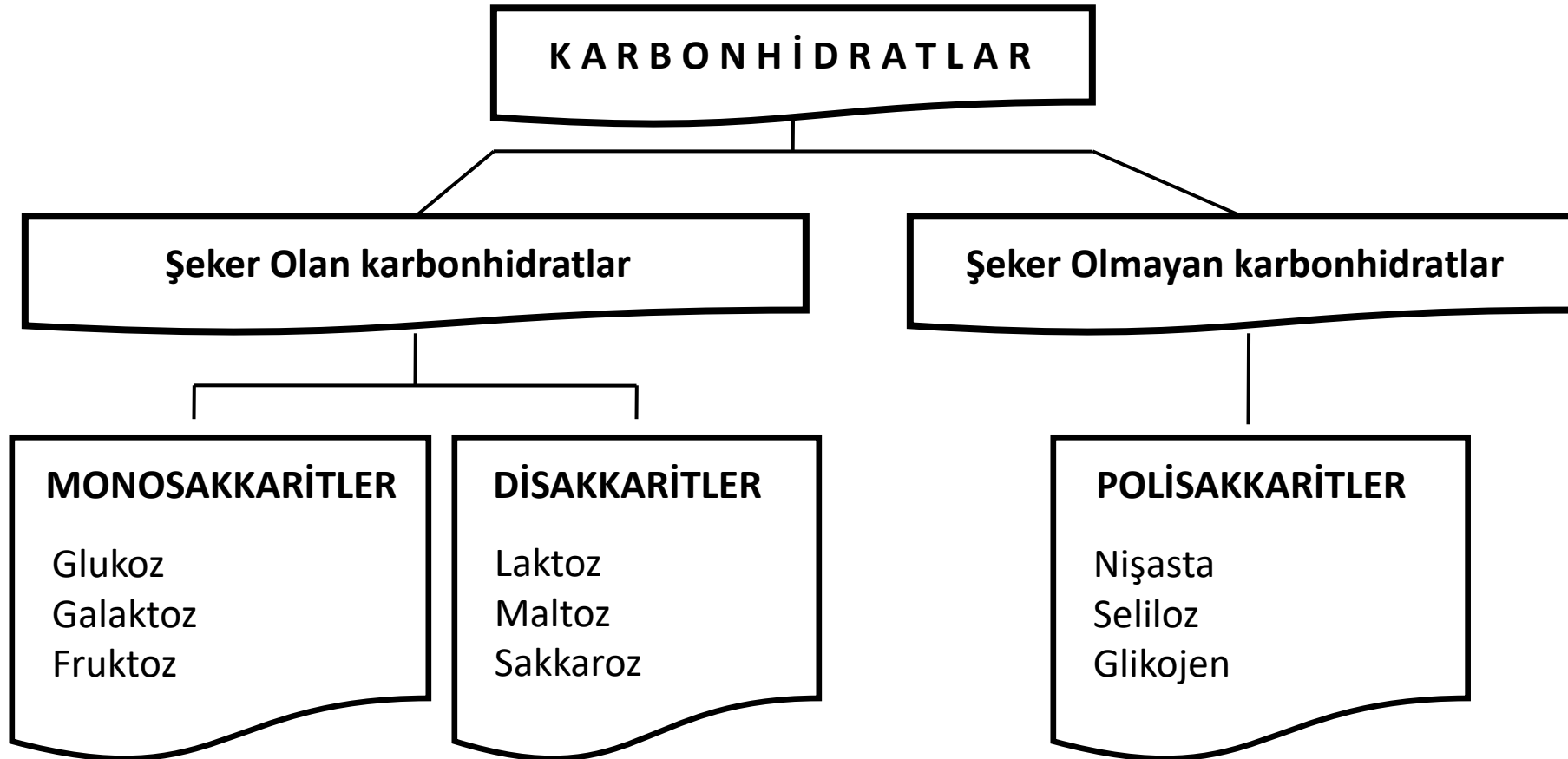
Karbonhidratın genel formülü



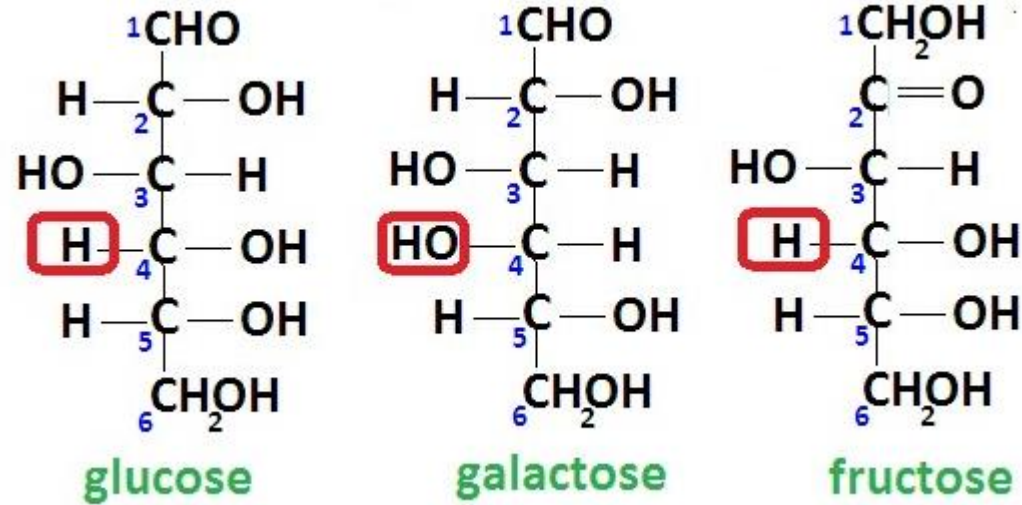
4 glikoz birimi içeren bir amilopektin segmenti



Kimyasal yapıları: Karbonhidratlar genel olarak şeker olan ve şeker olmayan karbonhidratlar şeklinde ikiye ayrılırlar. Bunların içerdikleri monosakkarid miktarına göre sınıflandırılması ve bazı örnekler aşağıdaki şekilde şematik olarak gösterilmiştir.

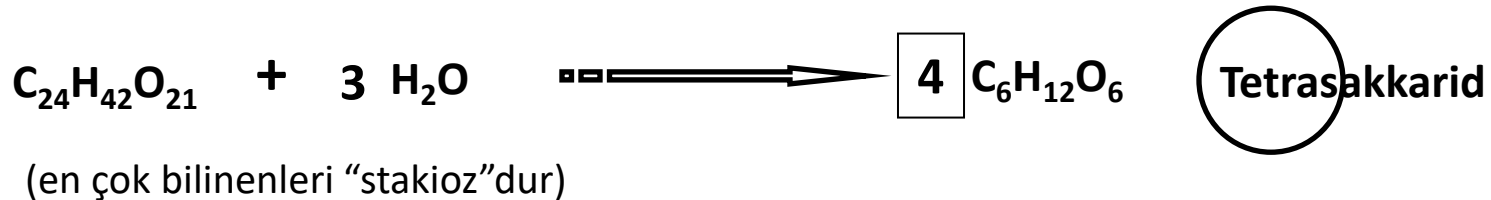
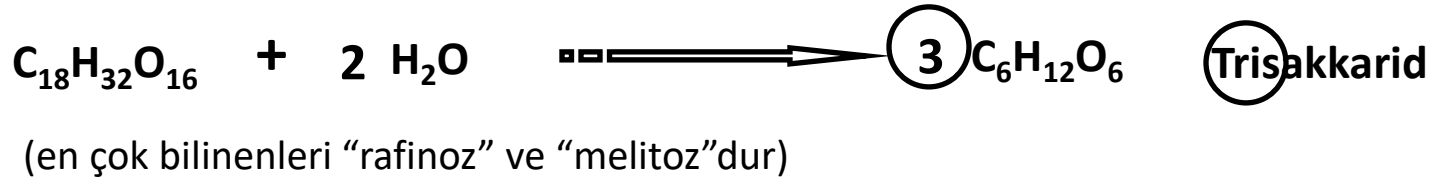
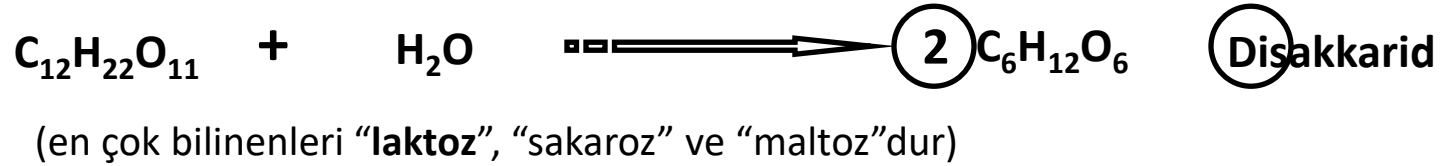


Monosakkaritler: Monosakkaritler, asit ile hidrolizlerinde daha basit maddelere parçalanmayan karbonhidratlardır. Monosakkaritlerde yer alan karbon atomları doğrudan birbirine bağlanmış ve dallanmamış şekilde bulunurlar. Monosakkaritler hidrolizlenmezler.

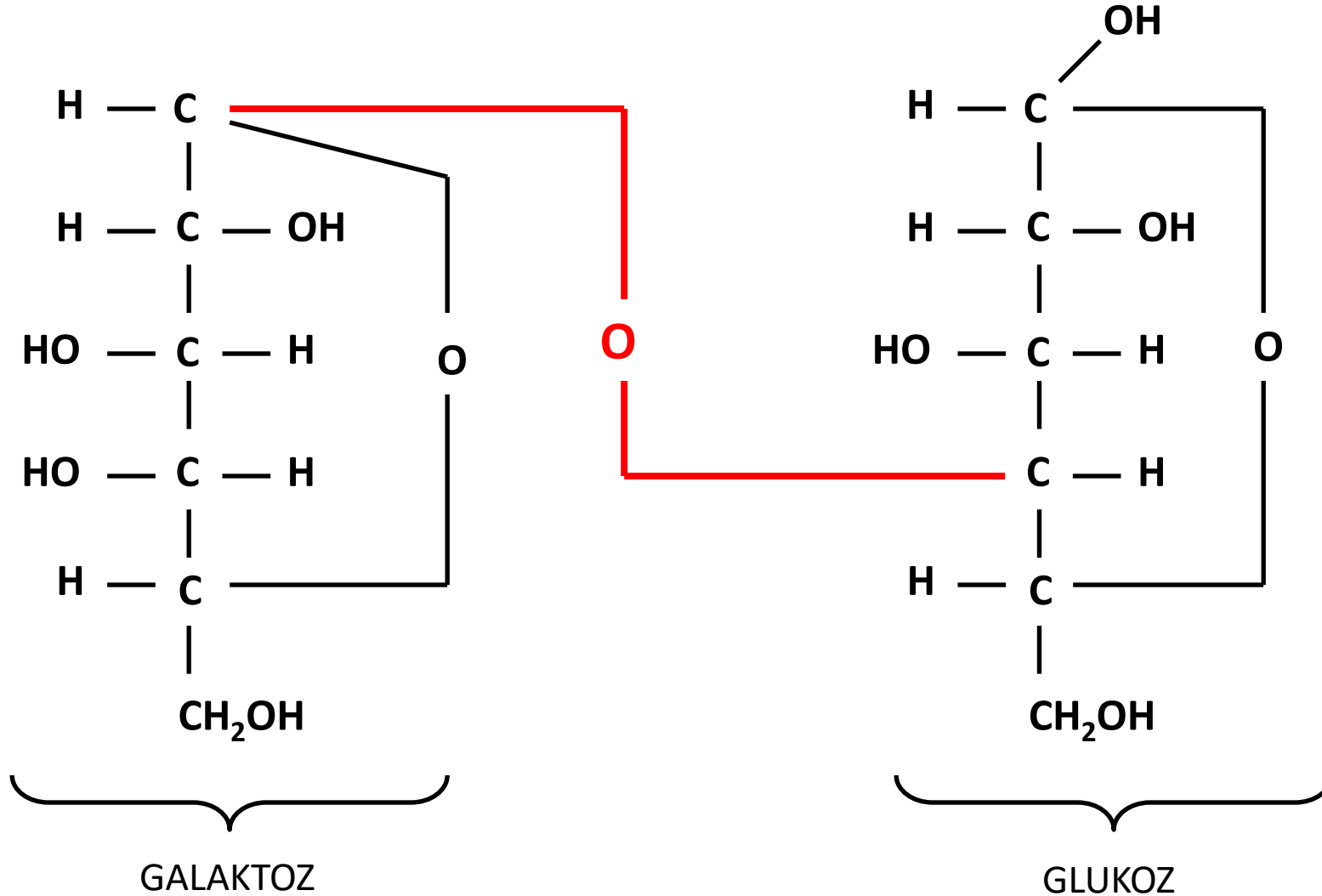


Monosakkaritlerin adlandırılması karbon zincirinin uzunluğuna göre yapılmaktadır. Doğada bulunan monosakkaridler 3'den 8'e kadar karbon atomu içermektedir. Buna göre 3 karbon atomu içeren monosakkaritlere triozlar, 4 karbon atomu içerenlere tetrozlar, 5 karbon atomu içerenlere pentozlar, 6 karbon içerenlere heksozlar gibi adlar verilmektedir.

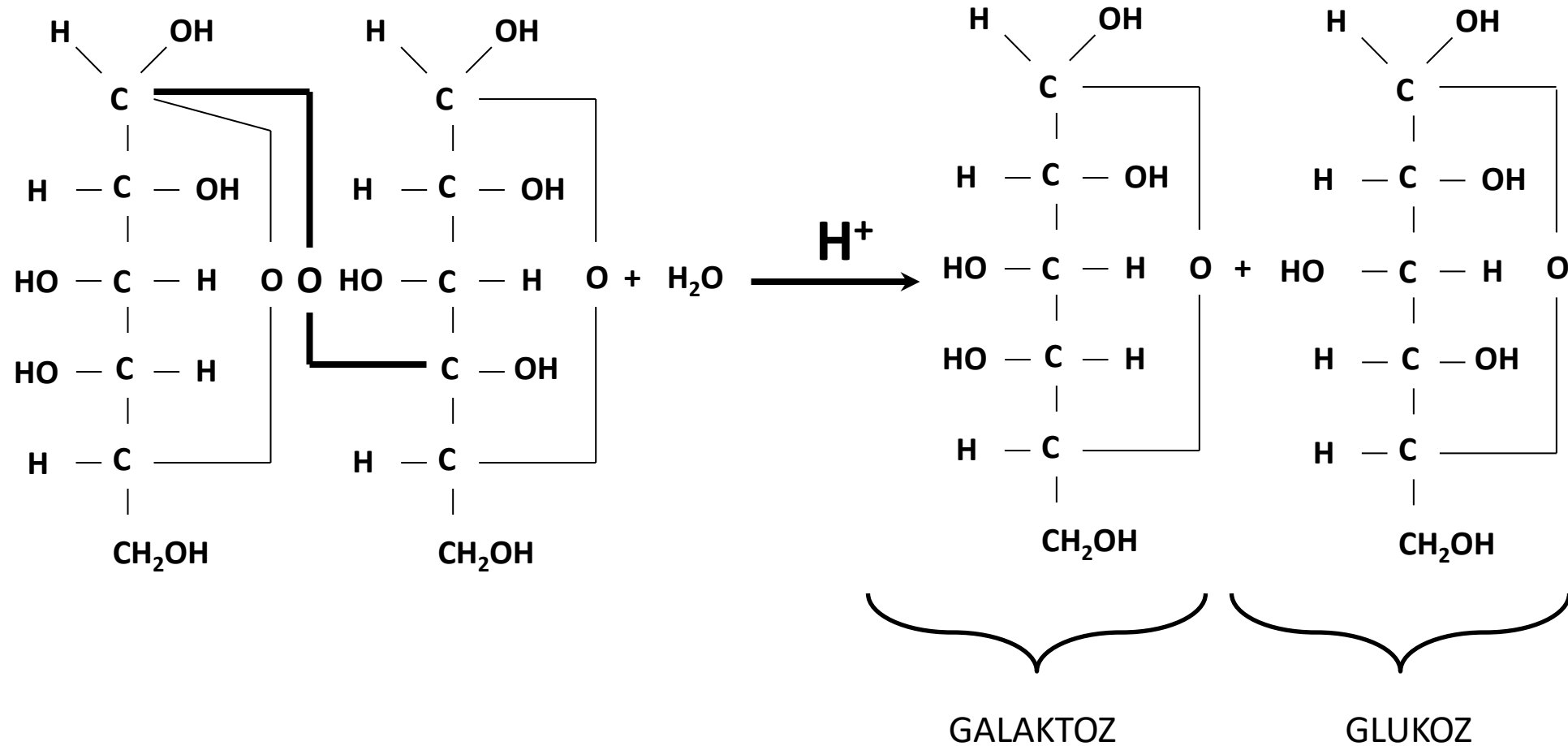
Oligosakkaritler: Bileşik şekerler, 2-9 adet basit şekerden oluşan bileşiklerdir. Hidrolize olduklarında oluşan monosakkarid sayısına göre; disakkarid, trisakkarid, tetrasakkarid gibi isimler alırlar. Diğer bir ifade ile iki monosakkarid molekülünden bir H₂O molekülünün ayrılmasından sonra bu birimlerin birleşmesinden oluşan karbonhidratlardır. Disakkaridi oluşturan monosakkaridler farklı olduğu gibi, aynı iki monosakkarid de bir araya gelerek bir disakkarid oluştururlar. Disakkaridlerden en çok bilinen “laktoz”, “sakaroz” ve “maltoz”dur. “rafinoz” ve “melezitoz” trisakkarid; “stakioz” ise tetrasakkariddir. Aşağıdaki formülde görüldüğü gibi Oligosakkaridler bünyelerine su alarak monosakkaridlere hidrolize olurlar (parçalanırlar).



Disakkarid moleküller arasında, bir oksijen köprüsü bulunan iki ayrı karbon iskeleti bulunmaktadır.



Oligosakkaridler ve polisakkaridler seyreltik asitle ısıtmak suretiyle veya özel enzimlerin etkisi ile hidrolize olarak kendilerini oluşturan monosakkaridlere parçalanırlar.

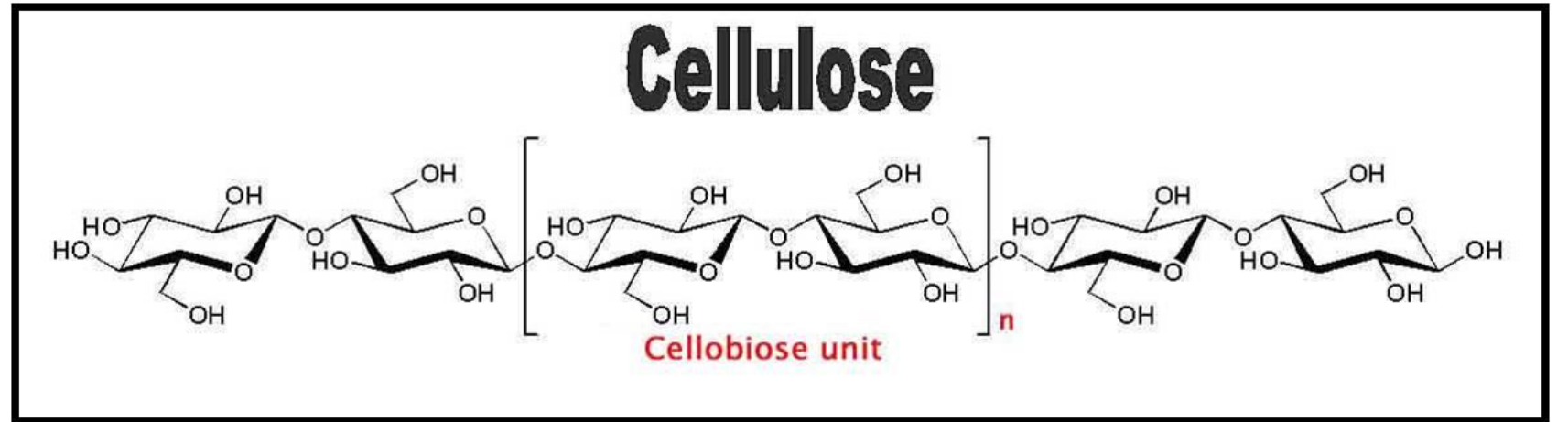


Polisakkaritler: Şekere benzemeyen maddeler olup, birçok monosakkaridin birleşerek meydana getirdiği yüksek moleküllü bileşiklerdir.

Polisakkaritler:

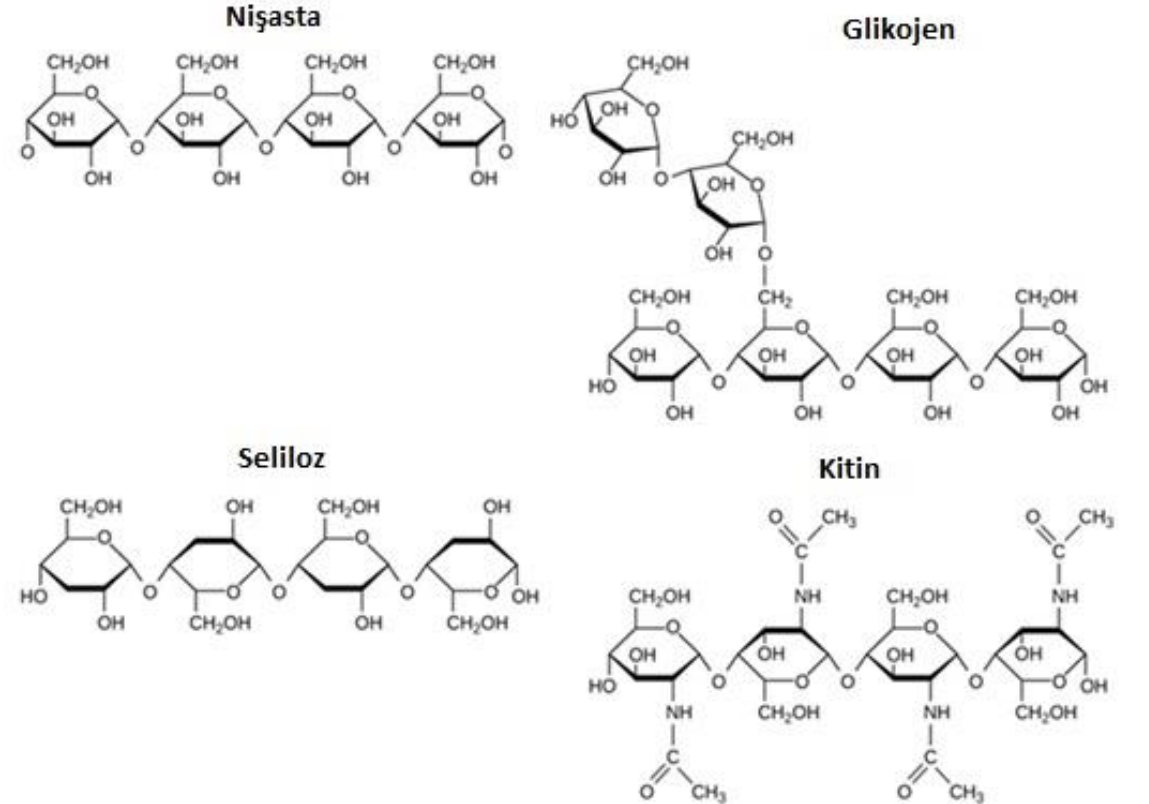
- 1- Çözünmeyen polisakkaridler
(*tipik temsilcisi “seliloz”dur*)
- 2- Yedek polisakkaidler
(*tipik temsilcisi “nişasta” ve “glikojen” dir.*)

Olmak üzere iki grupta incelenebilir



Çözünmeyen polisakkaridler bitkilerin yapı maddelerini oluşturur. Bu grubun tipik temsilcisi olarak “selüloz” gösterilebilir. İkinci grup polisakkaridler, basit şekerlerin yedek maddeleri olarak kabul edilir. Bu grubun en önemlileri “nişasta” ve “glikojen”dir. Bazı özel süt mamullerinde, viskoziteyi arttırıcı özellikleri nedeni ile polisakkaridler, stabilizatör veya kalınlaştırıcı olarak kullanılır.

Bazı polisakkaritler



Başlıca karbonhidratlar

Sınıf (polimerizasyon derecesi*)	Alt grup	Bileşenler
ŞEKERLER (1-2)	Monosakkaritler	Glikoz, Galaktoz, Fruktoz, Ksiloz
	Disakkaritler	Sakkaroz, laktoz, maltoz, izomaltuloz, trehaloz
	Polioller	Sorbitol, mannitol
OLİGOSAKKARİTLER (3-9)	Maltooligosakkaritler	Maltodekstrinler
	Diğer oligosakkaritler	Rafinoz, stakioz, fruktooligosakkaritler
POLİSAKKARİTLER (>9)	Nişasta	Amiloz, amilopektin, modifiye nişastalar
	Nişasta olmayan polisakkaritler	Glikojen, seluloz, hemiseluloz, pektinler, hidrokoloidler

<https://en.wikipedia.org/wiki/Carbohydrate>

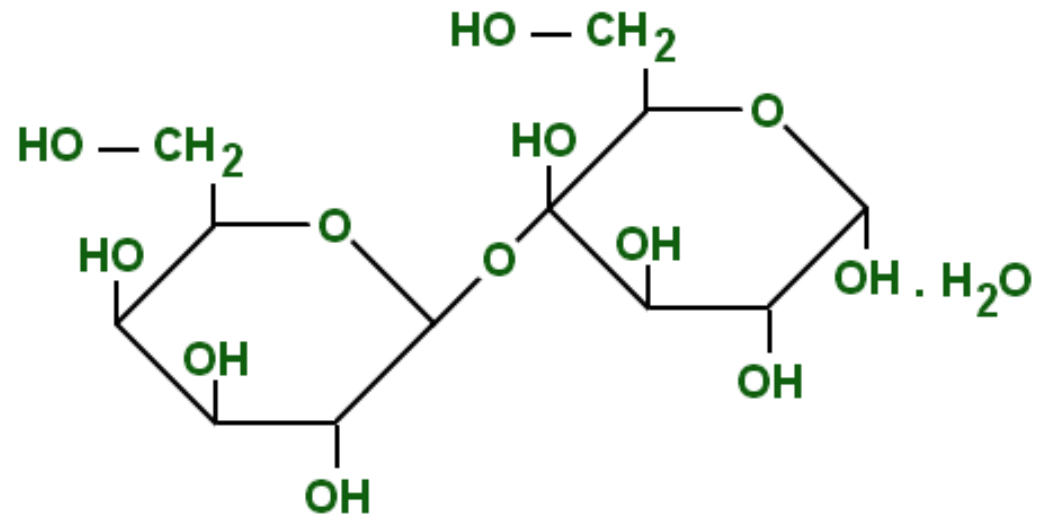
***Polimerizasyon derecesi:** Bir makromolekül veya polimer veya oligomer molekülündeki monomerik ünitelerin sayısıdır.

Şekerler: birçok gıdada kullanılan tatlı , çözünür karbonhidratların genel adıdır . Basit şekerler, monosakkaritler olarak da adlandırılır ve glikoz, fruktoz ve galaktoz içerir . Bileşik şekerler, disakkaritler veya çift şekerler olarak da adlandırılır ve iki bağlı monosakkaritten oluşan moleküllerdir.

Oligosakkaritler: Az sayıda monosakkarit içeren bir sakkarit polimeridir. Oligosakkaritler hücre tanıma ve hücre yapışması dahil olmak üzere birçok işleve sahip olabilir.

Polisakkaritler: Gıdalarda en bol bulunan karbonhidratlardır. Glikolizidik bağlarla birbirine bağlanmış monosakkarit ünitelerinden oluşan uzun zincirli polimerik karbonhidratlardır. Bu karbonhidrat, katalizör olarak amilaz enzimleri kullanarak suyla reaksiyona girebilir (hidroliz) , bu da bileşen şekerler (monosakkaritler veya oligosakkaritler) üretir.

LAKTOZ (SÜT ŞEKERİ)

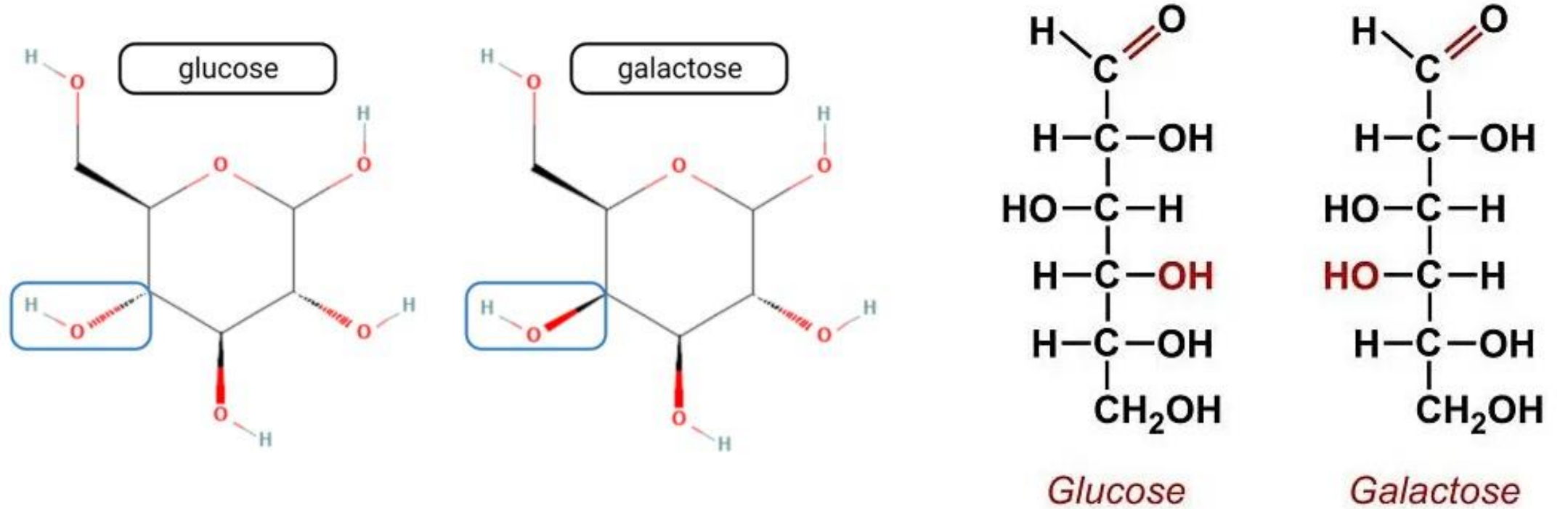


Laktozun Özellikleri

Kimyasal formül	$C_{12}H_{22}O_{11}$
Moleküler ağırlık	342.297 gr/mol
Yoğunluk	1,525 gr/cm ³
Erime noktası	202,8 °C
Kimyasal isimler	Süt şekeri, 4-O-β-D-galaktopiranosil-D-glikoz

Laktoz, eczacılık sektöründe tablet üretmek için yaygın olarak kullanılır. Tatlı bir tada sahip higroskopik olmayan bir katıdır. Yoğurt, krema ve taze peynirler gibi süt ürünleri de laktoz kaynağıdır.

Laktoz bir disakkarid olup glukoz ve galaktoz olmak üzere iki monosakkaridden oluşmuştur.



Galaktoz, glikozun izomeridir*. Sadece atomlarının organizasyonunda farklılık gösterirler. Glikoz ve galaktoz birbirlerinin stereoizomerleridir**. Galaktoz ve glikoz arasındaki temel yapısal fark, karbon 4'teki hidroksil grubunun (OH) yönelimidir.

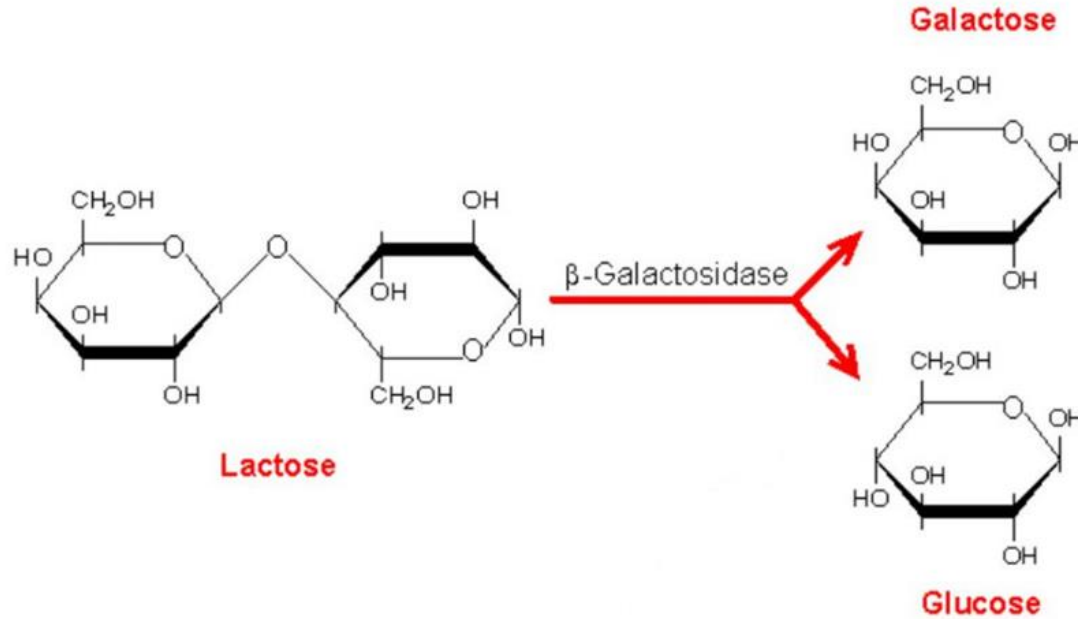
****izomer** aynı kimyasal bileşime sahip olup, atomları arasındaki bağlantı yapıları farklı olan moleküller.*

*****Stereoizomerler**, aynı sırayla birbirine bağlanmış aynı atomlardan oluşan, fakat değişik 3-boyutlu yapıları olan bileşiklerdir.*

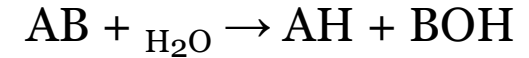
Laktozun kimyasal yapısı:

Laktoz, hidroliz* edildiğinde iki monosakkarit yani D-glikoz ve D-galaktoz veren bir disakkarittir. Laktozu oluşturan glukoz ve galaktoz, galaktozun aldehit grubu ile birbirine bağlanmıştır.

Fabriccio Bartoletti tarafından keşfedilmiştir ve beyaz renkli katı bir karbonhidrattır. Sütün %2-8'i laktoz içerir ve içinde bulunan şekerin doğal halidir. (<https://byjus.com/lactose-formula/>)

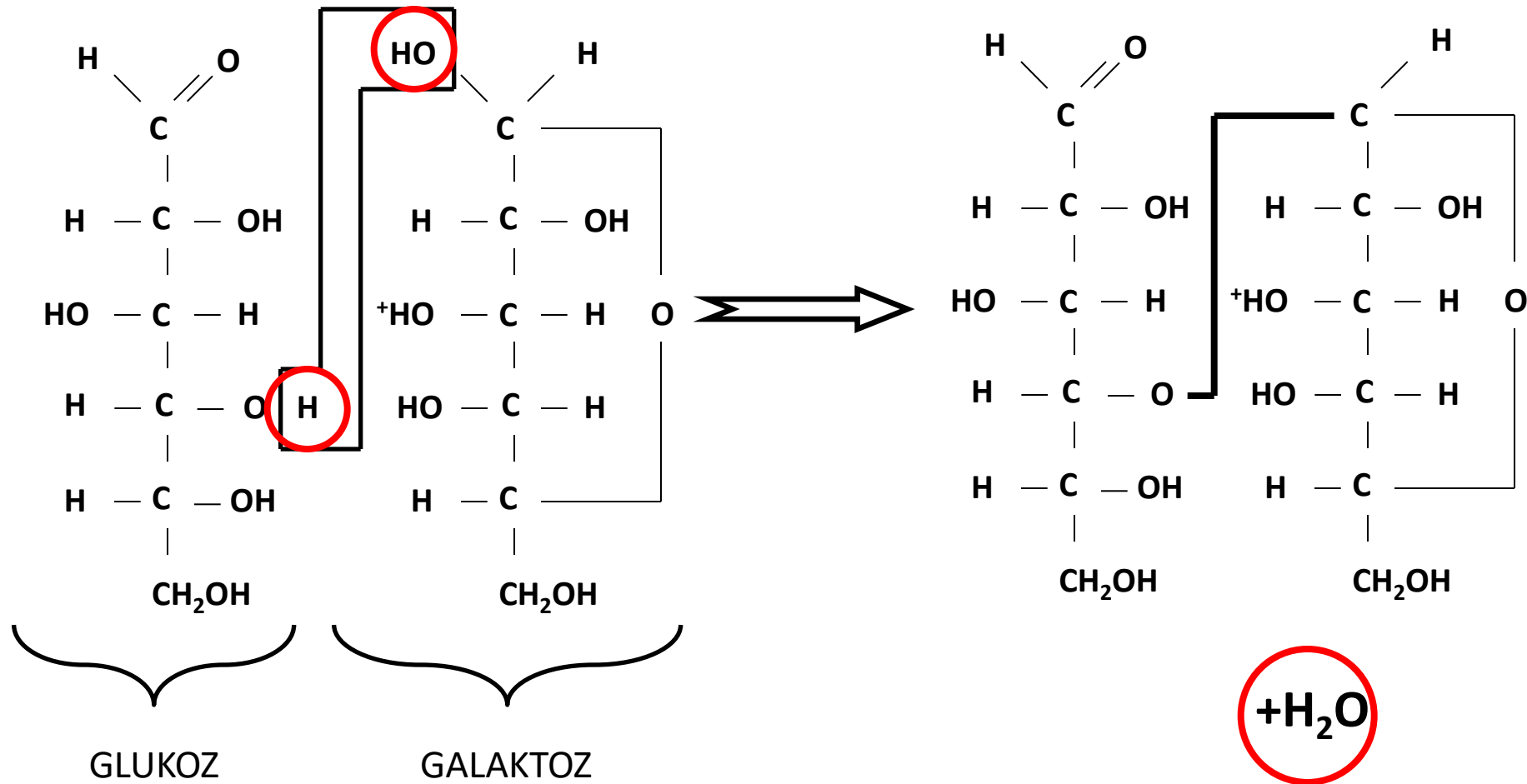


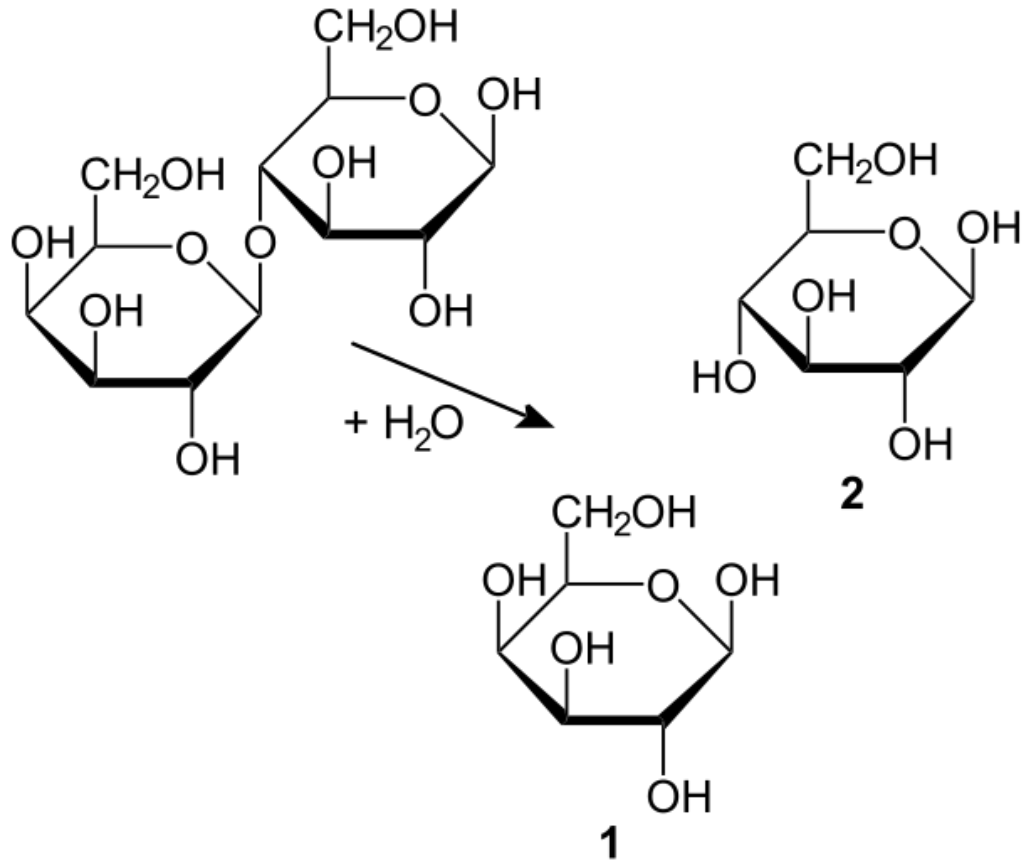
Hidroliz reaksiyonunun genel formülü:



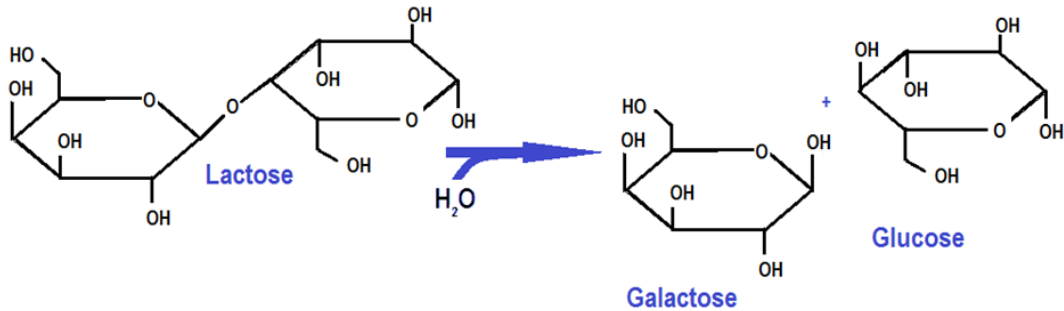
**Hidroliz, tepkime maddelerinin birinin su olduğu bir tür ayrışma reaksiyonudur; genellikle, diğer tepkime maddesindeki kimyasal bağları kırmak için su kullanılır. (<https://www.thoughtco.com/definition-of-hydrolysis-605225>)*

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.

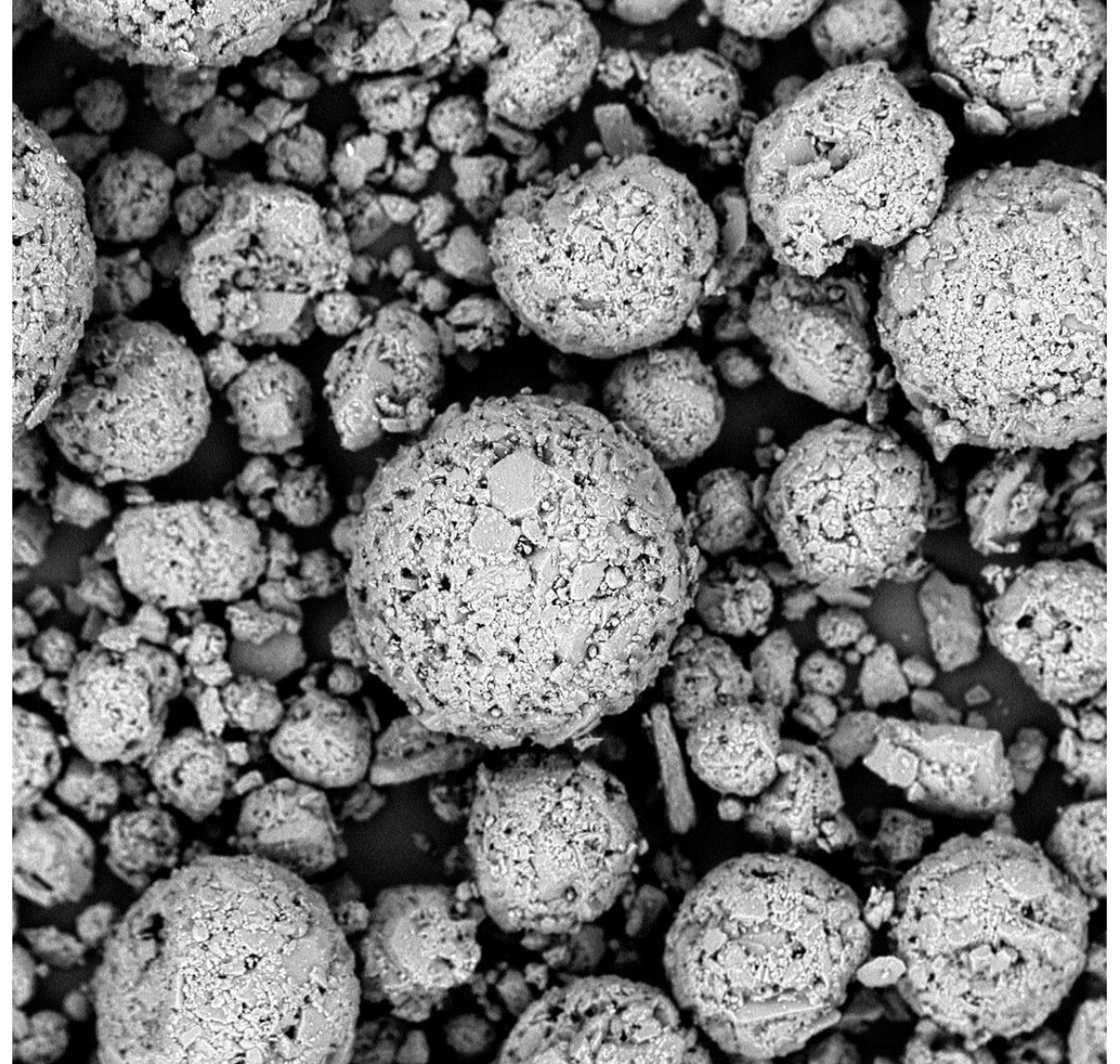




https://tr.m.wikipedia.org/wiki/Dosya:Hydrolysis_of_lactose.svg



Kurutulmuş monohidrat laktozun elektron mikroskopundaki görüntüsü



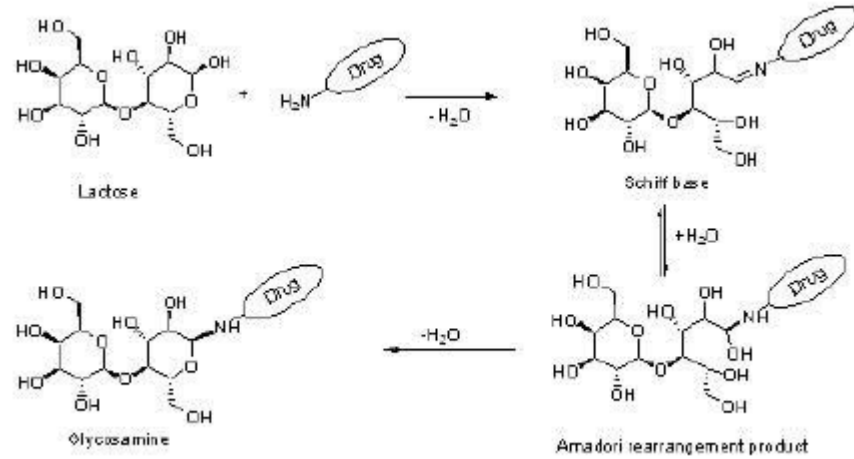
<https://www.meggle-excipients.com/products/flowlac-100>

Isı uygulanmasında laktozda meydana gelen değişmeler

1

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

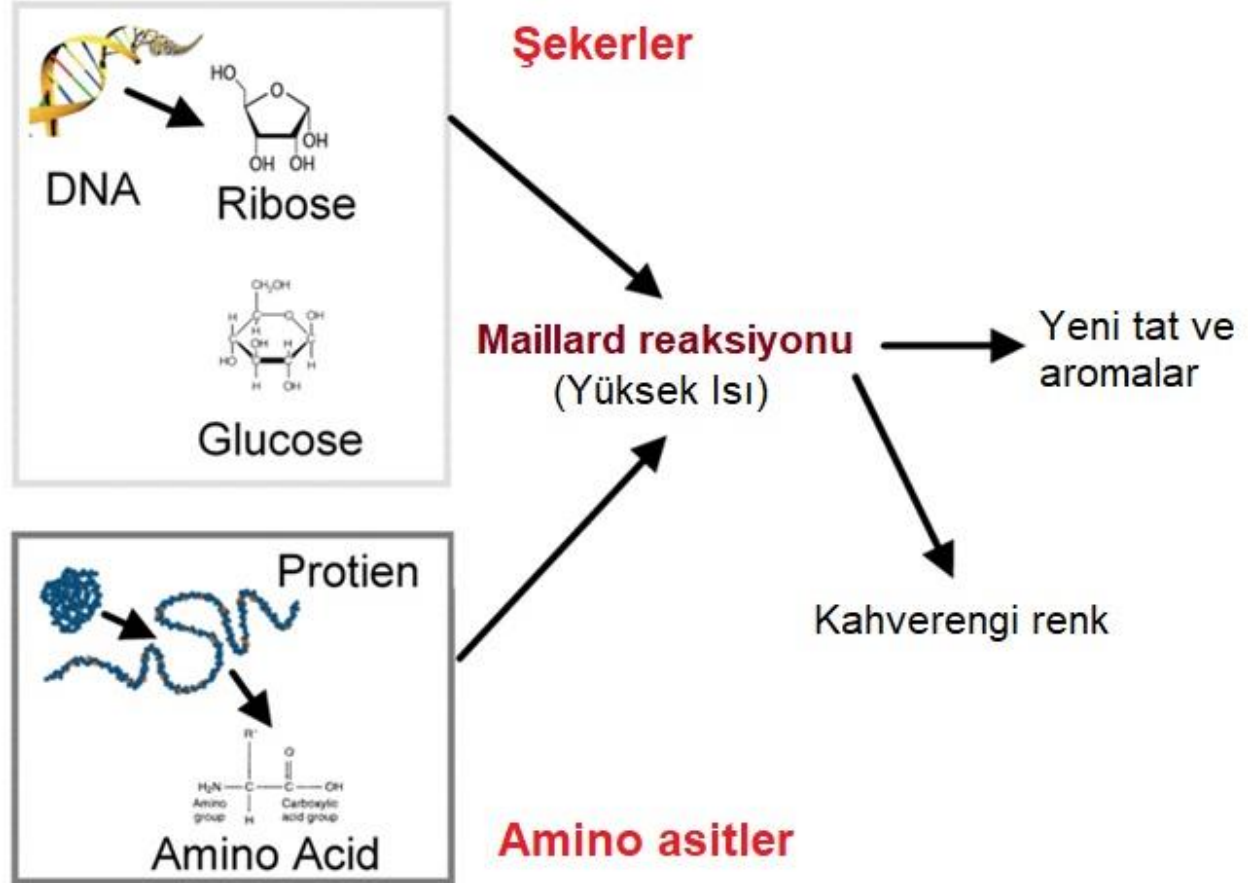
Laktoz ve amin grubu içeren bir bileşik arasında gerçekleşen genel bir Maillard reaksiyonu.



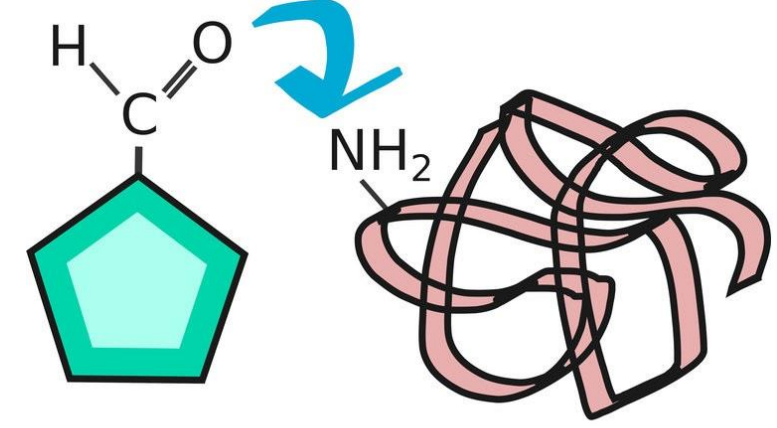
https://www.researchgate.net/figure/A-general-Maillard-reaction-between-lactose-and-an-amine-group-containing-API_fig1_224910738



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

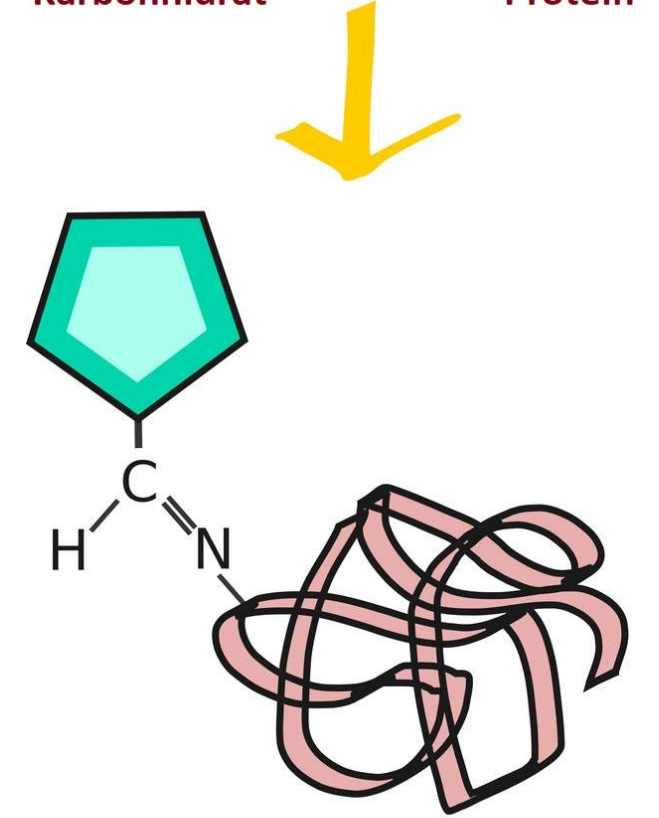


Söz konusu değişimler sonucu ürünlerde renk bozuklukları (sarı ve kahverenginin belirginleşmesi), lisin gibi bazı aminoasitlerde değişmeler sonucu yarayışı lisin içeriğinde azalma ve aroma bozuklukları ortaya çıkar.

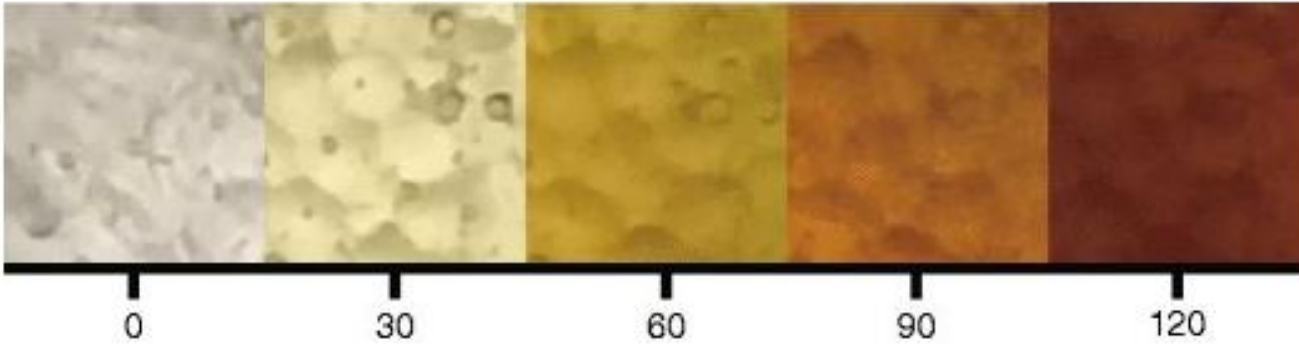


Karbonhidrat

Protein

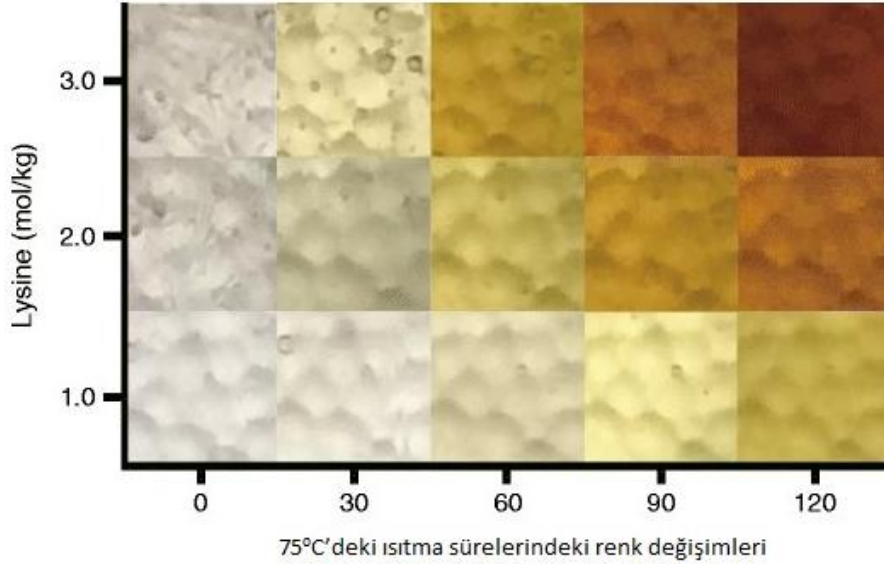


Shiff base



75°C'deki ısıtma sürelerindeki renk değişimleri

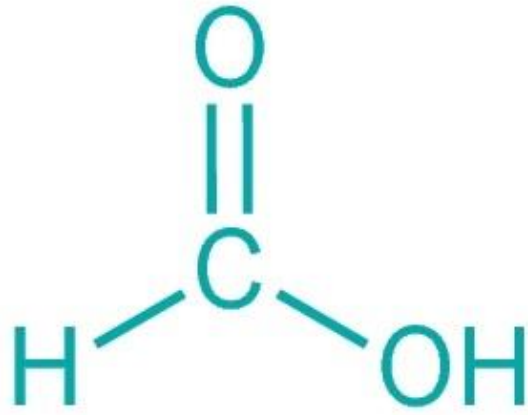
7,0 mol/kg d-riboz, 3,0 mol/kg l-lizin ve 0,5 mol/kg K_2HPO_4 (Dipotasyum fosfat) içeren ve 75 °C'de bir su banyosuna yerleştirilen bir Maillard reaksiyon sistemindeki zamansal renk değişimleri



3,0 mol/kg d-riboz, 1,0–3,0 mol/kg l-lizin, 0,5 mol/kg K_2HPO_4 ve çeşitli lizin konsantrasyonları (1,0–3,0 mol/kg) içeren Maillard reaksiyon sistemlerinde 75 °C'de zamansal renk değişimleri

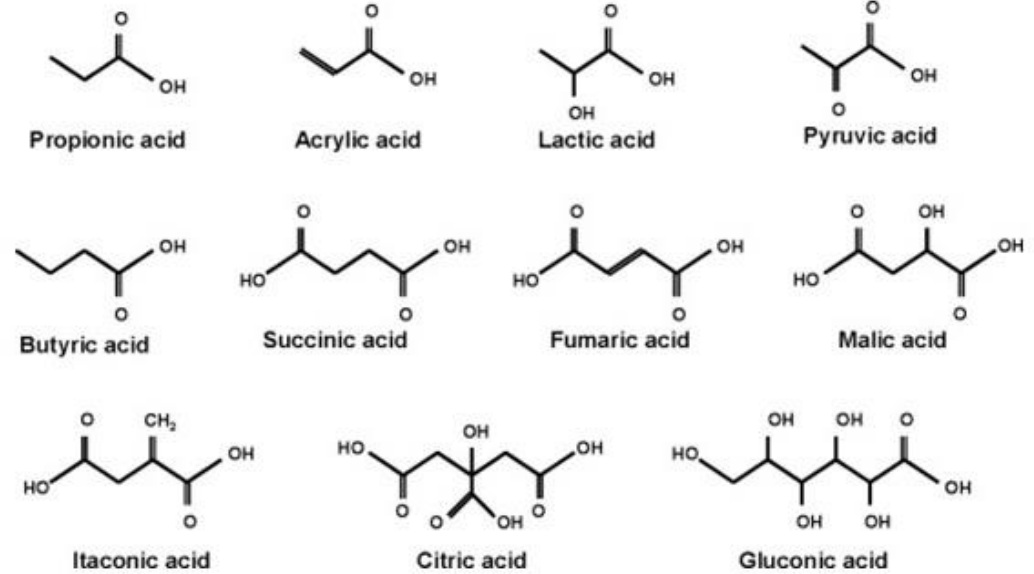
Süt 120-140°C gibi yüksek sıcaklıklara kadar ısıtıldığında pH'da 5,5-6,0'a kadar azalmalar ortaya çıkmaktadır. Burada gelişen asitliğin yaklaşık %50'sinden laktoz sorumludur.

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



FORMİK ASİT
(Karıncası)

Bazı karboksilik asitler

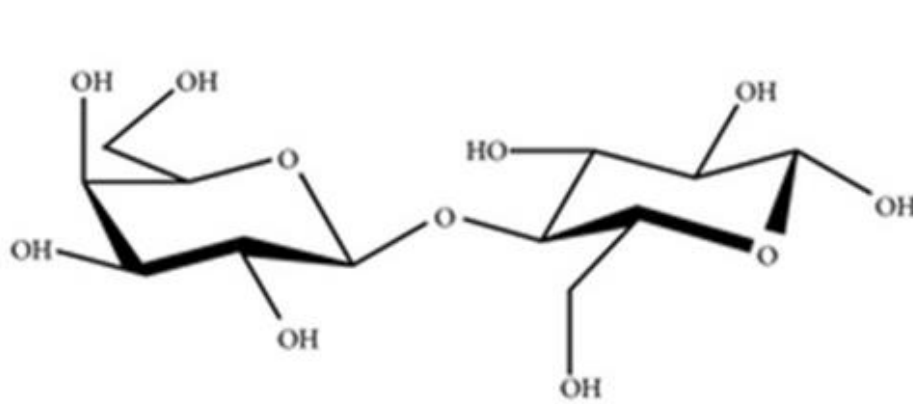


**Karboksilik asit, bir karbon (C) atomunun bir oksijen (O) atomuna bir çift bağ ile ve bir hidroksil grubuna (—OH) tek bir bağ ile bağlandığı bir organik bileşik sınıfından herhangi biri.*

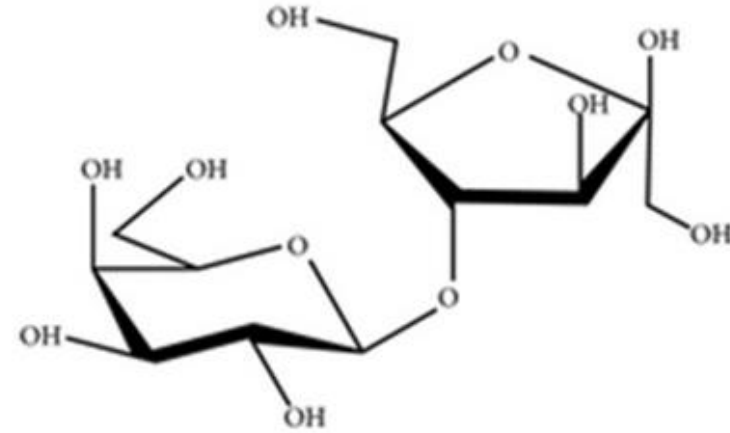
Karboksilik asitler, bir veya daha fazla karboksilik asit grubuna sahip küçük organik asitlerdir. (<https://www.sciencedirect.com/topics/chemical-engineering/carboxylic-acid>)

3

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



Laktoz

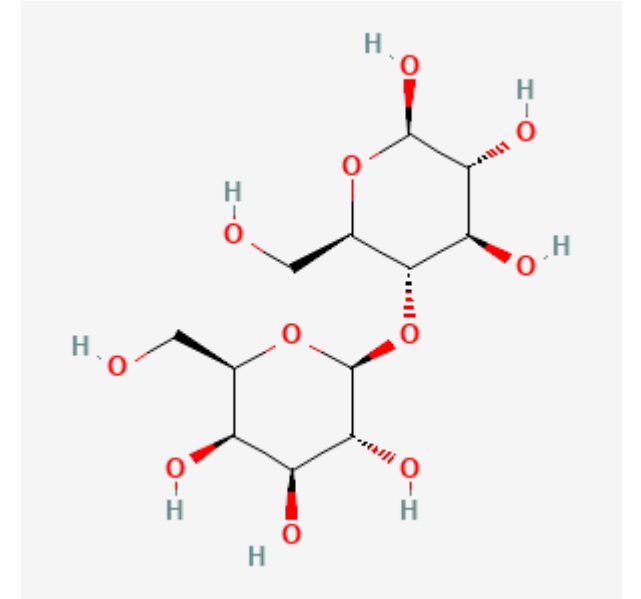


Laktuloz

Laktozun hidrolizasyonu

Süt teknolojisinde laktoz hidrolizasyonunun sağladığı yararlar şöyledir;

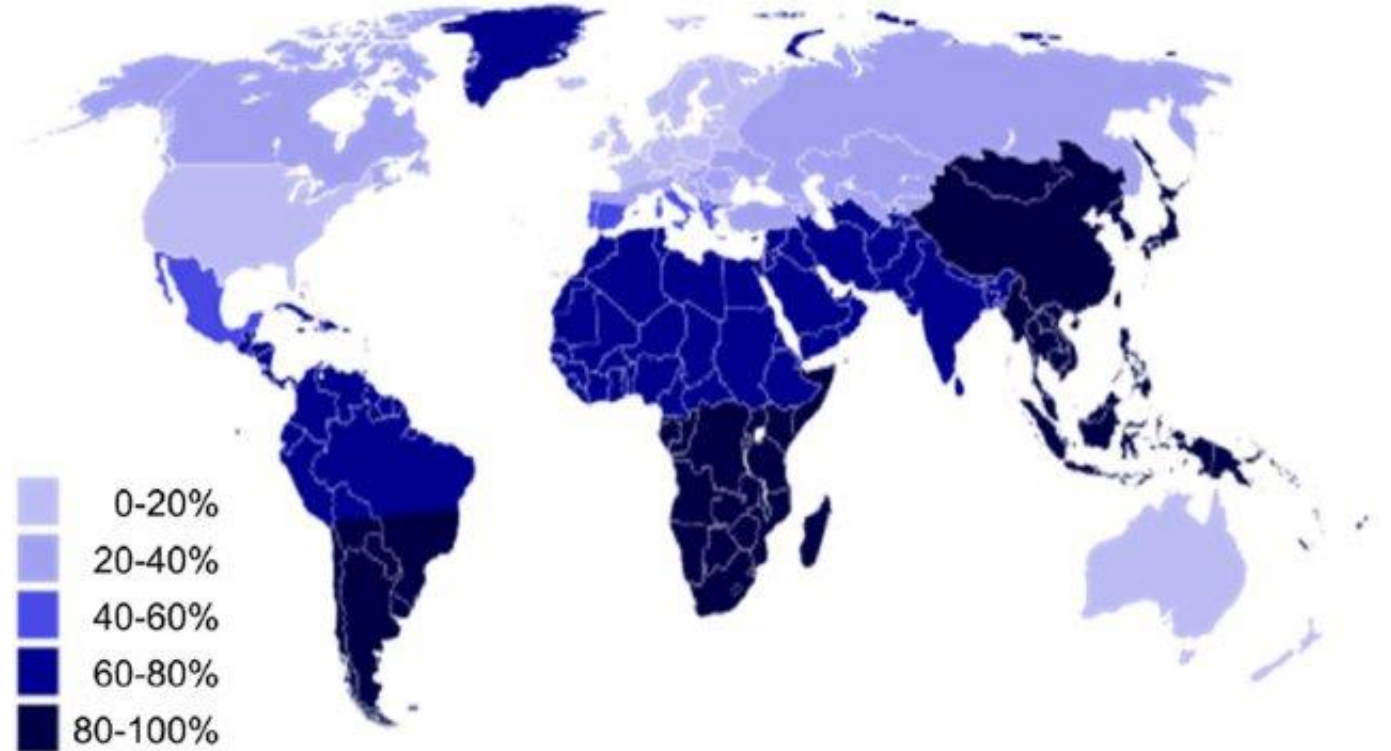
- Laktoz içeriği indirgenmiş süt ve ürünlerinin eldesi
- Asit üretimini, peynir ve yoğurdun olgunlaştırmasını hızlandırmak
- Dondurma ve konsantre sütte laktozun kristalizasyonunu önlemek
- Dehidre (susuz) süt ürünlerinin, su tutma kapasitelerinin azaltılmasını sağlamak
- Laktozun fonksiyonel özelliklerinin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



Laktoz içeriği indirgenmiş süt ve ürünlerinin eldesi: (laktoz intoleransı olan kişiler için)

Dünya nüfusunun çoğu, çocukluktan sonra ince bağırsaktaki laktaz aktivitesinin bir kısmını kaybeder. Olgunlaşmış peynirler gibi birçok geleneksel süt ürünü doğal olarak laktozsuzdur. Laktoz intoleransı olan insanların ihtiyaçlarını karşılamak için son yıllarda laktozsuz taze süt ürünleri üretmek için yeni teknolojiler geliştirilmiştir.

Dünya çapında laktoz intoleransı, toplam nüfusun yüzdesi

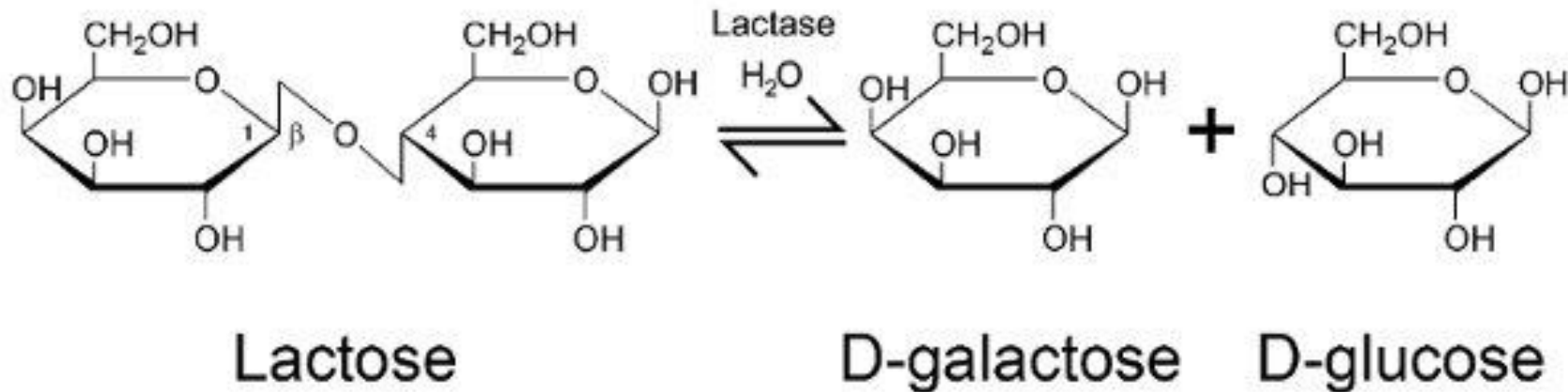


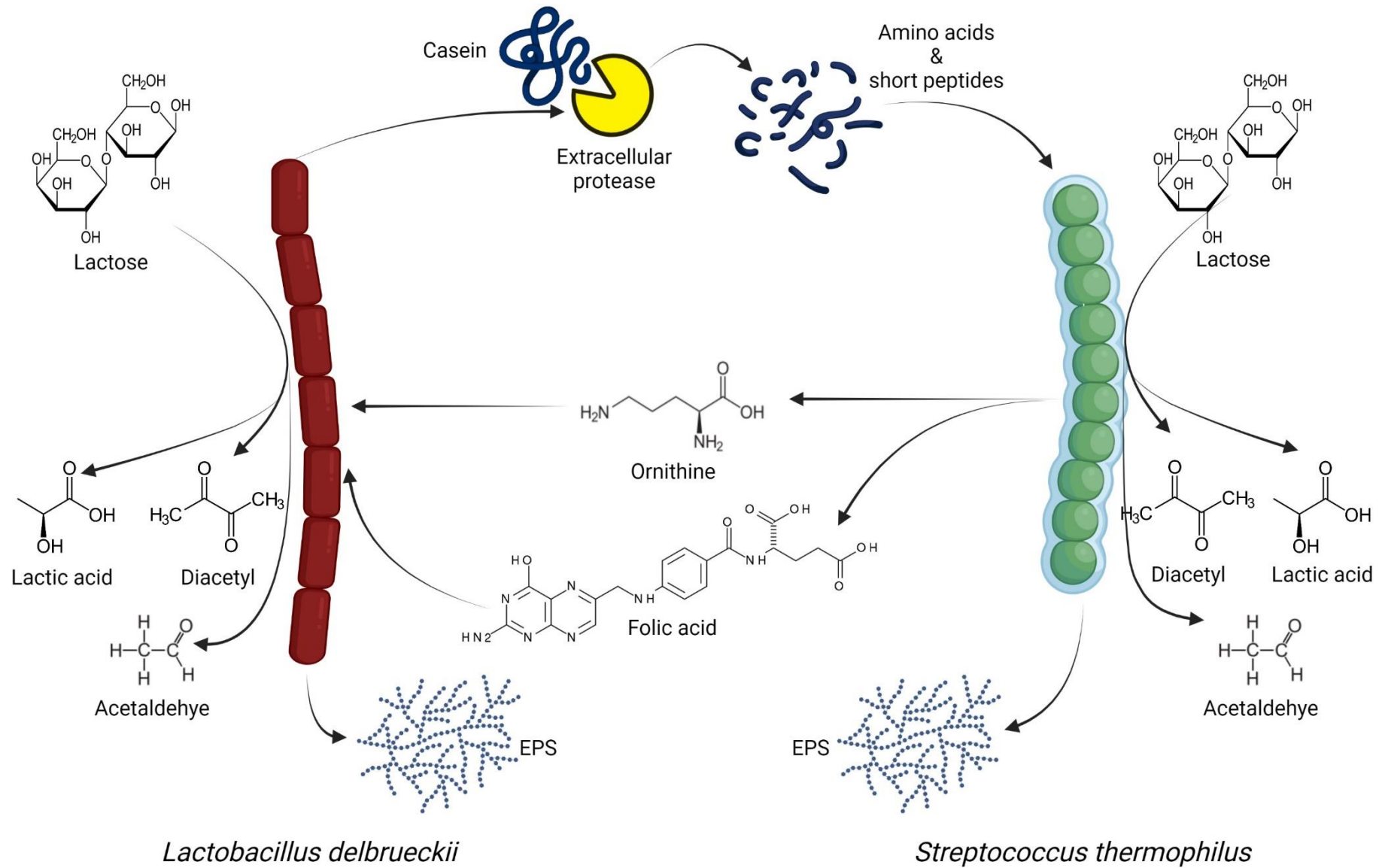
Asit üretimini, peynir ve yoğurdun olgunlaştırmasını hızlandırmak

Peynir çiğ süt (pastörize edilmemiş) ile üretildiğinde tüketilmeden önce yaklaşık 4°C'de en az 60 gün özellikle belirli bir tuz oranında olgunlaştırılmalıdır.

Peynirin olgunlaşması, her bir peynir çeşidi için benzersiz olan dokusal ve lezzet değişiklikleriyle sonuçlanan birkaç karmaşık ve dinamik biyokimyasal süreci içermektedir. Bu oluşumları bir ölçüde hızlandırabilmek için sütteki laktozun hidrolizasyonunun etkisi olmaktadır.

Yoğurt üretiminde ise kullanılan iki bakteri, *Lactobacillus delbruekii sp. bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus*, istikrarlı bir dengeye ulaşana kadar birbirlerinin büyümesine yardımcı olur. Bu iki mikroorganizma birlikte sütte doğal olarak bulunan laktozu laktik aside dönüştürürler. Eğer laktozu glikoz ve galaktoz olarak parçanmış bir süt oluşturulursa (laktozun hidrolizasyonu) laktik asit oluşumu hızlanacaktır. Laktik asit ise organik bir bileşiktir.



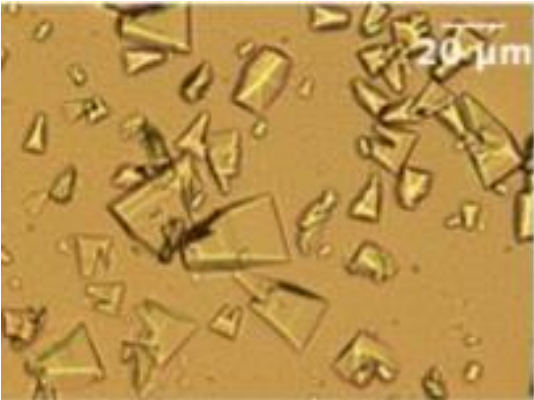


Dondurma ve konsantre sütte laktozun kristalizasyonunu önlemek

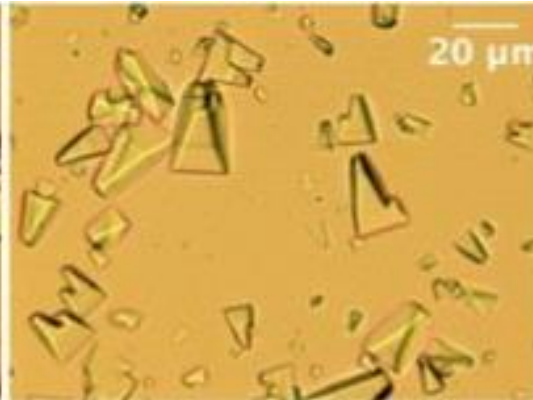
Şeker Kristalizasyonu, bir çözeltiden doğal veya yapay olarak katı kristallerin çökmesi sürecidir. Ayrıca, bir çözünen maddenin sıvı bir çözeltiden katı bir kristal faza kütle transferini içeren kimyasal bir katı-sıvı ayırma işlemidir.

laktoz-aşırı doymuş bir çözeltiden su çıkarıldığında veya sıcaklık düşürüldüğünde meydana gelebilen kristalleşmesidir. İşlemin koşullarına bağlı olarak laktozdan birçok farklı kristal form kaynaklanabilir.

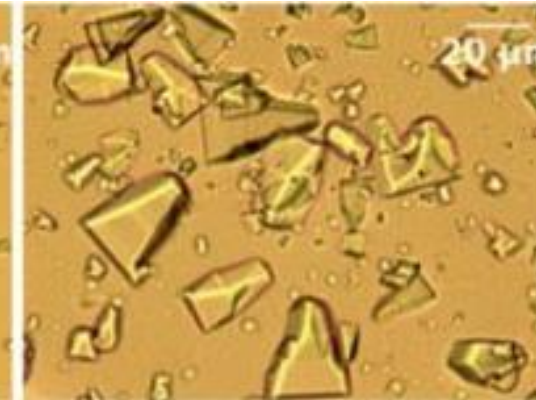
(a)



(b)



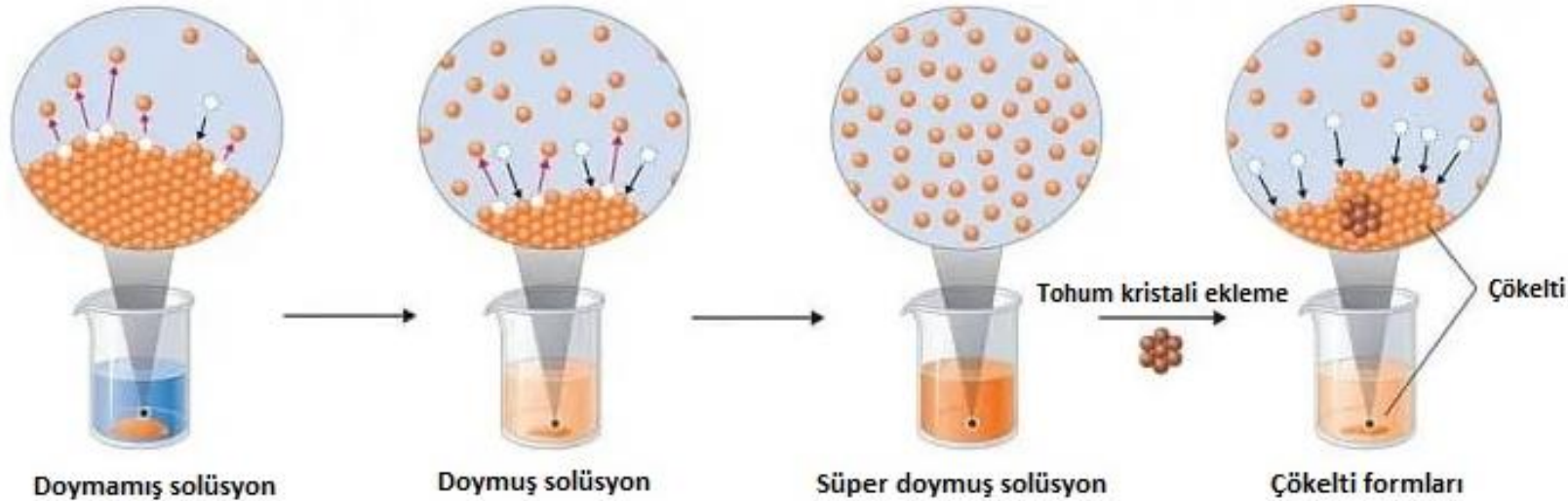
(c)



Toplam katı madde konsantrasyonu %46 olan MPC'deki alfa-laktoz monohidrat kristallerinin, farklı sıcaklıklarda (a) 15°C, (b) 20°C ve (c) 25°C'de 40 mesh laktoz ile tohumlanmış fotomikroskopisi (40x büyütme). Kaynak : Goulart , D. B. ve Hartel , R. W. (2017).

Laktoz kristalizasyonu, kontrollü kristalizasyon yoluyla laktozu peynir altı suyu çözeltilerinden ayırmak için kullanılan endüstriyel bir uygulamadır. Süt ve peynir altı suyunun önemli bir bileşeni olan laktoz, gıda, süt ve ilaç ürünlerinde kullanılır. Süt endüstrisi büyük miktarlarda laktoz üretir, ancak bunun önemli bir kısmı işlemde geri kazanılmaz ve israf edilir. Laktoz israfı ekonomik bir kayıptır ve çevre için bir tehdit oluşturur. Peynir endüstrisinin süt peynir altı suyundan elde edilen bu yan ürününü geri kazanmak için, büyük ölçekli endüstriyel soğutma kristalizasyonu moda bir uygulamadır. Ancak, kristalizasyon süreci optimize edilmekten uzaktır. Eğer laktoz hidrolize edilirse doğal olarak laktoz kristalizasyonu da engellenmiş olur.

Aşırı doymuş çözeltide şeker moleküllerinin kristal oluşumuna dönüşümü



Dehidre (susuz) süt ürünlerinin, su tutma kapasitelerinin azaltılmasını sağlamak

Dehidre (susuz) süt ürünü dendiğinde akla ilk gelen süt ürünü süt tozudur. Süt tozu üretiminin bir çok nedeni vardır. Ama en önemli nedenlerinden biri sütün bol olduğu zamanlarda tekniğine uygun olarak kurutularak dayanım süresini uzatmaktır. Ama bu saklama süreci boyunca süt tozunun havadaki nem dahil ortamdaki sudan uzak durması gerekir.

Süt tozunun nem çeken bileşenlerinden biri de laktozdu. Eğer laktoz hidrolize edilirse su tutma kapasitesinde bir ölçüde azalma olmaktadır.



Laktozun fonksiyonel özelliklerinin modifiye* edilmesi amacı ile hidrolizasyonu

Laktoz değişik gıdaların üretiminde örneğin kürlenmiş et, şekerleme (*sakkaroz alarjisi olanlar için*), püskürtmeli kurutucularla üretilmiş gıda ürünleri üretiminde, gıdalarda donma önleyici yada geciktirici olarak, raf ürünleri uzatılmış ürünlerin eldesi, gıdalarda yapışkanlık ve topaklanma önleyici olarak yine gıda ürünlerinde çözünürlüğü iyileştirmek, ilaç üretiminde ilaç kapsül gıda ve ilaç endüstrisi tarafından bir bileşen veya katkı maddesi olarak ve daha bir çok nedenle modifiye edilip sıklıkla kullanılmaktadır.

Laktoz içerenli çözünür preparatlar

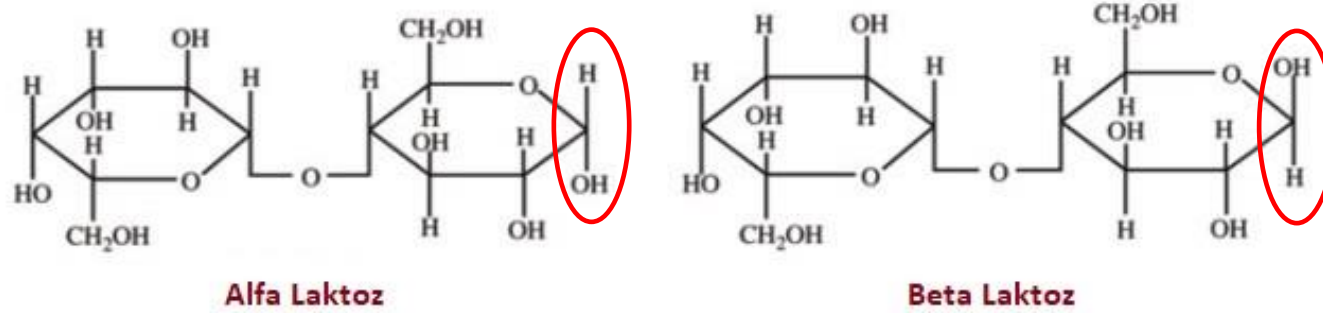


<https://www.senleer.com/discussion-on-the-role-of-lactose-in-solid-preparations/>

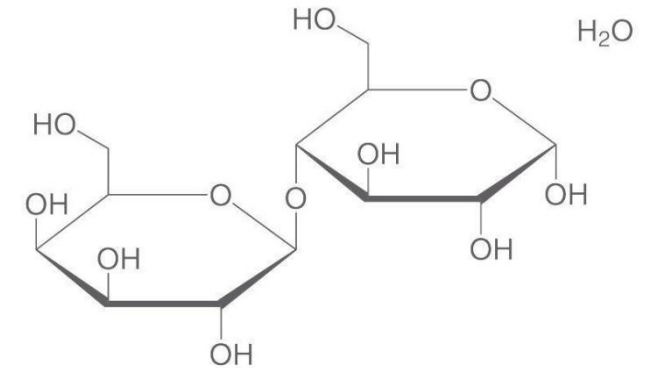
**Modifikasyon, Canlılarda dış etkilerle sonradan meydana gelen, irsî olmayan değişiklik demektir. (TDK)*

Örn. Laktoz, α -laktoz ve β -laktozdan gelen α -laktoz monohidrat ve β -laktoz susuz formatı elde etmek ki β -laktoz susuz formatı daha sert ve kararlıdır ayrıca daha az higroskopiktir.

Alfa-laktoz ve beta-laktozun kimyasal yapısı



https://www.researchgate.net/publication/356773297_Principles_of_lactose_crystallization_and_rheology_of_milk_protein_concentrate/figures?lo=1



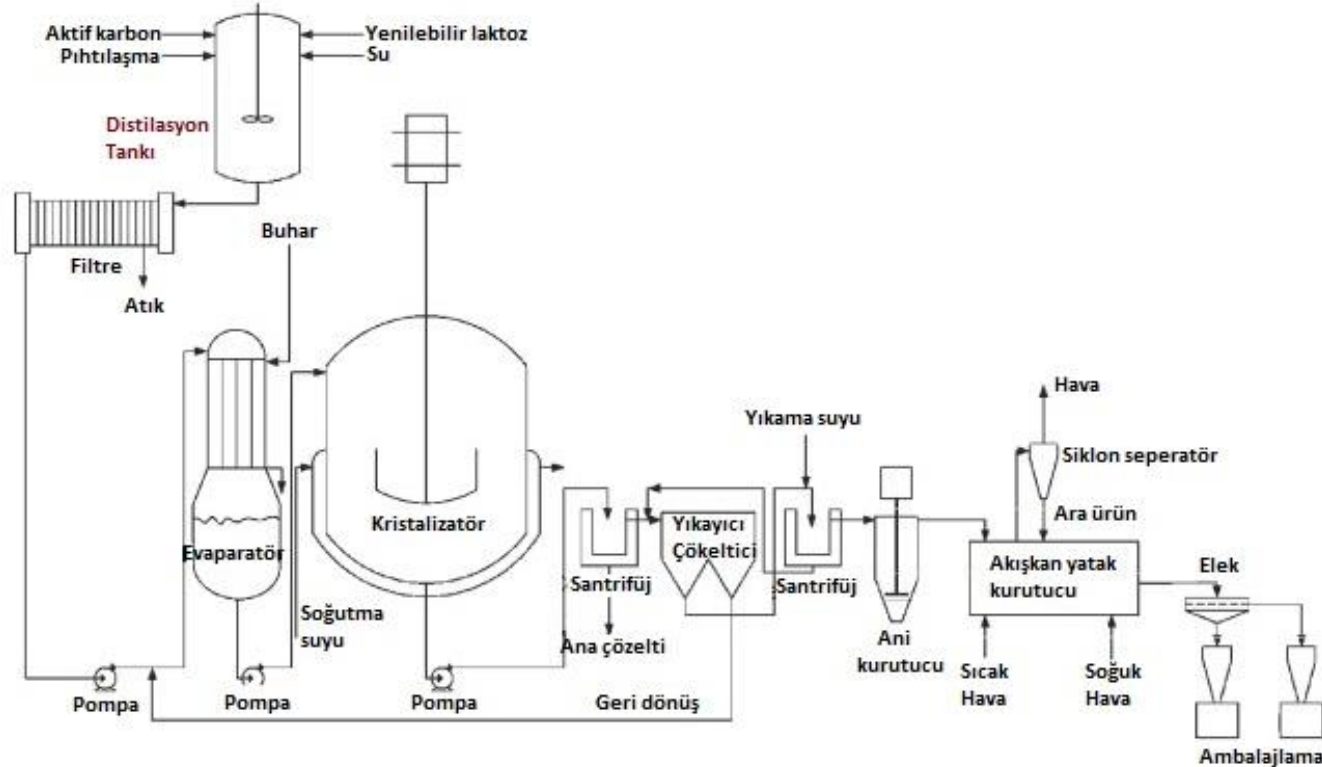
<https://www.carlroth.com/at/en/disaccharides/%CE%B1-lactose-monohydrate/p/8921.3>

Örnek bir laktoz modifikasyonu:

İlaç sınıfı alfa laktoz monohidrat, yenilebilir sınıf laktoz kristallerinin temiz suda yeniden çözülmesiyle üretilir. Elde edilen çözelti aktif karbon ve bir flokülanla karıştırılır ve ardından filtrelendir. Temiz laktoz çözeltisi daha sonra yoğunlaştırılır ve kristalleştirilir. Bu işlem için hem partiler halinde çalışan hem de sürekli kristalizatörler kullanılabilir. Aşağıdaki şekil bu işlemi göstermektedir.

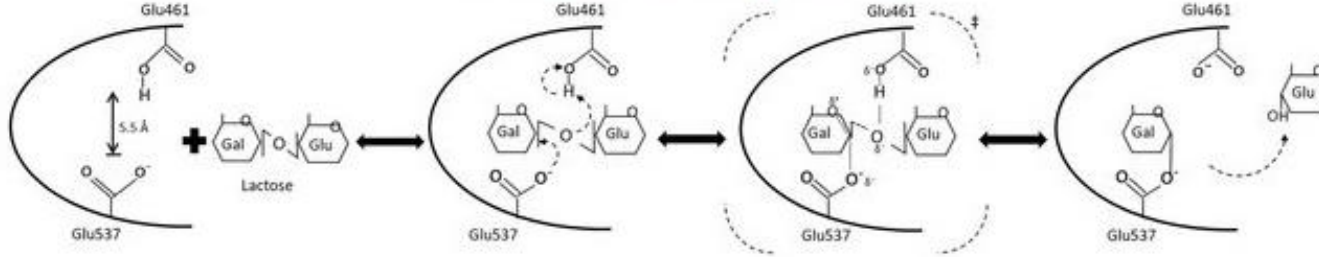
AHJ Paterson , Süt Bilimleri Ansiklopedisi (ikinci basım)

Örnek bir laktoz modifikasyonu

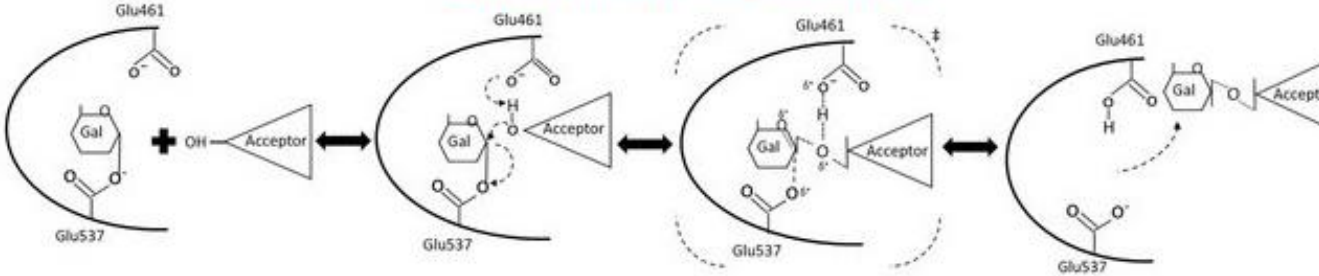


β -Galaktosidaz, hem hidrolitik hem de transgalaktosilasyon özelliklerine sahip bir glikozid hidrolaz enzimidir ve gıda ve süt endüstrilerinde çeşitli fayda ve avantajlara sahiptir. Aşağıdaki şekil laktozun modifikasyonuna diğer bir örnektir.

1. Adım Enzimatik deglikozilasyon



2. Adım Enzimatik deglikozilasyon



β -galaktosidazın katalitik mekanizması. Enzim galaktosilasyon adımı, glikoz kısmı donör laktozdan serbest bırakılır ve bir enzim-galaktoz kompleksi (reaksiyon ara maddesi) oluşur. Enzim de-galaktosilasyon adımı, enzim-galaktoz ara maddesi bir alıcı molekül tarafından etkilenir ve enzim katalitik bölgesinden ürünün serbest kalmasıyla sonuçlanır. Biochimica et Biophysica Acta (BBA)—Proteins and Proteomics, 1868, Carlos Vera, Cecilia Guerrero, Carla Aburto, Andrés Cordova, Andrés Illanes, β -galaktosidazların geleneksel ve geleneksel olmayan uygulamaları.

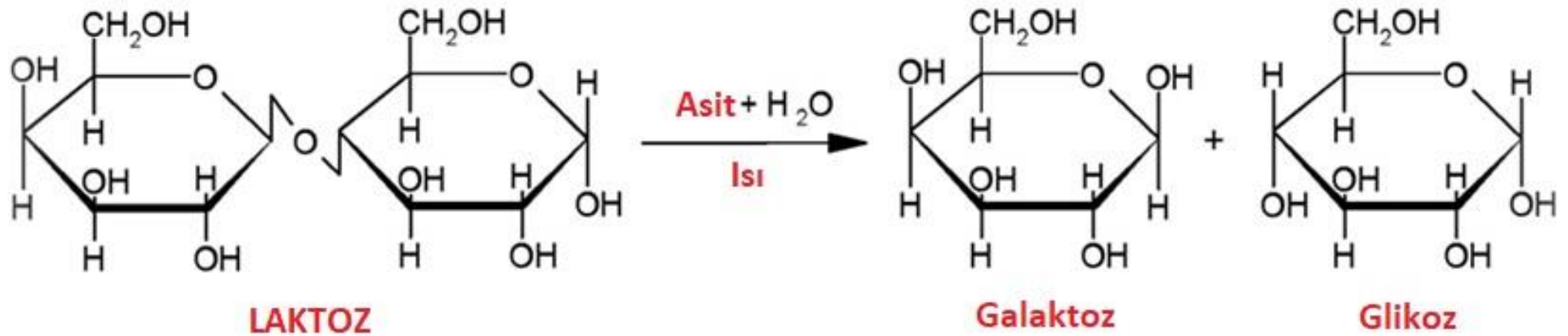
A Galaktosidaz ve Laktozunun Çeşitli Kaynakları Üzerine Bir İnceleme Hidroliz Özelliği Pooja Kalathinathan Avtar Sain Krishnakanth Pulicherla Gothandam Kodiveri Muthukaliannan

https://www.researchgate.net/publication/369236123_A_Review_on_the_Various_Sources_of_b-Galactosidase_and_Its_Lactose_Hydrolysis_Property

Glikozilasyon enzimler aracılığıyla sakkaritlerin birbirine bağlanarak proteinlere, lipitlere veya organik moleküllere bağlı glikanlar oluşturma sürecidir. Glikan Özellikle yulaf, çavdar ve arpa gibi tahıllarda bulunan, büyük miktarda D-glikoz içeren, çözünür, sindirilmeyen bir polisakarit.

Laktozun hidrolizasyonu 3 yolla sağlanmaktadır.

- Mineral asitlerle
- Katyon* değiştirici reğinelerle (H^+ formu) ve
- Enzimlerle



**Katyon bir çözeltinin elektrolizi sırasında eksi uğta toplanan iyon*

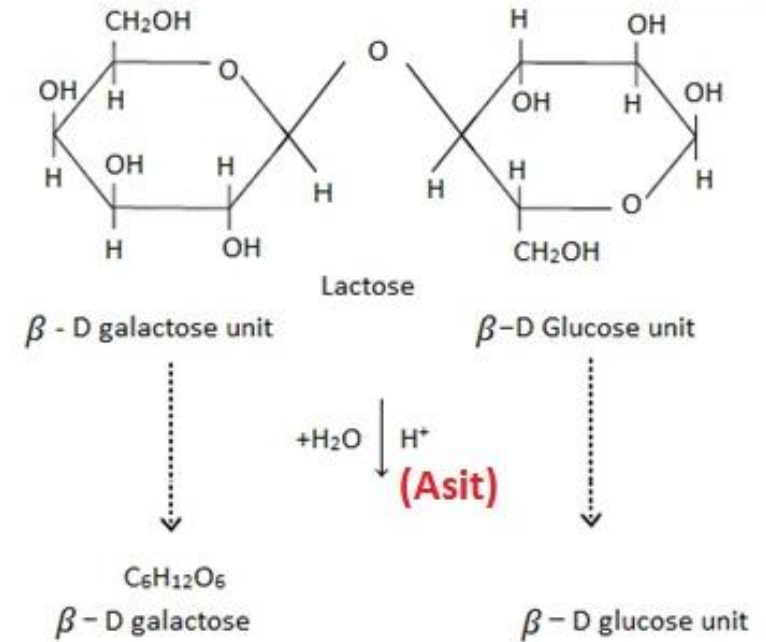
Mineral Asitler ile

Laktoz hidrolizinde asit kullanımı yalnızca süt veya peynir altı suyunun ultrafiltrasyon (UF) permeatı gibi protein içermeyen akışlar için uygulanabilir.

pH ayarlaması doğrudan asit eklenerek veya permeatın bir iyon değişim reçinesiyle işlenmesiyle yapılabilir. Laktozun asit hidrolizi, HCl, H₂SO₄, sitrik asit ve H₃PO₄ gibi asidik bileşiklerin etkisiyle β -(1 $\rightarrow$ 4)-glukozidik bağının parçalanmasını içerir.

Tipik olarak pH kısa bir süre için 1,2'ye ve sıcaklık 150°C'ye ayarlanır. Hidrolize edilen ürün kahverengidir ve kullanımdan önce nötrleştirme, demineralizasyon ve renk giderme gerektirir. Koşulların aşındırıcılığı bu süreçte önemli bir mühendislik tasarım zorluğudur. Bu nedenle ticari olarak önemli ölçüde benimsenmemiştir. İyon değişim reçinelerine dayalı çeşitli prosesler geliştirilmiş olup bunlar tipik olarak pH 1,2'de ve 90-98°C'de çalışmaktadır.

Nötralize edilmiş reaksiyon karışımının kahverengileşmesi en büyük sorundur ve işleme maliyetlerini artıran ve bertaraf sorunlarına yol açan karmaşık renk giderme adımlarına yol açar. Endüstriyel olarak bu işlem yalnızca saf laktoz çözeltileri için kullanılmıştır.



Katyon değiştiriciler ile

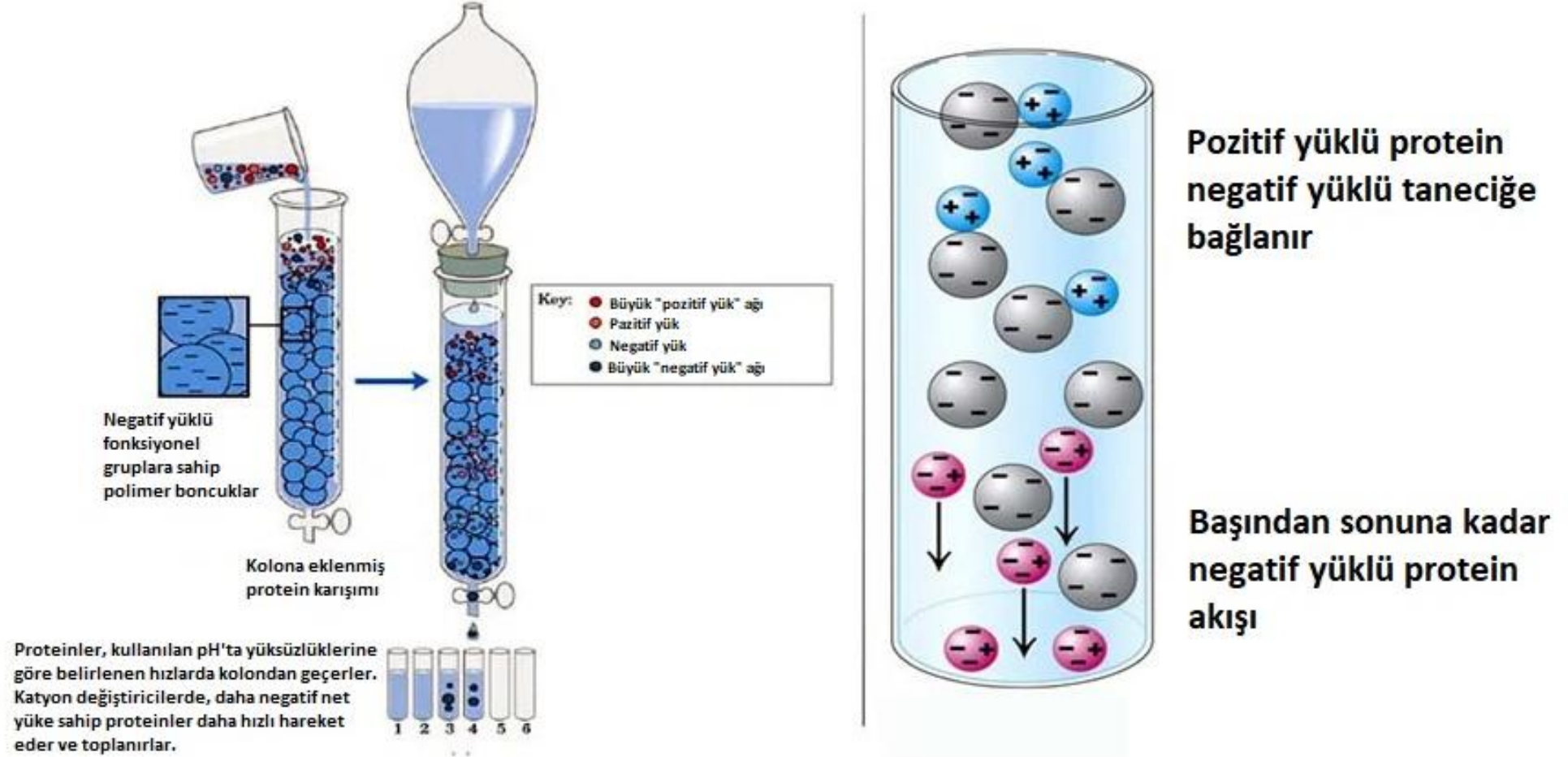
İyon değişimi*, çözeltideki farklı iyonların diğer iyonlarla değiştirildiği veya dönüştürüldüğü bir işlemi ifade eder. Bunu başarmak için bir iyon değişim ortamı veya reçine kullanılır. Yaygın bir sentetik katyon değişim reçinesi, stiren ve az miktarda divinilbenzenin polimerizasyonu ve ardından sülfonasyon ile elde edilir. Hidrojen iyonu (H^+), bu reçinenin değiştirilebilir katyonudur. Bu reçineyi Na^+ iyonlarıyla işlediğimizde, H^+ iyonları sodyum iyonlarıyla yer değiştirecektir. Katyon değişiminde genellikle yüksek değerlikli katyon, güçlü bir şekilde tutulur ancak tek değerlikli iyonlar kolayca uzaklaştırılır.



İyon değişimde kullanılabilen reçine boncukları

**İyon değişimi, çözünmeyen bir katıda bulunan bir iyon türünün, katıyı çevreleyen bir çözeltide bulunan benzer yüke sahip başka bir iyonla tersinir bir şekilde yer değiştirmesidir. https://en.wikipedia.org/wiki/Ion_exchange*

Örnek bir iyon değişim kromatografisinin çalışma şekli





Tam İyon Değişim Sistemi

Enzimlerle laktozun hidrolizasyonu

Laktozun glikoz ve galaktoza hidrolizi, hayvanlarda, bitkilerde ve mikroorganizmalarda bulunan β -galaktozidazlar* adı verilen enzimler tarafından katalize edilir. Ancak endüstride, laktoz hidrolizi için yalnızca mikrobiyal kaynaklardan gelen enzimler kullanılır.

** β -Galaktosidaz (EC 3.2.1.23, beta-gal veya β -gal; sistematik adı β -D-galaktozid galaktohidrolaz), β -D-galaktozidlerdeki terminal indirgeyici olmayan β -D-galaktoz kalıntılarının hidrolizini katalize eden bir glikozid hidrolaz enzimidir. (Bu enzim sadece laktoz değil, birçok β -Galaktoz üzerinde etkilidir. Bazen genel olarak laktaz olarak da adlandırılır ancak bu isim genellikle laktozu özel olarak parçalayan memeli sindirim enzimleri için ayrılmıştır.)*



Penicillium sp. kaynaklı β -galaktosidaz enzimi

<https://en.wikipedia.org/wiki/%CE%92-Galactosidase>

Yapılan bir çalışmada;
Laktozun ilk tarama deneylerinde enzimatik hidrolizasyonu gerçekleştirmek için %1 β -galaktozidaz kullanılarak gerçekleştirilmiş ve hidroliz verimliliği hidroliz süresi 24 saat sonra %85 değerlerine ulaşarak kademeli olarak artmıştır aynı hidroliz verimliliği, %2 enzimle hidrolizin ilk 6 saati içinde %95 değerlerine ulaştığı ve sonrasında hidroliz %98 değerlerine ulaşarak hafifçe arttığı tespit edilmiştir.

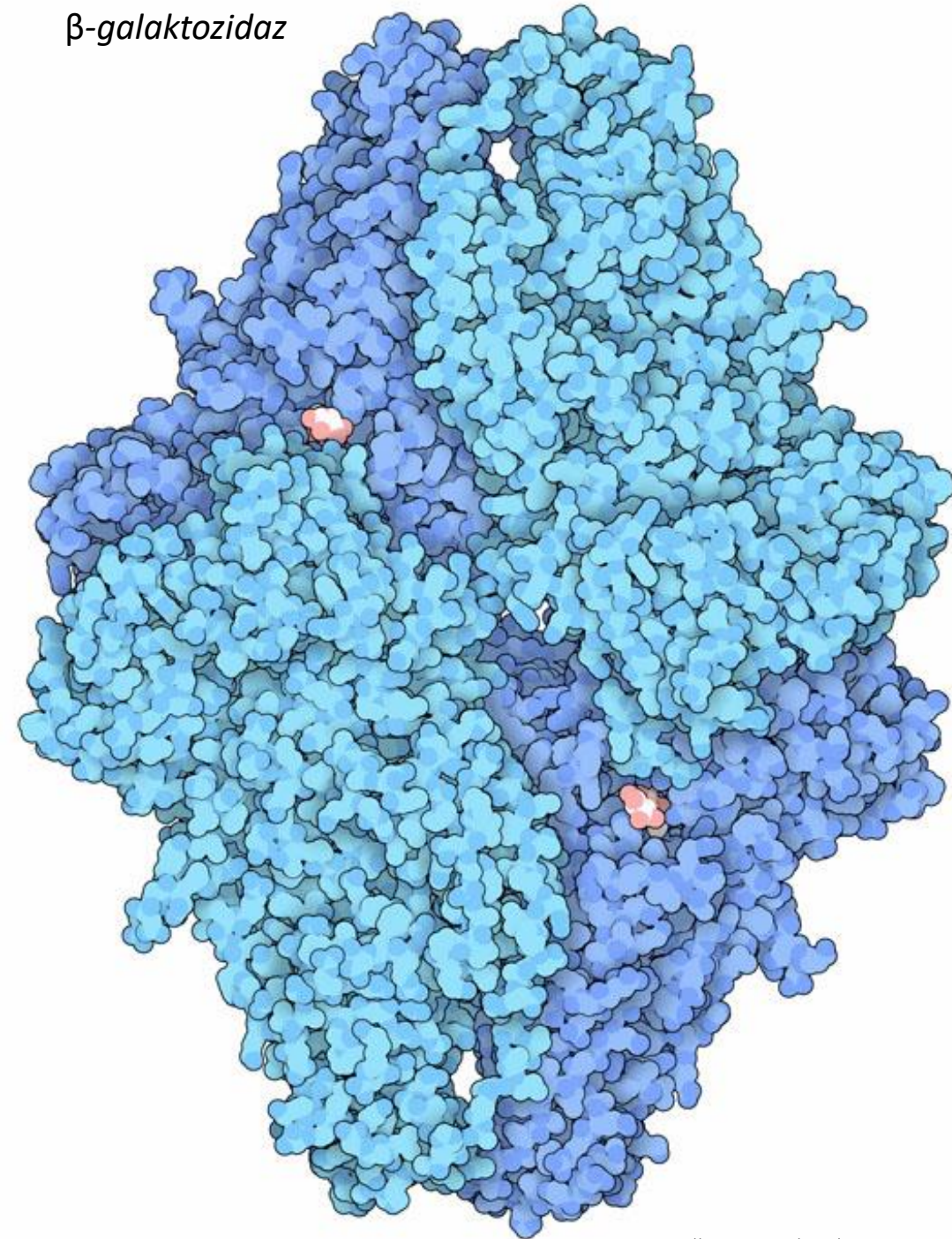
β -galaktozidaz

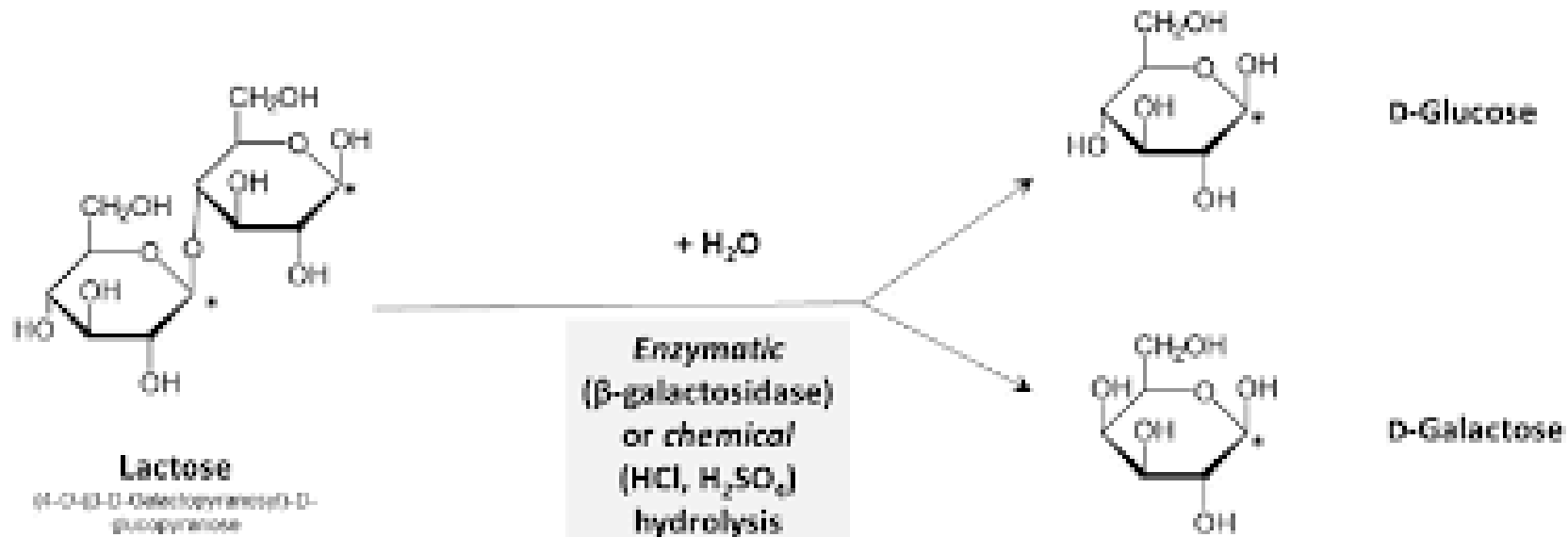
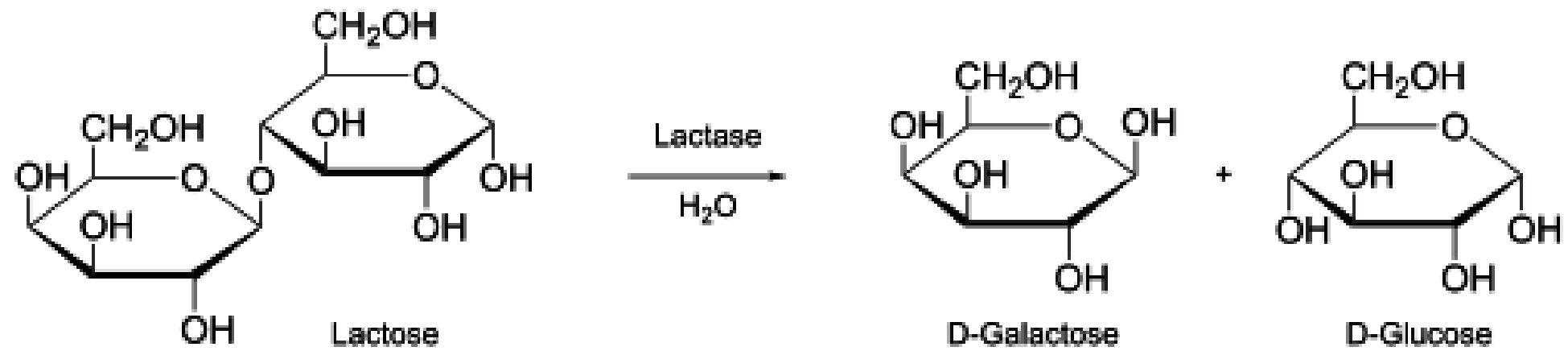


Enzim konsantrasyonunun %4 ve %6'sında, hidroliz verimliliği zamandan bağımsız olarak %98'den fazla olduğu görülmüştür. Enzimin %4'ten yüksek konsantrasyonları ve 3 saatten uzun hidroliz süresi hidroliz verimliliğini önemli ölçüde arttırmadığı tespit edilmiştir.

Aynı çalışmada ikinci tarama deneyleri seti olarak sabit bir enzim konsantrasyonunda (%4) laktoz konsantrasyonunun hidroliz verimliliği üzerindeki etkisini değerlendirmek için oluşturulmuş ve laktoz konsantrasyonunun azalmasıyla hidroliz verimliliğinin zamanla arttığı, %25 ve %45 konsantrasyon seviyelerinde, en az %95 verimliliğe ulaşmak için 2 ve 3 saatlik hidroliz gerektiği görülmüş.

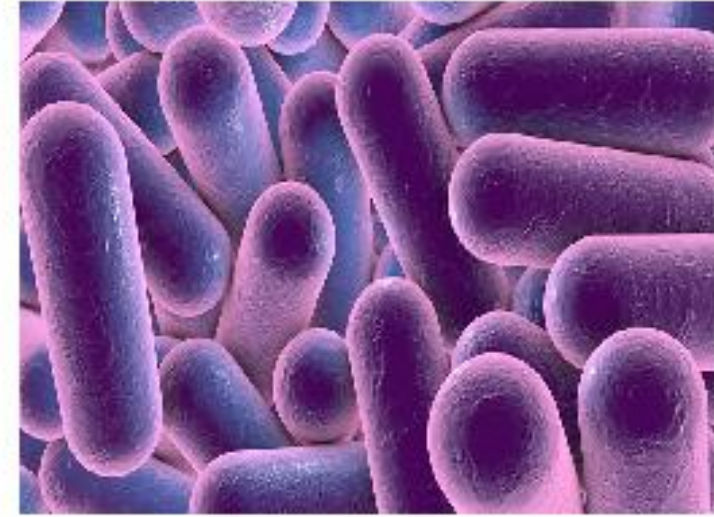
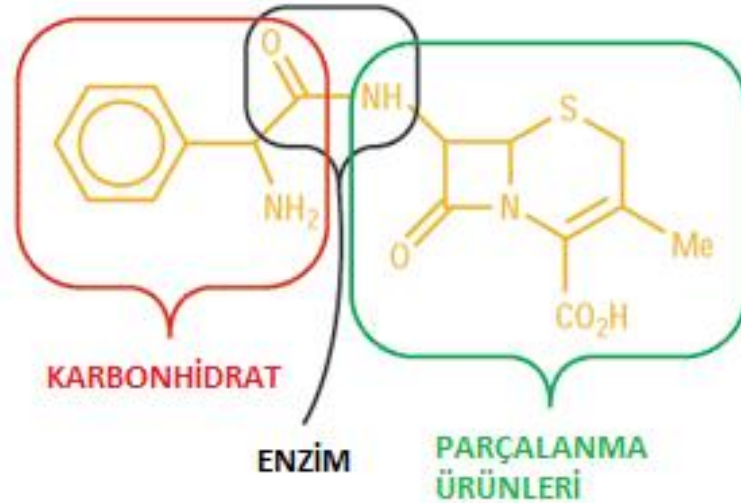
Aksine, %5 ve %15 laktoz konsantrasyon seviyelerinde %95 oranında hidrolizasyon seviyesine ulaşmak için sadece 1 saat gerektiği ortaya konmuş.





Laktozun fermentasyonu

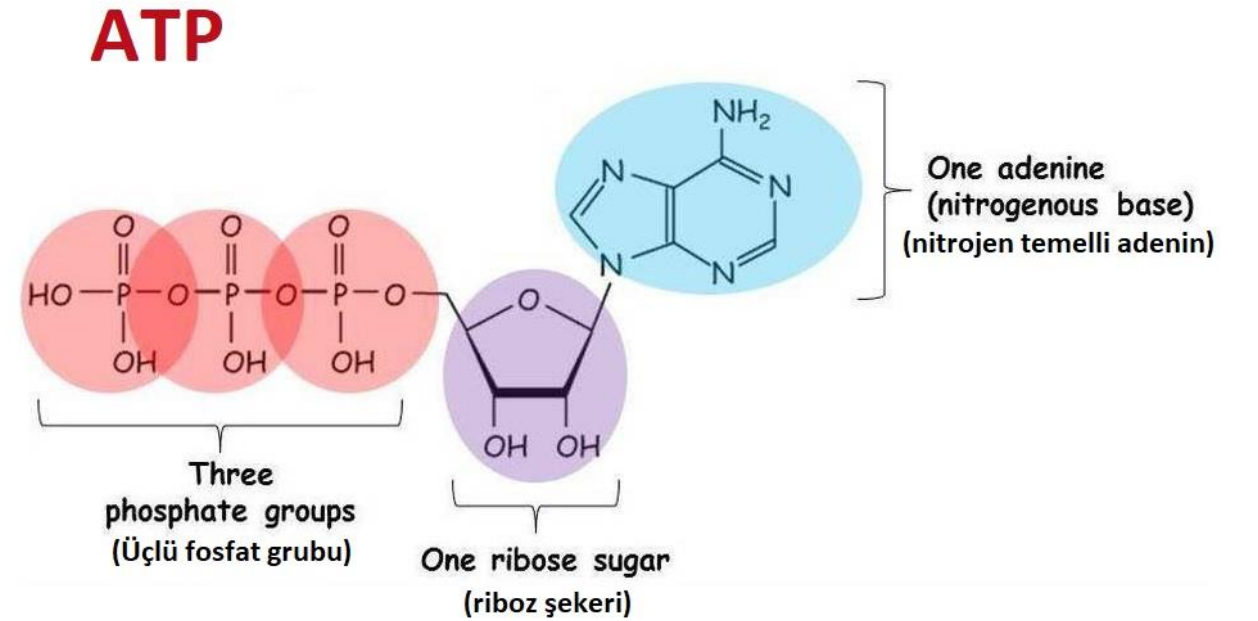
Fermantasyonun tanımı: Karbonhidratların, anaerobik koşullarda çeşitli mikroorganizmalar tarafından küçük moleküllü komponentlere parçalanmasıdır.



Bir diğer fermantasyon tanımı;

Fermantasyon, organizmaların nişastayı veya şekeri alkole veya bir aside dönüştürerek enerjiyi anaerobik olarak serbest bıraktığı enzim katalizli, metabolik bir işlemdir. Fermantasyon bilimine "zimoloji" denir.

Fermantasyon anaerobik bir biyokimyasal işlemdir. Fermantasyonda ilk işlem, net 2 ATP molekülünün sentezlendiği glikoliz yoluyla pirüvik asit oluşumu olan hücresel solunumla aynıdır. Bir sonraki adımda pirüvat, laktik asit, etanol veya diğer ürünlere indirgenir. Burada glikoliz sürecinde tekrar kullanılan NAD^+ oluşur.



Homo fermantasyon: sadece bir tür ürün oluşumu

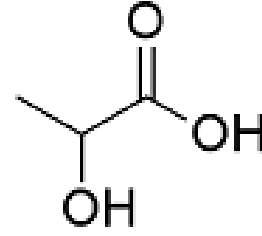
Hetero fermantasyon: birden fazla ürün oluşumu

Adenozin trifosfat (ATP), hücresel düzeyde kullanım ve depolama için enerji kaynağıdır. ATP'nin yapısı, bir azotlu baz (adenin), bir riboz şekeri ve üç seri bağlı fosfat grubundan oluşan bir nükleozit trifosfattır.

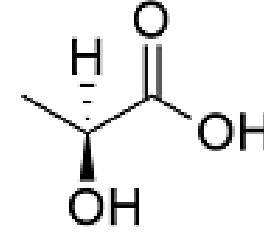
NAD veya “Nikotinamid Adenin Dinükleotit”; vücudumuzdaki hücrelerin enerjiyi üretmesine yardımcı olan ve doğal olarak oluşan bir niasin enzimidir. http://www.serdardag.com.tr/nad-tedavisi_nad-tedavisi-nedir_nad_uygulamasi/

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

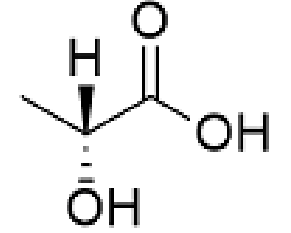
- Laktik asit fermantasyonu
- Bütirik asit asidi fermantasyonu
- Propiyonik asit fermantasyonu
- Alkol fermantasyonu ve
- Asetik asit fermantasyonudur.



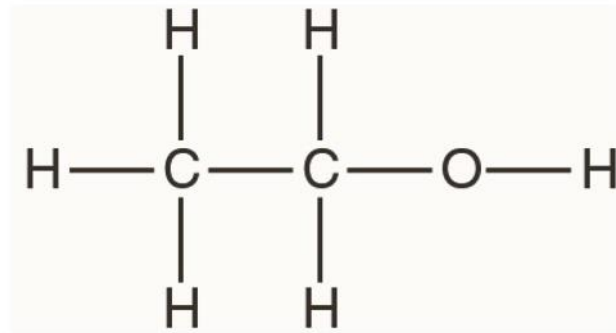
Lactic acid



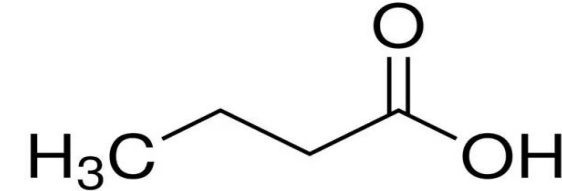
L-(+)-Lactic acid



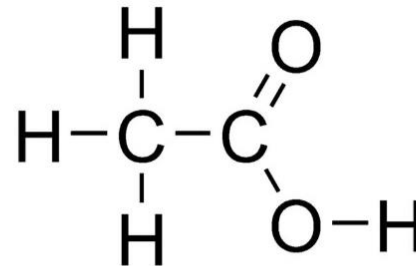
D-(-)-Lactic acid



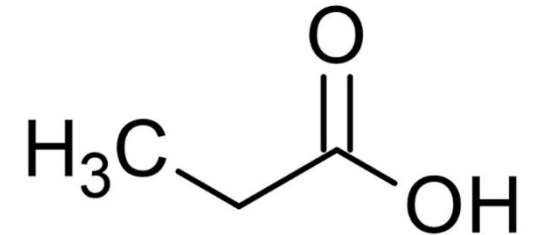
Etil alkol



Bütirik asit



Asetik asit



Propiyonik asit

LAKTİK ASİT FERMENTASYONU

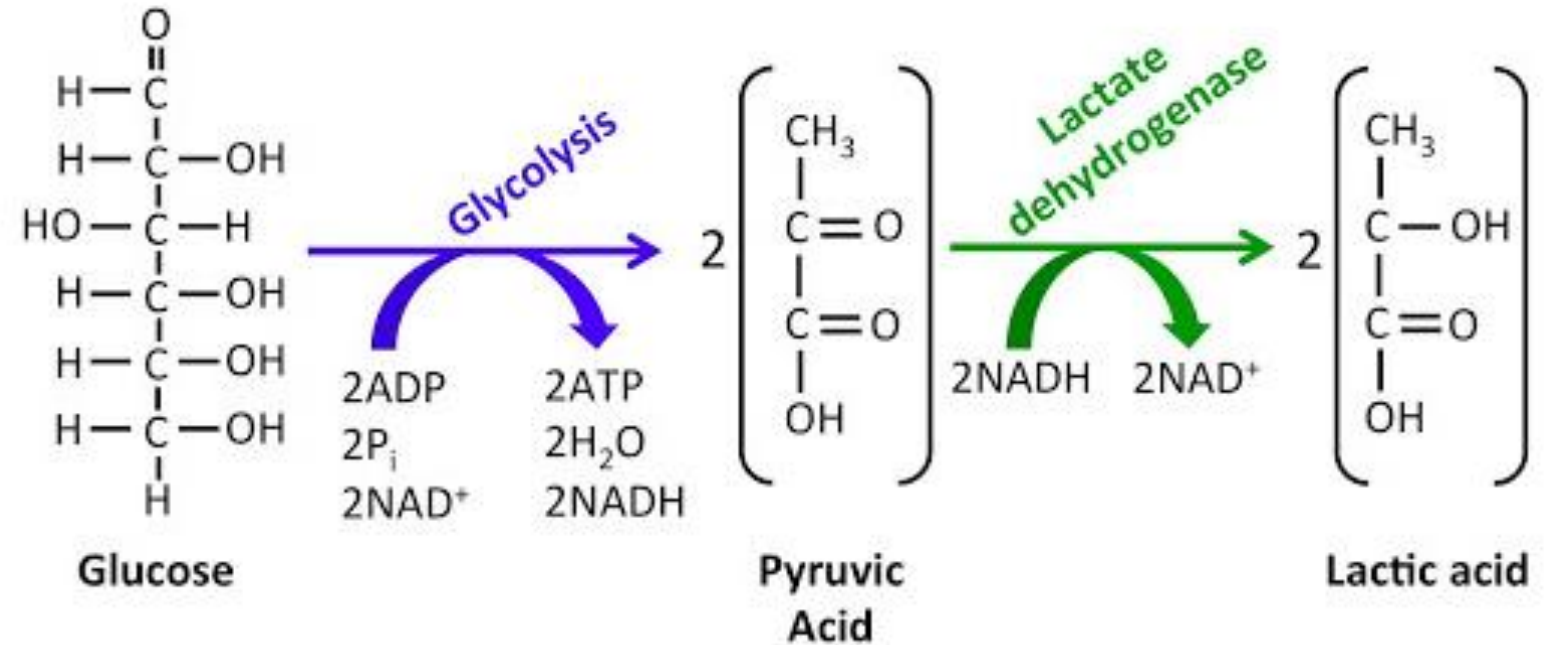
Laktik asit bakterileri, enerji ihtiyaçlarını sadece sütün tek karbonhidratı olan laktozun Fermentasyonu ile karşılarlar.

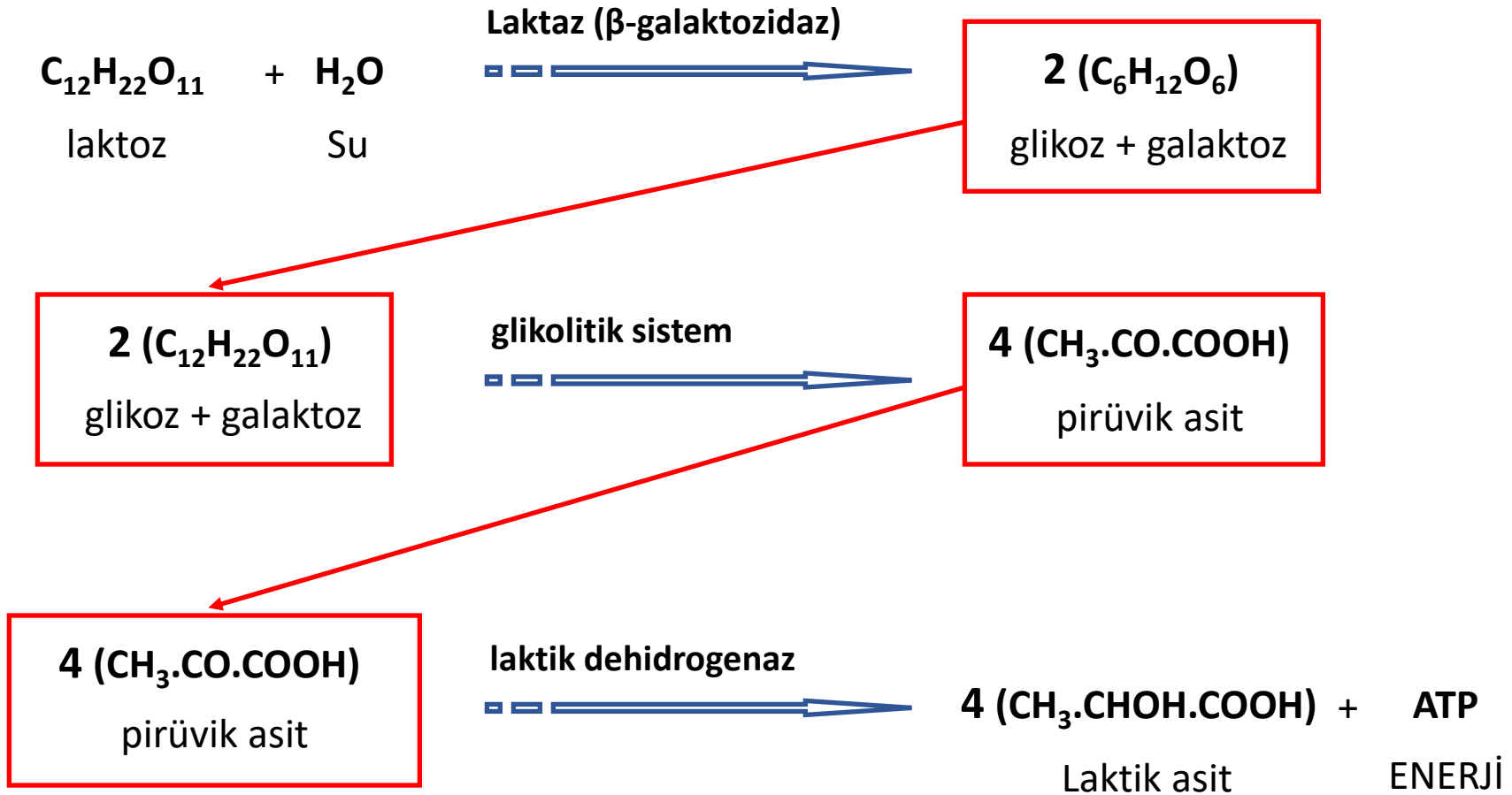
Bilindiği kadarı ile laktoz hiçbir mikroorganizma tarafından doğrudan kullanılamaz.

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.

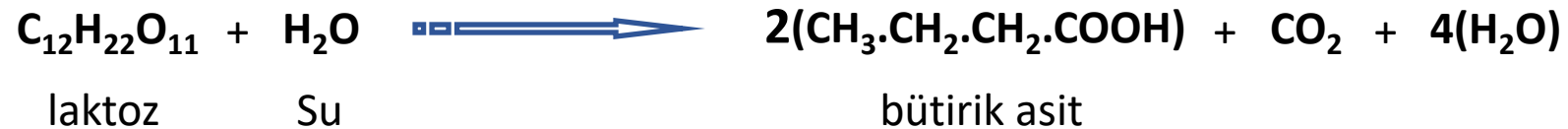




BÜTİRİK ASİT FERMENTASYONU

Süte topraktan, silajdan, pis süt kaplarından bulaşan ve bütirik asidi bakterileri olarak bilinen *Clostridium* türü bakteriler Bütirik asit fermentasyonunu meydana getirirler.

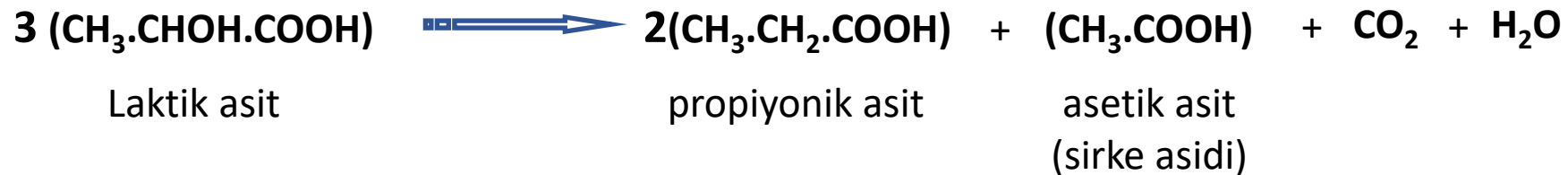
Laktoz, özellikle anaerop ortamda tereyağı asidi fermentasyonuna uğrayıp aşağıda gösterildiği gibi tereyağı asidi, karbondioksit ve hidrojene parçalanır.



PROPİYONİK ASİT FERMENTASYONU

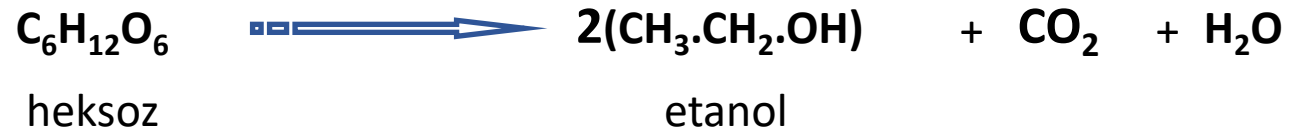
Genellikle duyusal ve yapısal kusurlara neden olduğu için, süt teknolojisinde arzulanan bir fermantasyon olup, Tepkime laktik asit Fermentasyonu sonucu meydana gelen laktik asidin Propiyonik asit, asetik asit, karbondioksit ve suya parçalanması şeklinde gelişir.

Fermentasyon, Propiyonik asit bakterileri tarafından yapılır.



ALKOL FERMENTASYONU

Uygun koşullar altında alkol fermantasyonu yapabilen organizmalar önce laktozu monosakkaritlere ve daha sonra da aşağıda belirtildiği gibi, bir molekül heksozdan iki molekül etil alkol ve CO₂ meydana gelir. Karbondioksit yoğurdun ferahlatıcı tadının oluşmasında ve asetaldehit de yoğurdun aromasının oluşmasında rol oynar .



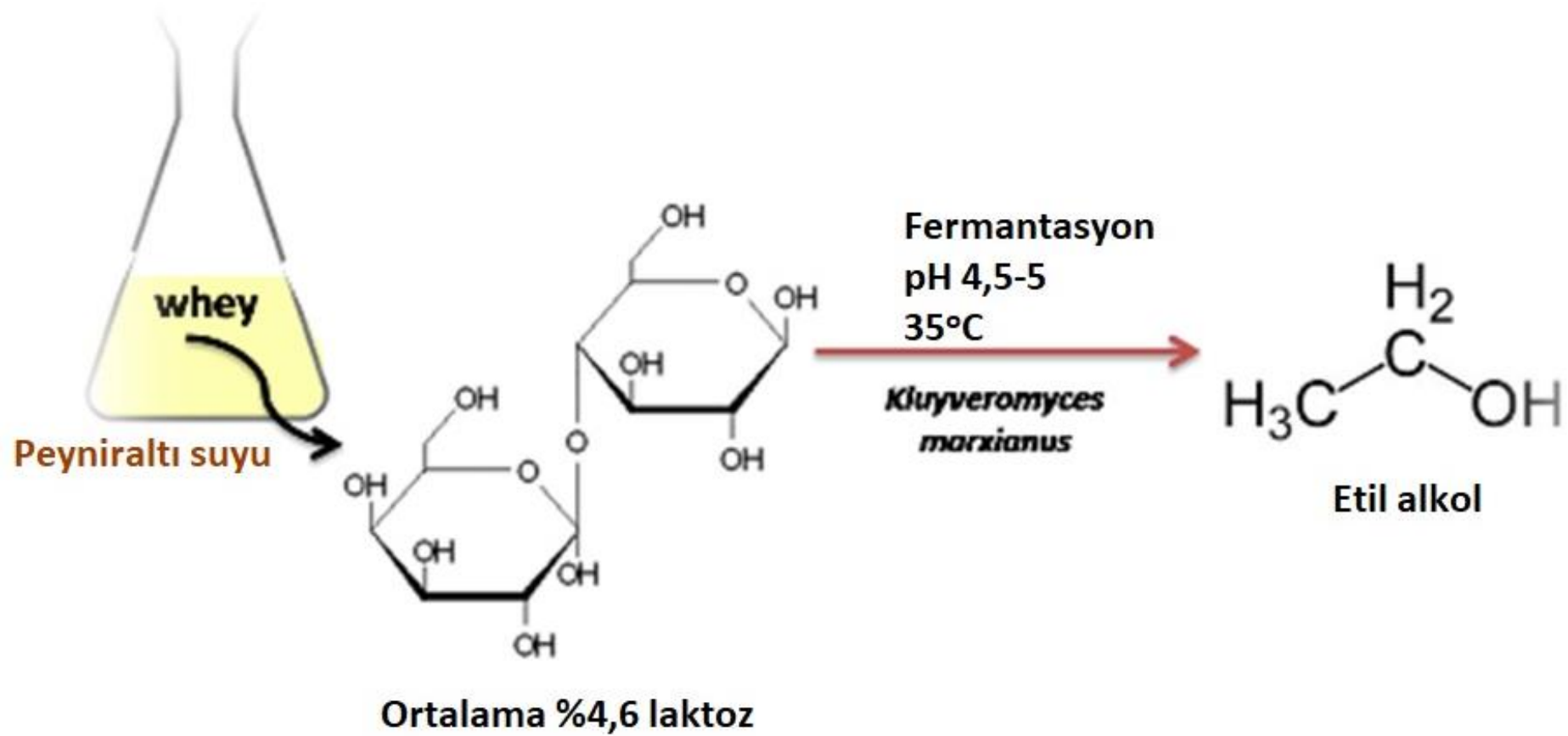
Temiz olmayan koşullarda üretim sırasında alkol fermentasyonu spontane olarak meydana gelir. Bu parçalanma ürünleri süt ve mamullerinde yoğun olarak yavan bir aromaya neden olur. Ancak kontrollü koşullarda kefir ve kımız gibi fermente süt mamullerinde alkol fermentasyonu arzullanır.

Kefir



Kımız



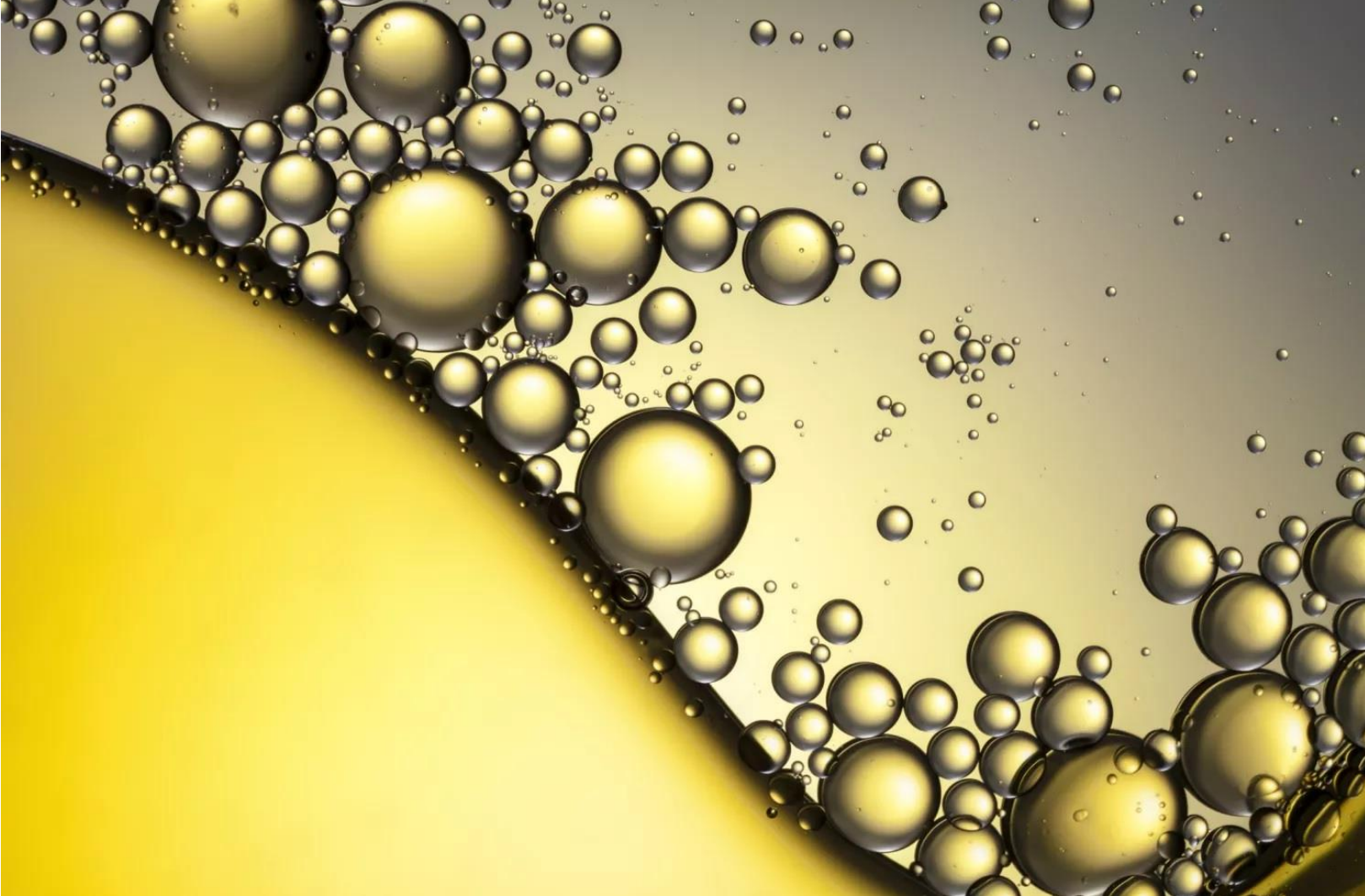


ASETİK ASİT FERMENTASYONU

İki aşamalı bir fermantasyon süreciyle üretilir. İlk adım, mayalar tarafından şekerin (*Örn. peyniraltı suyundaki laktoz*) alkole ve karbondioksite dönüştürülmesini içeren alkollü fermantasyondur. İkinci adım, asetik asit bakterilerinin alkolü fermente ederek asetik asit ve su ürettiği asetik asit fermantasyonudur. İşlem sırasında, bakteriler oksijen tüketir ve sirkenin sıklıkla köpüren ve gazlı olmasına neden olan karbondioksit üretir.



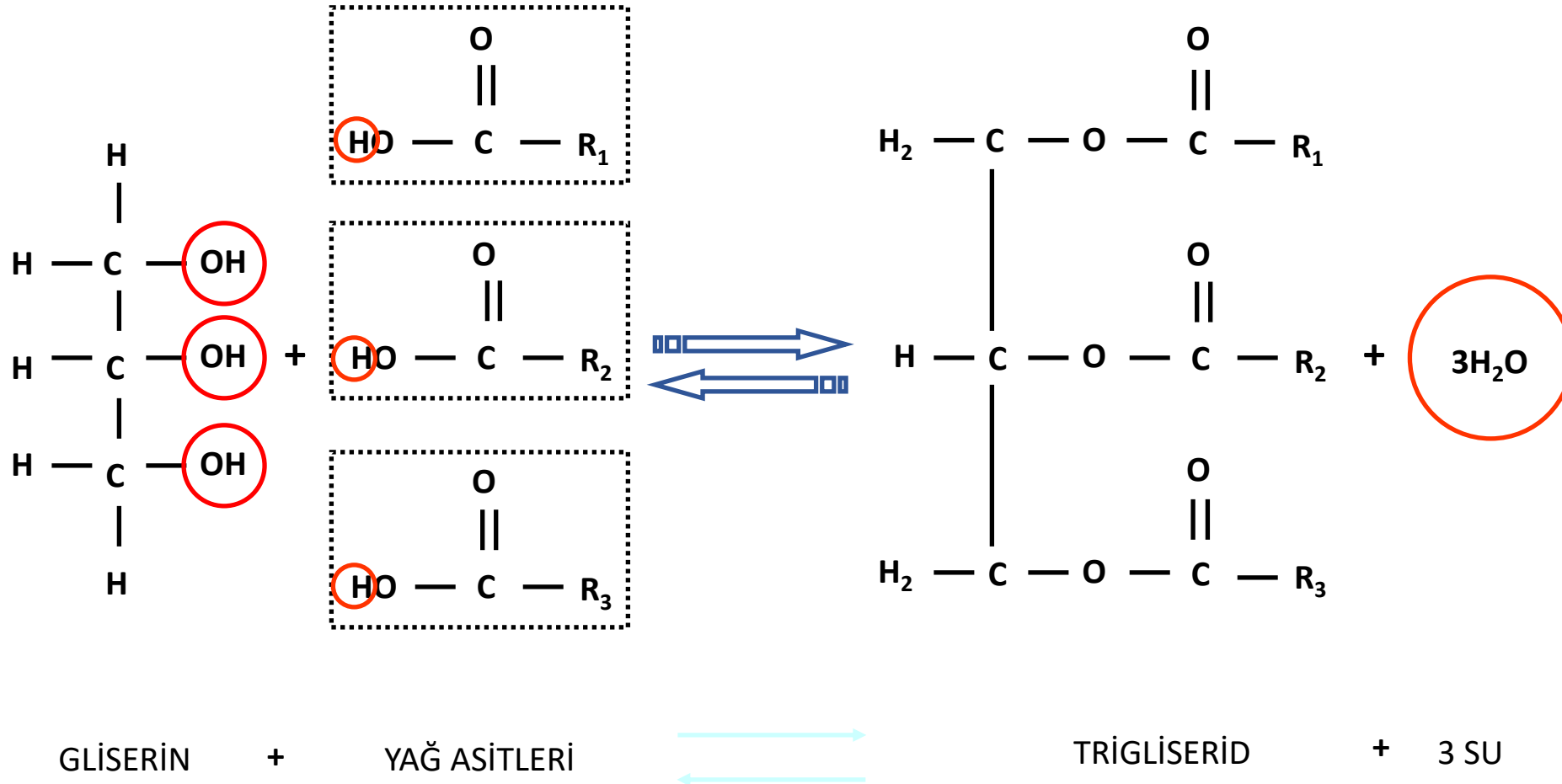
YAĞLAR



Yağlar, yağ asidi ve gliserolün esterleri olan *bir tür basit lipittir*.

Yağlar bir lipid türü olmakla beraber temelde kimyasal yapısı; üç değerlikli bir alkol olan Gliserin ($C_3H_5(OH)_3$) ile yağ asitlerinin ($R-COOH$) esterleşmesinden meydana gelmektedir. Bu esterleşme sonucunda trigliseridler oluşur.

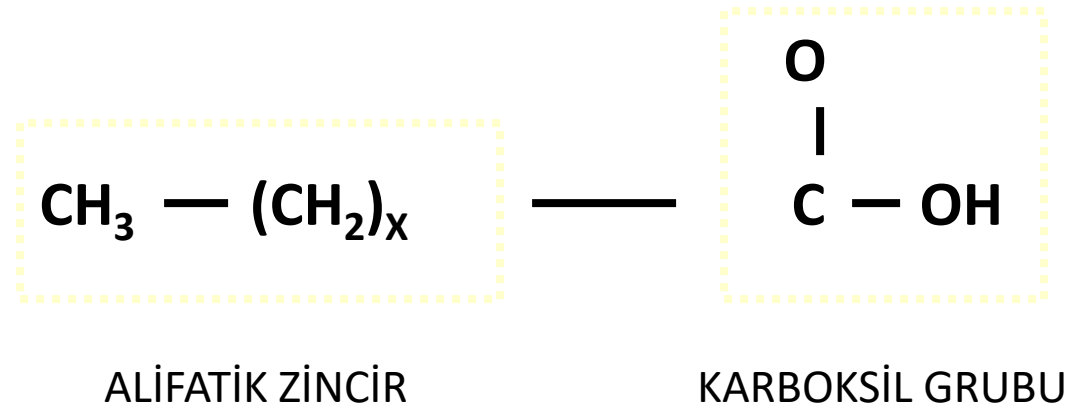
Bir trigliserid molekülünün yaklaşık %94-96'sını yağ asitleri oluşturmaktadır.



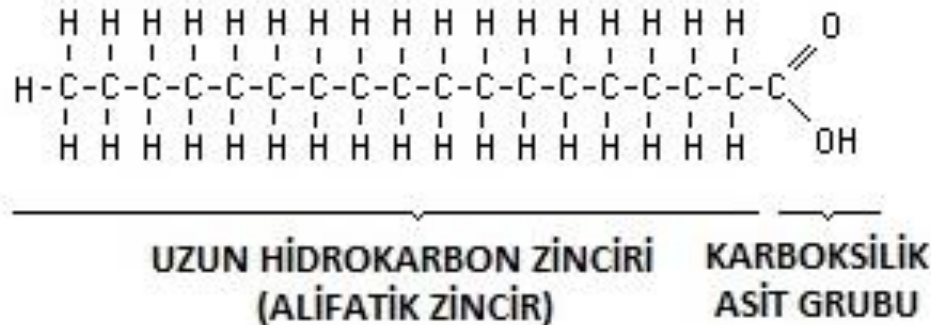
Ester: Kimyada esterler, bir hidroksil (OH) grubundaki hidrojen atomunun bir organik grup ile yer değiştirmiş olduğu organik bileşiklerdir.

Trigliseridlerin moleküllerinde reaktif grupların ağırlıklı olarak yağ asidi radikallerinden oluşması sebebiyle yağların fiziksel ve kimyasal özelliklerini büyük ölçüde yağ asitleri etkilemektedir (Örn. zeytin yağı ile tereyağı gibi).

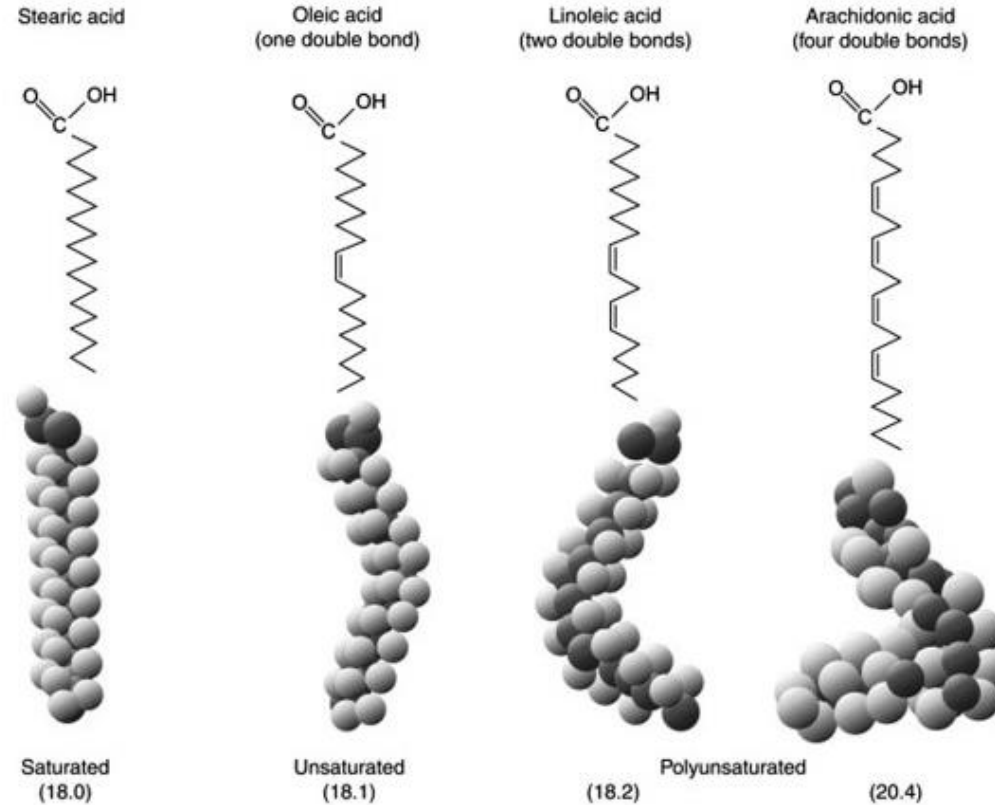
Yağ asidi molekülü bir alkil (R-) ve bir karboksil (-COOH) grubundan oluşmuştur.



Bir yağ asidinin temel özellikleri



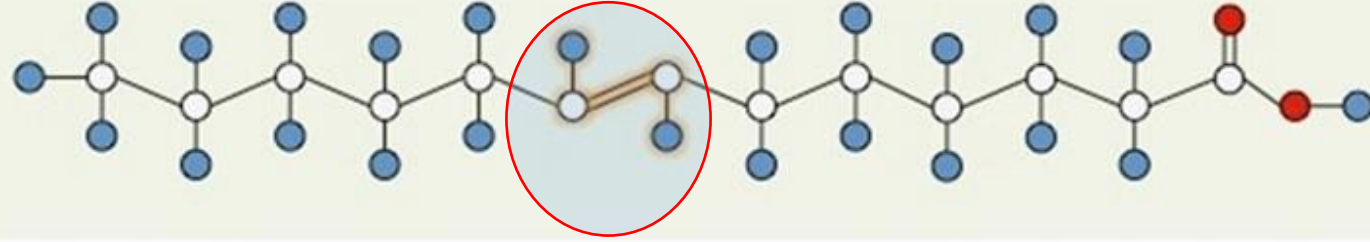
Yağ asitleri, zincir uzunlukları 2 ile 26 (ve bazen daha fazla) arasında olan monokarbonik asitlerdir. Bitkilerdeki ve hayvanlardaki yağ asitlerinin çoğu çift karbon sayısına sahiptir ve dallanma göstermez. Çoğunlukla cis konfigürasyonunda bir veya daha fazla çift bağ oluşabilir. Gıdalarda genellikle 40'tan fazla farklı yağ asidi bulunur.



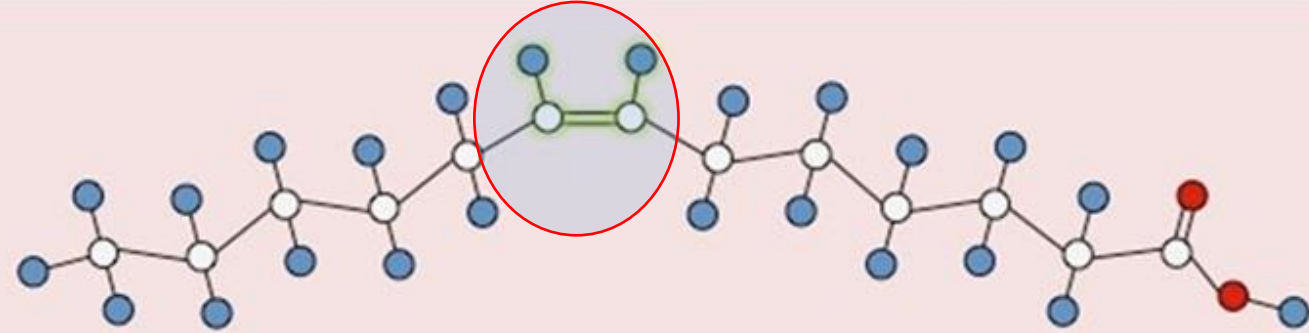
Doymuş yağ asidi
(çift bağ içermez)



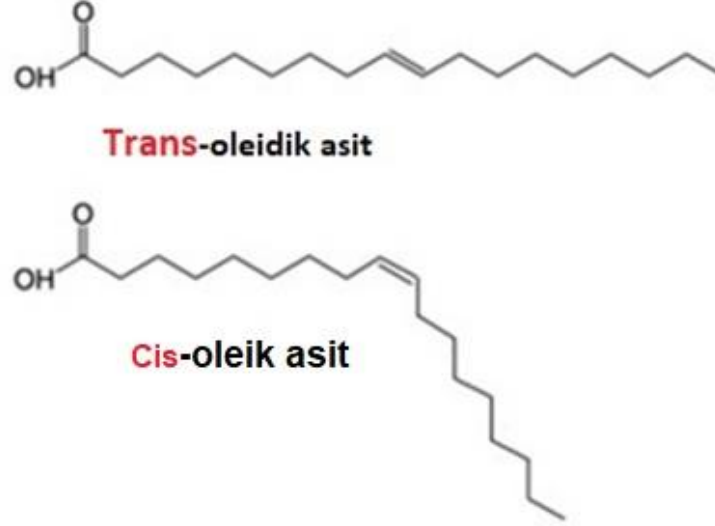
Doymamış-*trans*
(H atomları ters
konumlanmış)



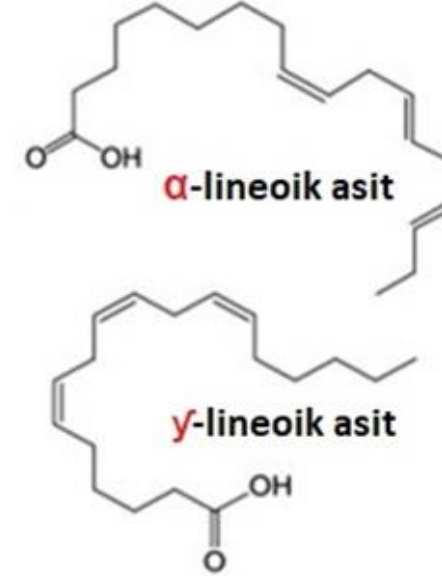
Doymamış-*cis*
(H atomları aynı yönde)
Bükülmüş yapı



Geometrik izomerler



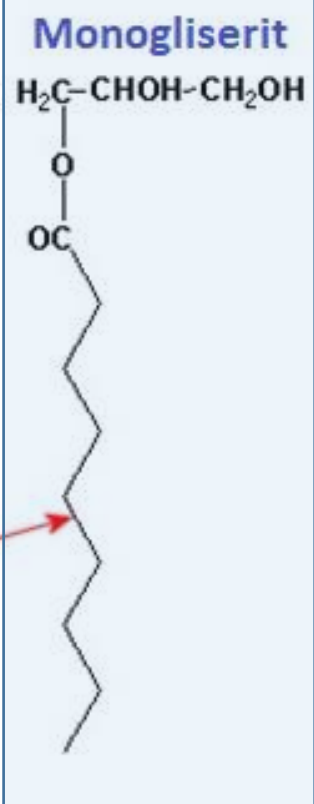
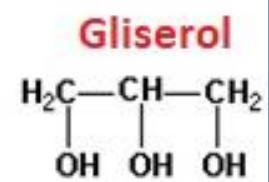
Pozisyonel izomerler



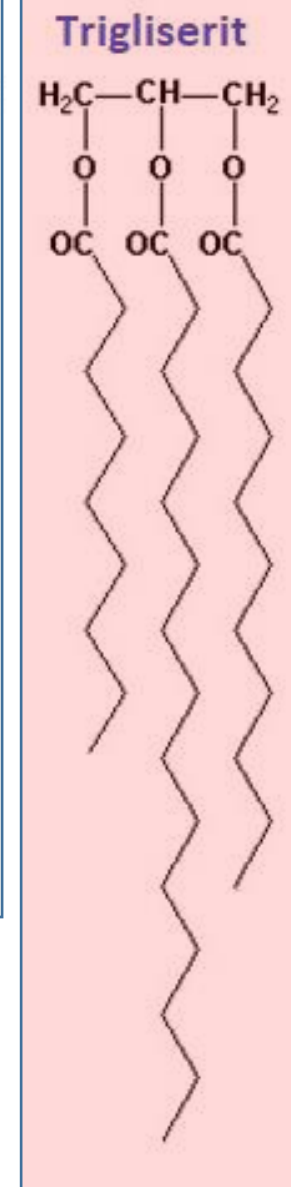
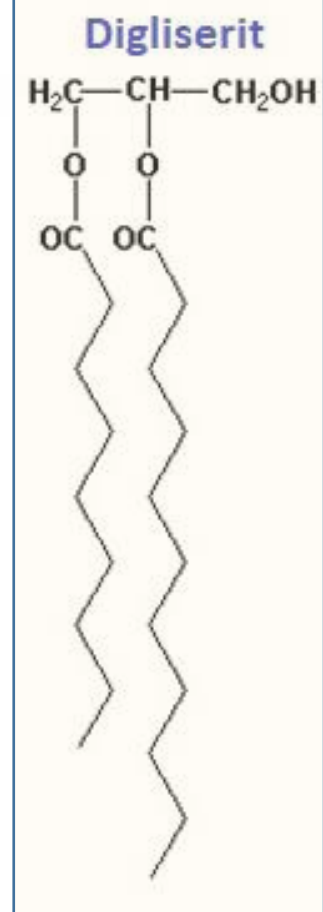
<https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/fatty-acids>

İzomer aynı kimyasal bileşime sahip olup, atomları arasındaki bağlantı yapıları farklı olan moleküllerdir.

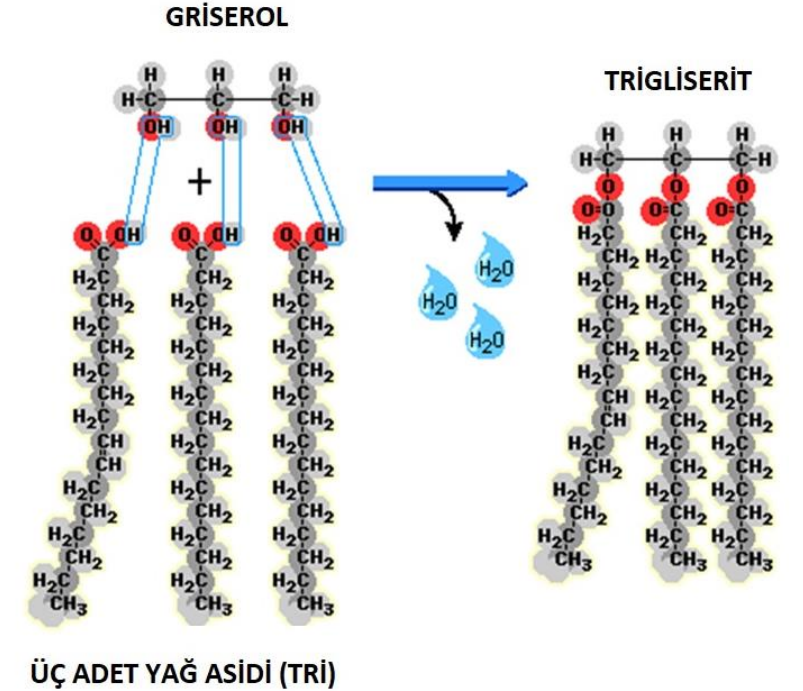
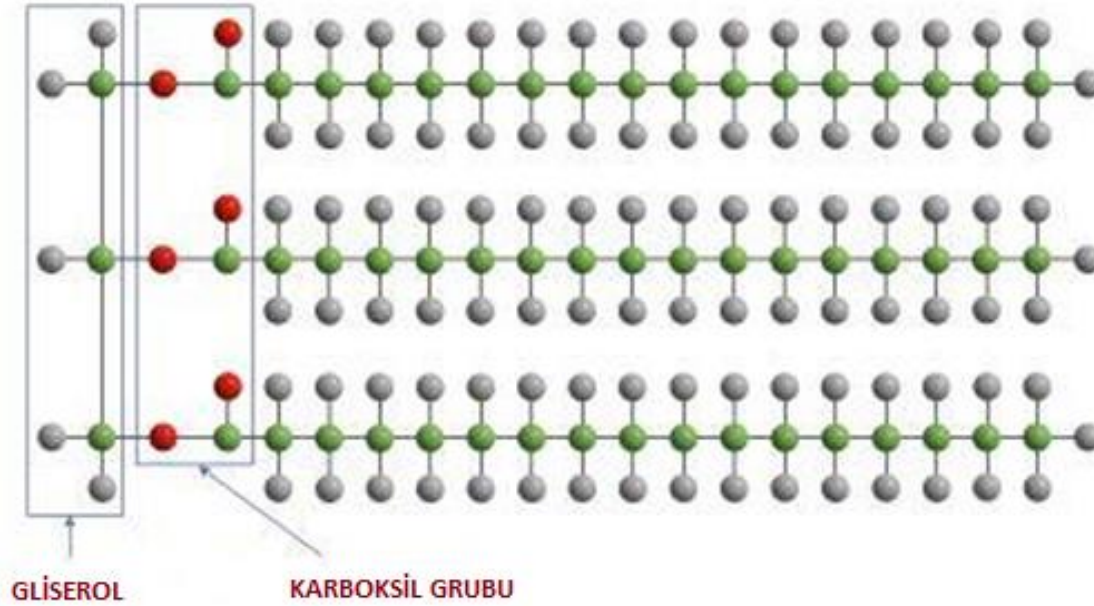
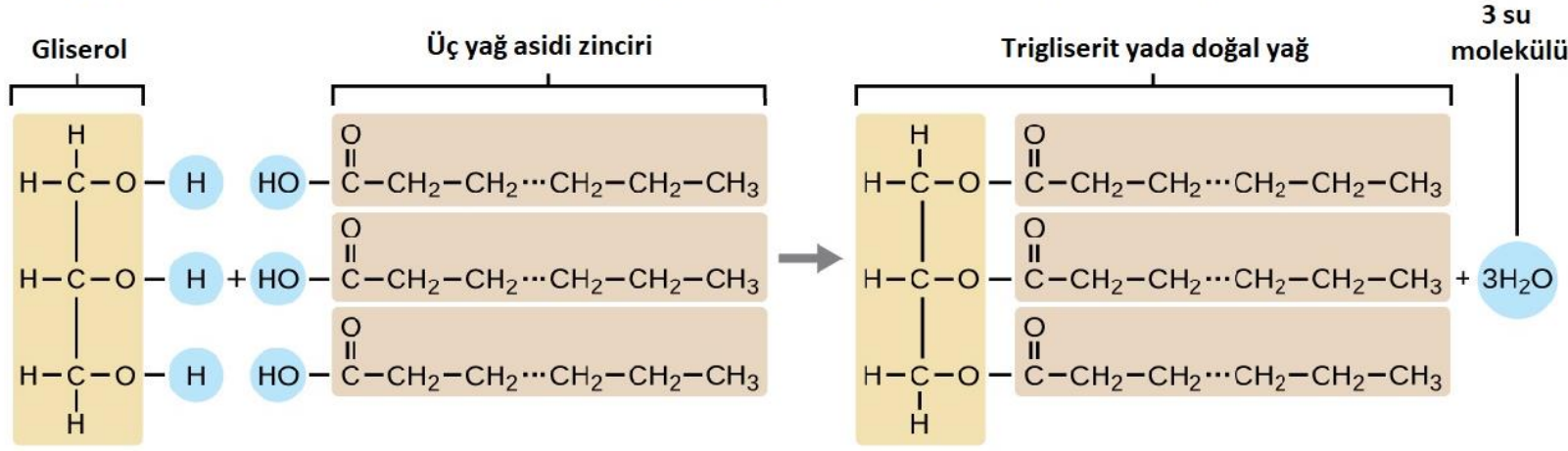
Organik kimyada stereoizomerin dalı olan cis-trans izomer, geometrik izomer, yapısal izomer ya da E-Z izomer gibi isimlerle ifade edilen durum, bir moleküldeki fonksiyonel grupların oryantasyonunu (yönelimini) tanımlar. Genelde, çift bağ içeren izomerler dönemezler. Cis ve trans izomerler hem inorganik koordinasyon komplekslerinde hem organik moleküllerde meydana gelir.



Yağ asidi →



Üç yağ asidi zincirinin dehidratasyon sentezi yoluyla gliserole bağlanıp trigliserit oluşumu



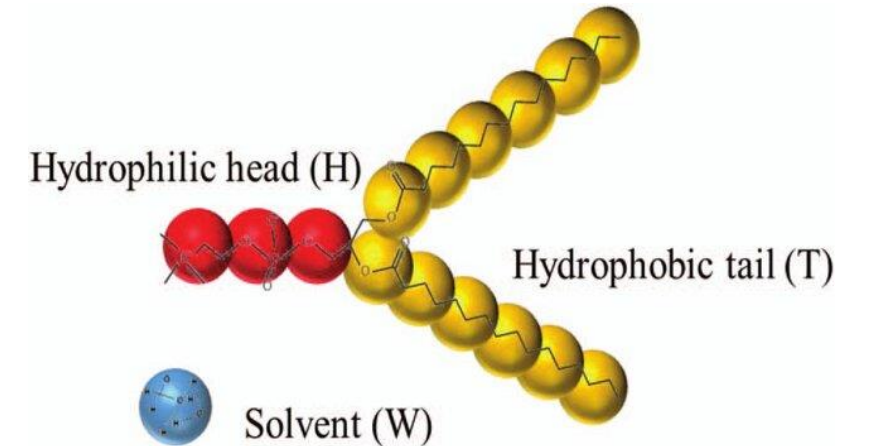
Lipitler ise organizmaların vücudunda bulunan daha geniş bir biyomolekül grubudur. Yağlar, sağlıklı bir vücut için gerekli olan bir lipit türüdür. Lipitler organik çözücülerde çözünür ancak suda çözünmez. Yağlar, suda çözünmeyen ve alkol gibi maddelerde az çözünen maddelerdir.

Lipitler ve Yağlar Arasındaki Farklar

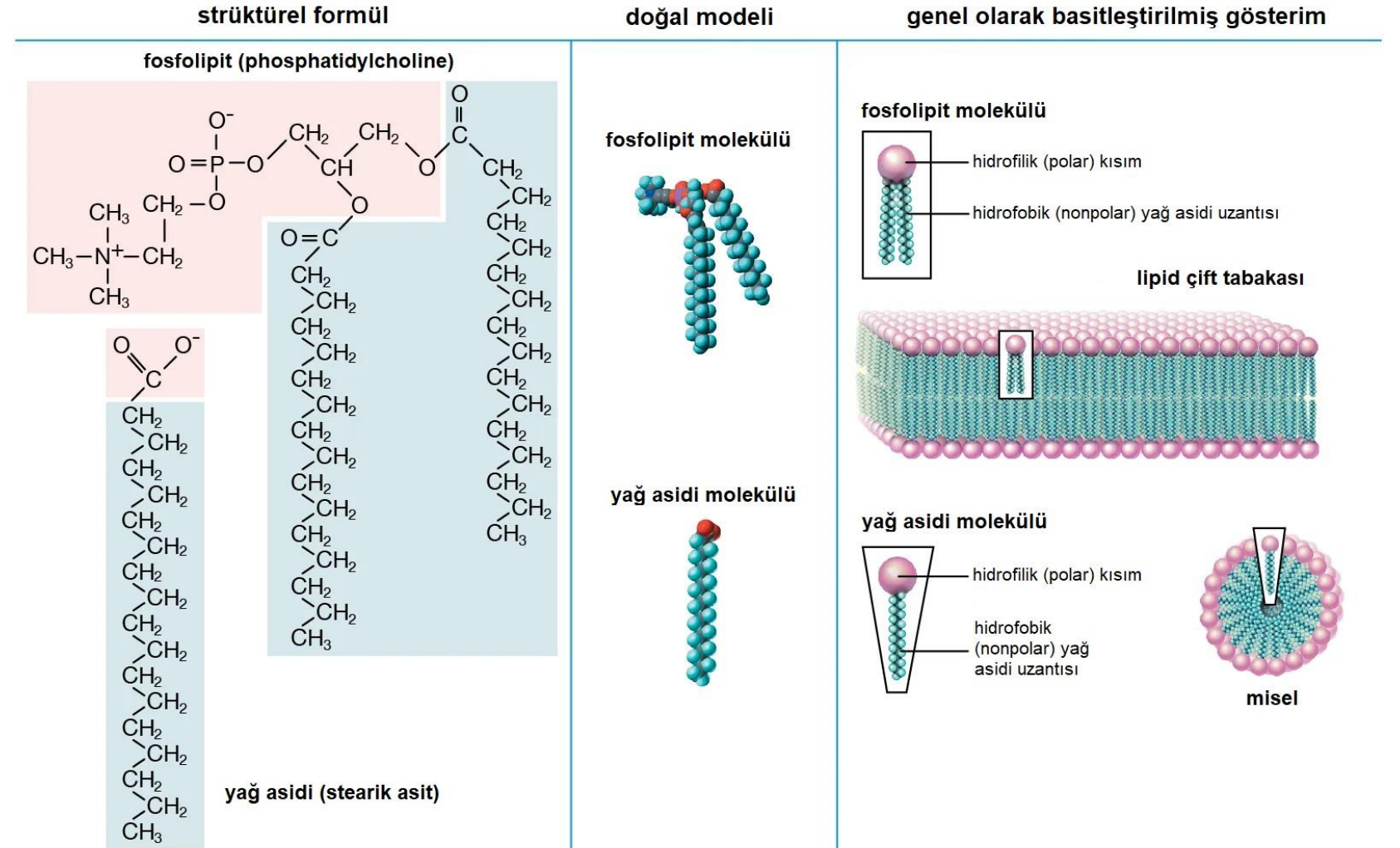
Lipitler	Yağlar
Lipitler organizmaların vücudunda bulunan daha geniş bir biyomolekül grubudur.	Yağlar sağlıklı bir vücut için gerekli olan lipit türüdür.
Lipitler organik çözücülerde çözünürler ama suda çözünmezler.	Yağlar suda çözünmeyen, alkol gibi maddeler ise az çözünen yağlı maddelerdir.
Lipitler katı veya sıvı olabilir.	Yağlar sadece katıdır.
Lipitler canlı hücrelerin yapı ve işlevlerinin çerçevesini oluşturan organik bileşiklerdir.	Yağlar vücudun enerji depolarıdır.
Lipitler basit veya karmaşıktır ve steroidler, trigliseridler ve fosfolipitler olmak üzere gruplara ayrılırlar.	Doymuş ve doymamış yağlar olmak üzere iki gruba ayrılır.

Bir başka tanımda ise lipitler, yağlardan ve yağlardan oluşan bir organik bileşikler ailesidir. Bu moleküller yüksek enerji verir ve insan vücudundaki farklı işlevlerden sorumludur. Aşağıda Lipitlerin bazı önemli özellikleri listelenmiştir.

1. Lipitler, vücudun yağ dokusunda depolanan yağlı veya katı polar olmayan moleküllerdir.
2. Lipitler, esas olarak hidrokarbon zincirlerinden oluşan heterojen bir bileşik grubudur.
3. Lipitler, çeşitli yaşam süreçleri için enerji sağlayan, enerji açısından zengin organik moleküllerdir.
4. Lipitler, polar olmayan çözücülerde çözünürlükleri, suda ise çözünmezlikleri ile karakterize edilen bir bileşik sınıfıdır.
5. Lipitler, hücre zarı olarak bilinen dış ortamdan hücreyi ayıran mekanik bir bariyer oluşturdıkları için biyolojik sistemlerde önemlidirler.



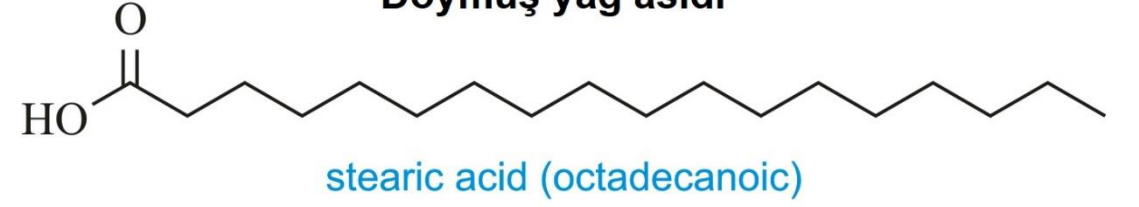
Lipitler esas olarak karbon ve hidrojenle oluşur, ancak oksijen, nitrojen, kükürt ve fosfor da içerebilirler. Organizmalar için besin sağlarlar, karbon ve enerji depolarlar, zarlarda yapısal roller oynarlar ve hormon, ilaç, koku ve pigment olarak işlev görürler.



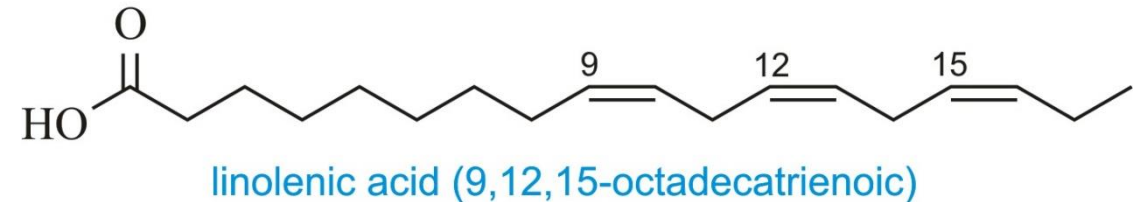
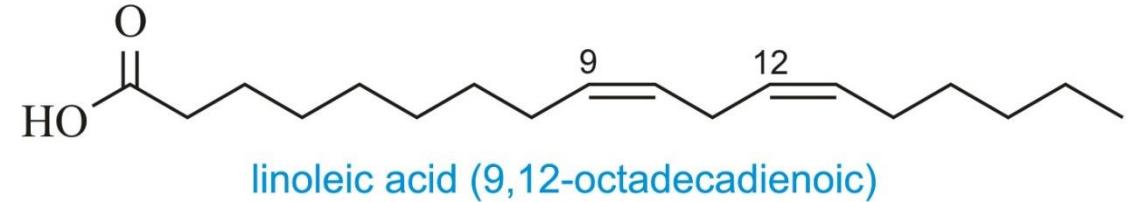
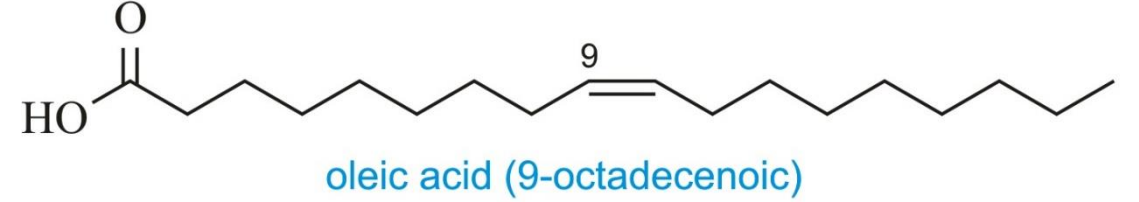
Sığır sütü yağı doğada bulunan en karmaşık yağlardan biridir ve rasyon, süt hayvanı cinsi ve mevsimler gibi faktörler nedeniyle hayvandan hayvana büyük ölçüde değişir. Süt yağı, hayvan yeminden, rumen içindeki mikrobiyal aktiviteden *(ve kan ve lenf yoluyla salgı hücrelerine taşınan)* veya salgı hücrelerinde sentezden kaynaklanan 400'den fazla farklı yağ asidi içerir.

Yağ asidi  rnekleri

Doymuş yağ asidi



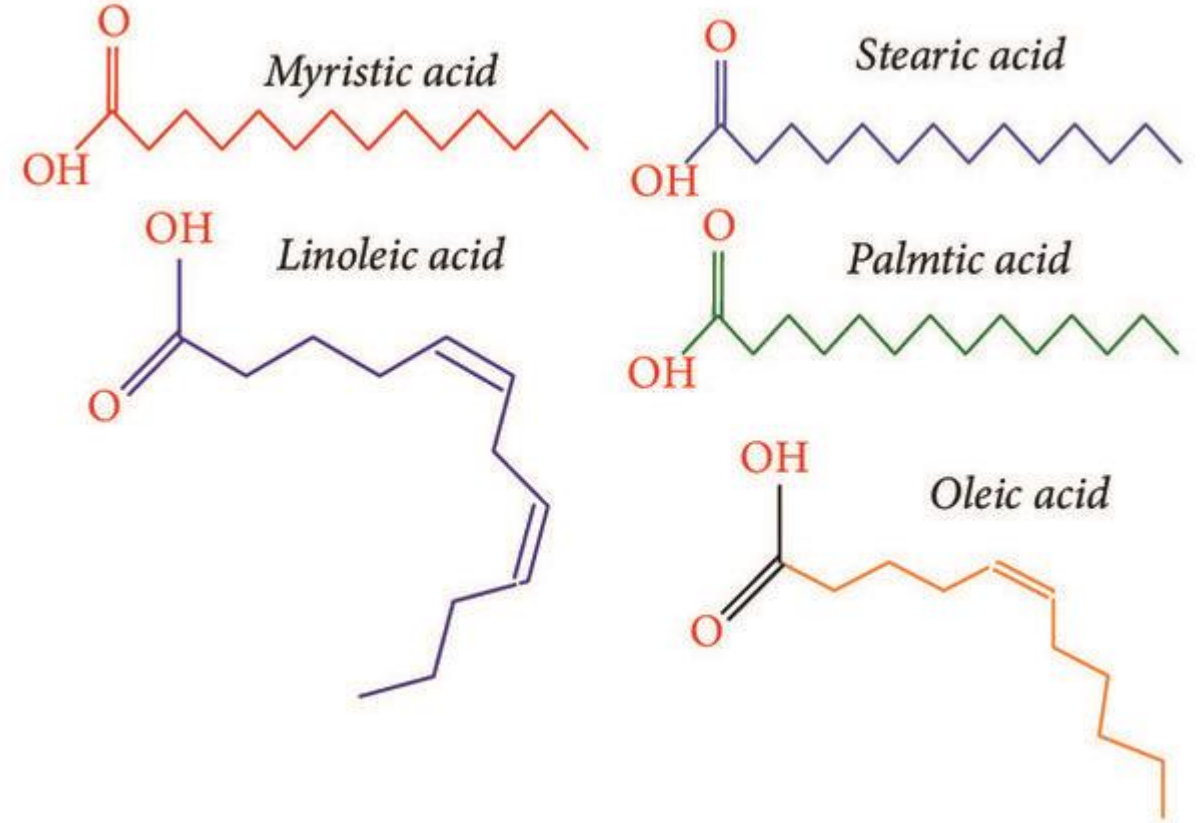
Doymamış yağ asidi



Ana süt lipidleri,  esterletirilmi yağ asidi içeren bir gliserol omurgasından oluşan trigliseritlerdir.

Yağ asitleri bir hidrokarbon zincirinden ve bir karboksil grubundan oluşur. Sütte bulunan başlıca yağ asitleri şunlardır: C14:0-miristik (%11 w/v), C16:0-palmitik (%26 w/v), C18:0-stearik (%10 w/v), C18:1-oleik (%20 w/v ve kısa zincirli yağ asitleri (%11 w/v): C4:0-bütirik, C6:0-kaproik, C8:0-kaprilik ve C10:0-kaprik.

Süt yağında bulunan bazı yağ asitleri



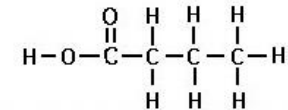
Süt yağ kürecik membranı (MFGM), polar bir lipit çift tabakasından, proteinlerden, enzimlerden, nötr lipitlerden ve eser bileşenlerden oluşan bir fosfolipit yapısına sahip yüzey aktif bir membrandır ve her bir trigliseritlerden oluşmuş yağ küreciğini sarar.

Süt yağı globül membranı (MFGM)

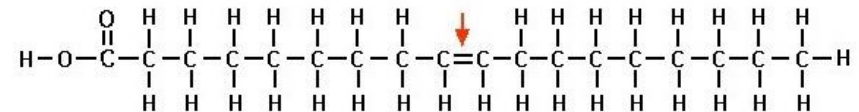


Sütteki yağ asitlerinin yaklaşık %25'i tekli doymamış yağ asitlerinden (*mono-unsaturated fatty acid*, MUFA) oluşurken, %2,3'ü çoklu doymamış yağ asitlerinden oluşur ve Omega-6/omega-3 oranı yaklaşık 2:3'tür. Trans-yağ asitleri, toplam süt yağ asitlerinin yaklaşık %2,7'sini oluşturur. Ruminantlar tarafından tüketilen çoklu doymamış yağ asitleri (*poly-unsaturated fatty acid* PUFA) miktarı, lipit oksidasyonunun ilerleme hızında önemli bir faktördür çünkü bunlar genellikle mikrobiyal etkiyle rumende dehidrojene edilir ve bu, sütteki sonraki seviyeleri etkiler.

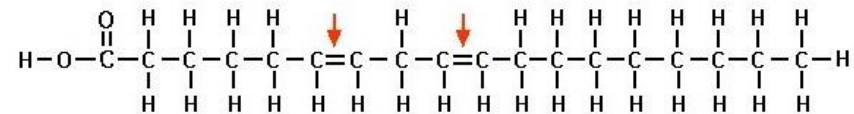
Doymuş, tekli doymamış ve çoklu doymamış yağ asitleri arasındaki yapısal farklılıklar



Bütirik asit- kısa zincirli doymuş yağ asidi

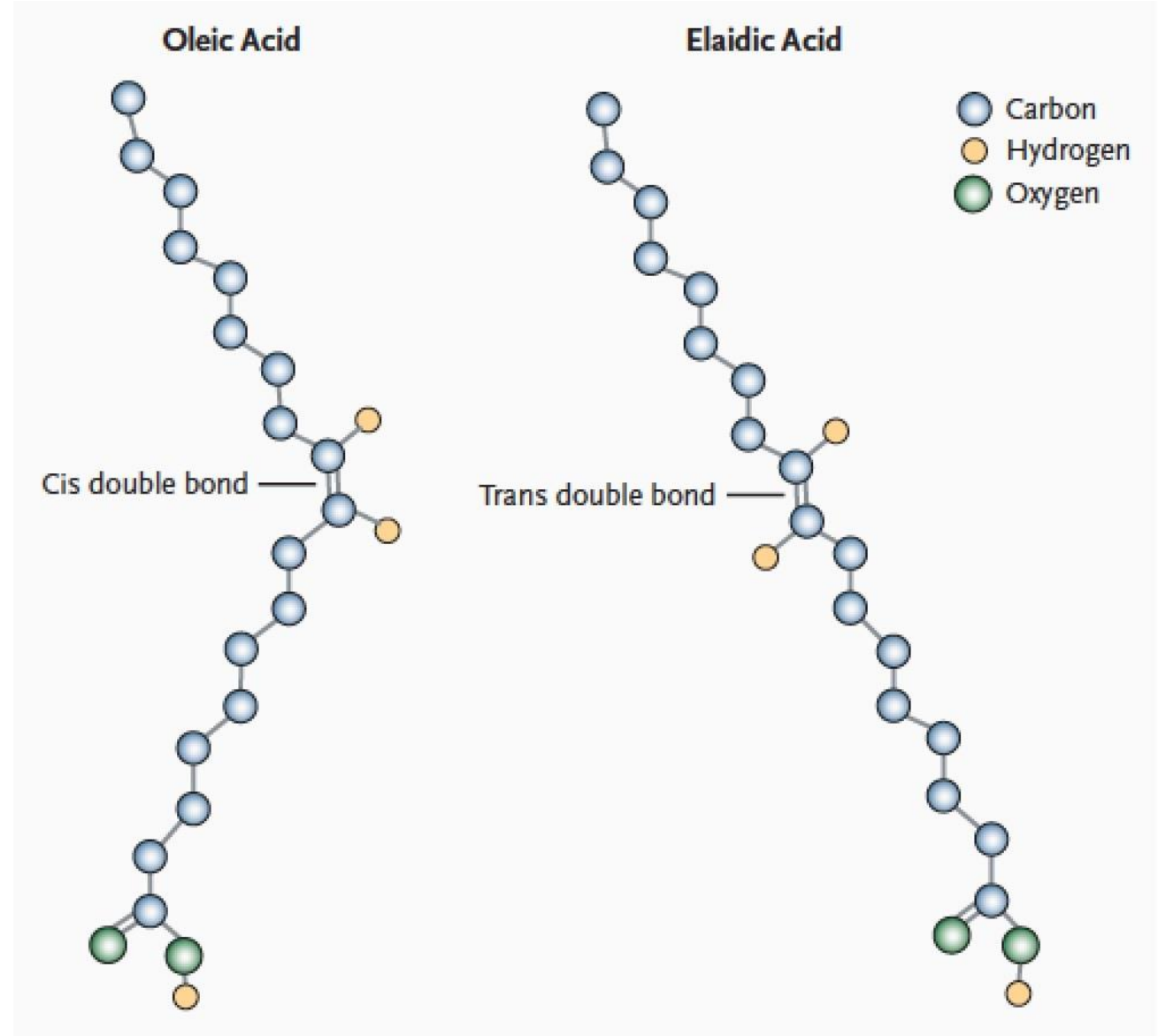


Oleik asit- tekli doymamış yağ asidi



Linoleik asit- çoklu doymamış yağ asidi

İnek sütünde en bol bulunan yağ asidi, α -linolenik asittir (C18:3). Tekli doymamış yağ asitleri (MUFA)'lar, Çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) kadar kolay oksitlenmez, ancak inek sütünde en bol bulunan MUFA (oleik asit) önemli ikincil oksidasyon ürünlerinin kaynağıdır. Sütteki doymuş yağ asitleri, genellikle kolayca oksitlenmeyen ve bu nedenle süt tozlarında lipit oksidasyonuna önemli katkıda bulunmayan kararlı bileşiklerdir.

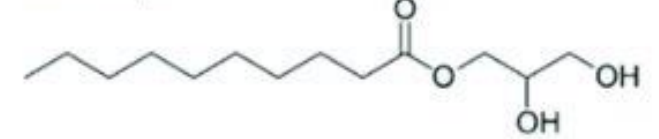


Süt ve süt ürünlerindeki serbest yağ asitlerinin bolluğu önemlidir, çünkü bunlar lipit oksidasyonunun ilerleme hızını ve ayrıca hangi spesifik oksidasyon ürünlerinin oluştuğunu belirleyebilir.

Capric acid



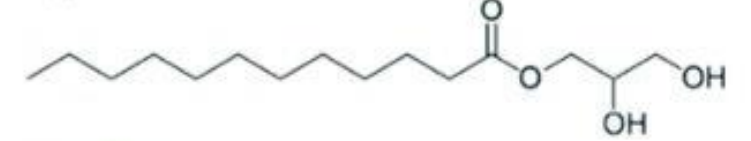
Monocaprin



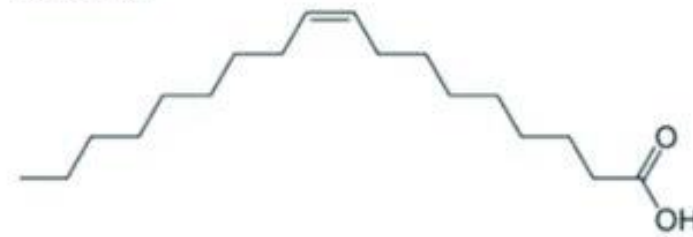
Lauric acid



Glycerol monolaurate



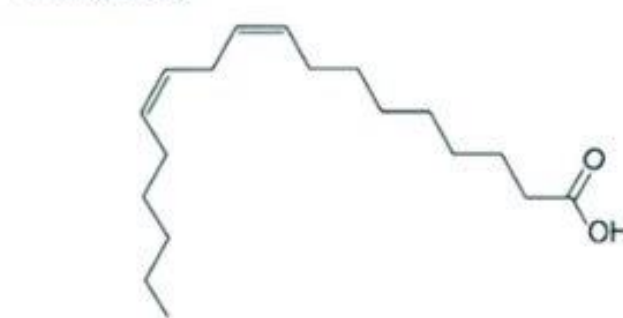
Oleic acid



Elaidic acid



Linoleic acid



α -Linolenic acid



SÜT YAĞLARI

SÜT LİPİTLERİ

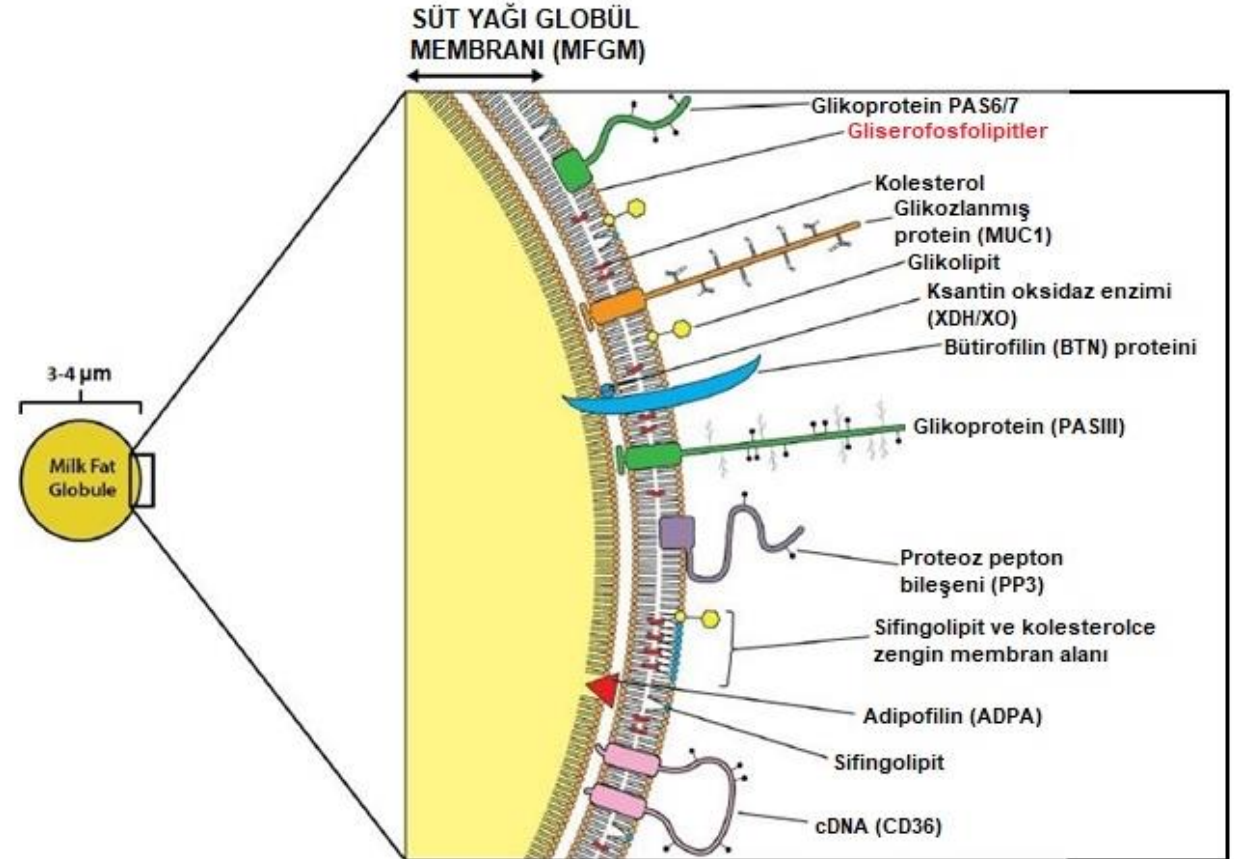
Trigliserid veya süt yağı

Lipoidler veya minör lipidler

SÜT LİPİTLERİ

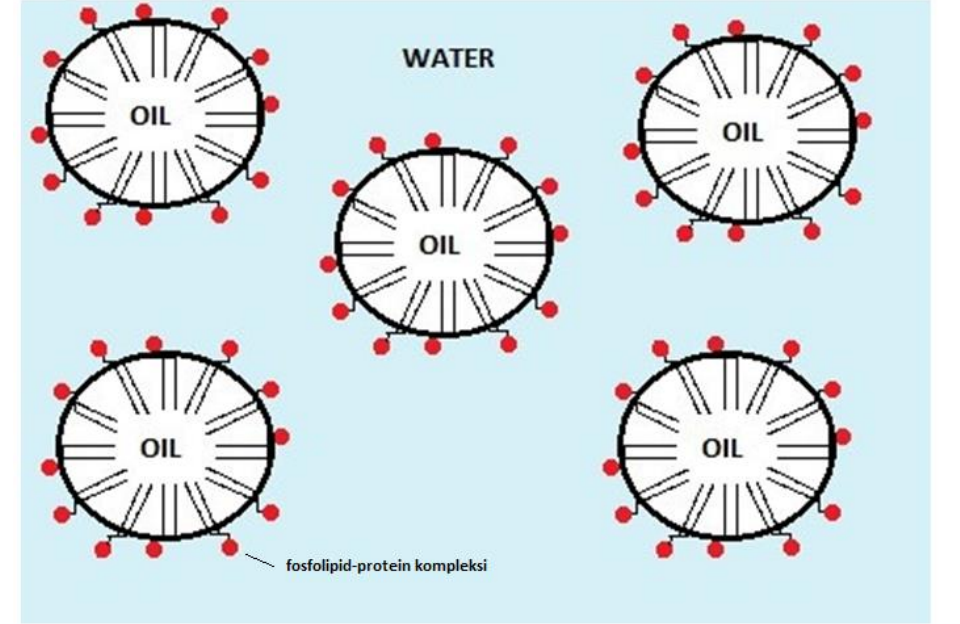
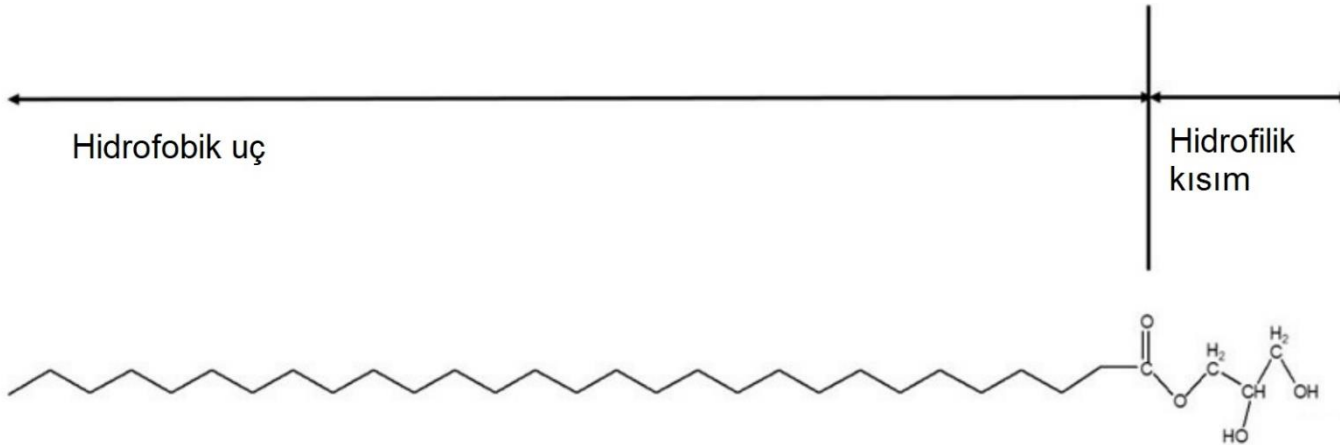
Süt yağı yapısı son derece karmaşık yağ globül membranı ile çevrilidir. Globül büyüklükleri çok değişik faktörlere bağlı olarak 0,4-41 μ (mikron) arasında değişmekle beraber ortalama 3-4 μ 'dur.

Süt yağı globül membran kesiti (başlıca membran bileşenleri)

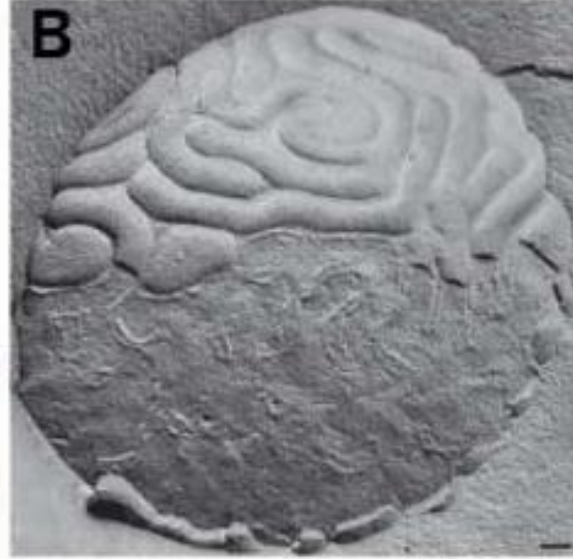
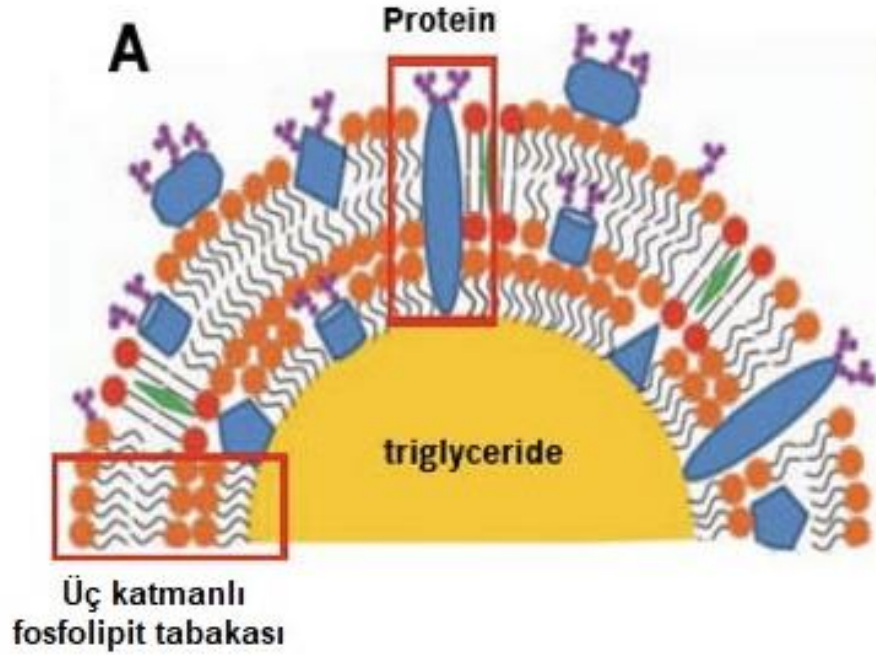


Süt yağı süt serumunda emülsiyon halinde bulunmaktadır. Yağ globüllerinin süt içerisindeki emülsiyon durumunun korunmasında yani yağ globüllerinin birbiri ile kümeleşmeden ayrı kalmalarında membrandaki fosfolipid-protein kompleksinin etkili olduğu kadar, yağ globüllerinin elektrik yükleri de etkili olmaktadır.

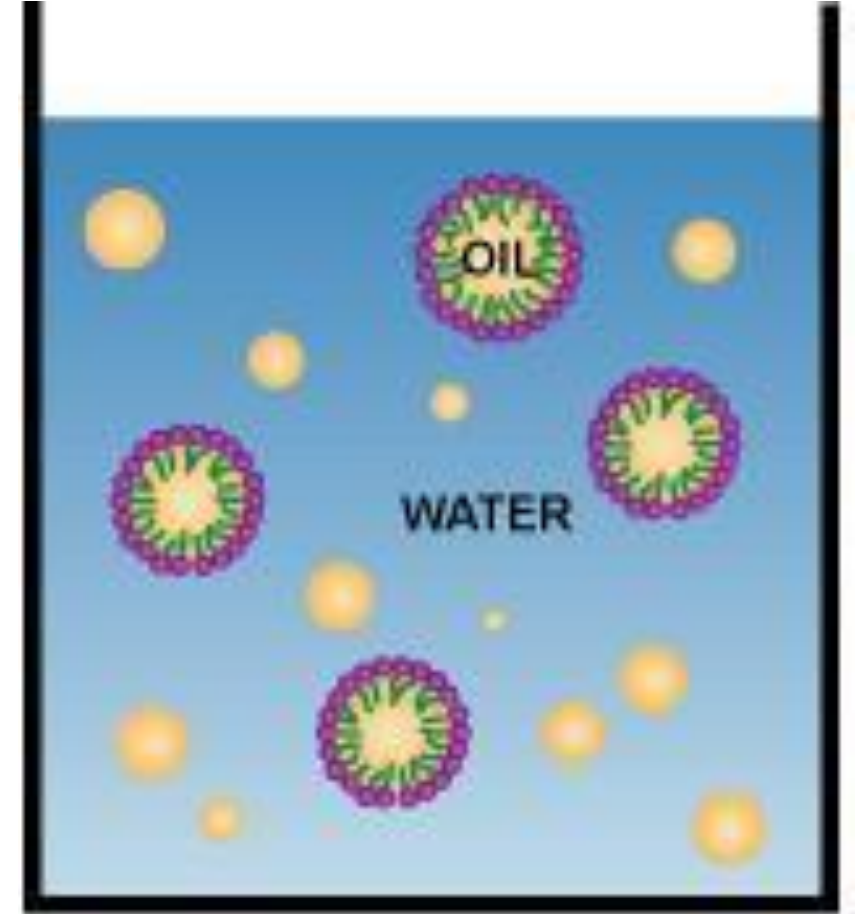
Fosfolipit protein örneği



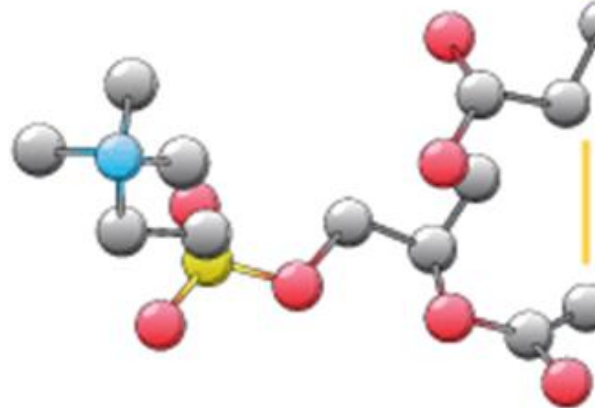
Süt Yağı küreciği. (A) Bir yağ küreciğinin etrafındaki fosfolipid tabakasının diyagramı. (B) Bir yağ küreciğinin kriyo-elektron mikroskobu görüntüsü. Ölçek çubukları 0,1 μm 'dir.



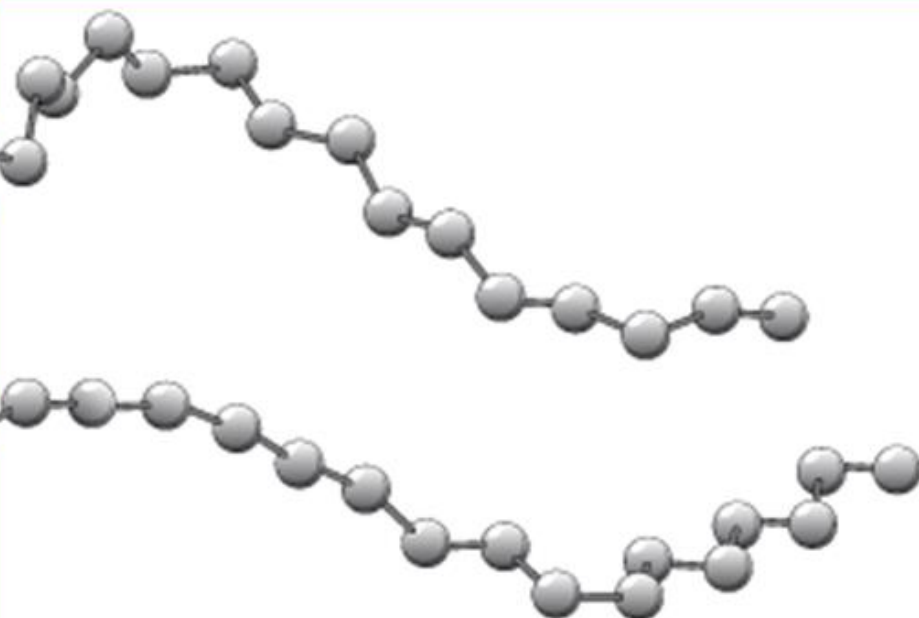
<https://scienceandfooducla.wordpress.com/2013/05/28/homemade-butter/>

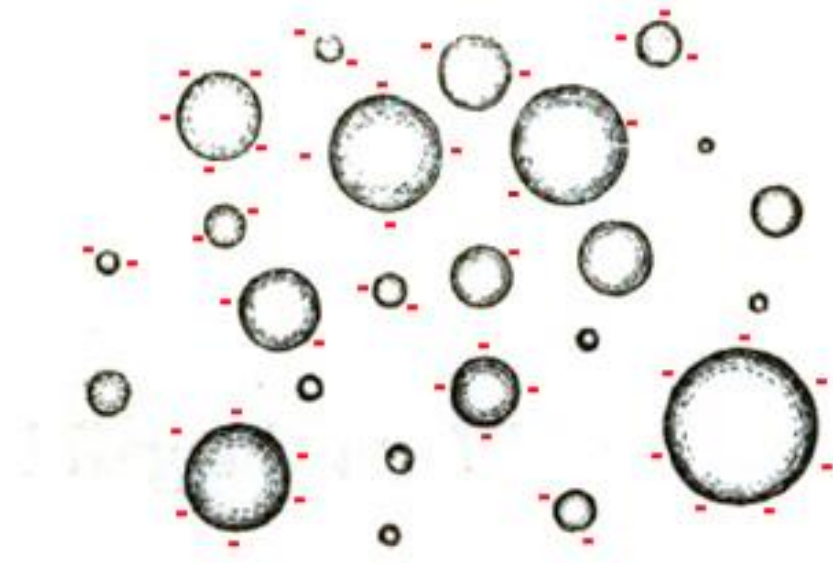


Water-loving head



Water-hating tail

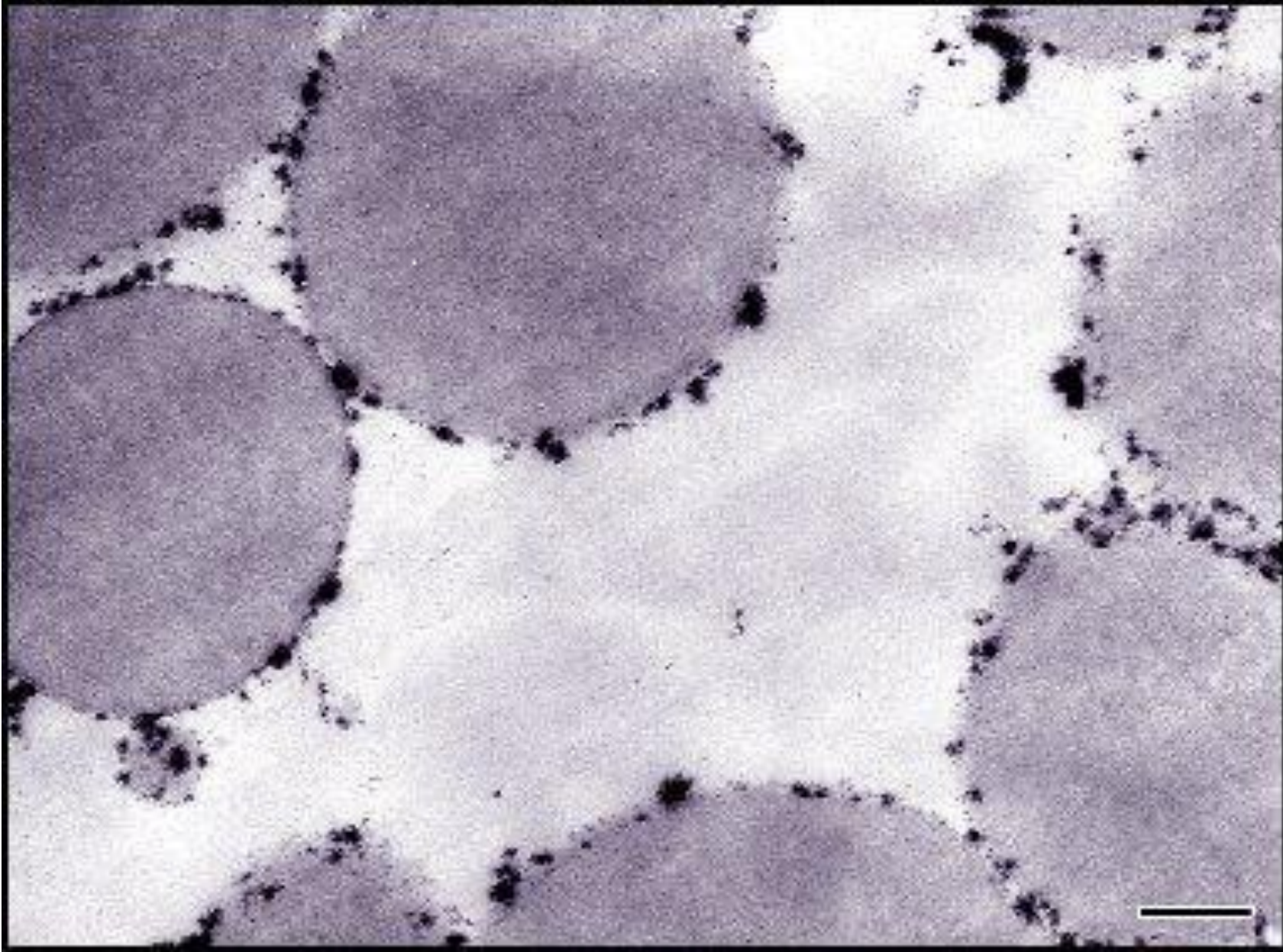




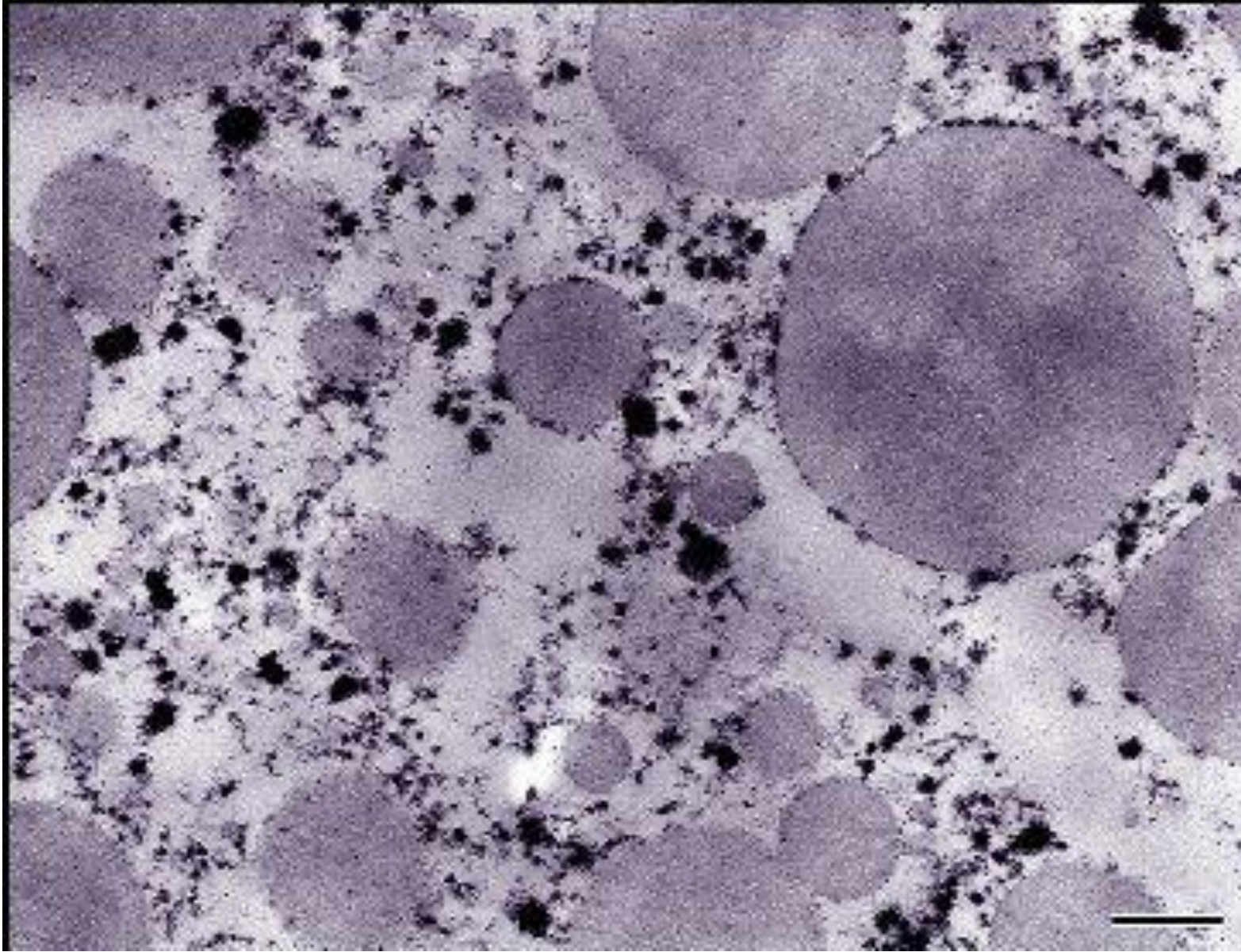
Yağ globüllerinin elektrik yükleri negatiftir ve bu yük, globüllerin birbirinden ayrı kalmasında rol oynamaktadır. Bu nedenle negatif yükün azalmasına neden olan faktörler aynı zamanda kümeleşmeyi arttırmaktadırlar.

Örneğin asitliğin artması globüllerin negatif yükünü azaltır, kümeleşmeyi ve yayıklamayı kolaylaştırır.

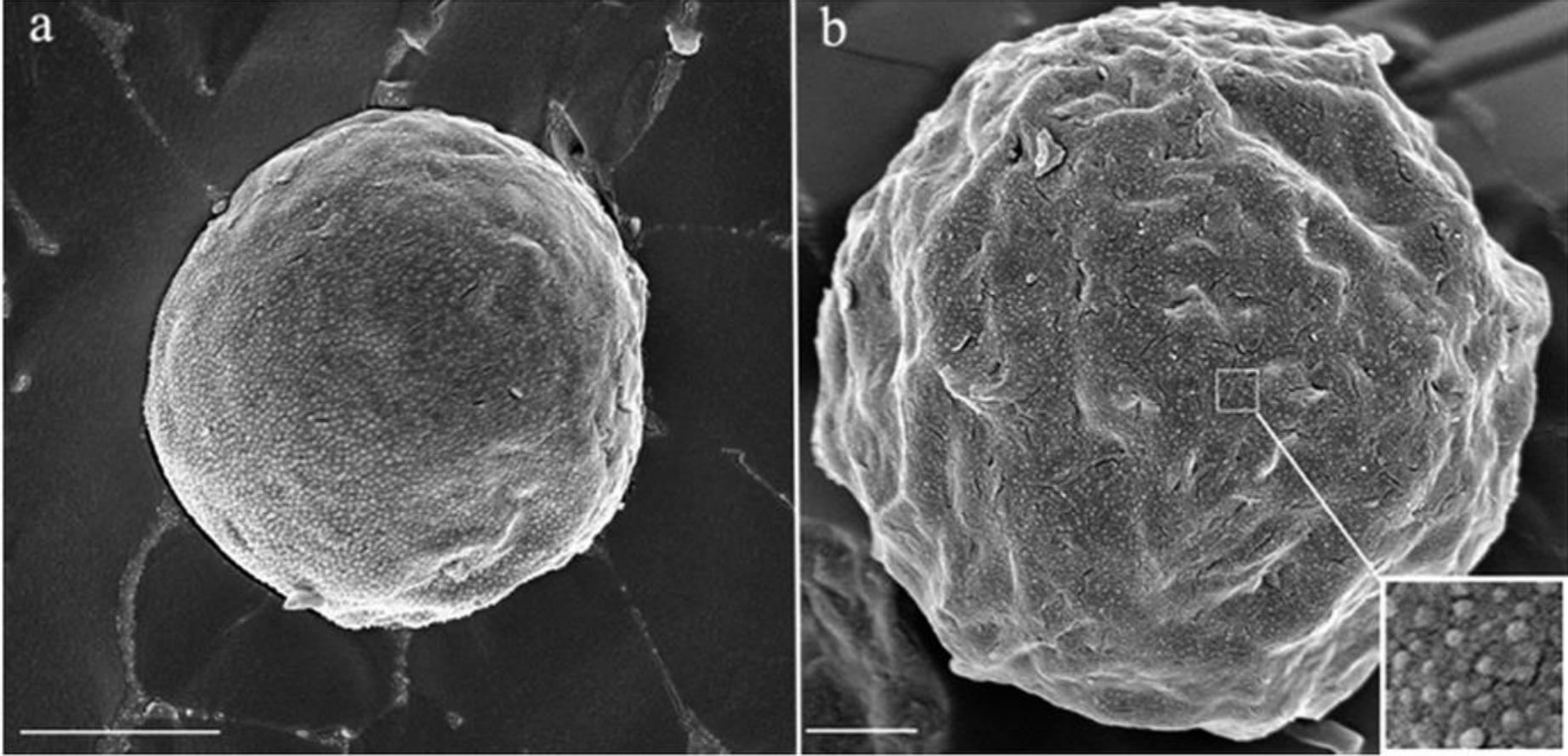
Süt yağ küreciklerinin büyütülmüş görüntüsü (ölçek 1 mikrometreyi ifade etmektedir)



Süt yağ küreciklerinin büyütülmüş görüntüsü (ölçek 1 mikrometreyi ifade etmektedir)



Doğal süt yağı küreciklerinin kriyo-SEM görüntüsü (a) doğal yağ kürecikleri (çap 4,5 μm), ölçek çubuğu 2 μm 'yi temsil eder; (b) kutucuklu alanı 10 kat büyütülmüş doğal yağ kürecikleri (çap 6,5 μm), ölçek çubuğu 1 μm 'yi temsil eder.



Sığır sütünde yağ küreciklerinin dağılımının önemli parametreleri

ROBERT G. JENSEN, ANN M. FERRIS, and CAROL J. LAMMI-KEEFE Department of Nutritional Sciences University of Connecticut
Ruegg, M, and B. Blanc. 1981. The fat globule size distribution in human milk. Biochim. Biophys. Acta 666:7.

Parametreler	Çeşit	
	İnek sütü	Homojenize edilmiş inek sütü
Yağ içeriği, %, ağırlık/hacim	3.7-4.1	3.7-4.1
Sütün mililitresindeki kürecik sayısı (ort)	1.5×10^{10} (15.000.000.000 adet)	$12^{10}-10^{14}$
Sütün mililitresindeki yağın yüzey alanı, m ²	0,06-0,12	0,4-1,2
1 gr yağın yüzey alanı, m ²	1,4-2,9	10-30
Ortalama çap, µm	2,5-4,6	0,2-0,7

Süt Lipidlerinin Kimyasal Yapısı

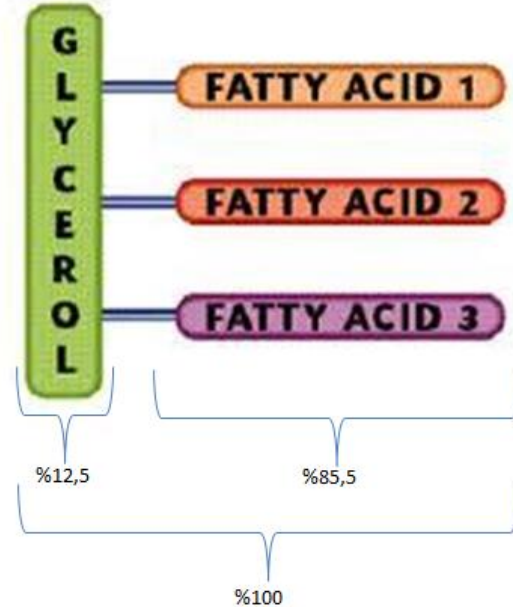
İÇİNDEKİLER	MİKTARI
Trigliseridler	%97-98
Fosfolipidler (lesitin, sefalin, sfingomielin)	%0,2-1,0
Steroller (kolesterol, lanosterol)	%0,25-0,4
Serbest yağ asitleri	%0,1-0,44
Mumlar	Eseri
Squelene	%0,007 (eseri)
Vitaminler (ADEK)	%0,0037-0,0042 (eseri)

TRİGLİSERİDLER

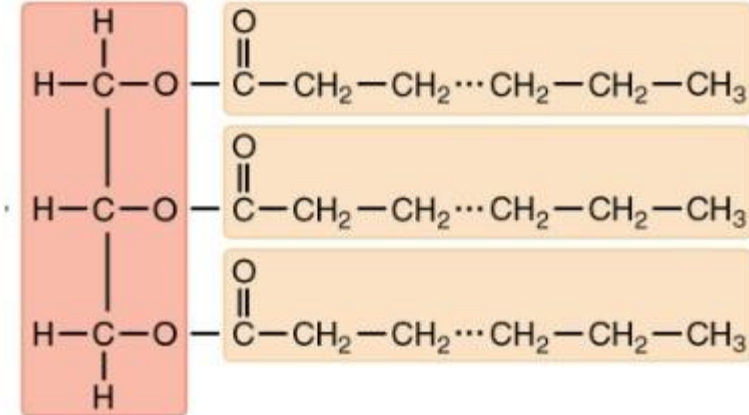
Gliserol (gliserin)'ün bir alkol grubu bir molekül yağ asidi ile esterleşirse “monogliserid” iki alkol grubu ile iki molekül yağ asidi esterleşirse “digliserid” ve üç alkol grubu da üç yağ asidi ile esterleşirse “trigliserid” meydana gelmektedir.

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.



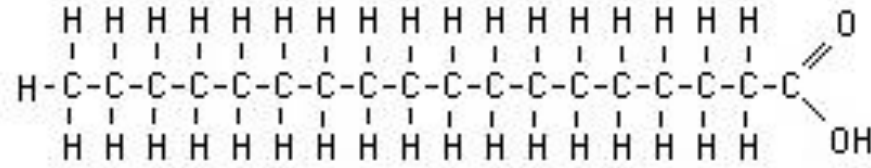
Trigliserit yapısı, gliserole (pembe) bağlı üç yağ asidinden (turuncu arka plan) oluşmaktadır.



<https://natural-universe.net/the-scientific-view-of-the-universe/the-geological-present/what-biochemistry-and-cellular-biology-tell-us/some-basic-biochemistry/>

YAĞ ASİTLERİ

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



Uzun hidrokarbon zinciri

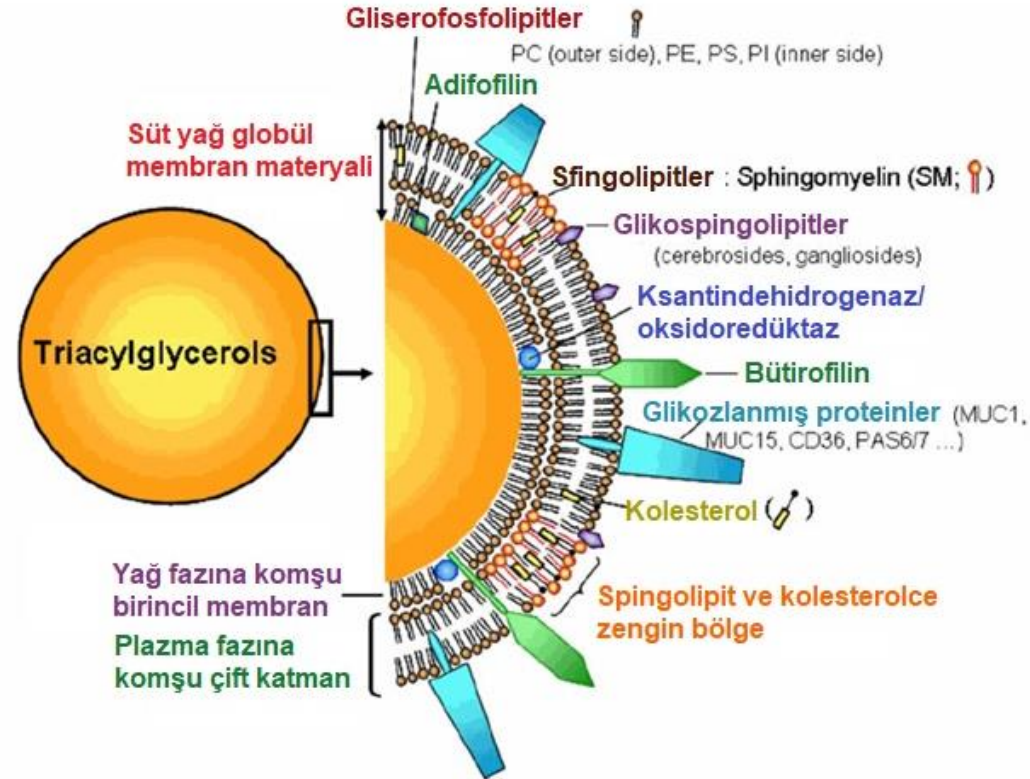
Karboksilik asit
grubu

Bir yağ asidinin temel özellikleri

YAĞ GLOBÜL MEMBRAN MATERYALİ

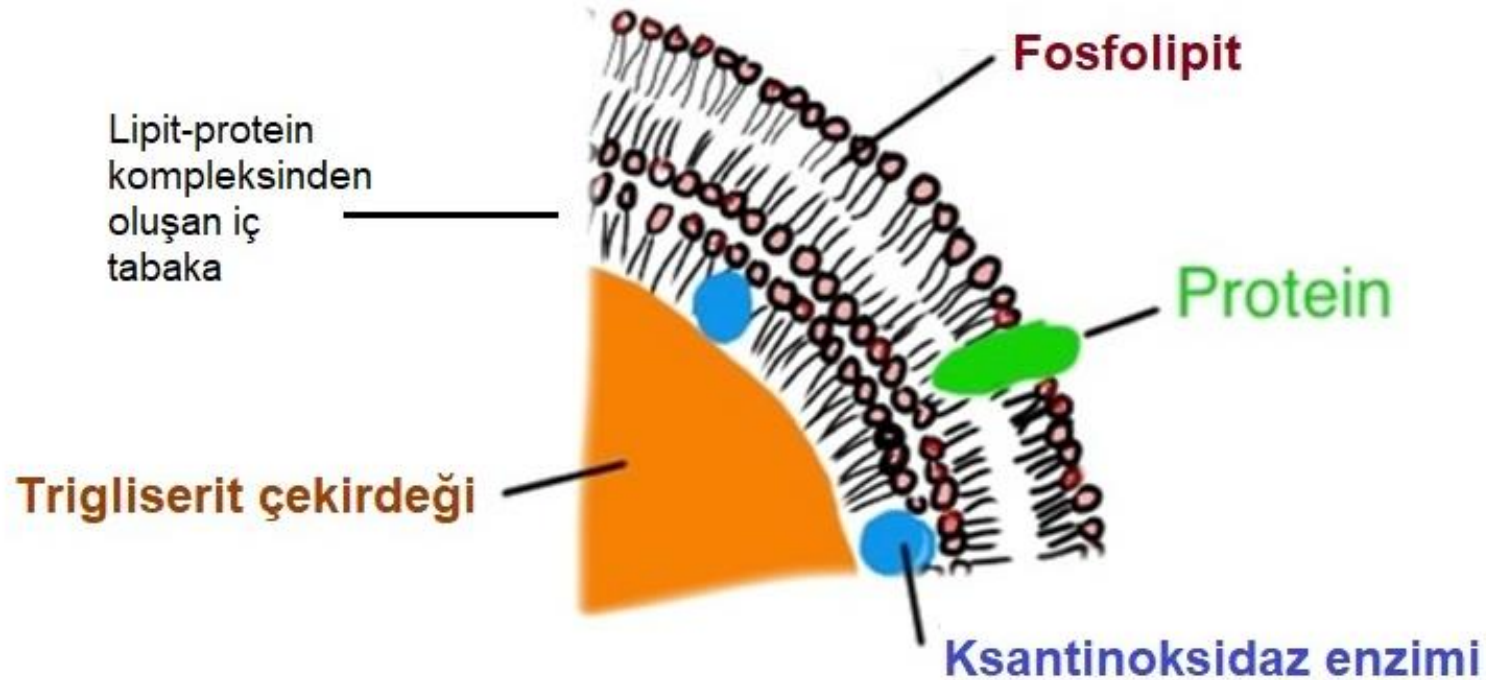
Yağ globülleri membran adı verilen koruyucu bir tabaka ile çevrelenmiştir. Bu yağ globül membran materyali iki farklı tabakadan oluşmaktadır.

Süt yağ globülü membran yapısı



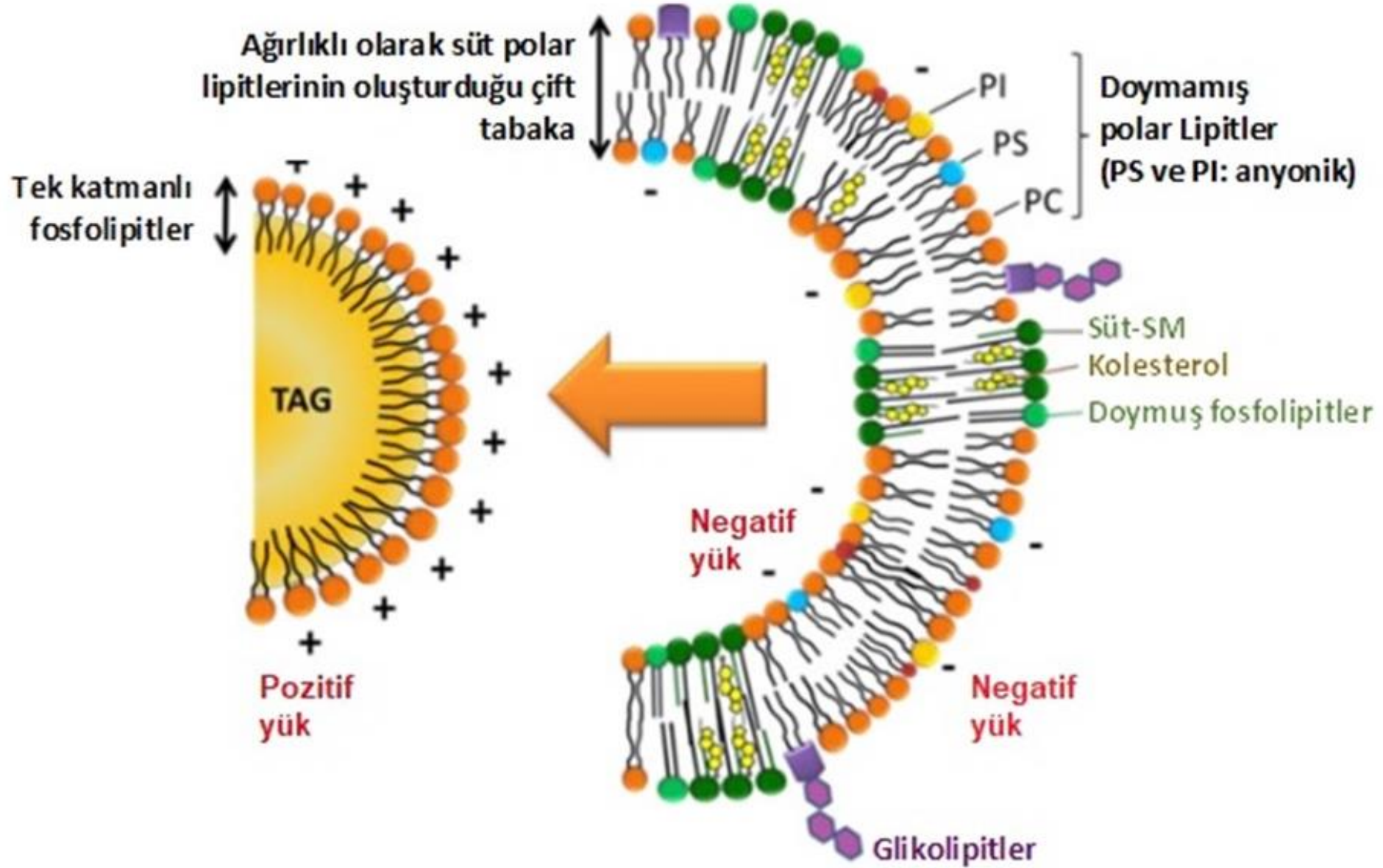
Membranın, yağ fazına komşu olan katmanında;

CH_3 , $-\text{CH}_2$, $-\text{CH=}$ 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 elektriksel yük (negatif yük) ayrıca Mg^{+2} ve S-S köprüleri ile birbirlerine bağlıdırlar.

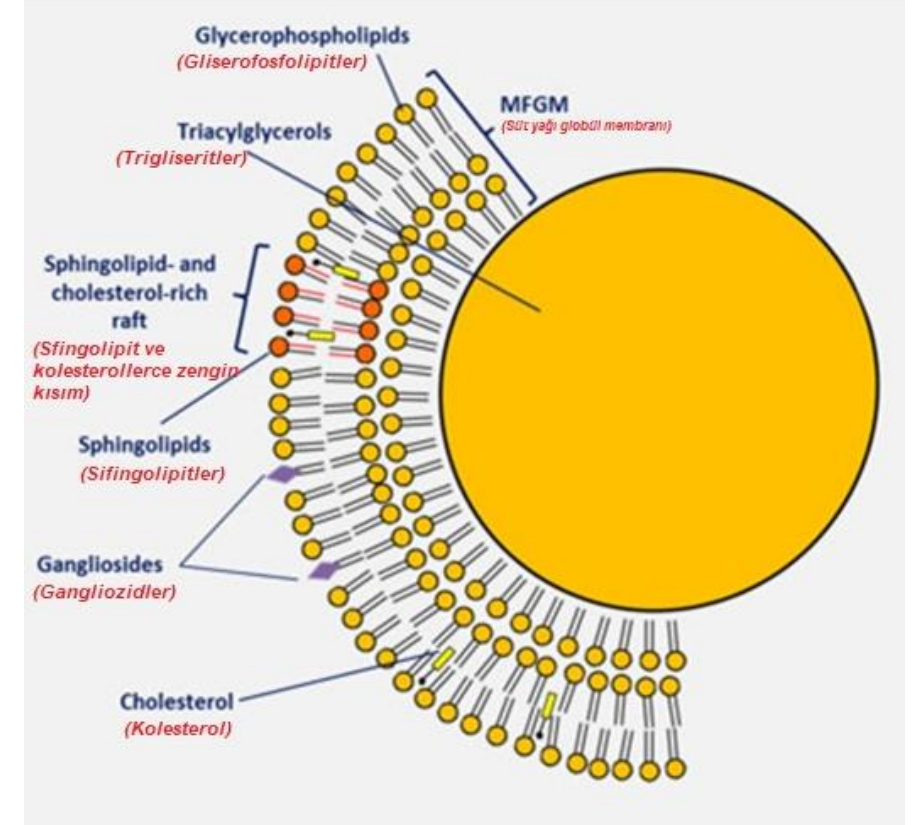
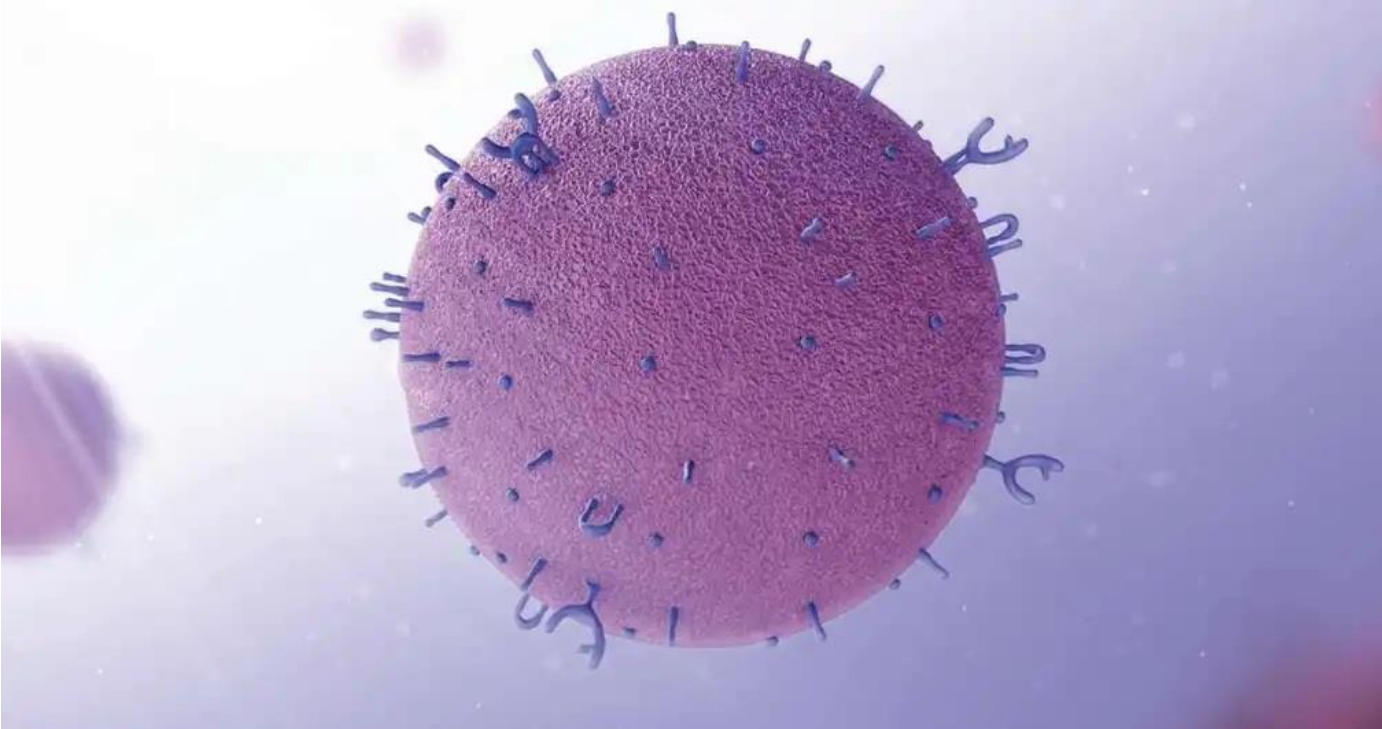
Süt yağ globülü membran yapısı ve elektrik yükü



Membranın dış tabakasını ise,

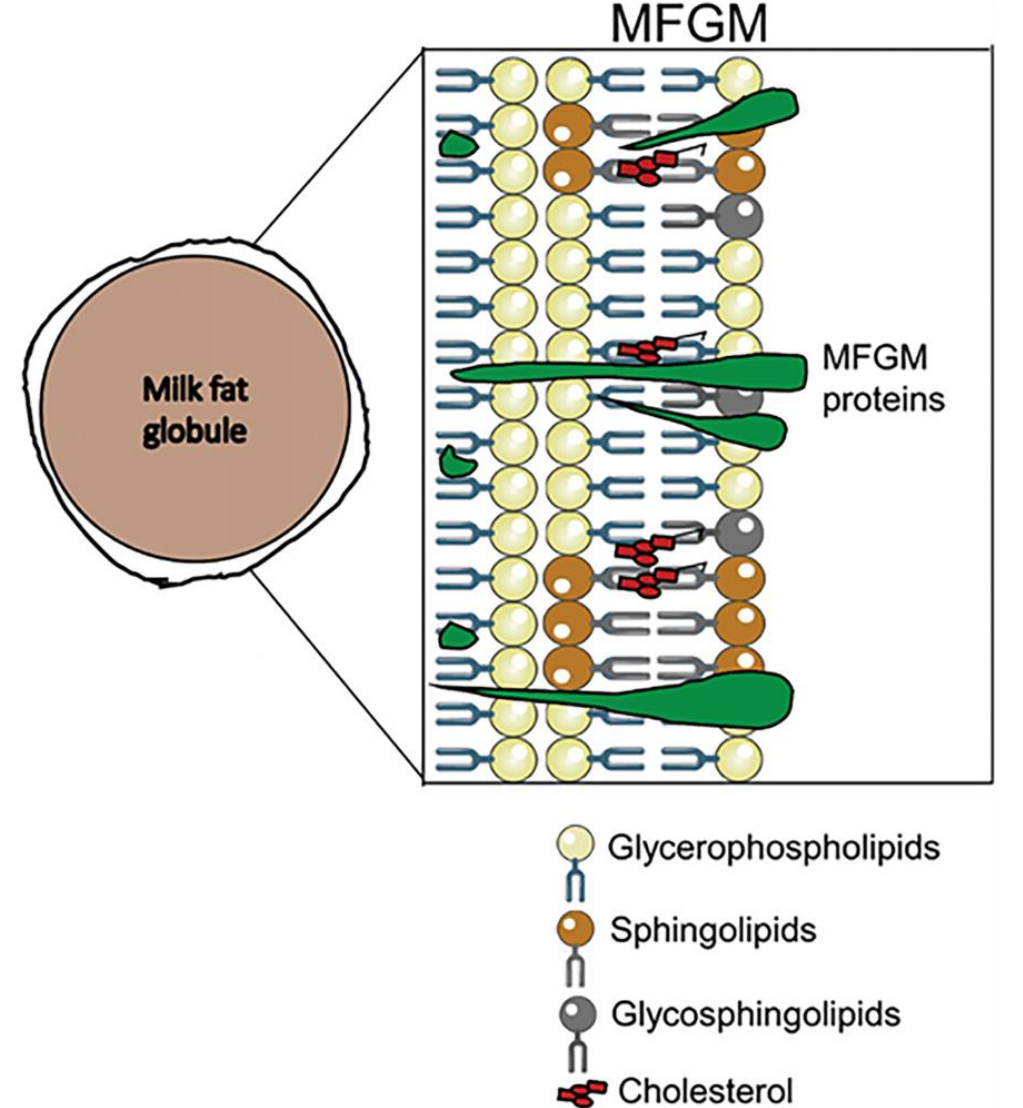
Bu lipoprotein birimleri küresel şekilde organik moleküllerdir. Bunlar yapılarında $-NH_2$ ve $-COOH$ kümelerini bulundurduklarından kuvvetle su molekülü ile sarılırlar. Yani suya doğru yönelerek hidrofilyk özellik göstermektedirler.

Yağ globül membranı

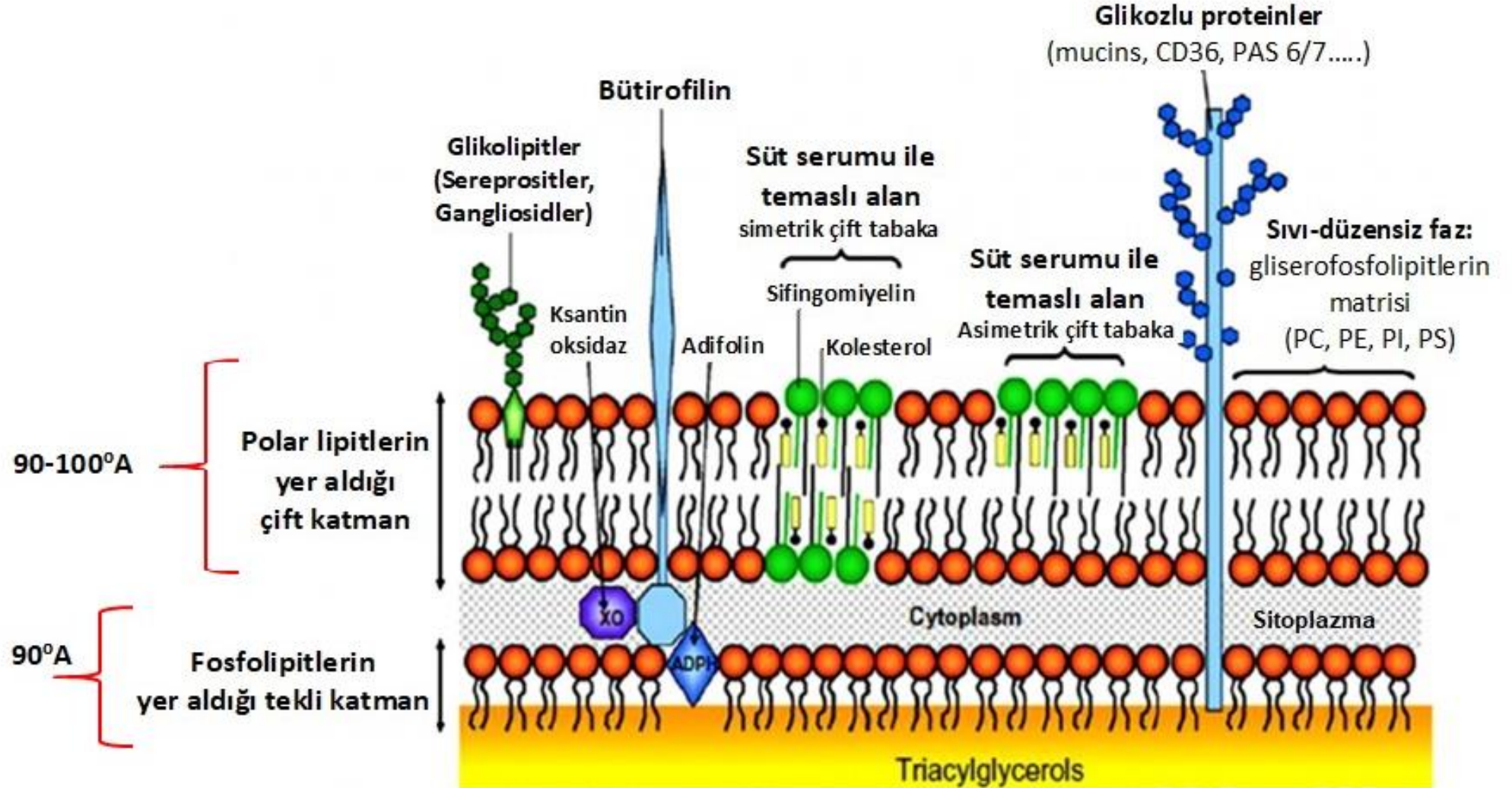


Yağ küreciğini kapsülleyen farklı fosfolipit sınıflarından oluşan üçlü katman membranı gösteren MFGM (Milk fat globule membrane, Süt yağ globülü membranı) yapısının şematik gösterimi.

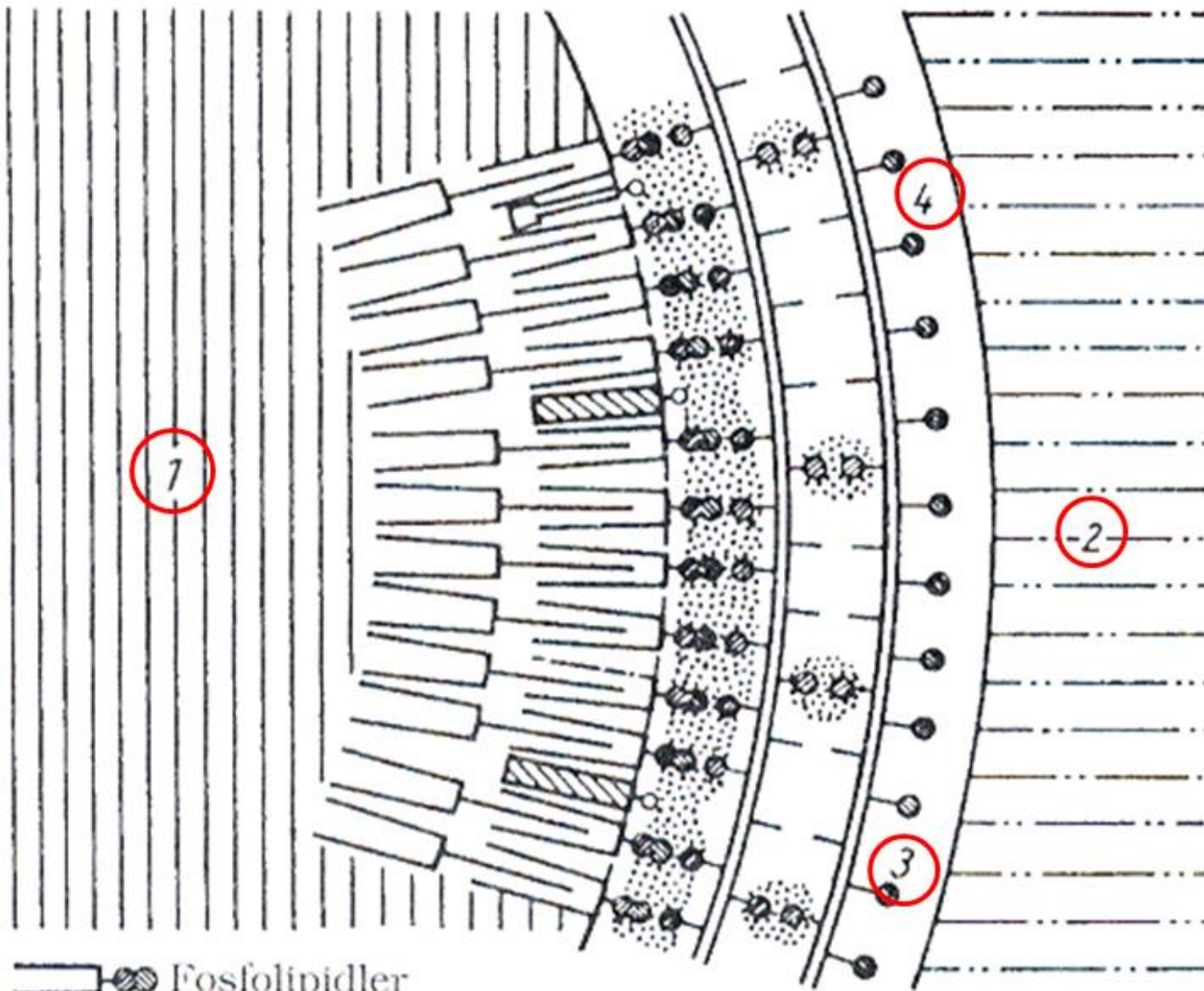
Burada karboksil kümeleri iyonlaşmış olduklarından globül elektriksel olarak yüklenir ve globüllerin birleşmesi önlenir. Bundan başka karboksil kümeleri suyla sarılmış olduklarından globüller kendilerine kuvvetle bağlanmış su katmanı ile korunmaktadırlar. Yani bazı doymamış yağ asitlerini içeren fosfolipidler,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



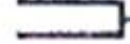
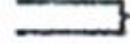
Membran materyalinde iç tabaka yaklaşık 90°A kalınlığında olup, Dış tabakayı oluşturan lipoprotein birimleri ise 90-100°A çapındadır.



(10 Angstrom= 1 milimikron($m\mu$) =1mikron (μ) =1000 $m\mu$)



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

-  Fosfolipidler
-  Yüksek sıcaklıkta eriyen trigliseridler
-  Kolesterol
-  Vitamin A

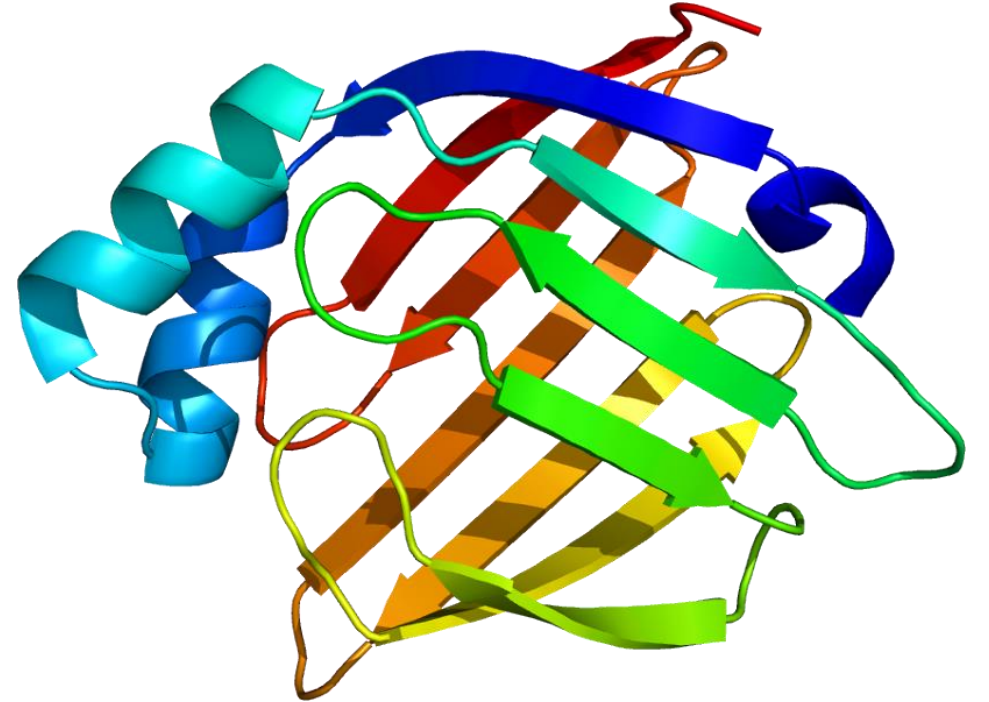
Yağ globül membran materyalinde bulunan bileşenleri şu şekilde özetleyebiliriz:

MEMBRAN PROTEİNLERİ:

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

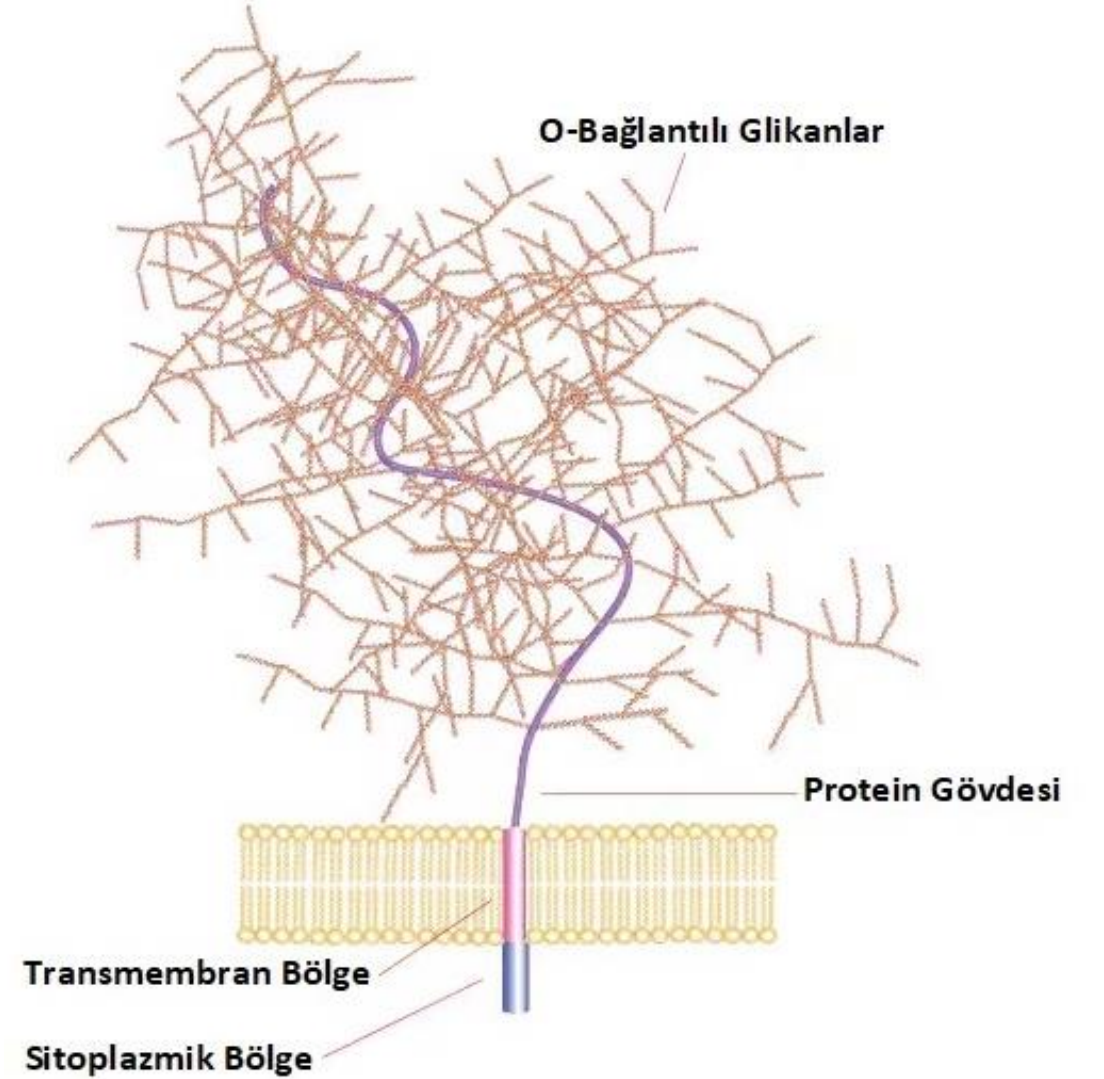
En temsili MFGM proteinleri Mucin 1, Mucin 15 (*Mucin proteinleri; yaklaşık %80 karbonhidrattan oluşan, yüksek oranda glikozlanmış glikoproteinlerdir ve az miktarda mannoz ve sülfonik asit izleri içerir*), CD36, Butyrophilin (*imminoglobülinler sınıfında yer alan membran proteinlerinden*), Lactadherin, Xanthine Oxidoreductase, Adipophilin ve FABP (*Fatty acid-binding protein, yağ asidi bağlayıcı proteinlerinden*)'dir; son üçü glikozile edilmemiştir.

FABP proteinlerinden (FABP3)'ün bilgisayarlı modellemesi



MUCIN (MUKUS)

Kaynaklara bağılı olarak, MFGM (süt yağı globül membran materyali)'nin %25-70'i proteinlerden oluşur. Bu membran proteinleri diğer süt bileşenleri içerisinde yalnızca çok küçük miktarlarda bulunmakta olup toplam süt proteininin %1-2'sini oluşturmaktadır.



MFGM'nin protein bileşenleri [Keenan & Dylewski, 1995; Mather, 2000].

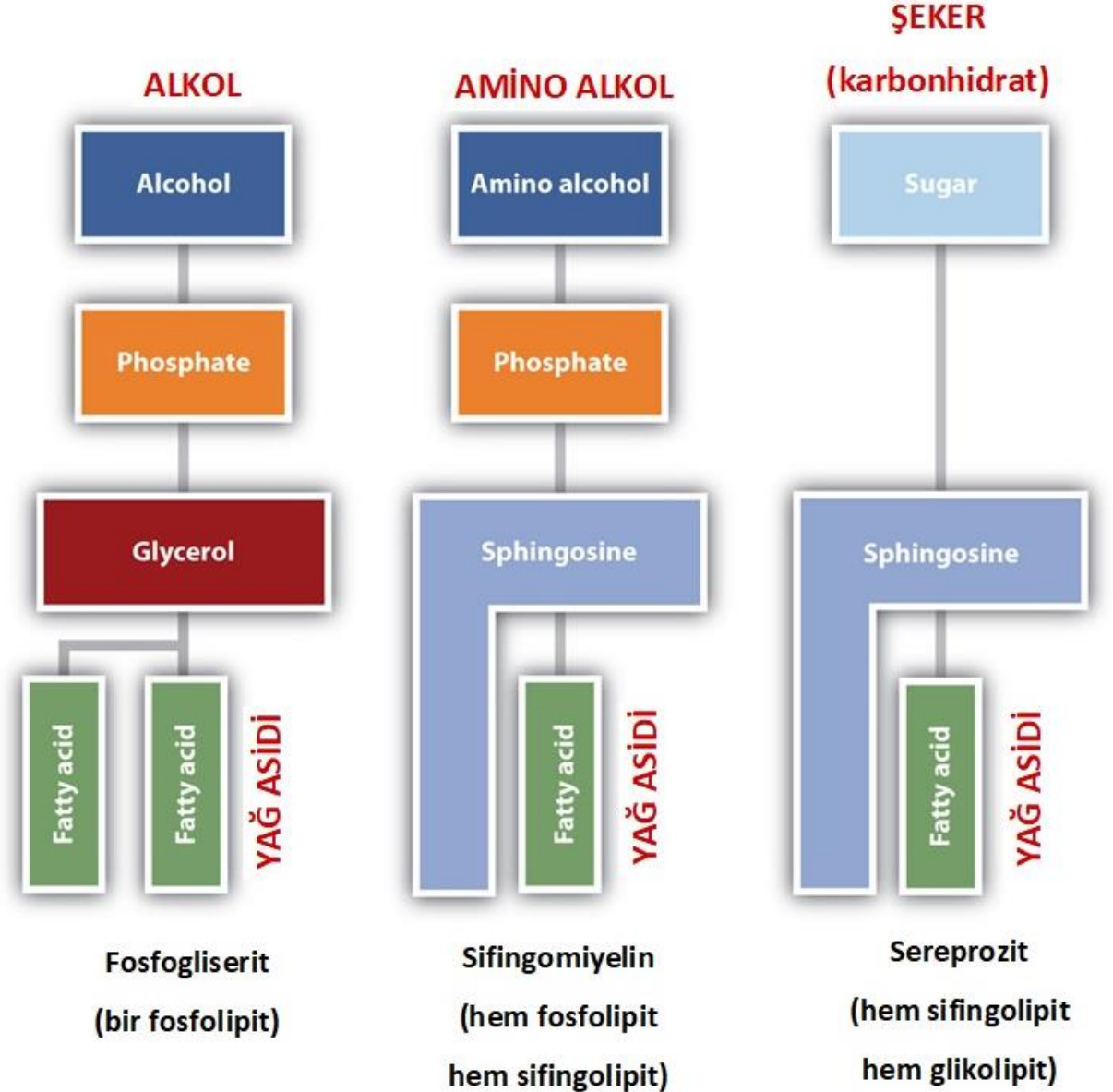
Proteinler	Moleküler ağırlık (Da)
Mucin I (MUC1) (ör. glikoprotein)	160000-200000
Xanthine oxidase (XO) (Enzim)	150000
Periodic acid schiff III (PAS III) (bu boyanın boyadığı proteinler)	95000-100000
Cluster of differentiation (CD36) or PAS IV (farklılaşma kümesi)	76000-78000
Butyrophilin (BTN) (bağışıklık sistemi proteinlerinden)	67000
Adipophilin (ADPH) (bağlayıcı proteinlerden)	52000
Periodic acid schiff 6/7 (PAS 6/7) (bu boyanın boyadığı proteinler)	48000-54000
Fatty acid binding protein (FABP) (lipofilik maddelerin hücre içi ve hücreler arası taşımalarını kolaylaştıran taşıma proteinlerinden)	13000
Breast cancer type 1 (BRCA1) (kansere duyarlılık proteini)	210000

MEMBRAN LİPİTLERİ:

Lipitler biyolojik zarların önemli bileşenleridir. Bu lipitlerin ikili özellikleri vardır: molekülün bir kısmı hidrofildir ve molekülün diğer kısmı hidrofobiktir.

Zar lipitleri fosfolipitler, glikolipitler ve/veya sfingolipitler olarak sınıflandırılabilir.

Proteinler biyolojik zarların (*membranın*) bir diğer önemli bileşenidir. İntegral proteinler lipid çift tabakasını kaplarken, çevresel proteinler zarın yüzeyiyle daha gevşek bir şekilde ilişkilidir. Membran lipitleri fosfolipitler, glikolipitler ve/veya sfingolipitler olarak sınıflandırılabilir.



Fosfolipitler:

Süt yağı küreciklerinin üç katmanlı zarında bulunan birincil lipidler, monokatmanların baskın bileşenleri yani fosfolipitler olarak;

- Fosfatidiletanolamin (PE),
- Fosfatidilkolin (PC),
- Fosfatidilinositol (PI),
- Fosfatidilserin (PS) ve
- Sfingomiyelin (SM)'leri içerir.

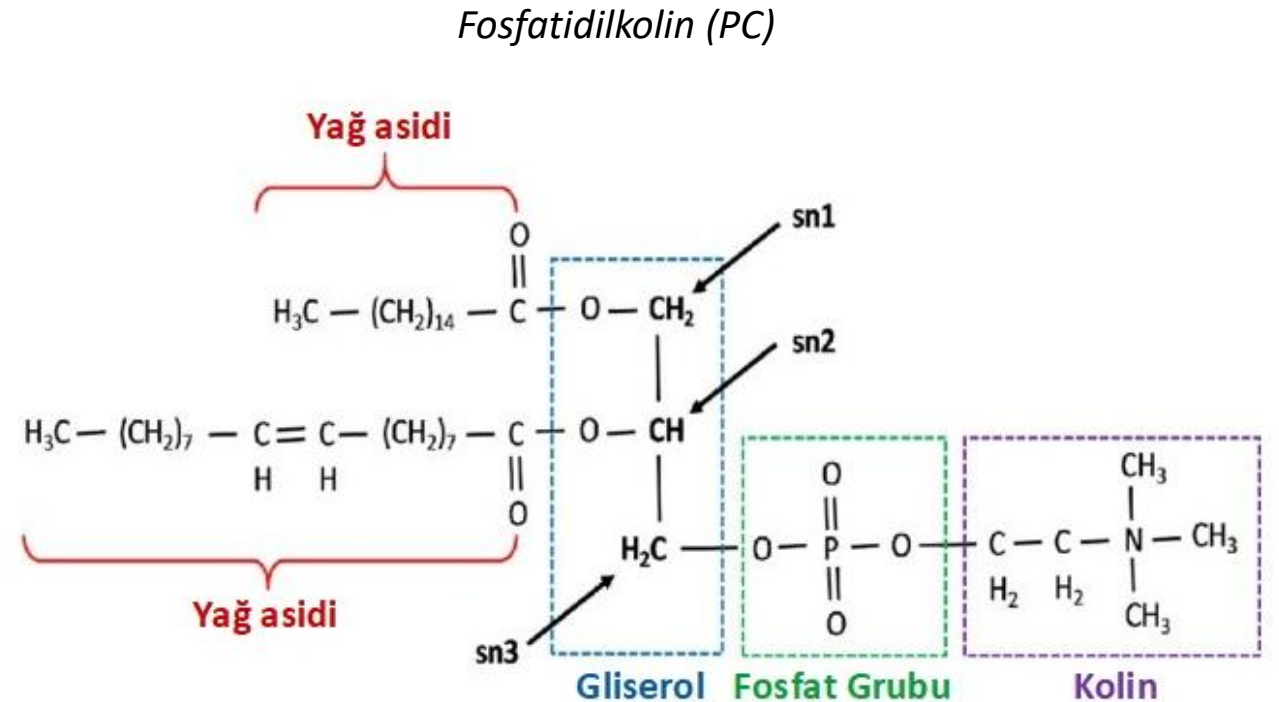
Süt yağı kürecik zarlarının lipid bileşimi

Bileşen sınıfı	Lipitlerdeki yüzdesi (%)
Trigliserit	62
Digliserit	9
Monogliserit	0-0,5
Steroller	0,2-2,0
Sterol esterleri	0,1-0,3
Hidrokarbonlar	1,2
Esterleşmemiş yağ asitleri	0,6-6,0
Fosfolipitler^a	26-31
Sfingomiyelin (SM)	22
Fosfodilkolin (PC)	36
Fosfatidiletanolamin (PE)	27
Fosfatidilinositol (PI)	11
Fosfatidilserin (PS)	4
Lisofosfadilkolin	2

^afosfolipit sınıfları toplam fosfolipitlerin yüzdesi olarak verilmiştir

Fosfolipidler, canlı hücrelerde önemli yapısal ve metabolik roller oynayan yağ benzeri, fosfor içeren maddeler sınıfının büyük bir üyesidir. Sfingolipidler, glikolipidler ve lipoproteinlerle birlikte fosfolipidler, basit lipidlerden (yağlar ve mumlar) ve çoğunlukla izoprenoidler ve steroidler olmak üzere diğer yağda çözünen hücre bileşenlerinden farklı olarak karmaşık lipidler olarak adlandırılır. Fosfogliserid terimi bazıları tarafından fosfolipidin eşanlamlısı olarak kullanılırken diğerleri tarafından fosfolipidlerin bir alt grubunu belirtmek için kullanılır.

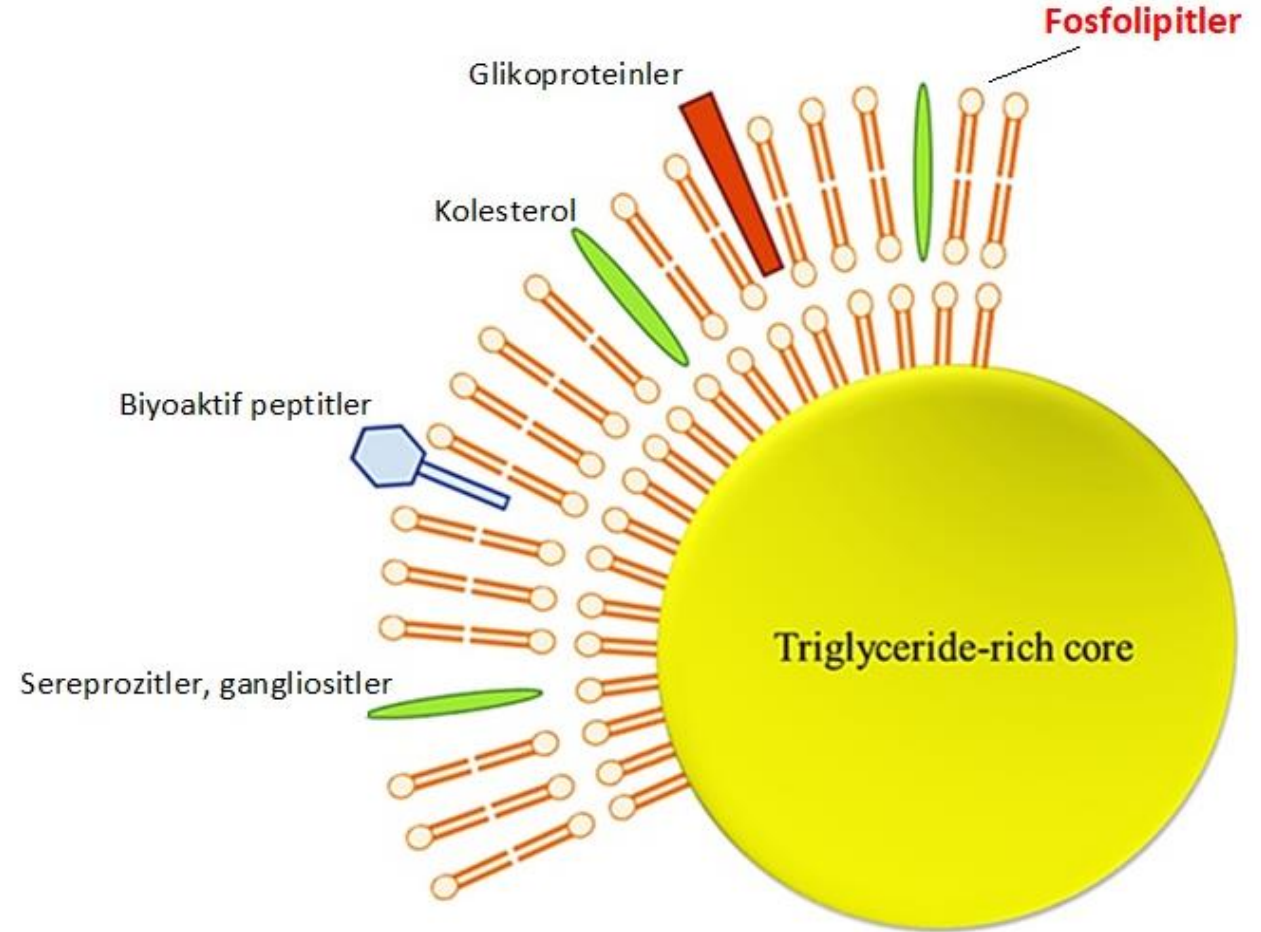
Fosfolipidler (PL'ler), doğal zarların temel bileşenleridir; amfilik özellikleri, hem hidrofobik bir kuyruk hem de hidrofilik bir başın varlığından kaynaklanır. Bu özellik, rollerini, davranışlarını ve işlevlerini etkiler.



Polar lipidler sınıfına aittirler ve kelimenin tam anlamıyla "fosfor içeren lipidler" olarak tanımlanırlar. Polar lipidler, sütte yağın suda emülsifikasyonu için temeldir, çünkü proteinlerle birlikte, meme bezi hücreleri tarafından salgılanan lipid damlacıklarını çevreleyen süt yağı kürecik zarının (MFGM) ana bileşenleridir.

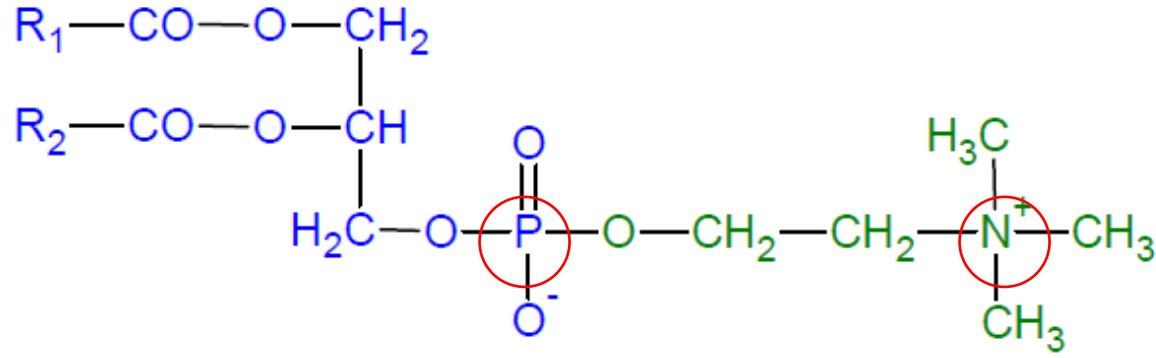
Fosfolipidlerin %65'i yağ globülleri membranında lokalize olmuştur. Kalan kısmı ise yağsız sütte bulunmaktadır. Fosfolipidler yağ globülleri membran için koruyucu bir fonksiyona sahiptir. Kolay dispers olduklarından su ve yağda çözünabilmektedirler.

*Süt yağı küreciğinin şematik yapısı
(Koletzko'dan uyarlanmıştır, 2016).*



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.

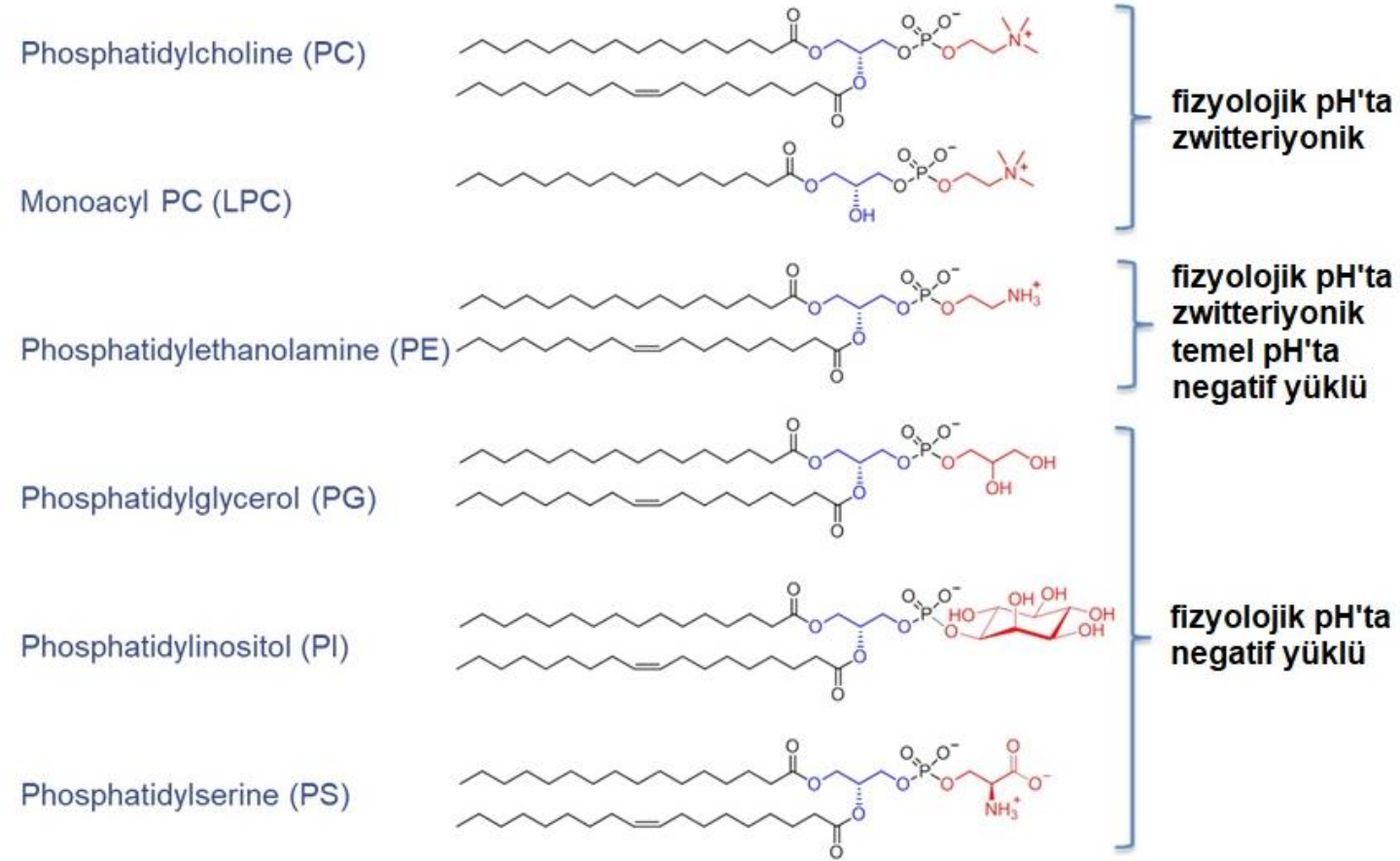
Hava ile temas ettiklerinde yapılarında yer alan doymamış yağ asitlerinin peroksidasyonu sonucu renkleri koyulaşmaktadır.



Phosphatidylcholine

Fosfolipidler benzersiz ve çok yönlü moleküllerdir. Doğal olarak bulunurlar ve hücre zarlarının ana bileşenleridir. Bir lipid çift tabakası olarak düzenlenen fosfolipidler, biyolojik zarların yapısı ve işlevselliğinde önemli bir rol oynarlar. Ayrıca, çeşitli hücresel süreçlerde yer alırlar ve çeşitli farmasötik formülasyonlarda yardımcı madde olarak kullanılırlar. Fosfolipidler amfifiliktir, yani hem suyu hem de yağı "sevdikleri" anlamına gelir ve bir hidrofilik ve bir lipofilik kısımdan oluşurlar.

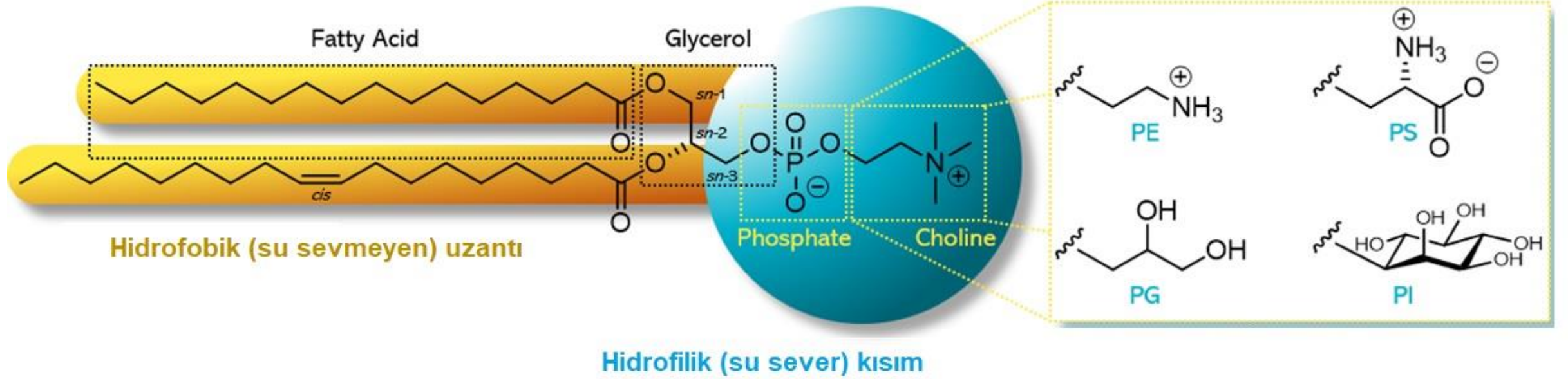
*Fosfolipidlerin (mavi, gliserol; kırmızı, alkol) kimyasal yapısı ve fizyolojik pH değerindeki net yükleri
Şekil van Hoogevest P, Tiemessen H, Metselaar JM, Drescher S, Fahr A, 2021'den uyarlanmıştır.*



<https://www.phospholipid-research-center.com/phospholipid/types/>

Zwitteriyon: dipolar iyon olarak adlandırılan, hem pozitif, hem de negatif yük içeren nötral molekül. (Bazı durumlarda birden çok pozitif ve negatif yük var olabilir.)

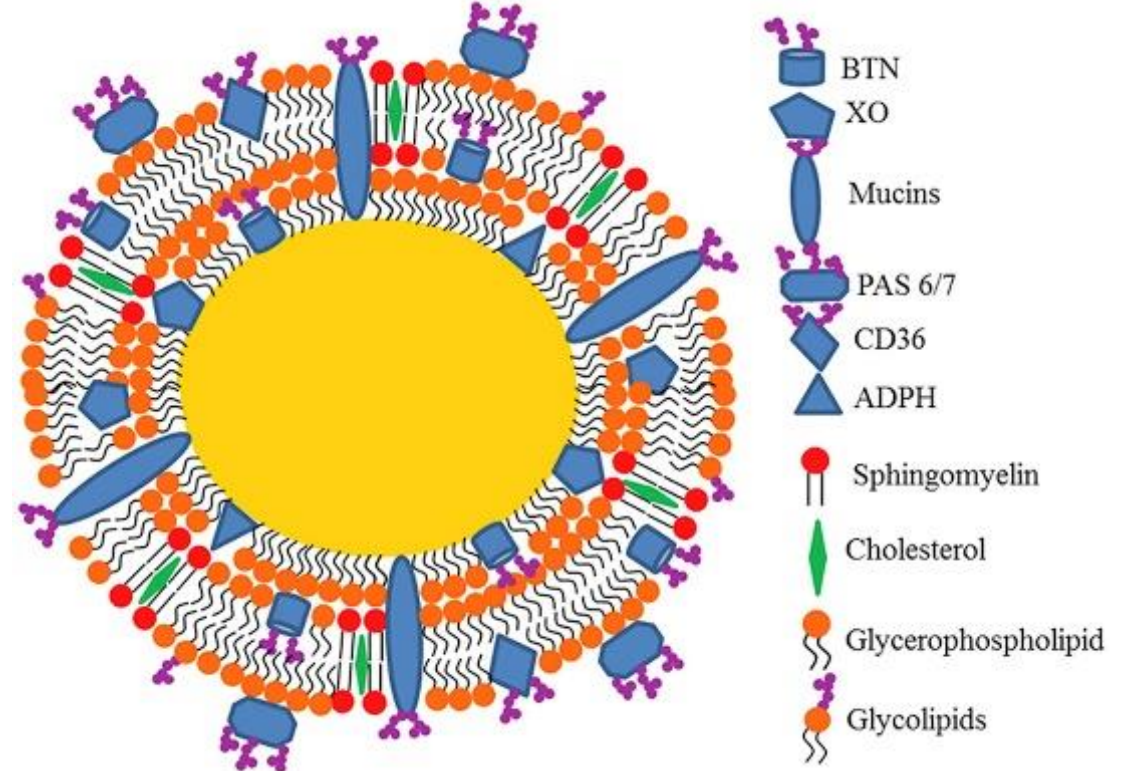
1-palmitoil-2-oleoil- sn -glisero-3fosfokolin (POPC) ve alkol türüne göre değişen farklı alternatif baş gruplarıyla örneklenen bir fosfolipidin kimyasal yapısı



etanolamin ile fosfatidiletanolamin (PE), gliserol ile fosfatidilgliserol (PG), serin ile fosfatidilserin (PS) ve inositol ile fosfatidilinositol (PI).

Diğer biyolojik zarlar gibi MFGM de fosfolipitlerle (PL) birlikte (gliko)proteinler, glikolipidler (yani serebrosidler ve gangliosidler), toplam ve kısmi gliseridler, serbest yağ asitleri ve kolesterolü içerir.

Nature's complex emulsion: The fat globules of milk
Harjinder Singh, Sophie Gallier



MFGM (süt yağı globül mebranı) ve taze sütün fosfolipid içeriği^a [Sanchez--Juanes et al., 2009].

Fosfolipit ^b	Süt yağı globül membranı (MFGM)	Yağlı süt	MFGM (Literatür) ^c	Yağlı süt (Literatür) ^d
PC	27.4 ± 0.0	32.7 ± 1.6	33.6; 33.2; 32.1	35.1; 21.1
PE	33.0 ± 1.9	28.5 ± 1.5	22.3; 32.6; 36.4	19.8; 46.3
PS/PI	17.8 ± 2.2	14.1 ± 1.4	4.3; 12.9; 14.1	13.7; 12.7
SM	18.8 ± 1.1	23.0 ± 1.6	35.3; 21.3; 17.3	31.4; 19.8
LPE	1.4 ± 0.5	N.D.	-	-
LPC	1.6 ± 0.4	1.8 ± 0.5	-	-

https://journal.pan.olsztyn.pl/pdf-98286-31039?filename=COMPOSITION_%20PROPERTIES.pdf

^a: Verilen değerler toplam fosfolipit içeriğinin yüzdeleridir ve üç bağımsız belirlemenin ortalamaları ± SD'dir;

ND: tespit edilmedi; yıldız işareti anlamlı farkı gösterir $p < 0,05$. Belirlenen toplam PL içeriği MFGM için $9750 \pm 1146 \mu\text{g}/100 \text{ mg}$ kuru ağırlık ve taze tam yağlı süt için $168,8 \pm 6,7 \text{ mg/L}$ dir.

^b: Kısaltmalar şunlardır:

PC: fosfatidilkolin; PE: fosfatidiletanolamin; PS: fosfatidilserin; PI: fosfatidilinositol;

SM: sfingomiyelin;

LPE: lizofosfatidiletanolamin; LPC: lizofosfatidilkolin.

^c: Bracco ve ark.'nın değerleri. [1972], Fong ve diğerleri. [2007]; Fauquant ve ark [2007].

^d: Bitman & Wood [1990]; Rombaut ve diğerleri [2005]'den alınan değerler.

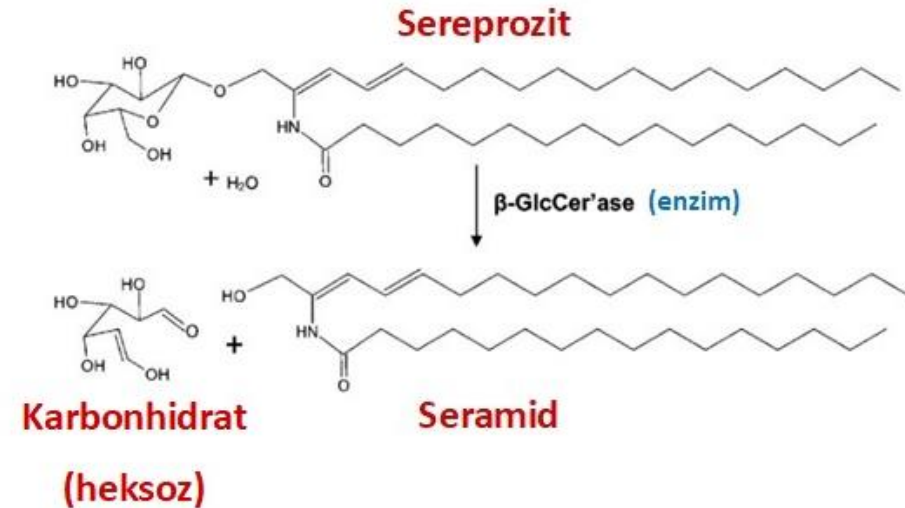
Sfingolipitler:

Serebrozitler:

Hem sfingolipit hem de glikoproteinler grubundadırlar ve heksoz içermektedirler. Sfingomiyelin-serebrozitler sfingolipidler olarak isimlendirilirler. Membrandaki sfingolipidler ortalama olarak plazma içerisindekinden daha fazla uzun zincirli yağ asidi içerirler.

Serebrozidin temel yapısı seramiddir. Seramidin terminal OH grubuna glikozidik olarak bağlanmış bir mono veya polisakkarit içeren monoglikozil ve oligoglikozilseramidler serebrozidler olarak tanımlanır. Sfingozin, seramid de bulunan ana uzun zincirli bazdır.

b-GlcCer'ase tarafından hidrolize edilerek şeker ve seramid oluşumu



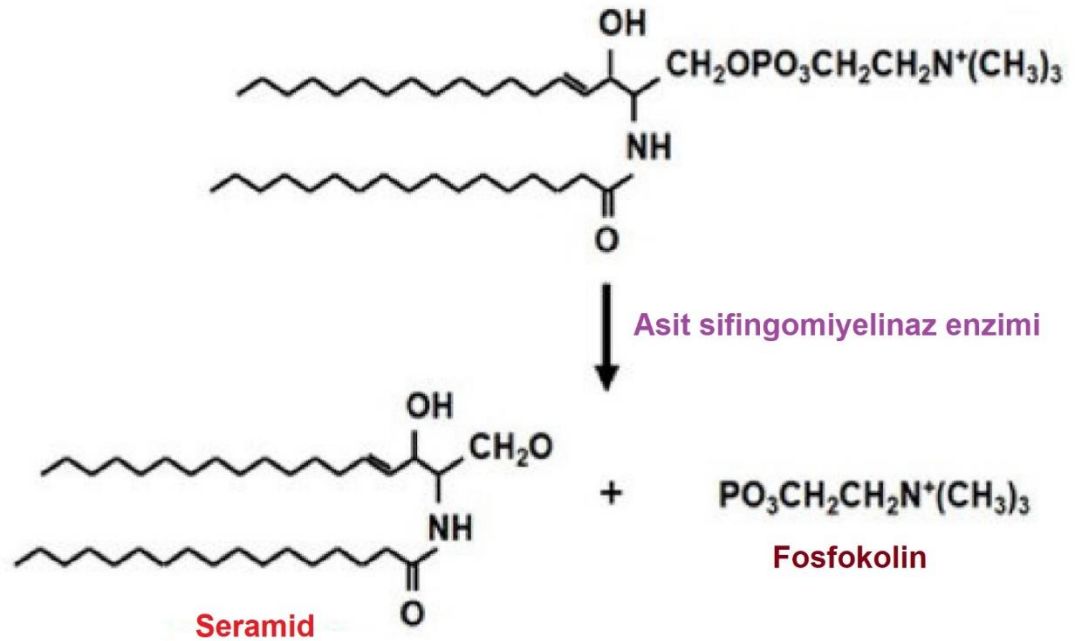
Sifingomiyolinler:

Hayvan hücre zarlarında, özellikle bazı sinir hücresi aksonalrını çevreleyen membran miyeli kılıfında bulunan sifingozit türüdür.

Genellikle fosfokolin ve seramidden veya bir fosfoetanolamin baş grubundan oluşur; bu nedenle sfingofosfolipitler olarak ta sınıflandırılabilir.

Sfingomiyelin hidrolizi

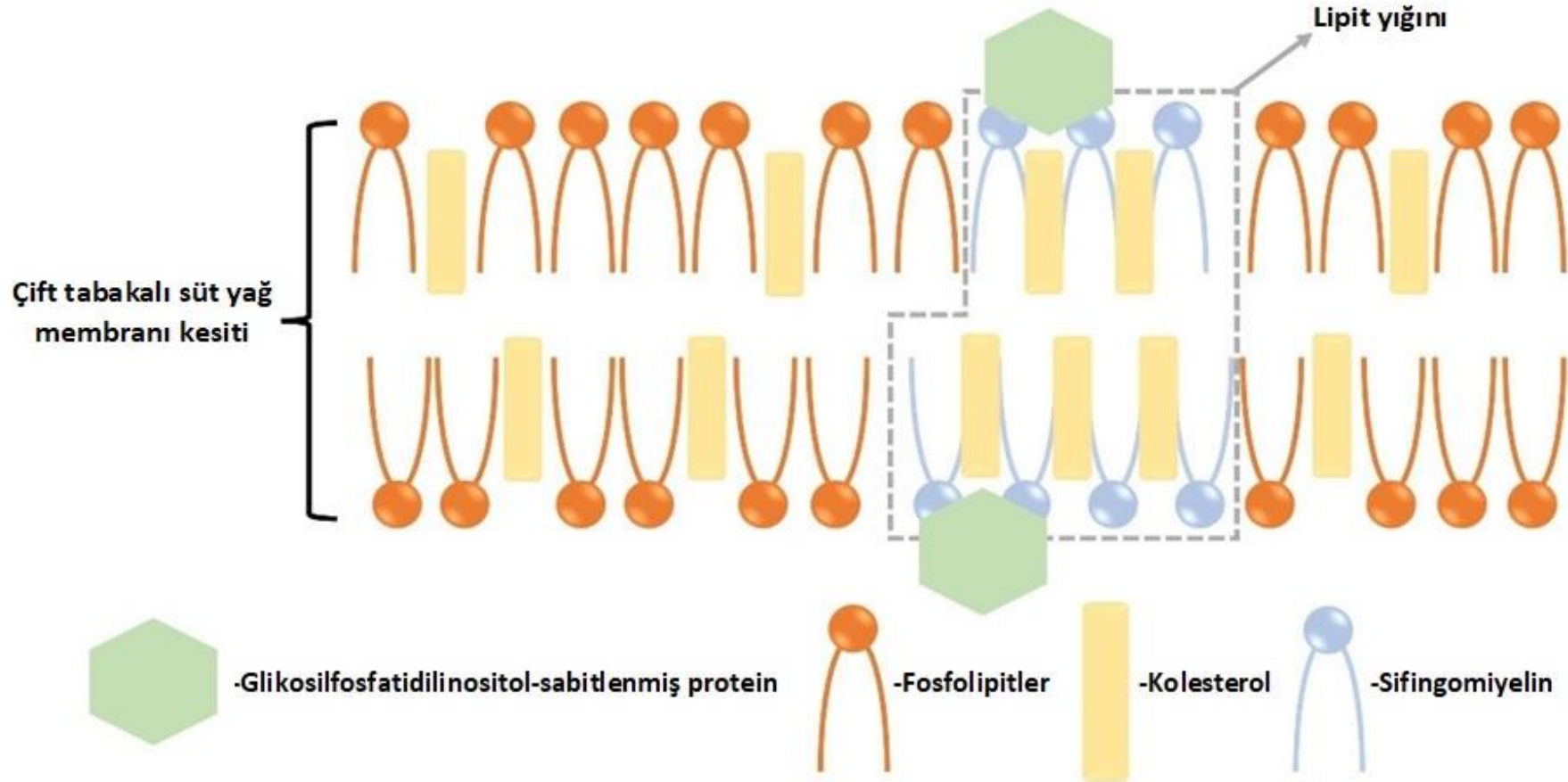
SİFİNGOMİYELİN



Ganglositler:

Gangliosid, şeker zincirinde bir veya daha fazla siyalik asit (örn. *N*-asetilnöraminik asit, NANA) ile bir glikosfingolipidden (*seramid* ve *oligosakkarit*) oluşan bir moleküldür. Sifingolipitler ve glikolipitler sınıfında yer alırlar.

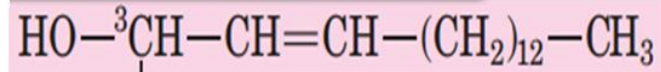
Süt yağ globül membran materyali'nin (MFGM) kolesterol üzerindeki lipid yığınının yapısı



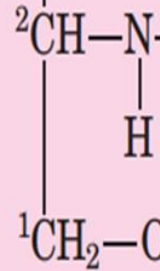
Gıdaların sfingolipid içeriği

Sfingolipitler	Ağırlıklı olarak bulunduğu gıdalar	İçerik (mg/100g)
Sfingomiyelin	Yağlı inek sütü Sığır eti Yumurta Cottage peyniri Orkinos balığı Tavuk karaciğeri	9 44-69 82 139 224 291
Seramid	Pirinç kepeği Soya fasulyesi	11,5 5,6
Sereprosit	Pirinç kepeği Soya fasulyesi Mısır Soya fasulyesi (başka literatür) Amarant tanesi	11,5 310 11,5 20 39
Ganglosit	Yağlı inek sütü Orkinos balığı Tavuk yumurta sarısı Tavuk ciğeri	0-11 6,48 15,9 29
Toplam sfingolipitler	Tüm kaynaklar	200-400 mg günlük tüketim

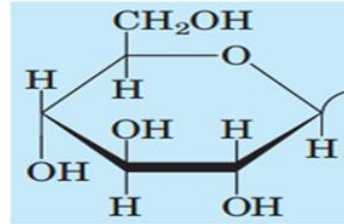
Sereprozitle gangliosit arasındaki strüktürel fark



Yağ asidi



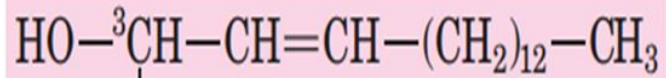
Sifingoziin



Glikoz

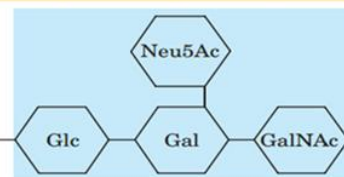
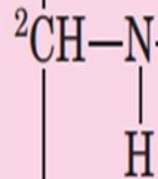
SEREPROZİT

Sifingoziin



GANGLİOSİT

Yağ asidi

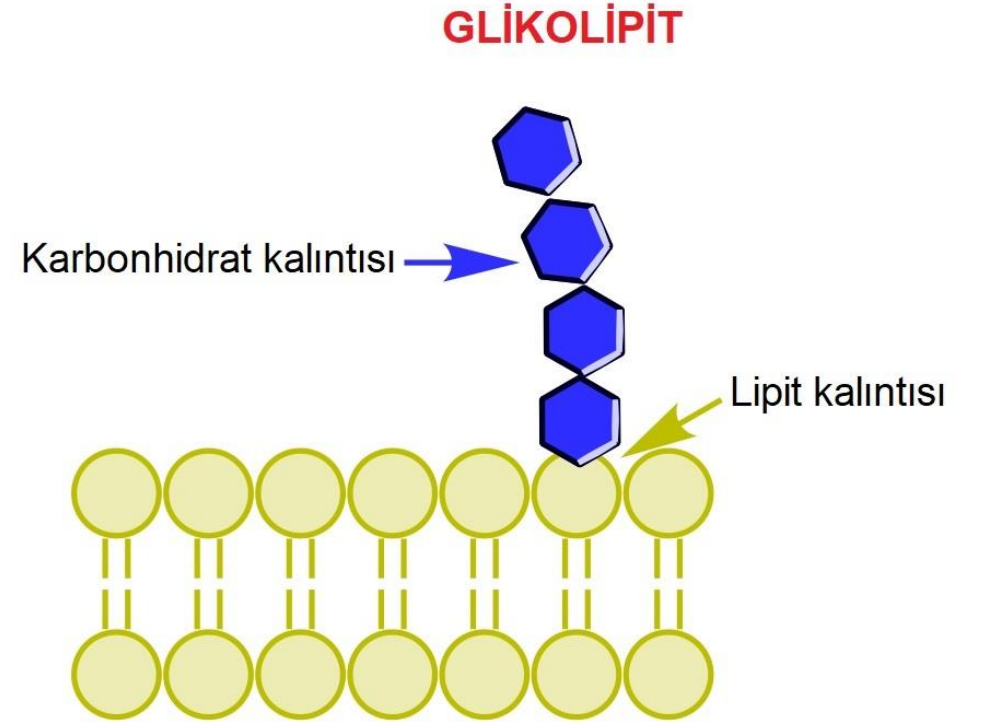


Komplex oligosakkaritler

Glikolipitler:

Glikolipitler şeker (karbonhidrat) kalıntısı içeren lipitlerdir. Yapılarında oligosakkaritler veya polisakkaritler olabilir. Sereprozitler ve ganglositler aynı zamanda glikolipitlerdir.

Basit glikolipit yapısı ve bulunduğu yer



YAĞ MEMBRANI

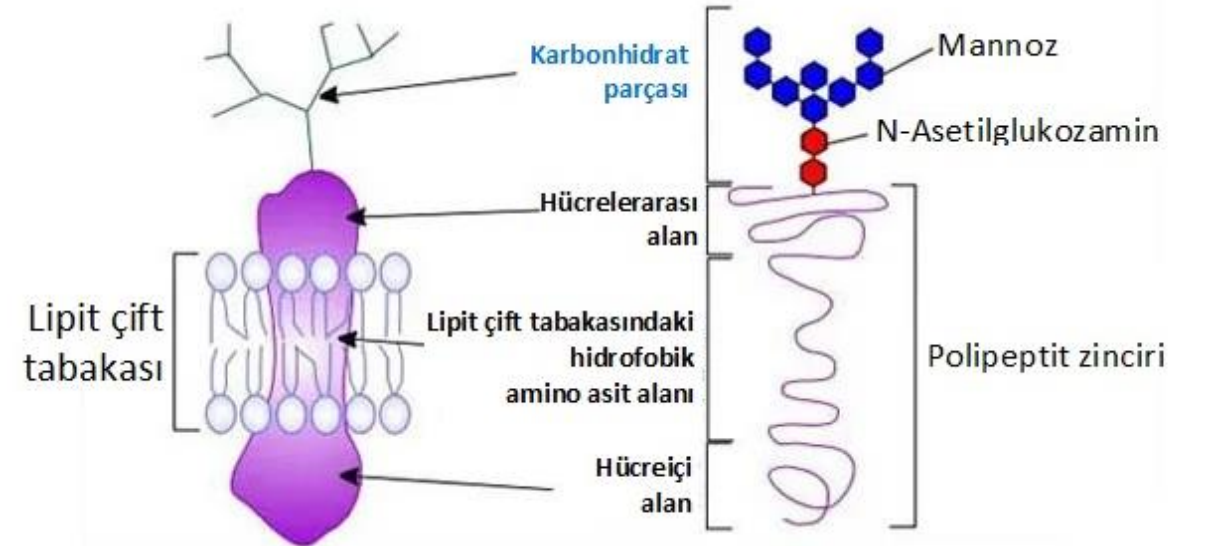
GLİKOPROTEİNLER:

Glikoproteinler aminoasit yan zincirine kovalent olarak bağlı oligosaskkarit (karbonhidrat) içeren proteinlerdir.

Glikoproteinler, çeşitli yapı ve işlevlere sahip çok çeşitli bileşiklerdir ve hücre zarlarının, hücreler arası matrislerin ve plazma gibi hücre dışı sıvıların bileşenleridir.

Çözünür ve zarla çevrili formlardadırlar. Süt yağında da glikoprotein olarak MUC1, MUCX ve MUC15 proteinleri ağırlıklı olarak bulunur.

Örnek membran glikoproteini yapısı



STEROLLER:

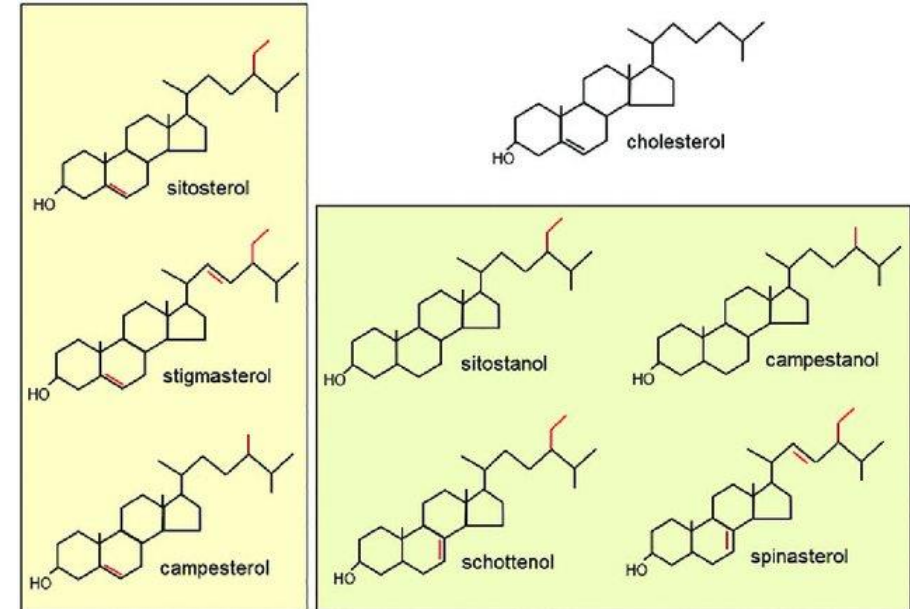
Sterol kelimesinin sözlük anlamı katı alkol demektir. Sterollerin hepsinde 3 numaralı karbonda alkalik hidroksil grubu bulunur. Sterollerin yağ globüllerinin çekirdeğinde eriyebildiği görülmüştür.

Süt yağı küreciklerinin zarının %0,3-0,5'ini oluşturan steroller, insan sağlığı ve beslenmesinde de önemli bileşenlerdir. Başlıca süt hayvancılığı türlerinden elde edilen sütte, kolesterol en yaygın sterol olup sterollerin %95'inden fazlasını oluşturur.

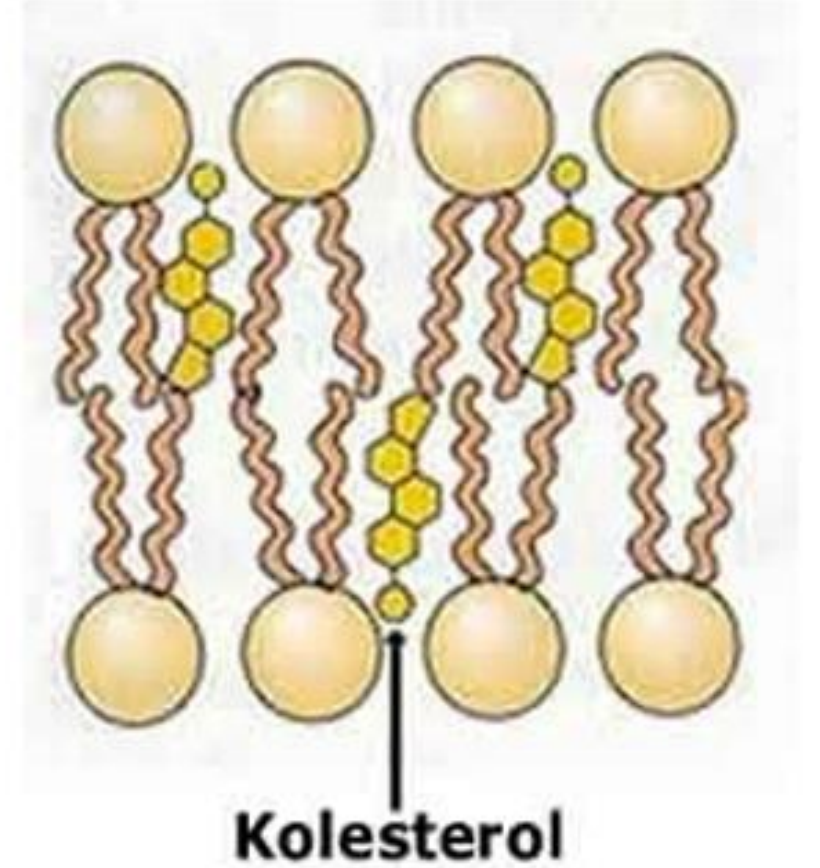
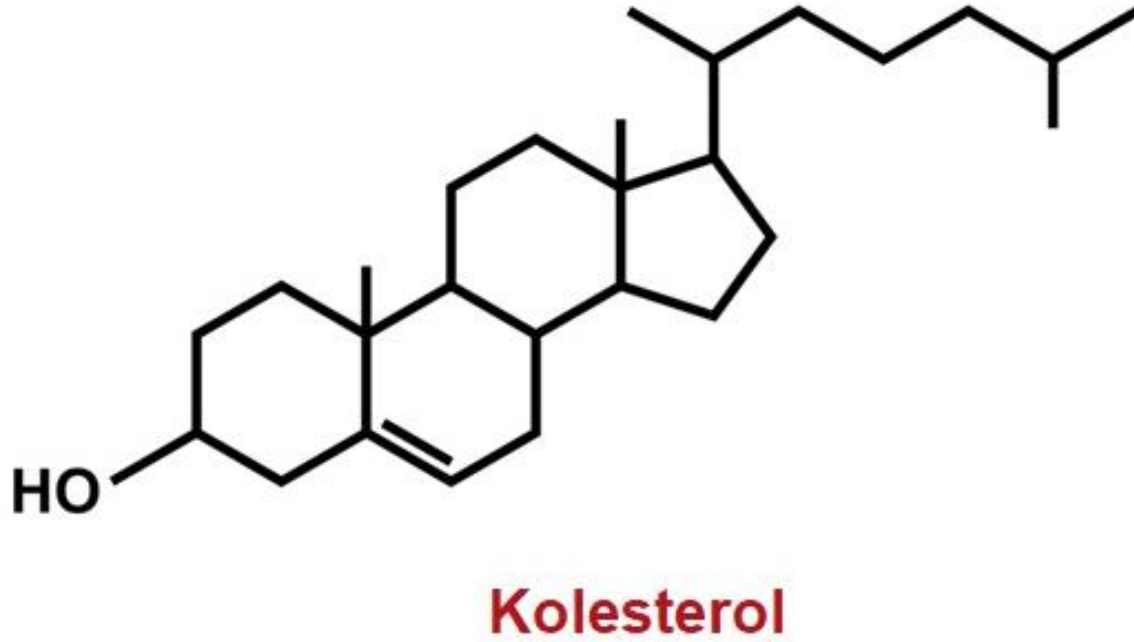
Bitki sterolleri ve stanollerinin kimyasal yapısı. Karşılaştırma için kolesterolün yapısı da gösterilmiştir.

Steroller aşağıdaki şekilde sınıflandırılır.

- Zoosteroller
- Mukosteroller ve
- Fitosteroller



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. Sütte %15 civarında kolesterol bulunmaktadı. Kolesterol esterleri membranda mevcuttur.

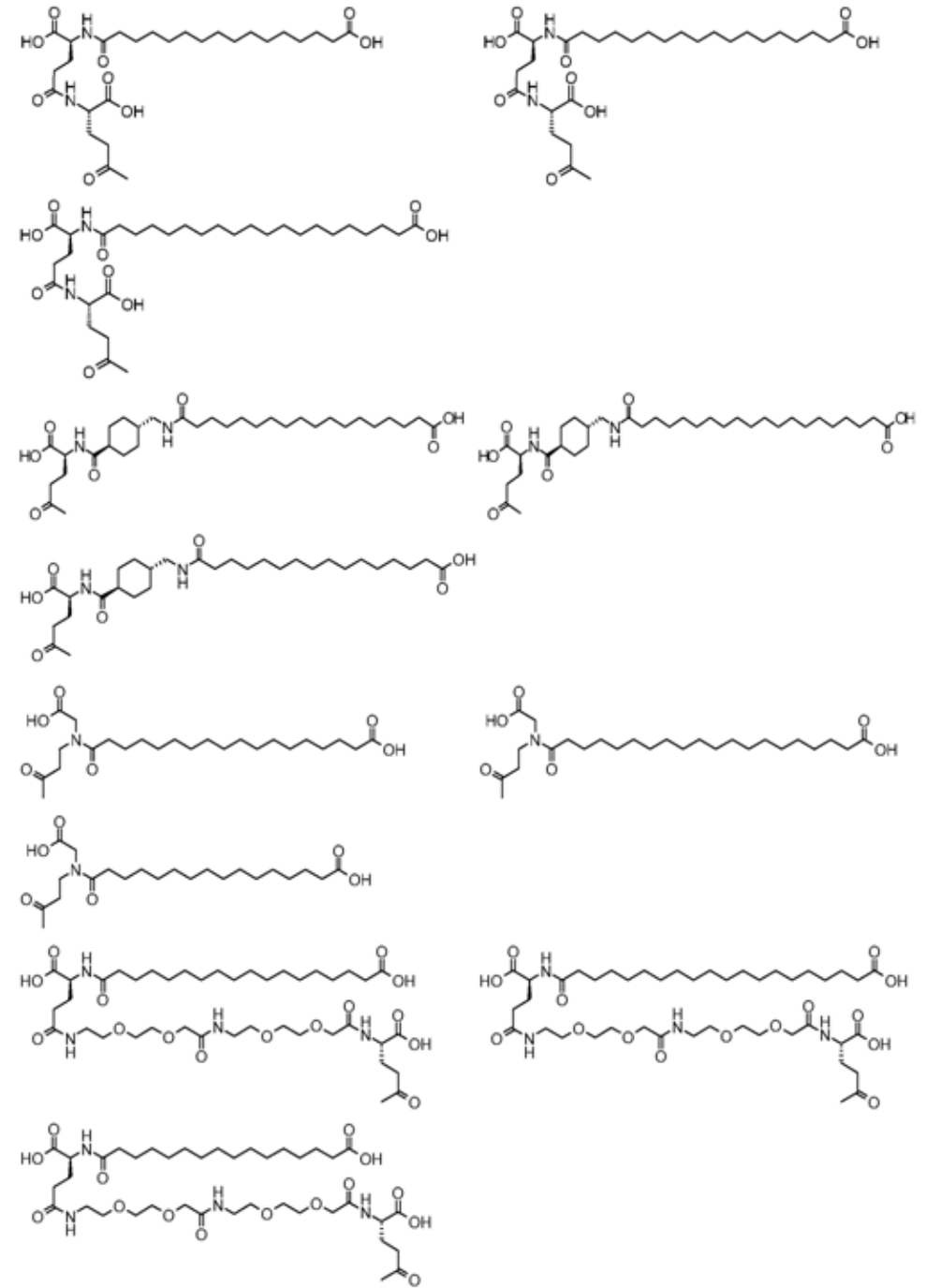


NÖTRAL GLİSERİDLER:

Nötral gliserit, gliserolün yüksüz bir yağ asidi esteri; yani bir fosfolipitin aksine bir mono-, di- veya tri-asilgliserol.

Membrandaki di-gliseridlerin oranı değişkendir.

Nötral gliseridler membran preperasyonunun %5-14'ünü teşkil etmektedir.



VİTAMİNLER:

Süt yağ globül membranının başlıca vitaminleri A vitamini, β -karoten, riboflavin ve α -tokoferoldür. Toplam karotenoidlerin %5'i mebranda bulunmaktadır.

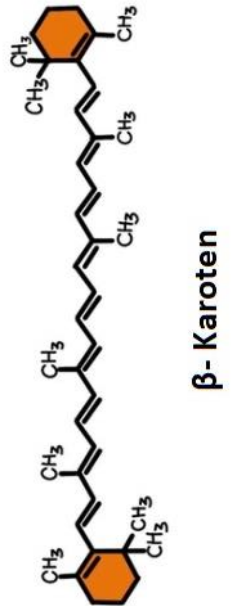
Süt yağındaki karotenoid içeriği ve yağ globüllerinin spesifik yüzey alanı arasındaki oran hemen hemen değişmemekte ve devamlı sabit kalmaktadır.

İnek sütündeki lipofilik vitamin içeriği

(Öste vd. 1997, Park 2007, Fantuz vd. 2016, Biadala ve Konieczny 2018'den elde edilen veriler)

Vitaminler	İnek Sütü
A vitamini + all-trans- β -karoten (mg/100 g)	0,04
D vitamini (μ g/100 g)	0,05-0,06
E vitamini (μ g/100 g)	0,10-0,13
K vitamini (μ g/100 g)	1,1

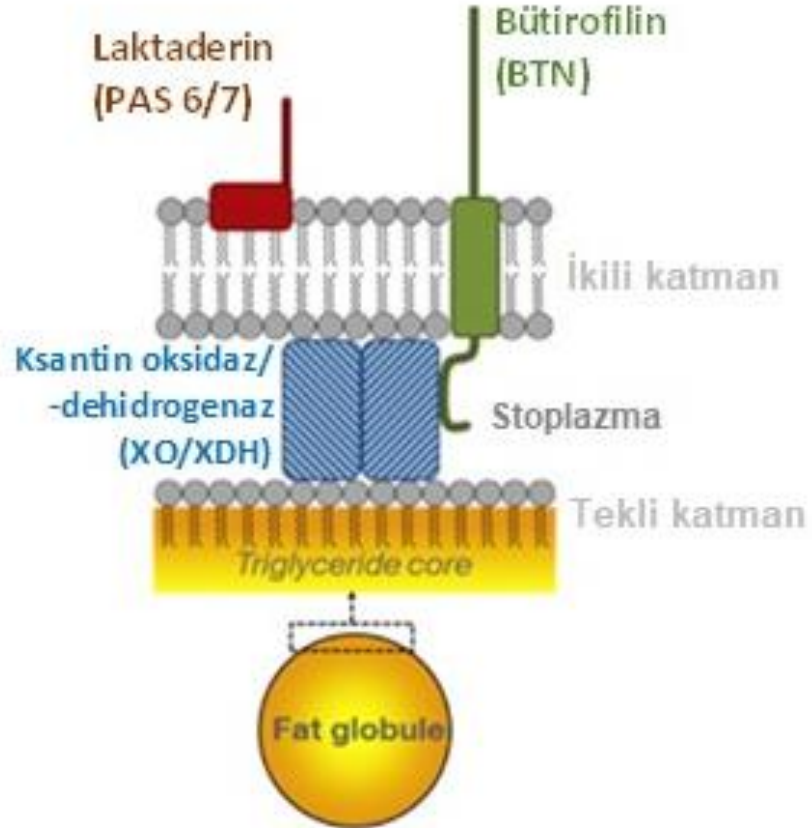
<https://www.mdpi.com/2624-862X/2/2/18>



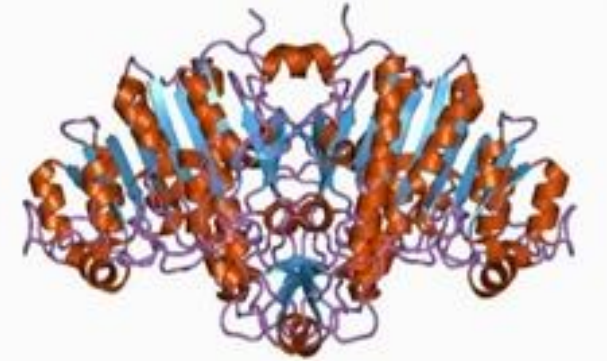
ENZİMLER:

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.

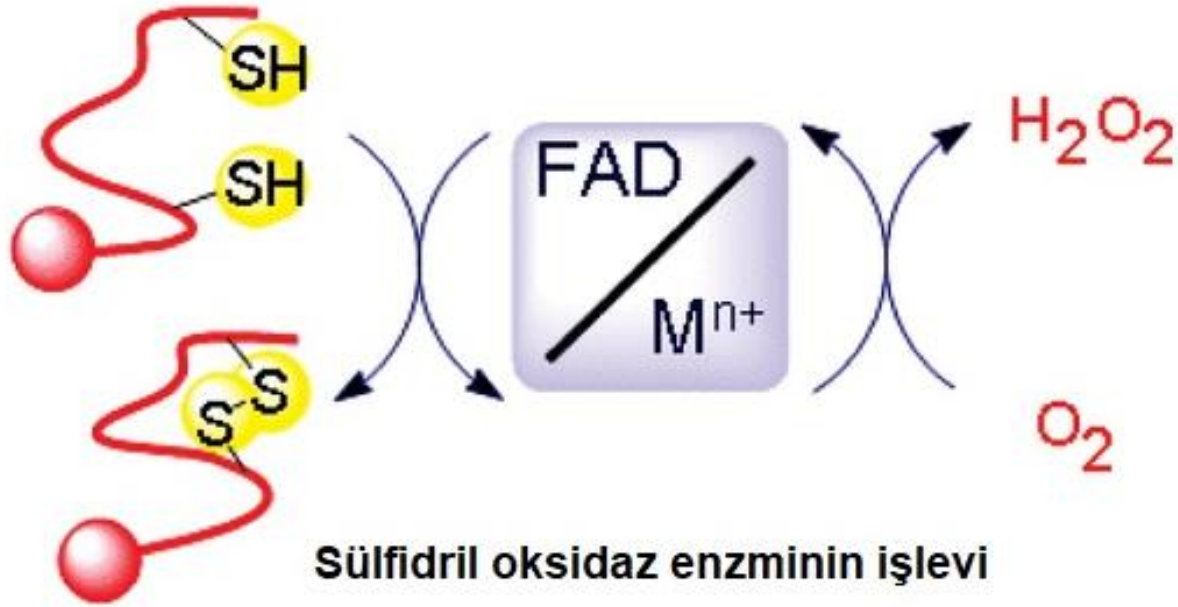


Alkali fosfotaz enzimi



Süt yağ globül mebranı (MFGM) ve Yağsız sütün lipoprotein mebranı (MSLM)'deki enzimler dört ana gruba ayrılabilir:

- (1) Redoks düzenleyici enzimler,
- (2) Fosfor iyon metabolizmasında yer alan enzimler,
- (3) Nükleotid metabolize eden enzimler ve
- (4) Çeşitli aktivitelere sahip bir dizi enzim



Fosfatidilinositol-spesifik fosfolipaz C
Enziminin bilgisayar modellemesi



*Enzim Kompozisyonunun Yağsız Süt Lipoprotein Membranları (MSLM)
ve
Süt Yağ Kürecik Membranı (MFGM)'daki oranı*

Bileşen	Oran MSLM/MFGM	
Alkali fosfotaz	0,9 (S)	1,6 (K)
Asit fosfotaz	0,4 (S)	0,5 (K)
5'-Nükleotidaz		1,2 (K)
Mg ²⁺ -ATfaz	3,5* (S)	3,3 (K)
Nükleotit pirofosfotaz		4,7 (K)
İnorganik fosfotaz		2 (K)
Glikoz-6-fosfotaz		2,7 (K)
Sülfidril fosfotaz		2,7 (K)
γ-Glutamil transpeptitaz		5,7 (K)
Diaforaz		0,3 (K)
Ksantin oksidaz (Dış kısımda)	0,5 (S)	0,3 (K)
Ksantin dehidrogenaz (İç kısımda)	0,7 (S)	

** Yayınlanmamış veri*

Ksantin oksidaz (XO) (dış kısımda): XO, MSLM veya MFGM'nin dış membran tarafına bağlıdır.

Ksantin dehidrogenaz (iç kısımda) (XD): XD, MSLM veya MFGM'nin iç zar tarafına bağlıdır.

İZ ELEMENTLER:

İz elementler ve diğer metaller membranda bulunmaktadır.

Mineral, doğal olarak oluşan inorganik bir katıdır. Sabit bir kimyasal bileşime ve düzenli bir atom düzenine sahiptir.

Süt lipit fraksiyonundaki başlıca mineralleri demir, çinko, bakır ve kalsiyumdur.

Yapılan çalışmalarda doğal Cu'ın (bakır) %5-25'inin, Fe'in (demir) %28-59'unun membranda bulunduğu tespit edilmiştir.

Ayrıca Mo (*molipten*), Zn^{+2} (*çinko*), Ca^{+2} (*kalsiyum*), Mg^{+2} (*magnezyum*), Na (*sodyum*) ve K (*potasyum*) gibi elementler de membranda bulunmaktadır.

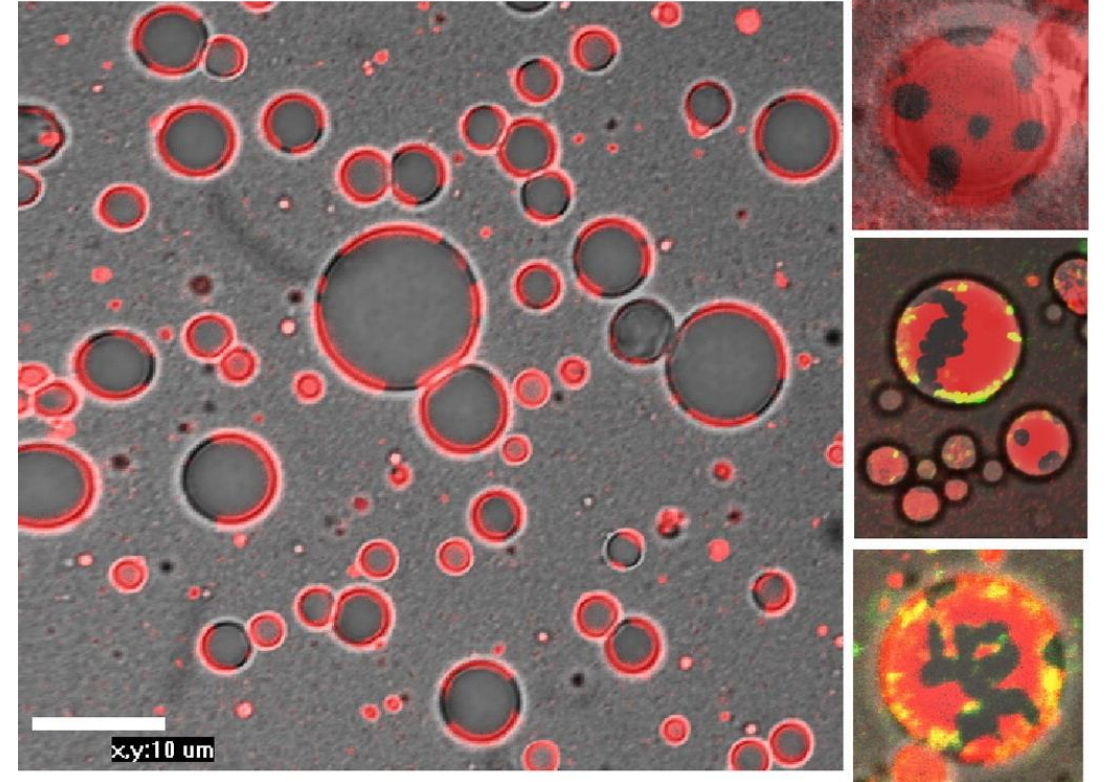
İz element: Günde gereksinimleri 100 mg'ın altında olduğunda ve eksikliği hastalığa yol açıp ölümcül olabileceği zaman, bir element iz elementler olarak adlandırılır. Canlı organizmalar için gerekli olan iz elementler, genellikle ppb (milyarda bir) ile ppm (milyonda bir) arasında konsantrasyonlarda bulunur.



SÜT YAĞINDA YER ALAN LEZZET BİLEŞENLERİ:

Gerçek ve potansiyel tatlar süt yağının en önemli nitelikleri arasındadır. Bazı süt ürünlerinde (*süt, krema, dondurma, kültürlenmemiş tereyağı*) amaç taze sütün yağıyla ilişkilendirilen hafif hoş tadı korumaktır. Ancak pişirme, fırınlama ve birçok işlenmiş gıda uygulamasında amaç süt yağından tereyağı, kremamsı, peynirli ve karamel benzeri tat nitelikleri üretmektir.

**Manda sütünün yağ küreciklerini
çevreleyen biyolojik zardaki lipit alanları**



Gıda aroması, en az üç faktörün, yani aroma, tat ve doku, esas olarak sırasıyla koku alma, tat alma ve dokunma duyularıyla algılanan bir komplekstir. Renk, ses ve önceki deneyimler gibi diğer zihinsel izlenimler bir kişinin bir lezzet tanımını değiştirebilir. Lezzet genellikle toplam fizyolojik tepki olarak değerlendirilir ve pratik amaçlar için bu, fiziko-kimyasal analizlere göre kalibre edilir. Süt ürünlerinin lezzetleri çeşitlidir ve bir ürünün olmazsa olmazı olan şey bir diğerinde oldukça tatsız olabilir, örneğin, mavi peynirin metil ketonları taze kremada istenmeyen bir durumdur veya çedar aroması için çok önemli olan düşük molekül ağırlıklı yağ asitleri taze içecek sütünün lezzetini bozar.



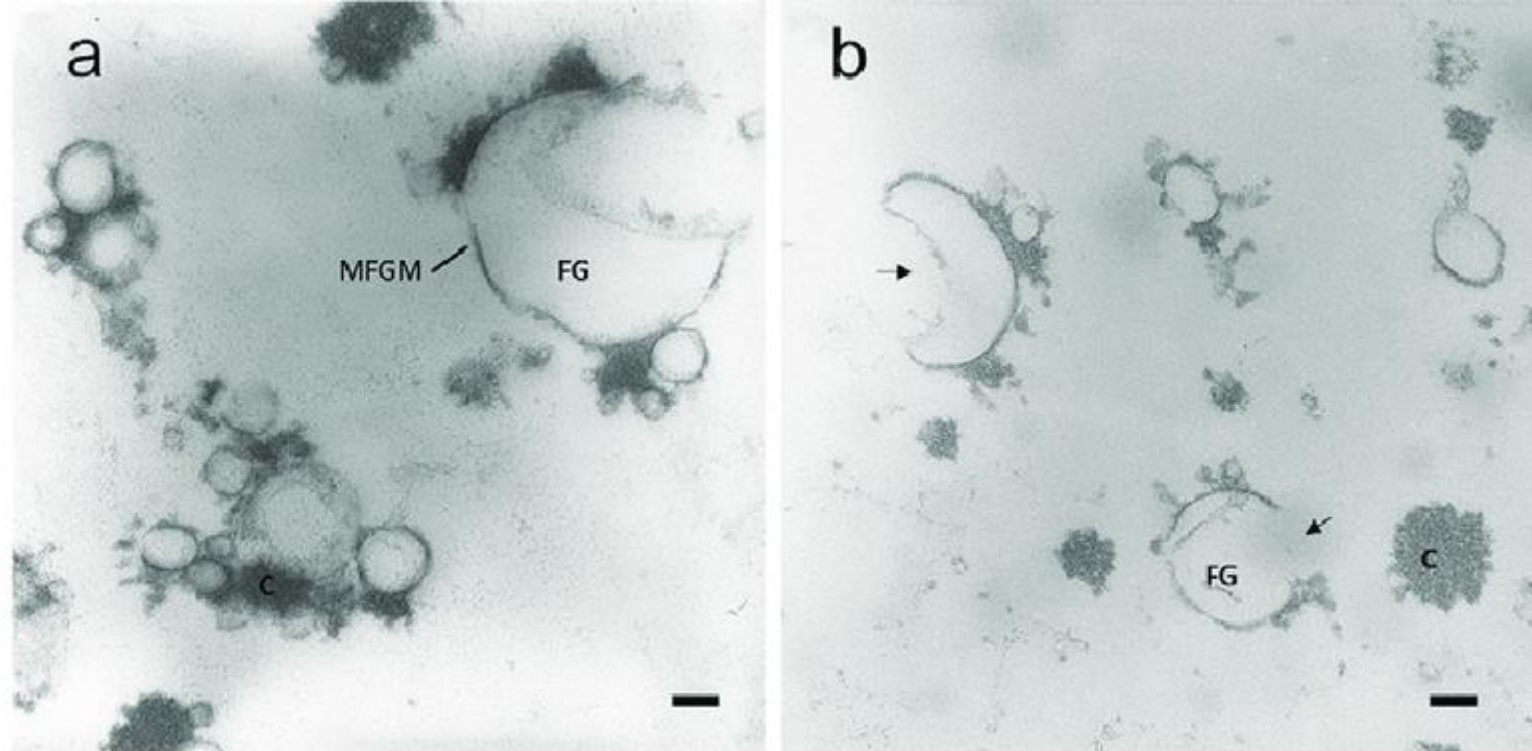
Oksidatif Tatlar

Süt yağında bulunan oksitlenmiş tat dışı maddeler, esas olarak fosfolipitlerle ilişkili oleik, linoleik ve linolenik olmak üzere doymamış yağ asitlerinin otoksidasyonunun ürünleridir. Trigliseritler ve kolesterol esterleri de bu ürünlere dahil olabilir.

Bu bileşikler son derece yüksek bir tat potansiyeline sahiptir ve çok düşük konsantrasyonlarda organoleptik olarak tespit edilebilir.

Bu tat dışı madde kategorilerinin kalitatif karbonil içeriğindeki benzerliğe rağmen, gerçek algılanabilir tat farklılıkları, aktif bileşenlerin ve bileşen gruplarının miktarı ve oranlarındaki değişiklik ve bunların etkileşimi, yani katkı maddesi, sinerjistik, antagonistik etkiler nedeniyle belirgindir.

Tek (a) veya iki (b) kez homojenize edilmiş UHT sütündeki yağ küreciklerinin (FG) TEM mikrografları. Teknolojik işlemlerin bir sonucu olarak, çok sayıda küçük kazein miseli (C) süt yağ küreciği zarına (MFGM) yapışmıştır. Çift homojenize edilmiş örnekte çok sayıda hasarlı yağ küreciği (siyah oklar) mevcuttur. Ölçek çubukları: 100 nm.



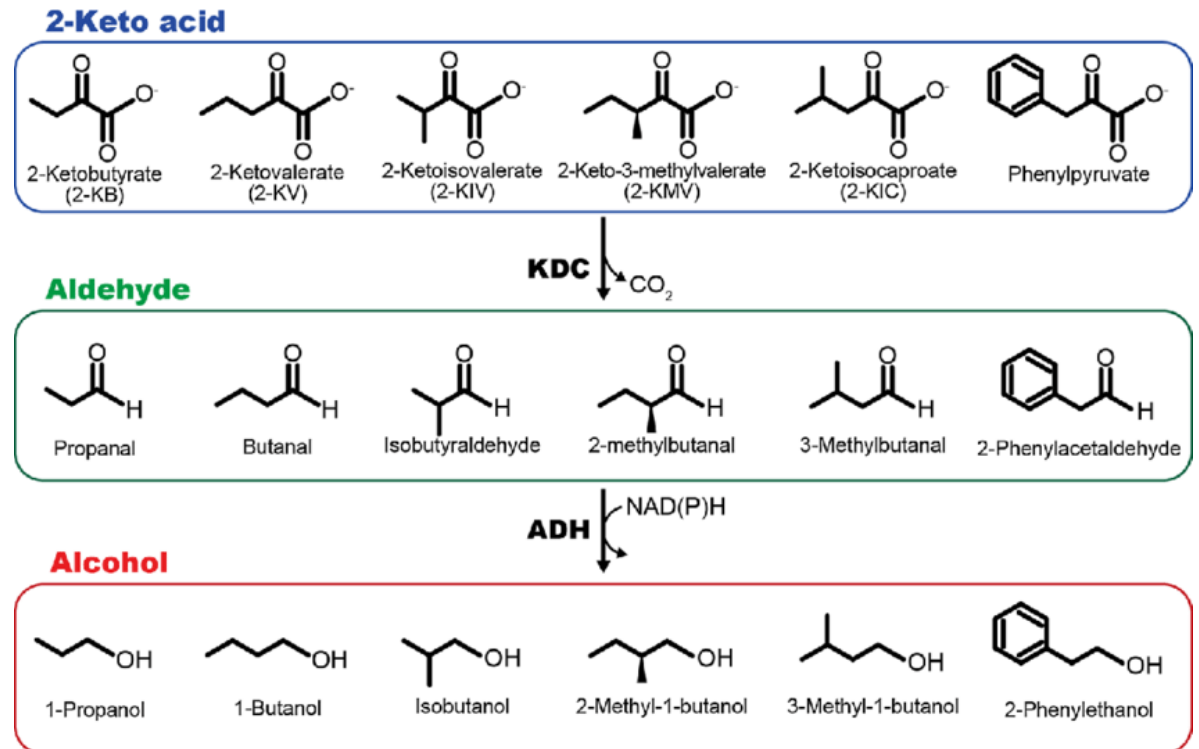
Oksidatif Olmayan Lezzet Bileşikleri

Sütün trigliserit fraksiyonu, meme bezi tarafından işlenen ve salgılanan yağın yaklaşık %98'ini oluşturur ve oksidatif olmayan mekanizmalarla güçlendirilen karakterize edilmiş tatların kaynağıdır. Bunlar, süt lipidlerine mumumsu bir tat veren uzun zincirli aldehytler elde etmek için enol-eter bağlarının hidrolizini ve normal, beta-keto, gama ve delta hidroksi yağ asitlerini serbest bırakmak için asil bağlarının hidrolizini içerir.

Keto asitler daha sonra metil ketonlar elde etmek için dekarboksile edilebilir ve hidroksi asitler kendiliğinden laktonize olarak laktonlar elde edebilir.

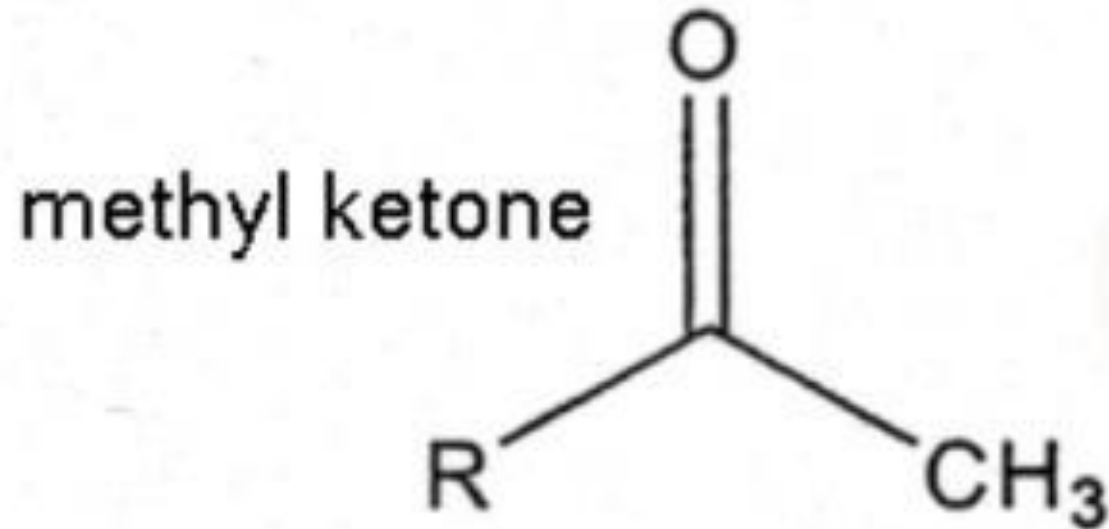
Bu maddeler endojen sığır metabolizmasının ürünleri olduğundan, süt yağının lezzet potansiyeli biyolojik varyasyona tabidir ve onu üreten hayvanın fizyolojik durumuna göre değişmelidir.

2-keto asitlerin daha uzun zincirli alkollere dönüştürülmesi. KDC 2-keto asit dekarboksilaz, ADH alkol dehidrojenaz



Metil Ketonlar

Buhar distilatlarında ve süt yağından elde edilen sabunlaştırılmayan maddelerde C_3 - C_{15} n-2-alkanonları tanımlanmıştır ayrıca süt yağında keto alkanoik asitlerin varlığını gösterilmiş olup süt ve kremanın soğuk distilatından C_4 ila C_7 metil ketonları izole edilmiş ve bunların β -keto asitlerin dekarboksilasyonundan kaynaklandığını öne sürülmüştür.

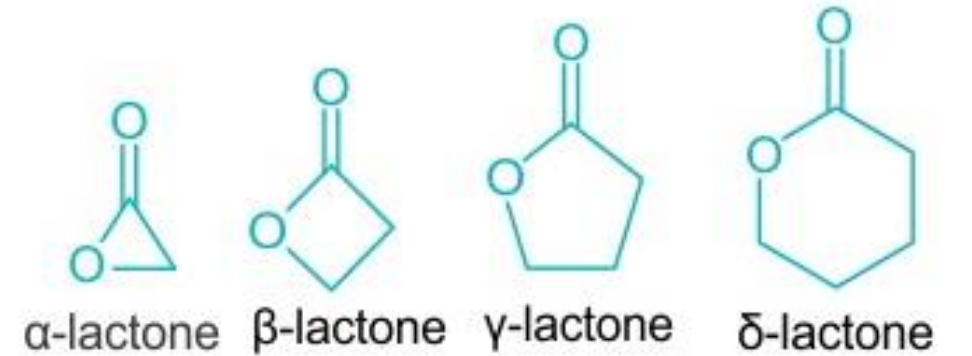


Laktonlar

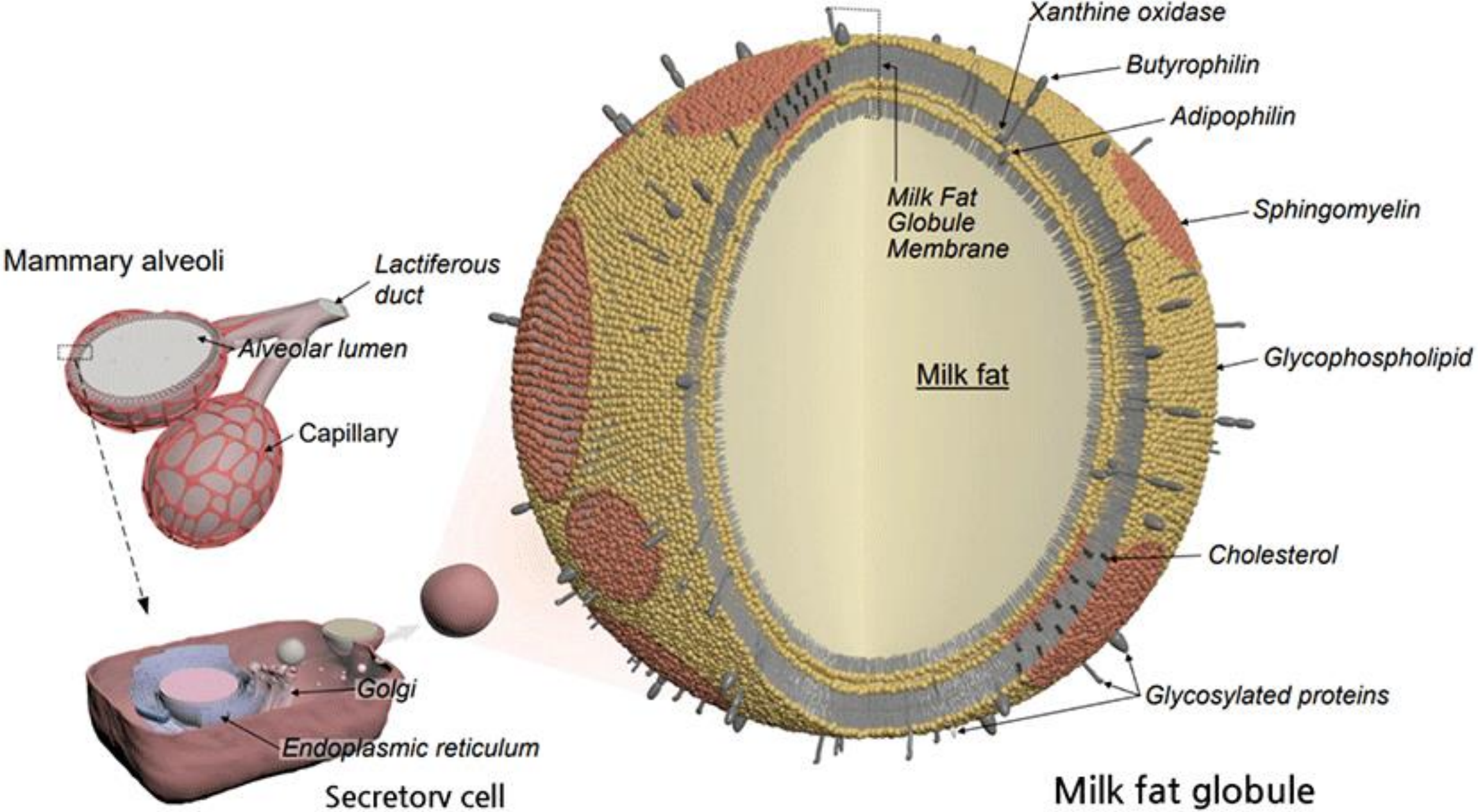
Kimyasal olarak, laktonlar, aynı molekül içindeki bir hidroksil grubu ve bir karboksil grubunun iç halka yapısı oluşturmasıyla oluşan siklik esterlerdir. İlgili hidroksikarboksilik asitlerden esterleştirme yoluyla elde edilirler. Doymuş veya doymamış olabilirler.

Alifatik laktonların süte Hindistan cevizi aroması verdiği düşünülmektedir. Süt yağında deltalaktonu, tereyağının damıtımından 8C,1 (8 karbonlu 1 çift bağ içeren), 8C,2 elde edilmiştir.

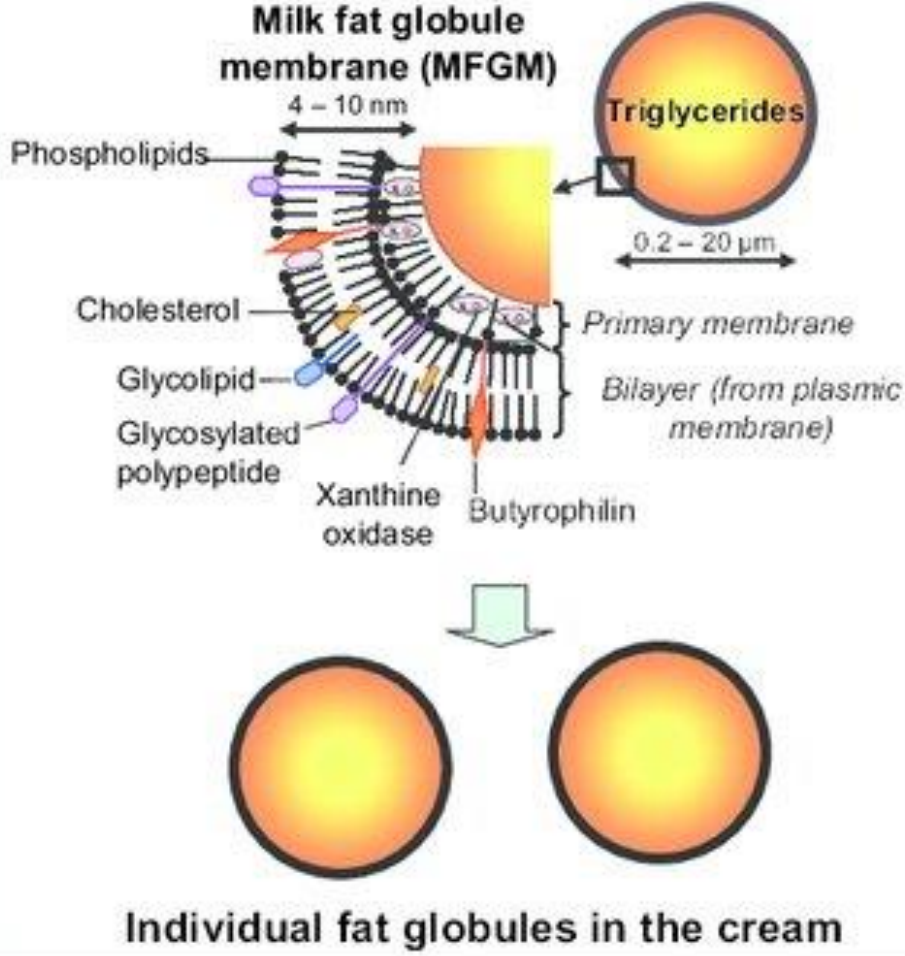
Bu halkalara bağlı karbon zincir uzunluğu, öngörülebilir bir aromatik ilerleme yaratır. Daha kısa zincirler (C6-C8), laktonik tatlılıklarına rağmen otsu, bazen baharatlı veya hatta kimyon benzeri kokulara eğilimlidir. Orta zincirler (C9-C11), artan yoğunlukla ünlü taş meyve notalarını (şeftali, kayısı, erik) üretir. Daha uzun zincirler (C12 ve sonrası), taze kremadan olgunlaştırılmış peynire kadar her şeyi çağrıştıran konsantre süt ürünleri alanına geçer.



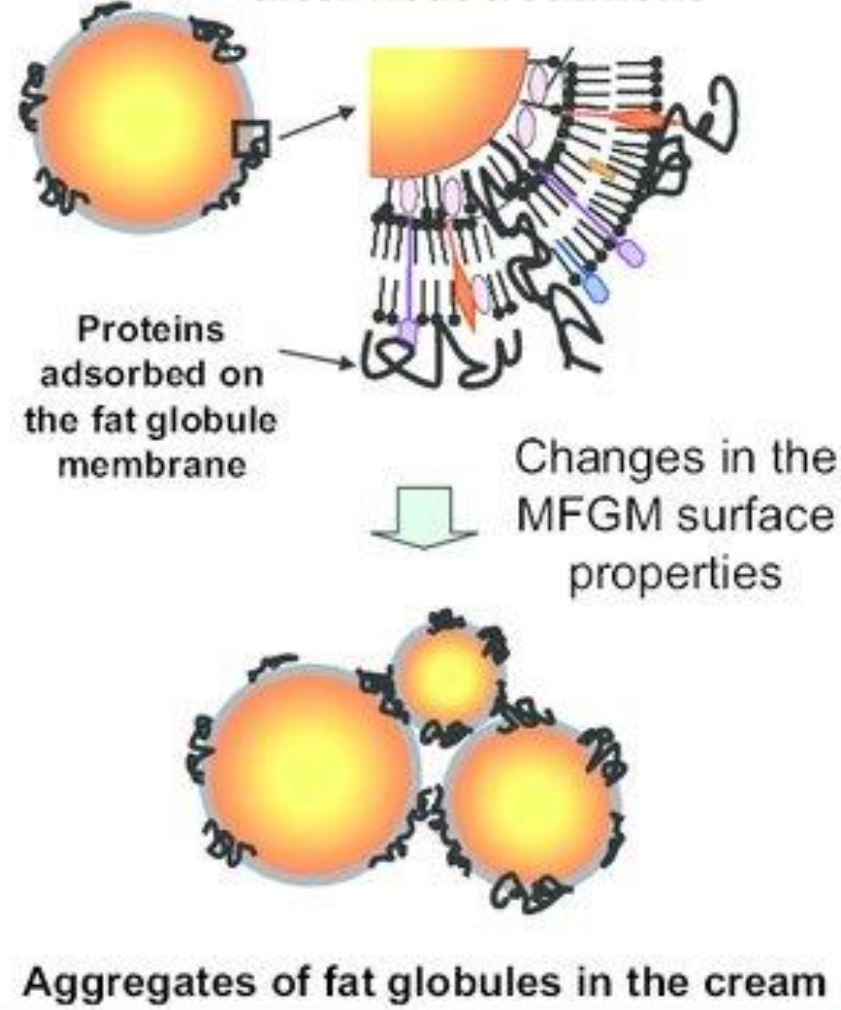
Lakton yapısı



**(A) Native milk fat globule,
or after low heat treatment**



**(B) Milk fat globule
after heat treatment**



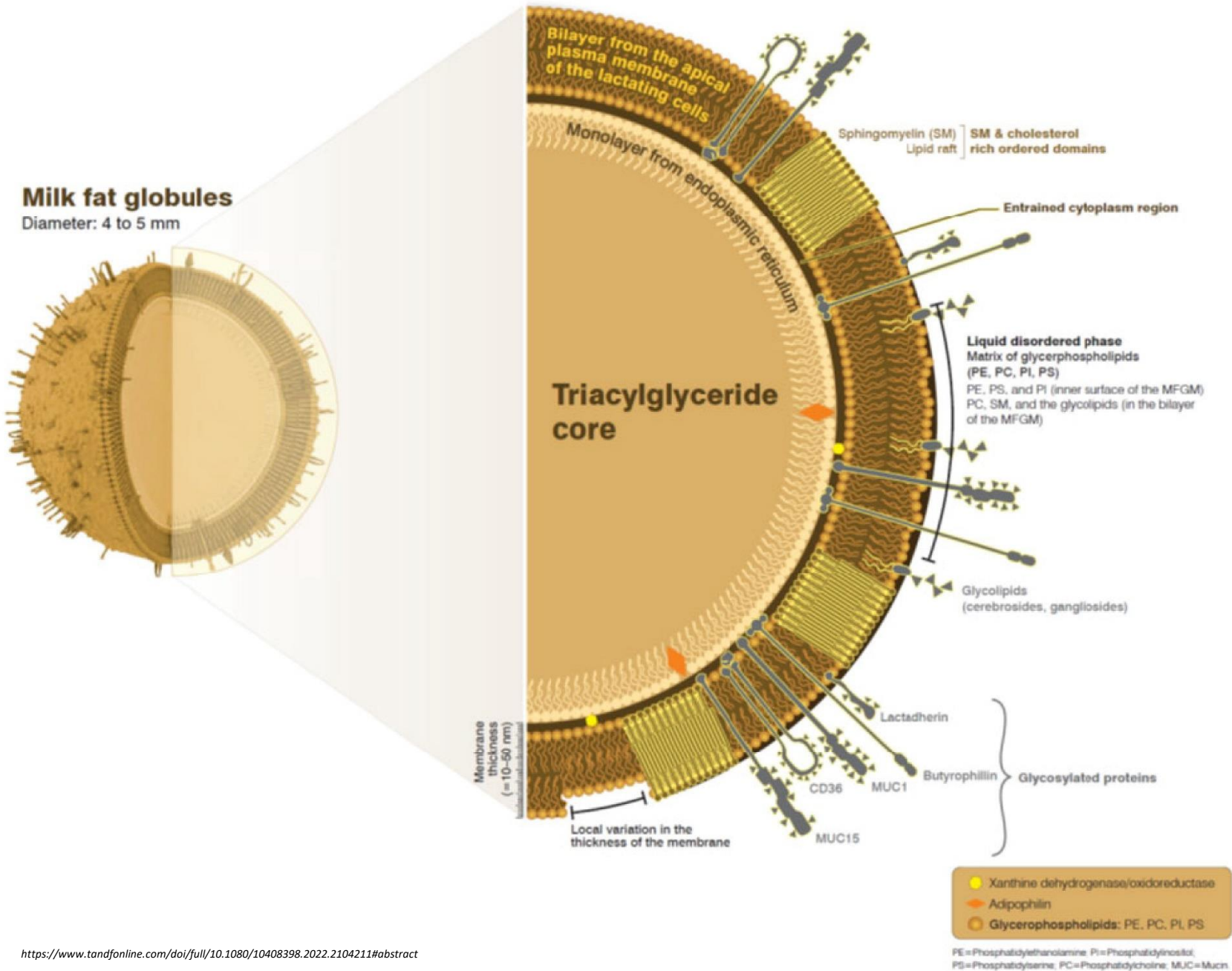
*Kremaya uygulanan ısıl işleme
bağlı olarak MFGM
(süt yağ globülü membranı)
materyal bileşimindeki değişiklik
ler ve lazer ışık saçılımı
ölçümleri kullanılarak belirlenen
kümeleşmelerinde
gözlemlenen sonuçlar.
Çiğ sütte veya düşük ısıl
işlemden sonra süt yağı kürecik
zar bileşiminin (A) şematik göste
rimi ve
yağ küreciklerinin
kümeleşmesini sağlayan yüksek
ısıl işlemden sonra (B).*

Milk Fat Globule Membrane (MFGM)

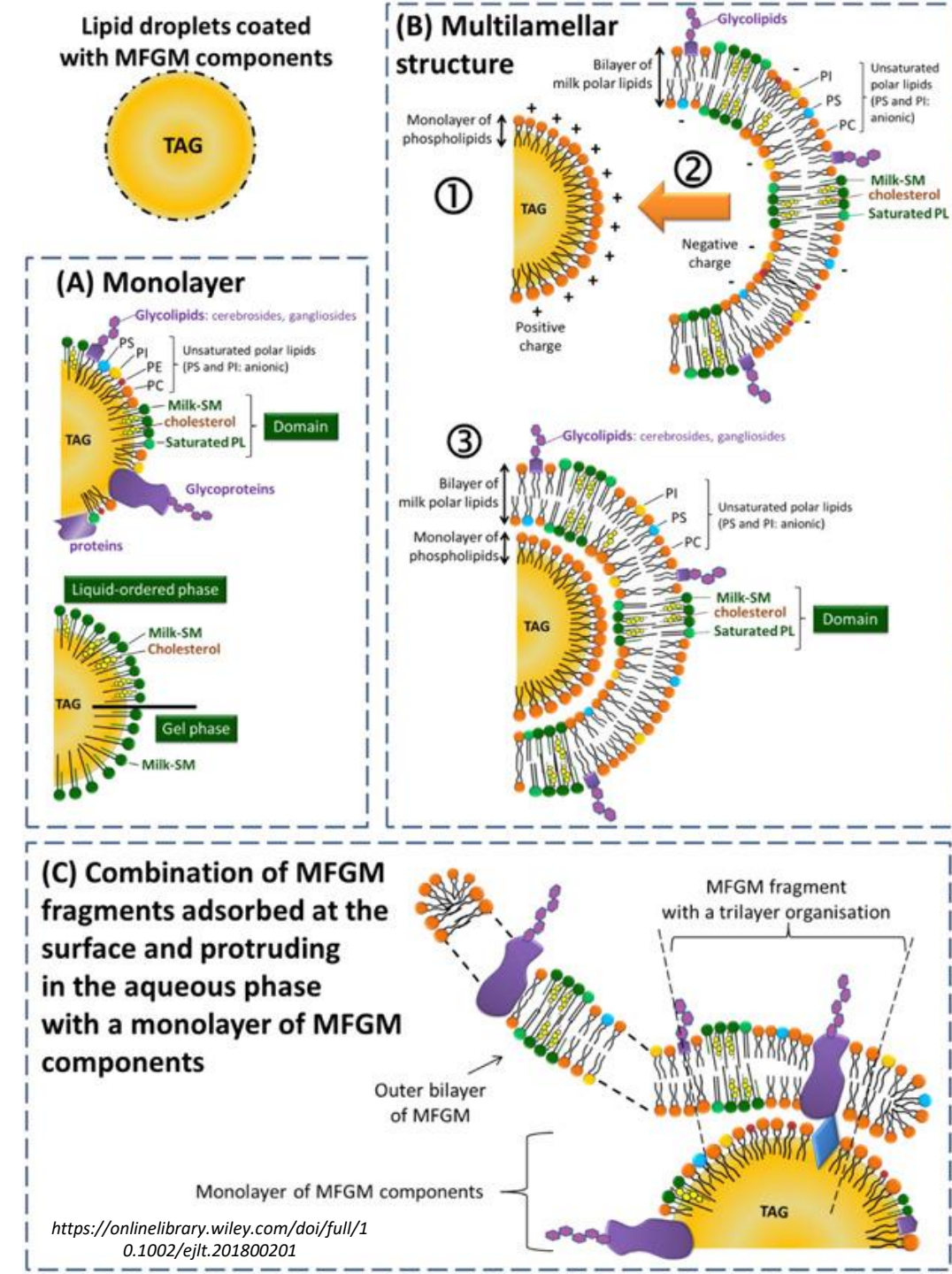
A trilayer structure with a lateral organisation of polar lipids

Approximate ratio of proteins:lipids:carbohydrates ~4:3:1

Sütteki polar lipidlerin bileşimi ve işlevselliği



Süt yağı kürecik zarı (MFGM) bileşenleri ile kaplanmış işlenmiş lipit damlacıklarının, işlevsel özelliklere ve sağlık yararlarına ulaşmak için uyarlanmış arayüzlerle şematik gösterimi. Ölçeksiz.



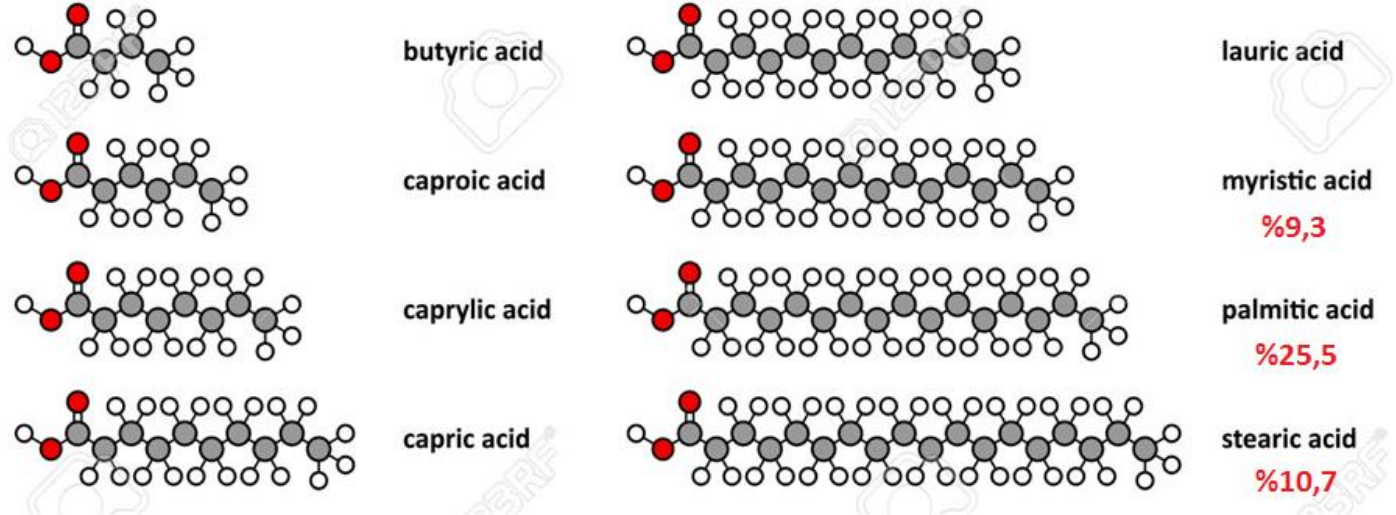
SÜT YAĞINI OLUŞTURAN YAĞ ASİTLERİ

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.



		“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	SIVI	0,5	
	Oleinik	18:1	Uçmaz	erimez	SIVI	16,3	201
	Linonik	18:2	Uçmaz	erimez	SIVI	-3,0	202
	Linoleik	18:3	Uçmaz	erimez	SIVI	-14,4	158
	Arasidonik	20:4	Uçmaz	erimez	SIVI		

Reichert-Meissl sayısı:

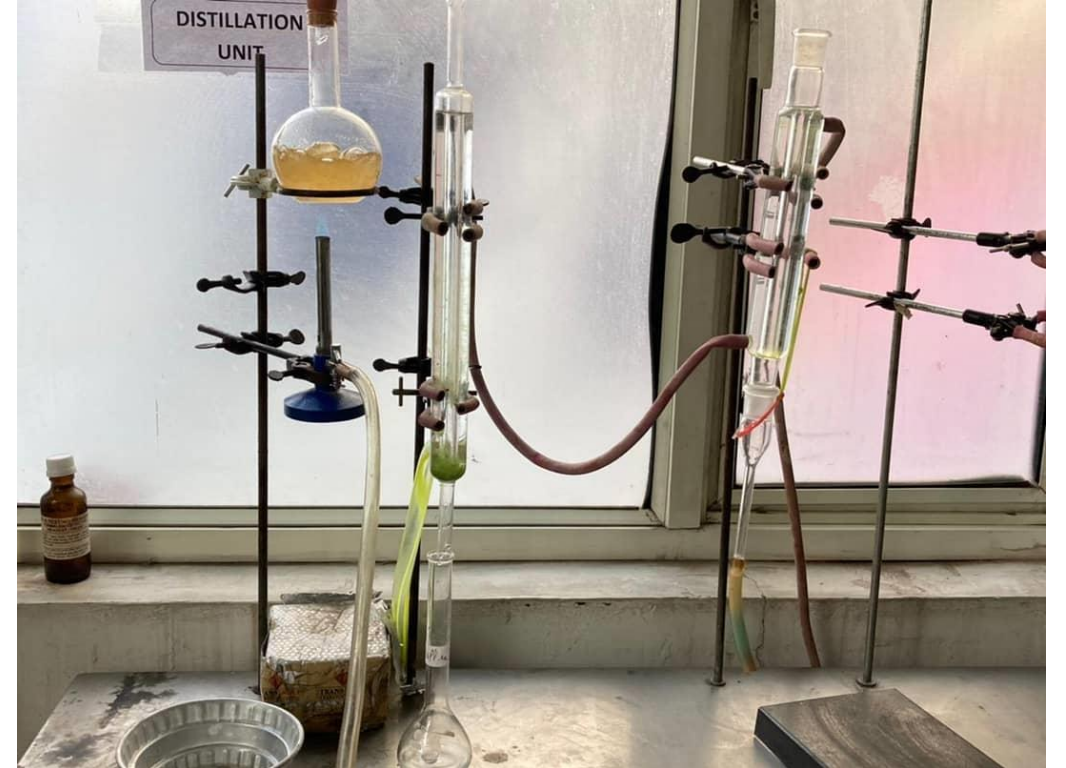
Reichert-Meissl sayısı tayini, tereyağına hileli amaçlarla başka yağların eklenip eklenmediğini belirlemek için kullanılan bir analiz yöntemidir. Reichert-Meissl sayısı, süt yağlarının karakteristiği olan düşük molekül ağırlıklı yağ asitlerinin miktarını ve yağlarda su buharı ile uçan ve suda çözünen 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.

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.

https://www.diatek.com.tr/Makale-Yontem/Genel/Tereyaginda-Reichert-Meissl-Sayisini-Hesaplama_3373.htm



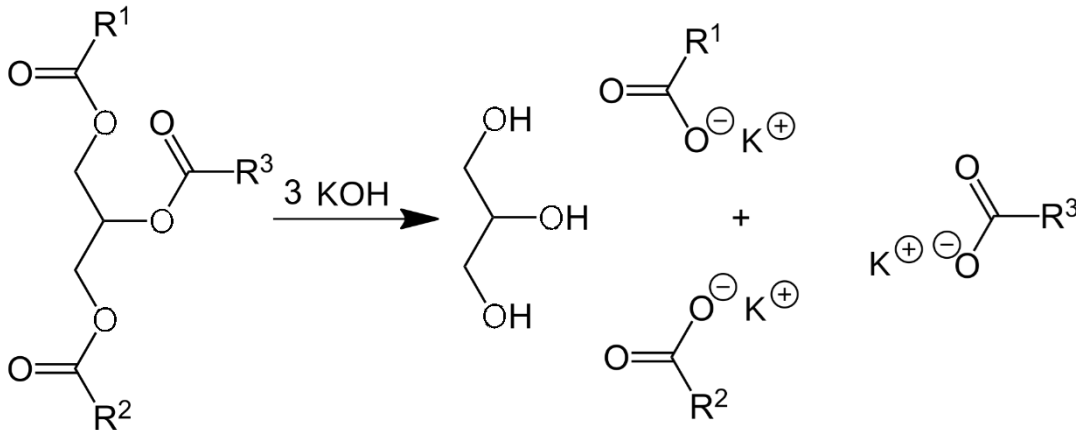
Sabunlaşma sayısı:

Bir gram yağı sabunlaştırmak için gereken potasyum hidroksit (KOH) veya sodyum hidroksit (NaOH) sayısının miligram olarak ölçüsüdür.

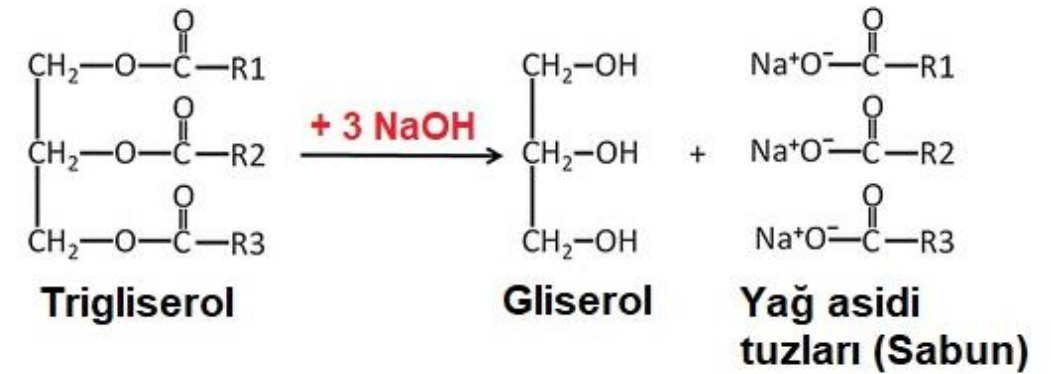
Numunedeki trigliserit formunda bulunan tüm yağ asitlerinin ortalama molekül ağırlığının (veya zincir uzunluğunun) bir ölçüsüdür .

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.

Trigliserit molekülünün potasyum hidroksitle (KOH) sabunlaşma tepkimesine örnek olarak gliserol ve yağ asitlerinin tuzları (sabun) elde edilir.



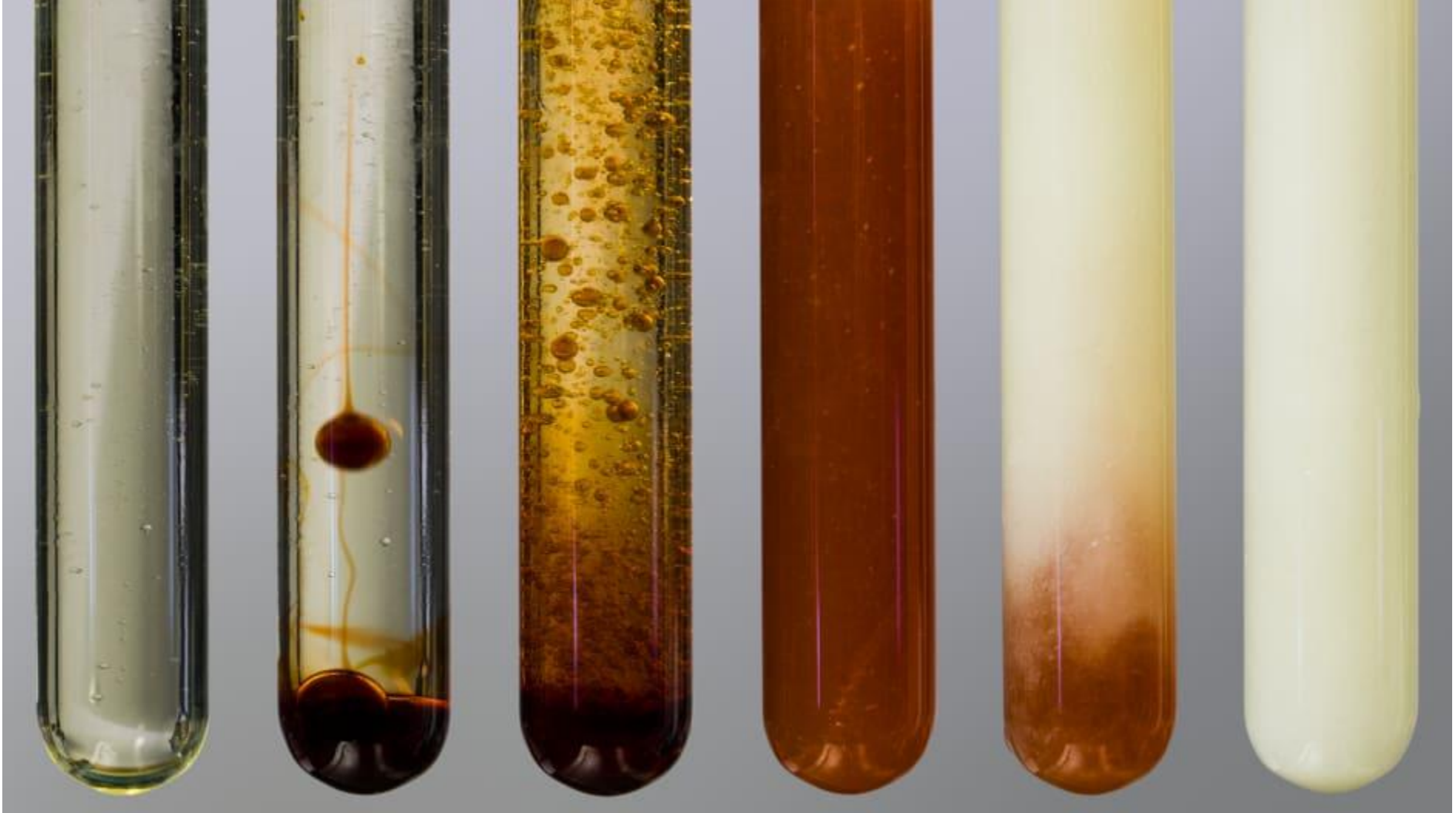
https://en.wikipedia.org/wiki/Saponification_value



https://link.springer.com/referenceworkentry/10.1007/978-3-642-36605-5_32/figures/6

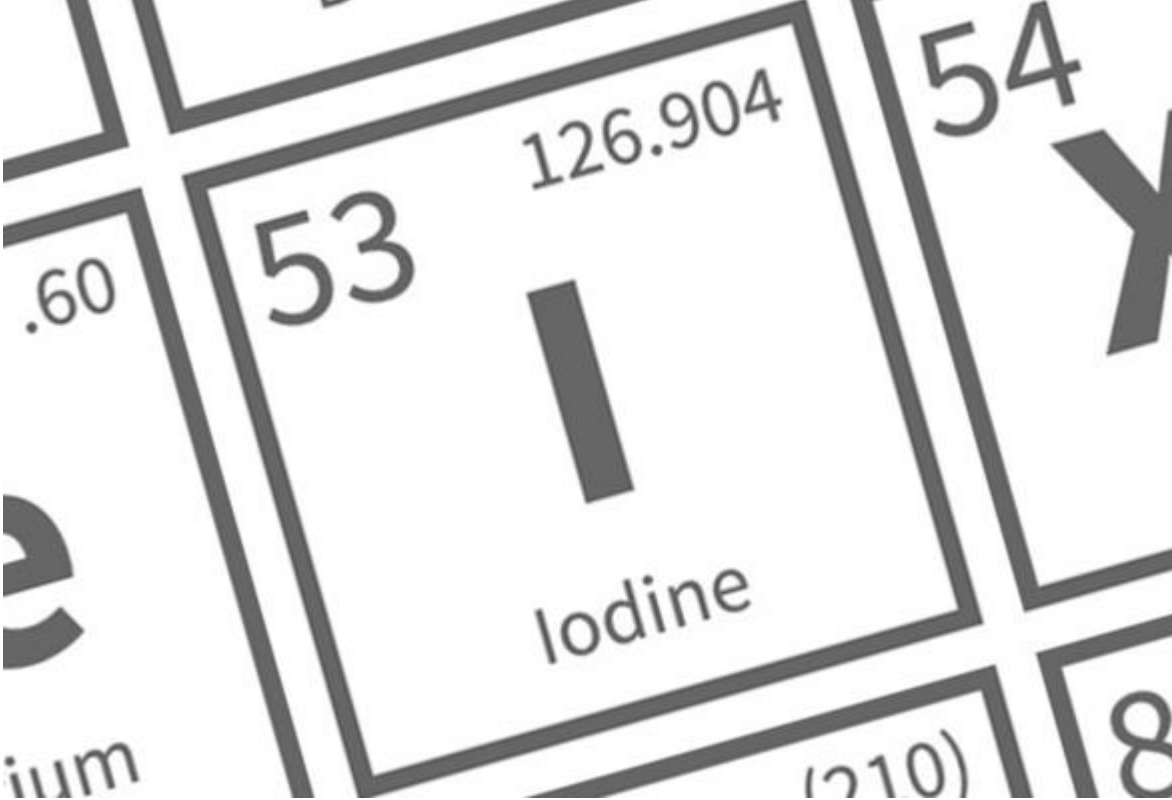
İyod sayısı:

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.



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



Yağın Erime Noktası:

Sütteki en bol bulunan dört yağ asidinin miristik, palmitik, stearik ve oleik asitler olduğu bilinmektedir. İlk üçü oda sıcaklığında katıdır ve sonuncusu sıvıdır. Farklı yağ asitlerinin göreceli miktarı önemli ölçüde değişebilir. Bu değişiklik doğal olarak yağın sertliğini etkiler. Palmitik asit gibi yüksek erime noktalı yağ asitleri içlerine sahip yağlar sert olacaktır; öte yandan, düşük erime noktalı oleik asit içeriğine sahip yağlar yumuşak tereyağı oluşturacaktır.

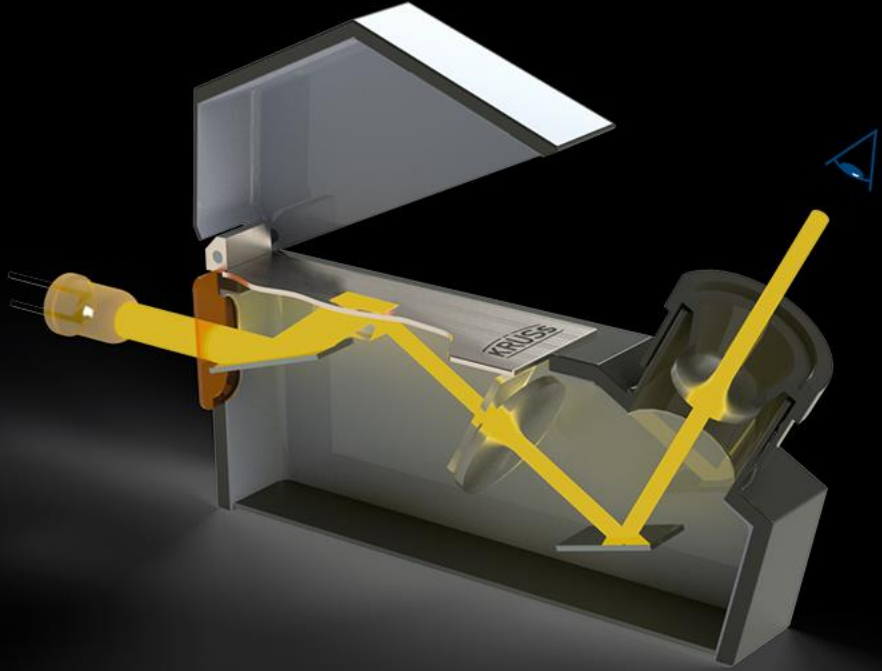
Çeşitli yağların erime noktaları

Yağ Tipi	Erime Noktası
Hindistan cevizi yağı	32.5°C-34.5°C
Sıradan margarin	34°C
Tereyağı	38°C
Genel ortalama	44°C-47°C

https://www.google.com/search?q=translate&rlz=1C1GCEA_enTR1200TR1200&oeq=TR&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUqDwgAEEUYOXIDARixAxiABDIPCAAQRrg7GIMBGLEDGIAEMgYIARBFgDkyEwgCEC4YgwEYxwEYsQMY0QMYgAQyDQgDEC4YxwEY0QMYgAQyBwgEEAAYgAQyCggFEAAysQMYgAQyBggGEEUYPDIGCAcQRRg80gEIMTA0N2owajmoAgCwAgE&sourceid=chrome&ie=UTF-8

Kırılma İndeksi:

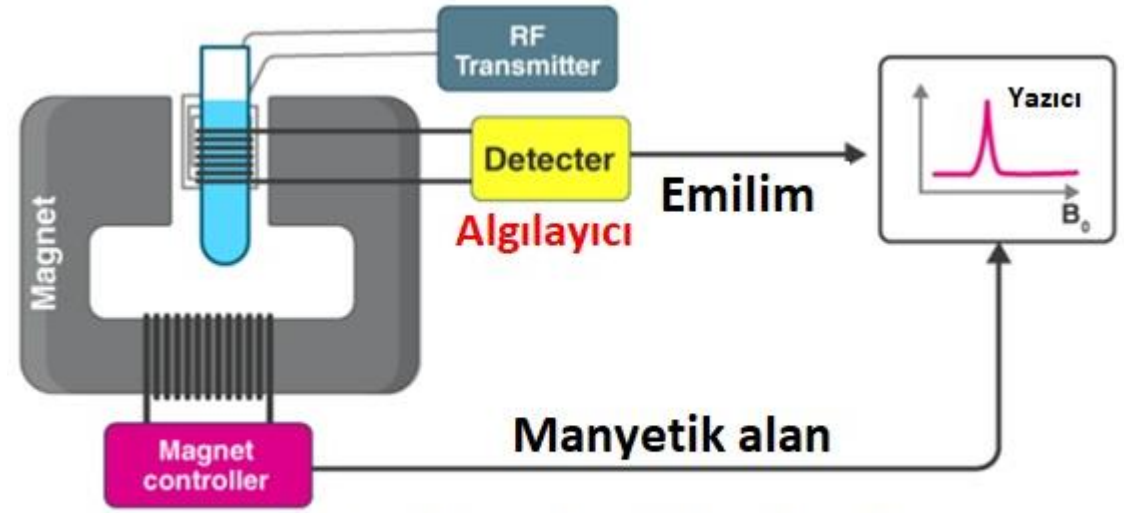
Yağdaki farklı yağ asitlerinin miktarı da ışığın kırılma şeklini etkiler. Bu nedenle yağın kırılma indeksini belirlemek yaygın bir uygulamadır ve bu daha sonra iyot değerini hesaplamak için kullanılabilir. Bu işlem yağın sertliğini değerlendirmenin hızlı bir yöntemidir.



Nükleer Manyetik Rezonans (NMR):

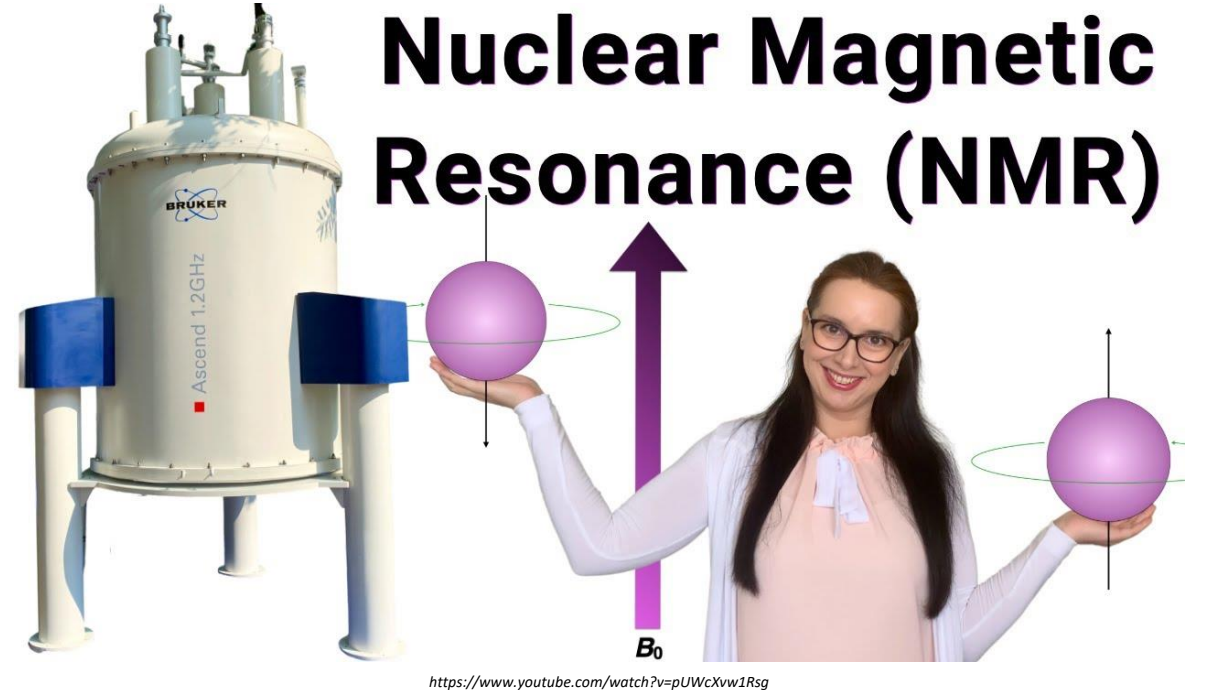
Nükleer manyetik rezonans (NMR) spektroskopisi, güçlü bir manyetik alana yerleştirilmiş moleküllerin çekirdekleriyle radyo frekanslı (Rf) elektromanyetik radyasyonların etkileşimini kaydederek molekülleri inceleyen bir yöntemdir.

İyot değerini veya kırılma indisini analiz etmek yerine, doymuş yağın doymamış yağa oranı darbeli NMR ile belirlenebilir. İstenirse NMR değerini karşılık gelen bir iyot değerine dönüştürmek için bir dönüştürme faktörü kullanılabilir.



NMR Spektroskopisi Cihazları

NMR yöntemi ayrıca, kristalleşme zamanının bir fonksiyonu olarak yağ kristalleşmesinin derecesini bulmak için de kullanılabilir. 60°C'den 5°C'ye soğutulmuş %40 kremada yağ kristalleşmesinin uzun zaman aldığı gösterilmiştir. En az 2 saatlik bir kristalleşme süresi gerekir ve kristalleşmiş yağ oranı toplamının %65'idir. Ayrıca 5°C'ye ulaştıktan 2 dakika sonra yağın sadece %15 ila %20'sinin kristalleştiği de belirtilmiştir. Tereyağının NMR değeri normalde 30-41 arasında değişir.



Yağ kürecikleri kristalleşme süreci sırasında ve hatta orta düzeyde mekanik bir işlemde bile çok hassas bir durumdadır ve kolayca hasar görebilirler ve açılabilirler.

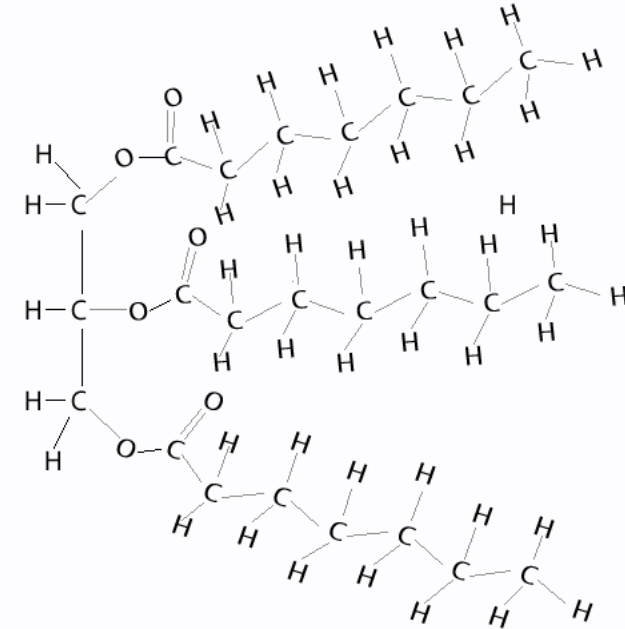
SÜT LİPİTLERİNDE MEYDANA GELEN DEĞİŞMELER

LİPOLİZ

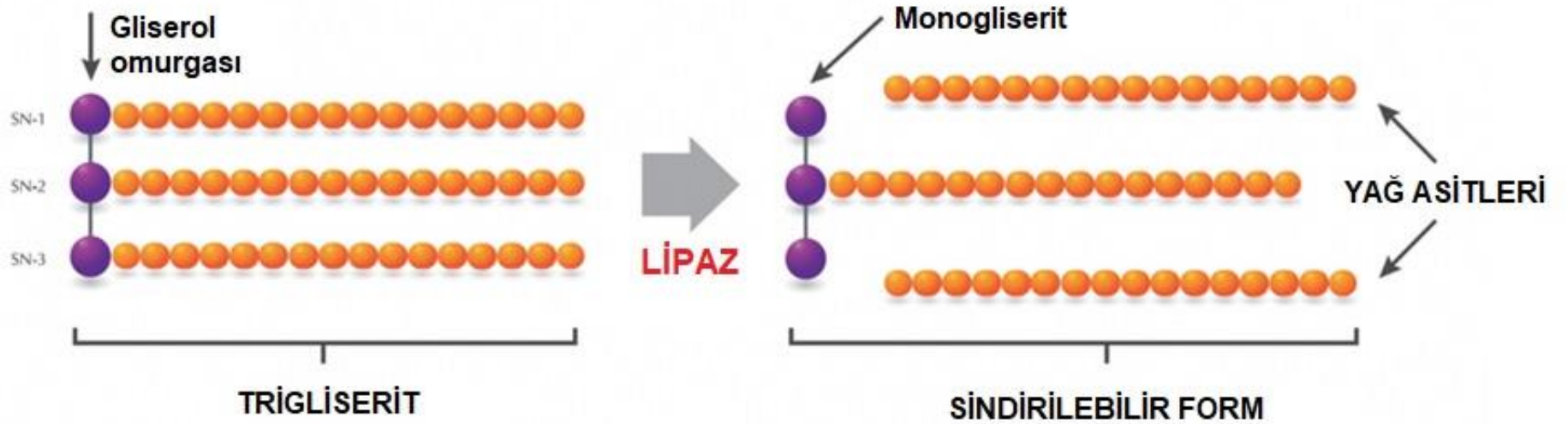
Lipoliz: Süt yağının enzimatik olarak hidrolizasyonu olup; süt yağının gliseridlerini parçalayarak yağ asitleri üreten reaksiyondur. Belirli yağ asitlerindeki artış, sütte bayat tat ile ilişkilidir.

Sığır sütü, lipolitik aktivitesinin çoğunu, hatta tamamını açıklayan bir lipoprotein lipaz içerir. Çiğ sütteki toplam lipaz aktivitesi, yağın büyük bir kısmının hızla hidrolizine neden olmak için yeterlidir. Ancak, gerçekte bu gerçekleşmez çünkü lipazın yağa erişimi süt yağı kürecik zarı tarafından engellenir. Çiğ sütteki bu zarın fiziksel olarak hasar görmesi lipolizi başlatır.

Triglyceride



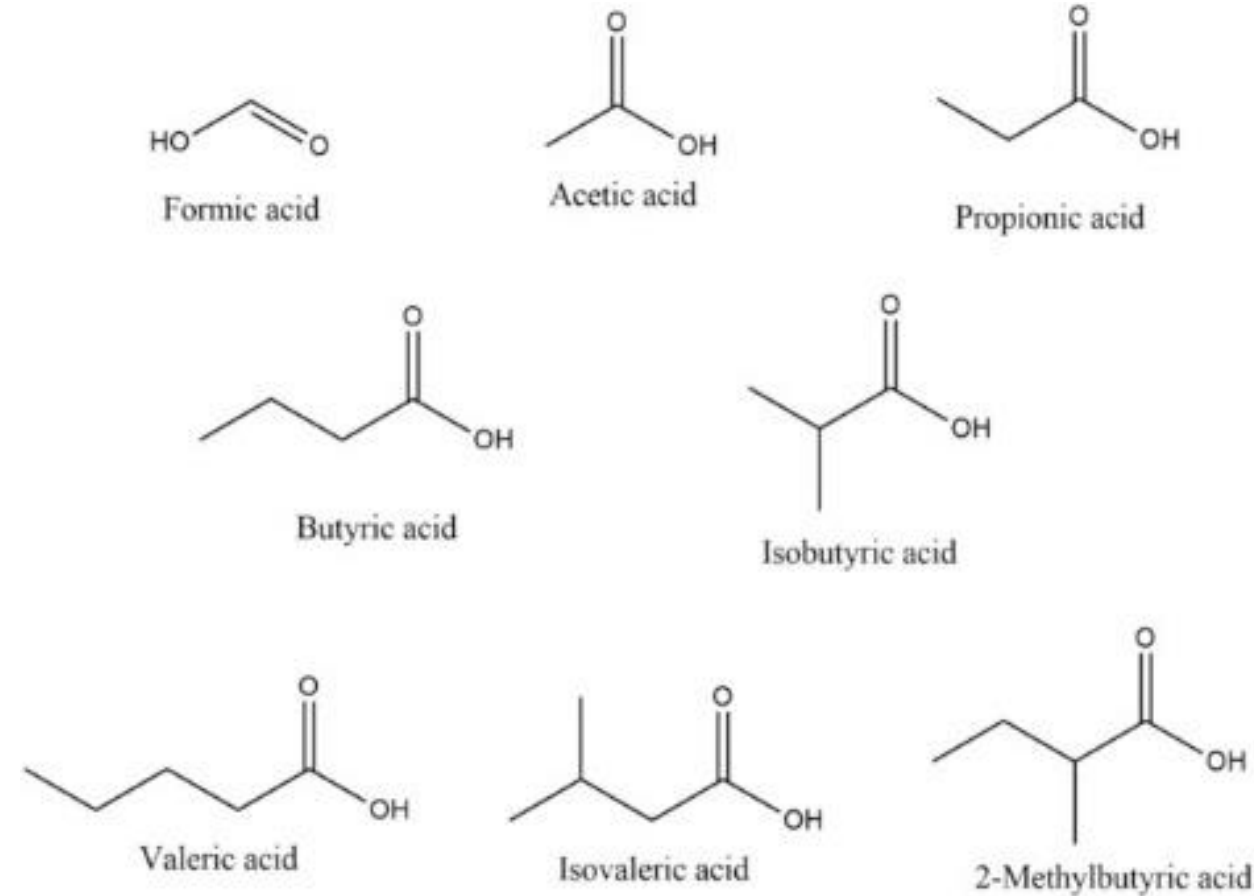
Trigliseridlerin hidrolizasyonu sonucu serbest hale geçen küçük moleküllü (kısa karbon zincirli) yağ asitlerinin miktarına bağımlı olarak süt lipidlerinde acılaşma meydana gelebilmektedir. Serbest yağ asitlerinin (FFA) oluşumu Lipaz enzimlerinin aktiviteleri sonucu gerçekleşmektedir.



Sütte lipitlerin hidrolizi olan lipoliz, hem zararlı hem de istenen etkilere sahip serbest yağ asitleri (free fatty acids (FFA)) üretir. Zararlı etkileri yüksek konsantrasyonlarda bulunduğunda kısa zincirli yağ asitlerinin hoş olmayan tatlarından kaynaklanır. Bununla birlikte bazı durumlarda ve genellikle daha düşük konsantrasyonlarda, kısa zincirli FFA'lar süt ürünlerine ve diğer yiyeceklere istenen tatları verir.

SCFA'lar (kısa karbonlu yağ asitleri), asetik (C2), propiyonik (C3), bütirik (C4) ve valerik (C5) asitler gibi altıdan az karbonlu yağ asitleridir. Genellikle gıdalarda mikrobiyal fermantasyonun yan ürünleri olarak bulunurlar. İnsanlar SCFA'ları (kısa karbonlu yağ asitleri) sirke, peynir, kimchi, natto ve ekşi mayalı ekmek gibi fermente gıdalardan elde ederler.

Kısa zincirli yağ asitlerinin yapısı



Örneğin, bazı peynir çeşitlerinin karakteristik tadı, FFA (serbest yağ asitleri) içeriğinden kaynaklanır. Lipoliz ya sütte doğal olarak bulunan süt lipoprotein lipazı yada ağırlıklı olarak ısıtılma işleminden önce sütte çoğalan *Pseudomaslar* gibi psikrotrofik bakteriler tarafından üretilen bakteriyel lipazlar olabilen lipazlar tarafından oluşur.

Karapınar küflü tulum peyniri



<https://www.gurmepark.com.tr/karapinar-kufu-tulum>

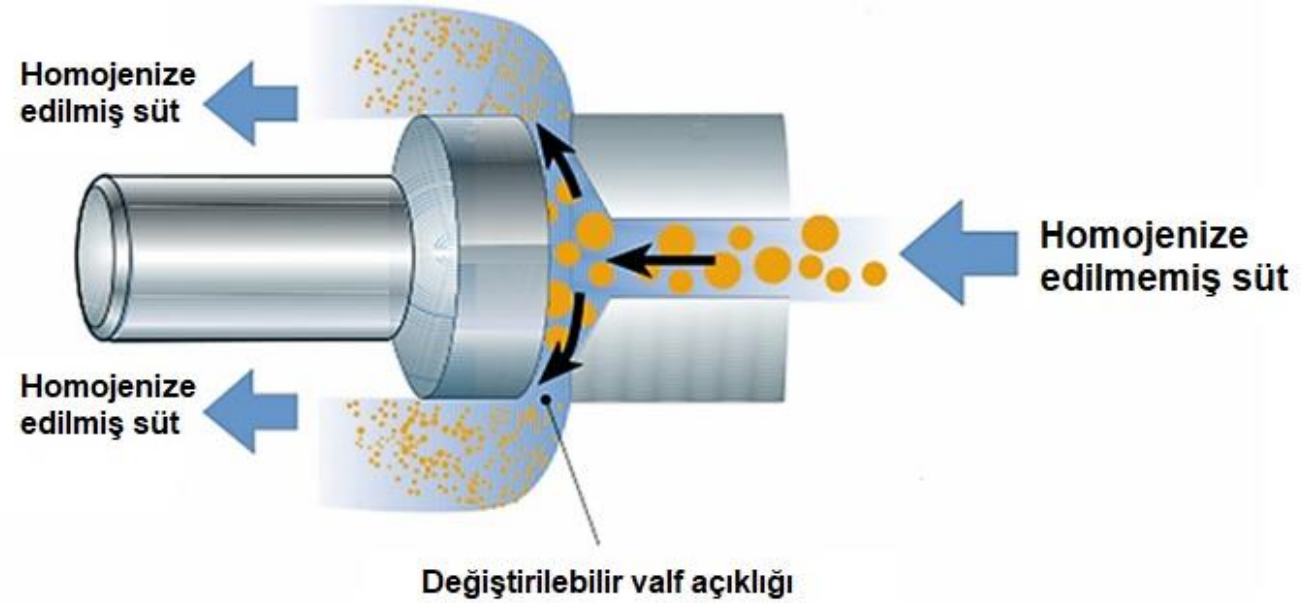
Rokfor peyniri



<https://www.cartmecheeses.co.uk/product/roquefort/>

Süt lipazı tarafından lipoliz, sütün eldesinden hemen sonra süt soğutulduğunda bazı sütlerde kendiliğinden meydana gelebilir, ancak daha yaygın olarak süt yağı kürecik zarını bozan ve süt serumundaki enzimin süt yağı küreciğinin içindeki süt yağına erişmesine izin veren fiziksel işlemlerle indüklenir (Örn. Homojenizasyon işlemi).

Homojenizasyon vanası (Süt İşleme El Kitabı ©Tetra Pak)



Süt lipazı pastörizasyonla yok edilir ancak bakteriyel lipazlar (özellikle thermophilic olan bakterilerin lipazları) ısıya dayanıklıdır ve bu nedenle işlenmiş sütte, hatta ultra yüksek sıcaklıkta işlenmiş sütte ve süt ürünlerinde aktif kalabilir ve depolama sırasında lipolize neden olabilir.

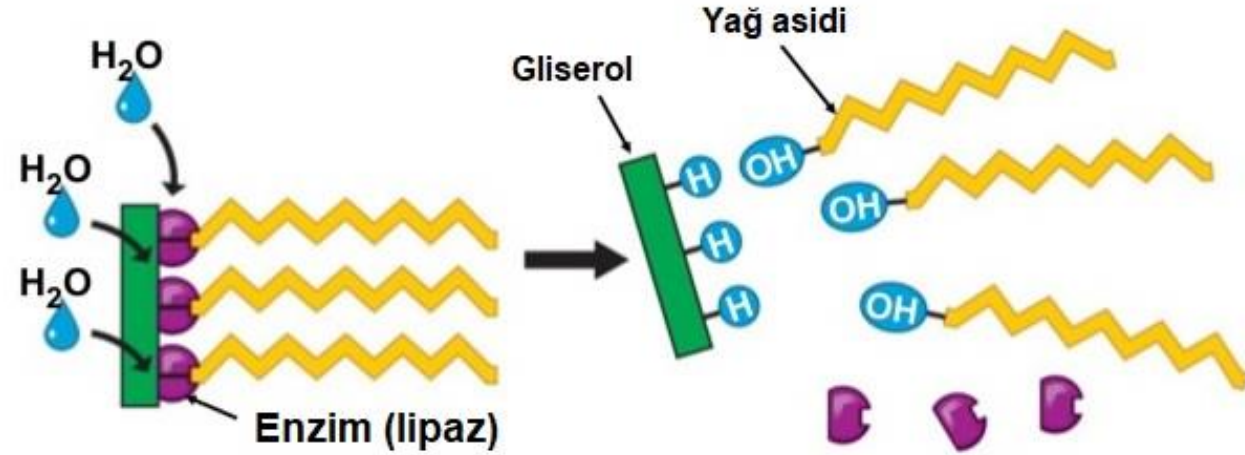
Süt ve süt ürünlerindeki lipolizin derecesi genellikle FFA içerikleriyle ölçülür.

Deney hayvanından alınan bir pankreas lipazının (PLRP2) bilgisayar tarafından oluşturulmuş görüntüsü.



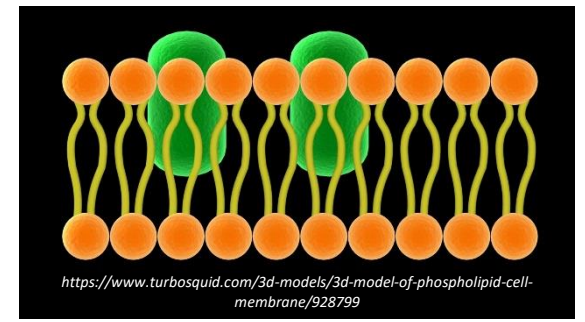
Süt yağının hidrolizasyonuna neden olan Lipaz enzimlerinin optimum sıcaklıkları 37°C ve optimum pH'sı 8,5 dir.

Ortamin optimum koşullarda olması durumunda bir laktaz enzimi bir saniyede 3000 yağ asidi molekülü üretilebilmektedir. Bazı Lipaz enzimlerinin -28,9°C'den 146°C'ye kadar aktivitesini koruduğu ve reaktif hale geldiği söylenmektedir.

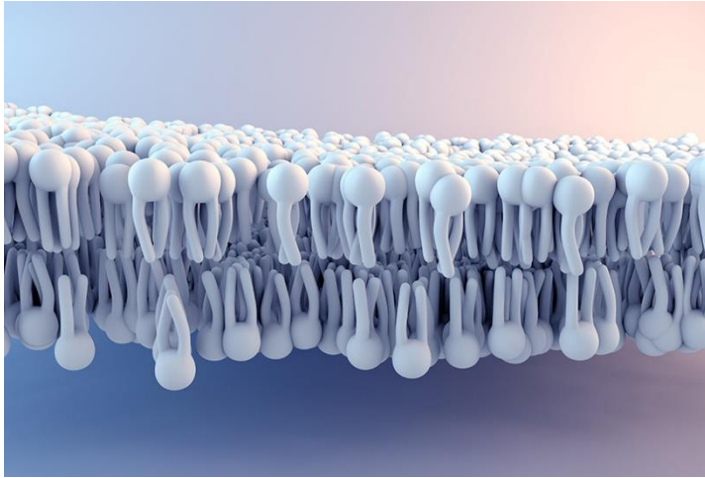


Lipoliz çeşitleri:

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

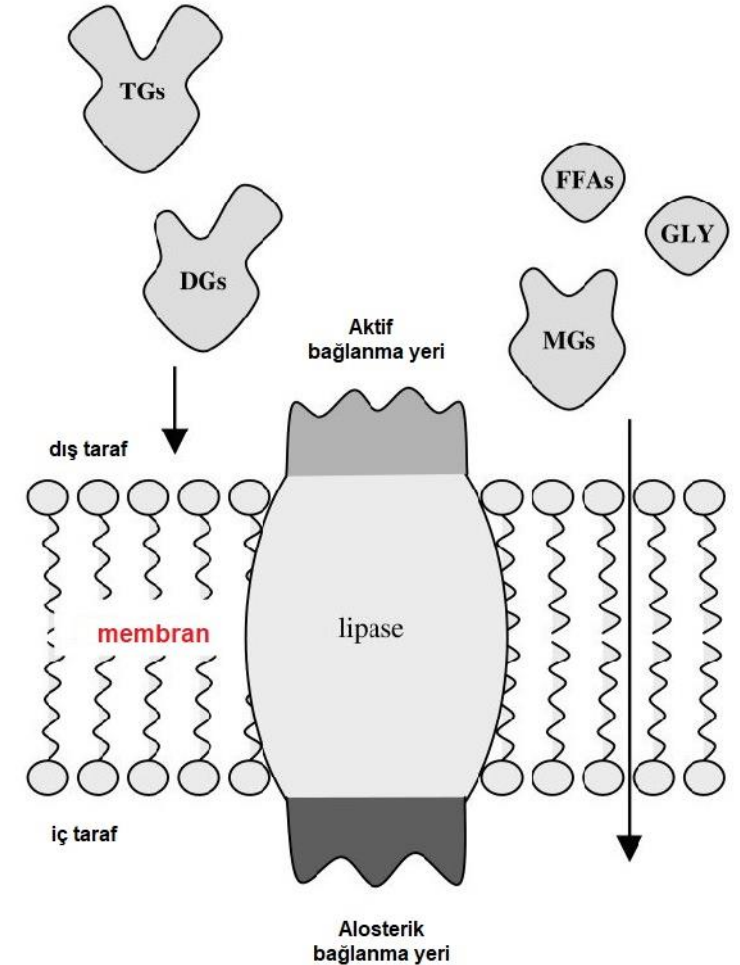


Temsili bir yağ membran yapısı



<https://www.southernbiological.com/enzymes-in-action-lipase/>

Allosterik düzenleme, yandaki şekilde görülen örnek, bir membran bağlı lipaz vasıtasıyla gösterilmiştir . Allosterik mekanizma nedeniyle Trigliseridler (TG'ler) ve digliseridler (DG) membrandan geçemezken, hidrolizin ürünleri olan monogliseridler (MG'ler), serbest yağ asitleri (FFA'lar) ve gliserol (GLY) emilebilir

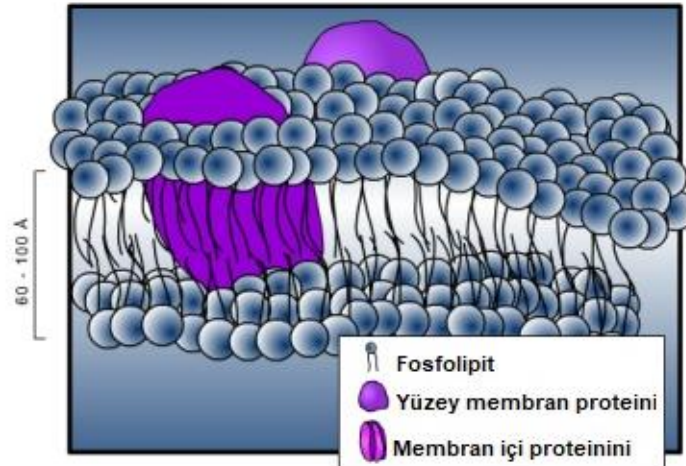


Allosterik aktivasyon; Bir molekül, allosterik bölge denilen bir bölgeye iliştiğinde, bu olay adaptif bir değişiklik yaratabilir veya enzim şeklini değiştirebilir. Bu da enzimin aktif bölgesinde sübstratlar ile birleşme eğilimini artırabilir ve enzim aktivitesini artırabilir. Buna allosterik aktivasyon denir.

Kendiliğinden oluşan Lipoliz:

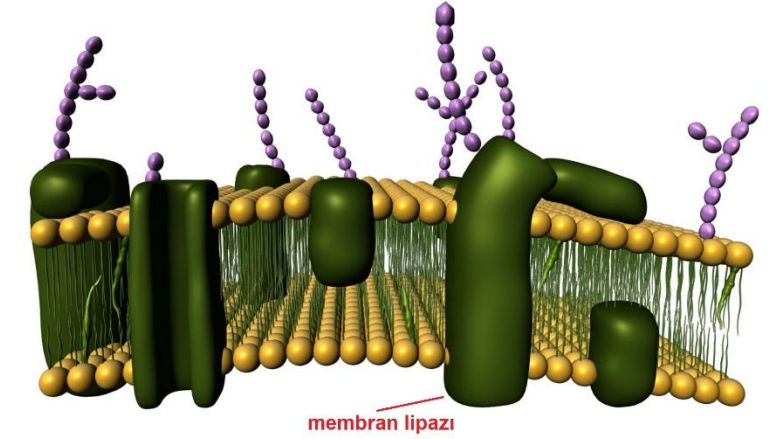
Membran lipazı kendiliğinden oluşan lipolizle ilişkilidir. Sütte emülsiyon halde bulunan yağ globüllerinin etrafı fosfolipid-protein gliserid özelliğinde bir tabaka ile çevrilidir.

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.



<https://i-biology.net/ibdpbio/02-cells/cell-membranes/>

Yağ globülü membran yapısı (dış katman)



<https://www.turbosquid.com/3d-models/cell-membrane-3d-obj/827916>

Gastrik lipaz enziminin bilgisayar modellemesi

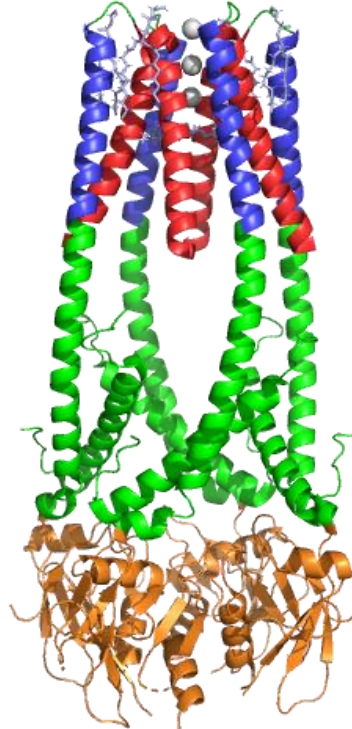


<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:GastricLipaseZshade.gif>

Teşvik edilen lipoliz:

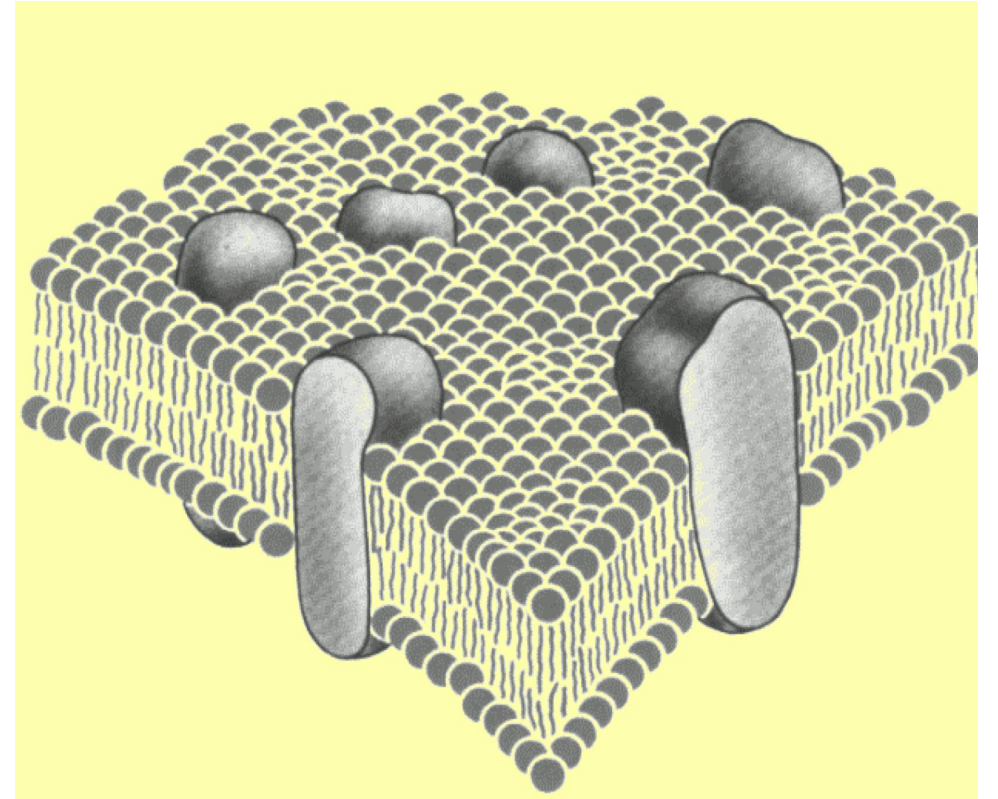
Teşvik edilen lipolizde rol oynayan plazma lipazıdır. Plazma içerisinde çözünebilir kazeinle ilişkili plazma lipazı aşırı çalkalanma, homojenizasyon vb aktivasyon etmenlerinin uygulanması ile aktifleşir. Yağ globüllerinin koruyucu unsuru olan globül zarı, çalkalanma yada diğer mekanik işlemlerle parçalanır.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

Lipaz enziminin bilgisayar modeli



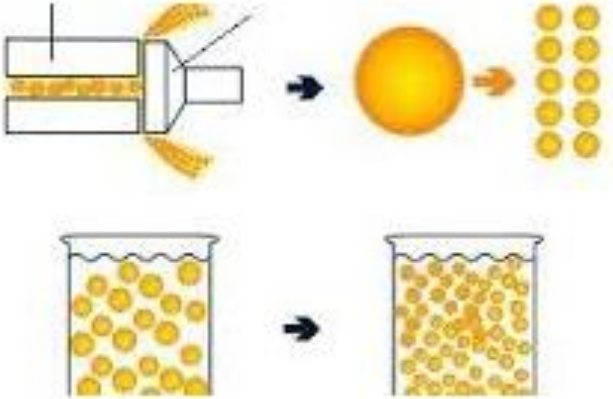
https://proteopedia.org/wiki/index.php/Image:Picture_1.png

Fosfolipit yağ membranı



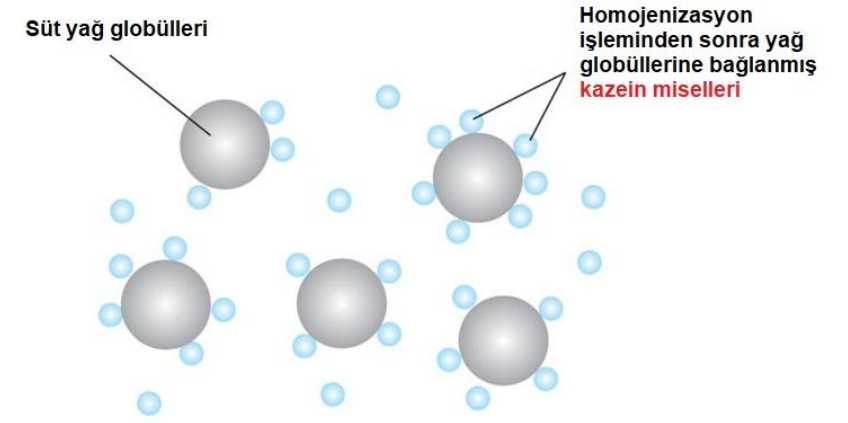
<https://boku.ac.at/en/nano/synthbio/research/synthese-und-anwendungen-von-membranproteinen>

Homojenizasyon işlemi

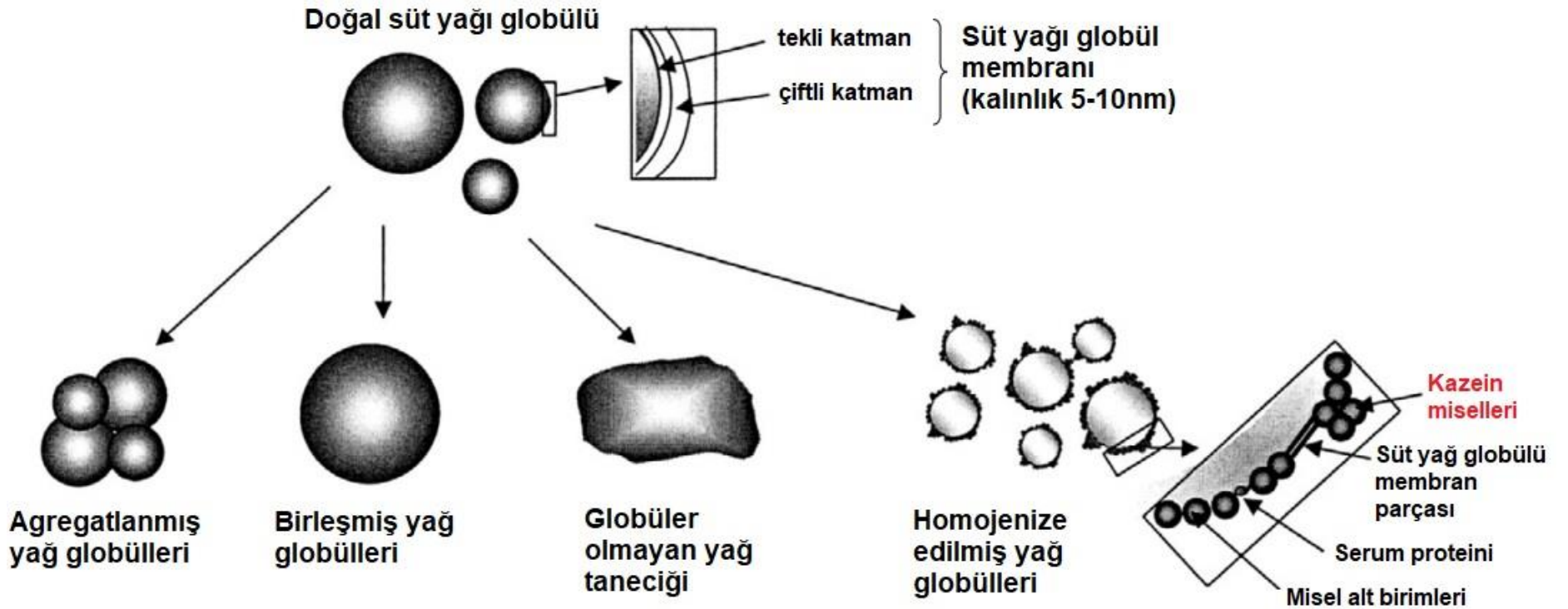


Homojenizasyon işleminin lipoliz üzerine diğer etkileri ise;

- Homojenizasyon sonucunda yağ globüllerinin kazein ile kaplanması ve
- Homojenizasyon ile yağ globül yüzey alanında genişleme meydana geldiğinden enzim etkisinin artmasıdır.

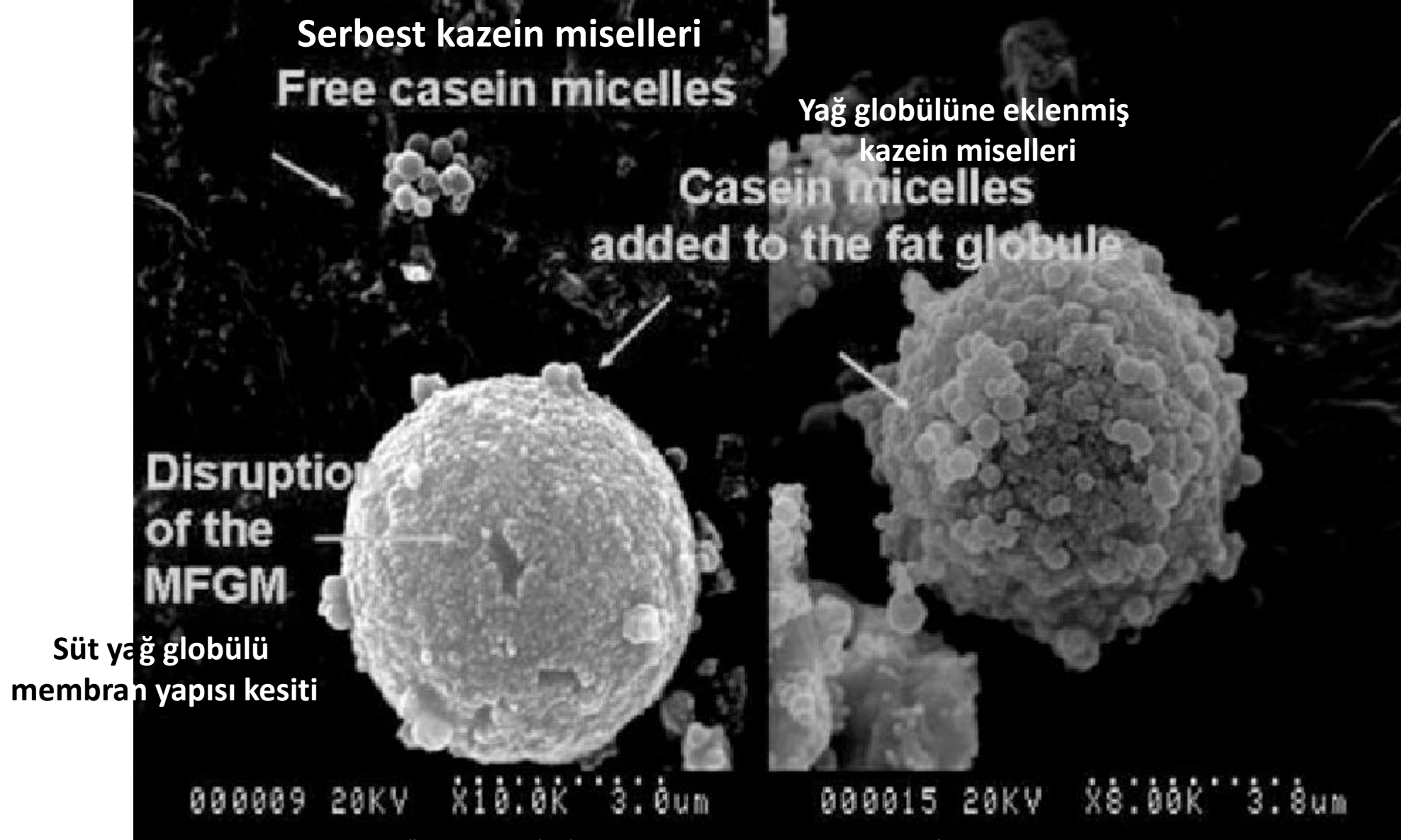


Süt ürünlerindeki süt yağının supramoleküler yapısının şematik gösterimi



Supramoleküler kimya, moleküllerarası kuvvetlerle bir arada tutulan büyük molekül topluluklarının oluşumu ve özelliklerini inceleyen kimya dalı. https://tr.wikipedia.org/wiki/Supramolek%C3%BCler_kimya

Ana yapıya eklenen kazein misellerinin varlığını gösteren tam yağlı sütteki termosonik (63°C, 120 µm, 30 dakika) yağ kürecikleri. Büyütme 10000× ve 8000×.



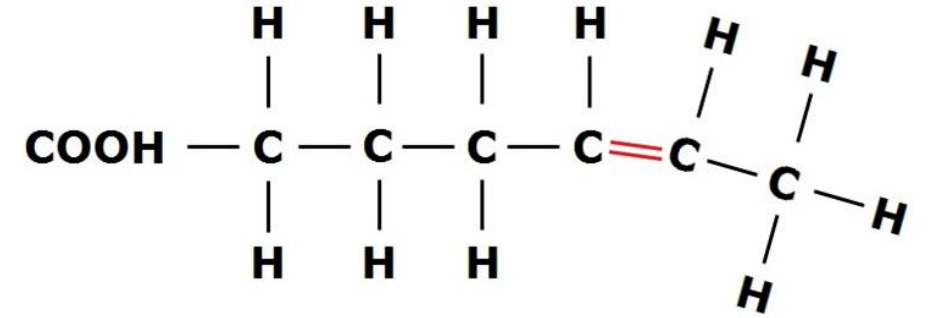
OKSİDASYON

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.

Oksijenin birçok organik substratla doğal olarak reaksiyona girerek birincil oksidasyon ürünleri; hidroperoksitler ve diğer oksijenli bileşiklerin oluşumuna yol açtığı genel olarak kabul edilmektedir.

Oto-oksidasyon, foto-oksidasyon ve metal kaynaklı oksidasyon olmak üzere süt ürünlerini (tereyağı, peynir vd) etkileyebilecek üç lipit oksidasyonu (LO) türü vardır.

Doymamış yağ asidi örneği



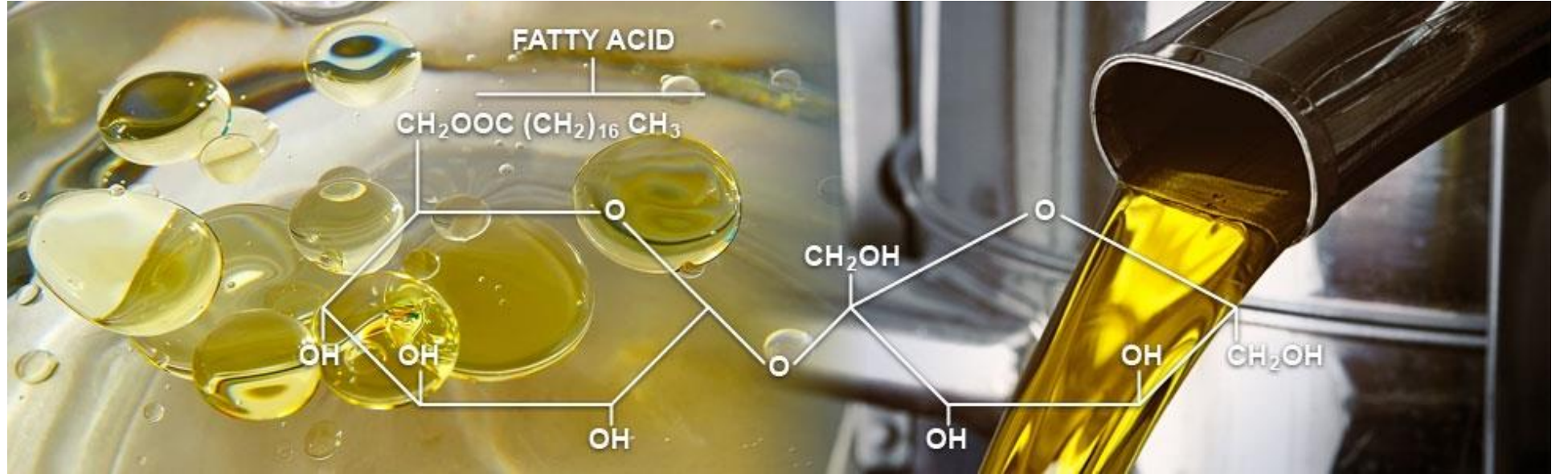
Aldehit , bir karbon atomunun bir oksijen atomuyla çift bağ , bir hidrojen atomuyla tek bağ ve başka bir atom veya atom grubuyla tek bağ paylaştığı bir organik bileşik sınıfından herhangi biri (genel kimyasal formüllerde ve yapı diyagramlarında R ile gösterilir). Karbon ve oksijen arasındaki çift bağ tüm aldehitlerin karakteristiğidir ve karbonil grubu olarak bilinir . Birçok aldehitin hoş kokusu vardır ve prensip olarak alkollerden dehidrojenasyon (hidrojenin uzaklaştırılması) yoluyla türetilir. William H. Brown, Jerry March. <https://www.britannica.com/science/aldehyde>

Oksidasyon iki aşamada oluşmaktadır.

- İndükleme ve
- 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.



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



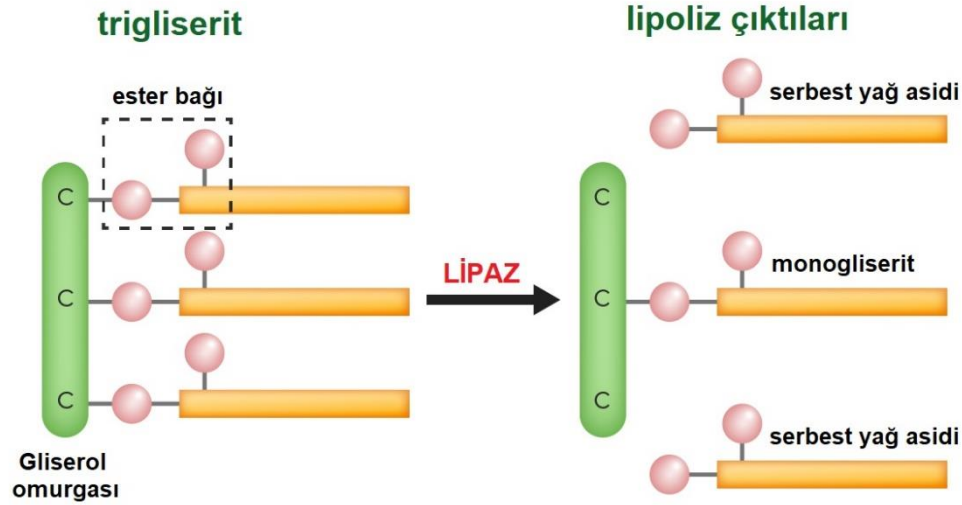
26	Fe Iron 55.845	27	Co Cobalt 58.933	28	Ni Nickel 58.693	29	Cu Copper 63.546	30	Zn Zinc 65.38
44	Ru Ruthenium 101.07	45	Rh Rhodium 102.905	46	Pd Palladium 106.42	47	Ag Silver 107.866	48	Cd Cadmium 112.411
49	In Indium 114.818	50	Sn Tin 118.710	51	Sb Antimony 121.757	52	Te Tellurium 127.60	53	I Iodine 126.905

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

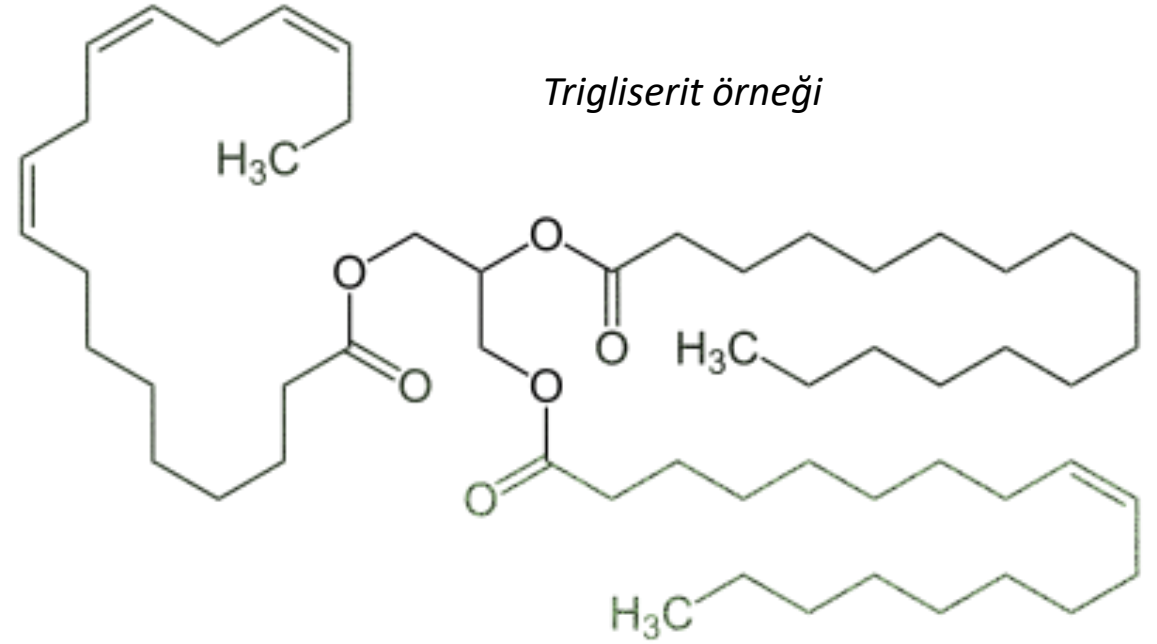
Yağların bozulmasının bir başka nedeni ise, doymamış yağ asitlerinin oksidasyonunu bazı enzimlerin ve biyolojik maddelerin hızlandırmalarıdır.

Bitki ve hayvanlarda çok yaygın olarak bulunabilen lipoksidaz enzimi ve hematin bileşikleri bu etkiyi gösteren en önemli biyolojik katalizörlerdir.

Lipazların ester bağlarının hidrolizini katalize ederek 2 serbest yağ asidi ve bir monogliserit oluşumu



<https://www.lecturio.com/concepts/lipid-metabolism/>

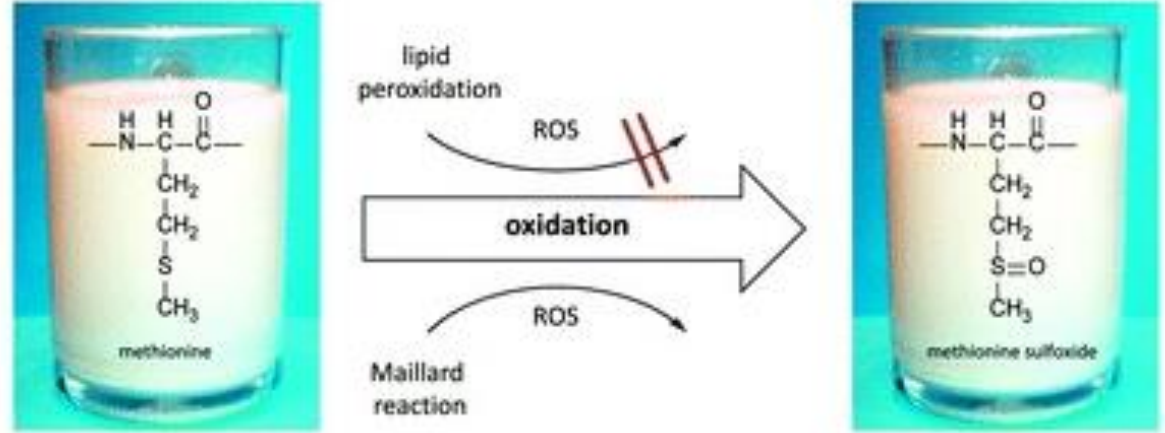


https://en.wikipedia.org/wiki/Lipolysis#/media/File:Unsaturated_Triglyceride_Structural_Formula_V1.svg

Hematin (hematin , ferriheme , hematosin , hidroksihemin , oksiheme , fenodin veya oksihemokromojen olarak da bilinir), hemin oksidasyonu ile elde edilen, ferrik halde demir içeren koyu mavimsi veya kahverengimsi bir pigmenttir. <https://en.wikipedia.org/wiki/Haematin>

Yağlarda oksidatif acılaşma reaksiyonları

PUFA'nın oto-oksidasyon mekanizması, radikal zincir reaksiyonu olarak yarım yüzyıldan daha önce belirlenmiştir. Lipit oksidasyonu süreci, radikal reaksiyonları başlatma, yayılma ve sonlandırma olmak üzere üç ayrı faza ayrılabilir.

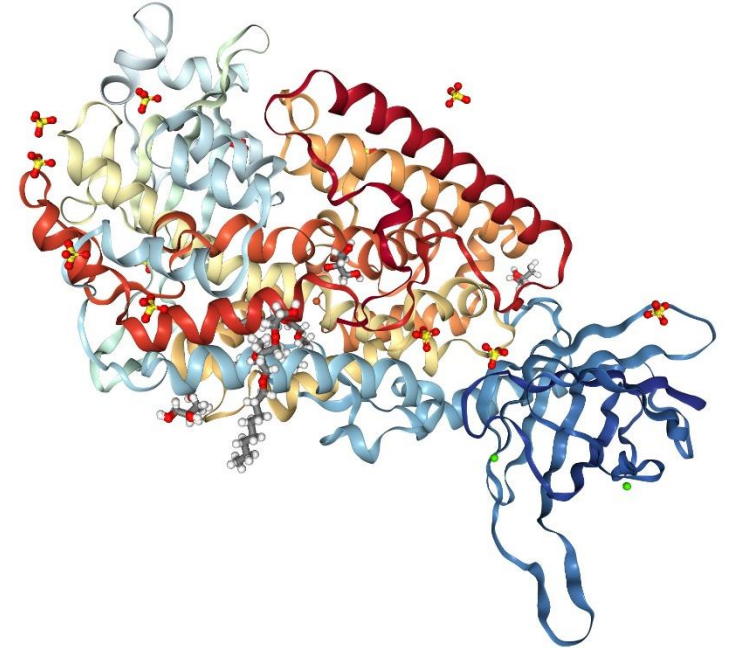


<https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2016/fo/c5fo01550b>

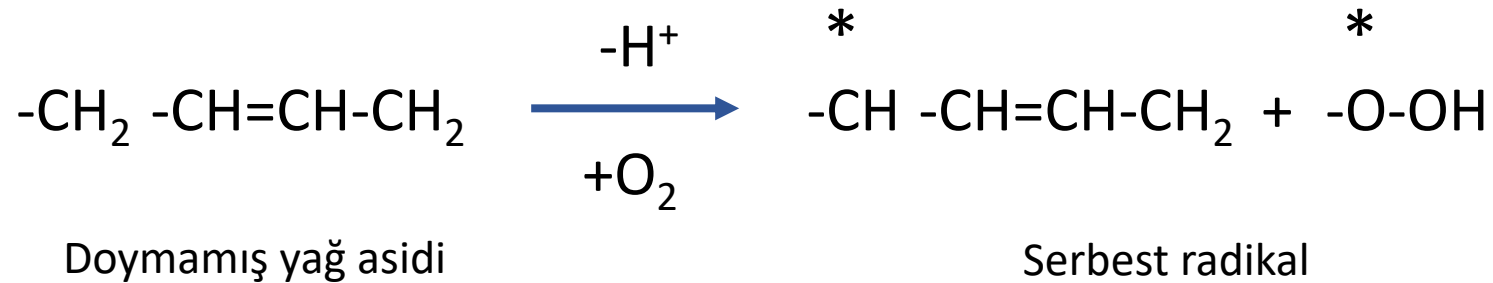
Modern Periyodik tabloda tüm mevcut elementler atom numarasına göre artan sırada listelenir. Allilik karbon, başka bir karbon atomuna bağlı ve başka bir karbon atomuna iki kez bağlanmış bir karbon atomu olarak tanımlanır. karbon atomuna bağlı ve başka bir karbon atomuna iki kez bağlanmış bir karbon atomu olarak tanımlanır.

Her ikisi de oldukça reaktif olan serbest radikaller ve peroksitler, moleküler oksijenin doymamış yağ asitleriyle reaksiyona girdiği başlatma fazı sırasında üretilir. Oksijene ek olarak, kimyasal oksitleyiciler, geçiş metalleri (örneğin bakır ve demir) ve enzimler (örneğin lipoksijenazlar) gibi oksidatif başlatıcılar başlatma fazının hızına katkıda bulunur. Isı ve ışık da başlatma fazının ve Lipit oksidasyonunun diğer fazlarının hızını artırır. Otooksidasyon oranı, alkil zincirinin doymamışlığının artmasıyla artar ve matris ayrıca bir ürünün oksidasyona duyarlılığında rol oynar. Yağ asidi alkil zincirleri, alken bağlarında ve komşu alilik karbonlarda oksidasyona karşı hassastır.

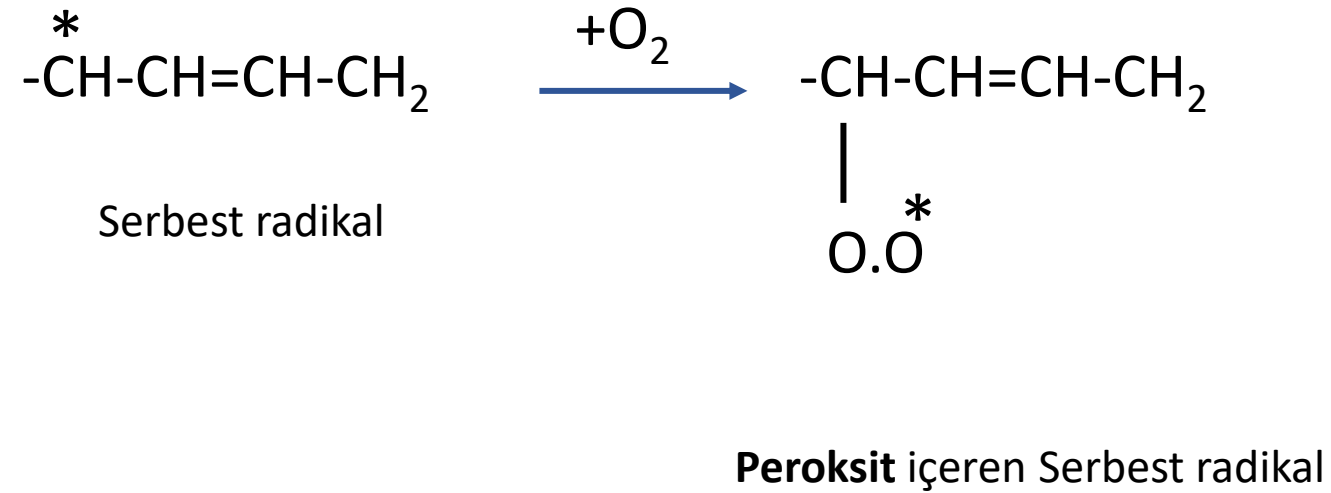
Lipoxygenases enzimi



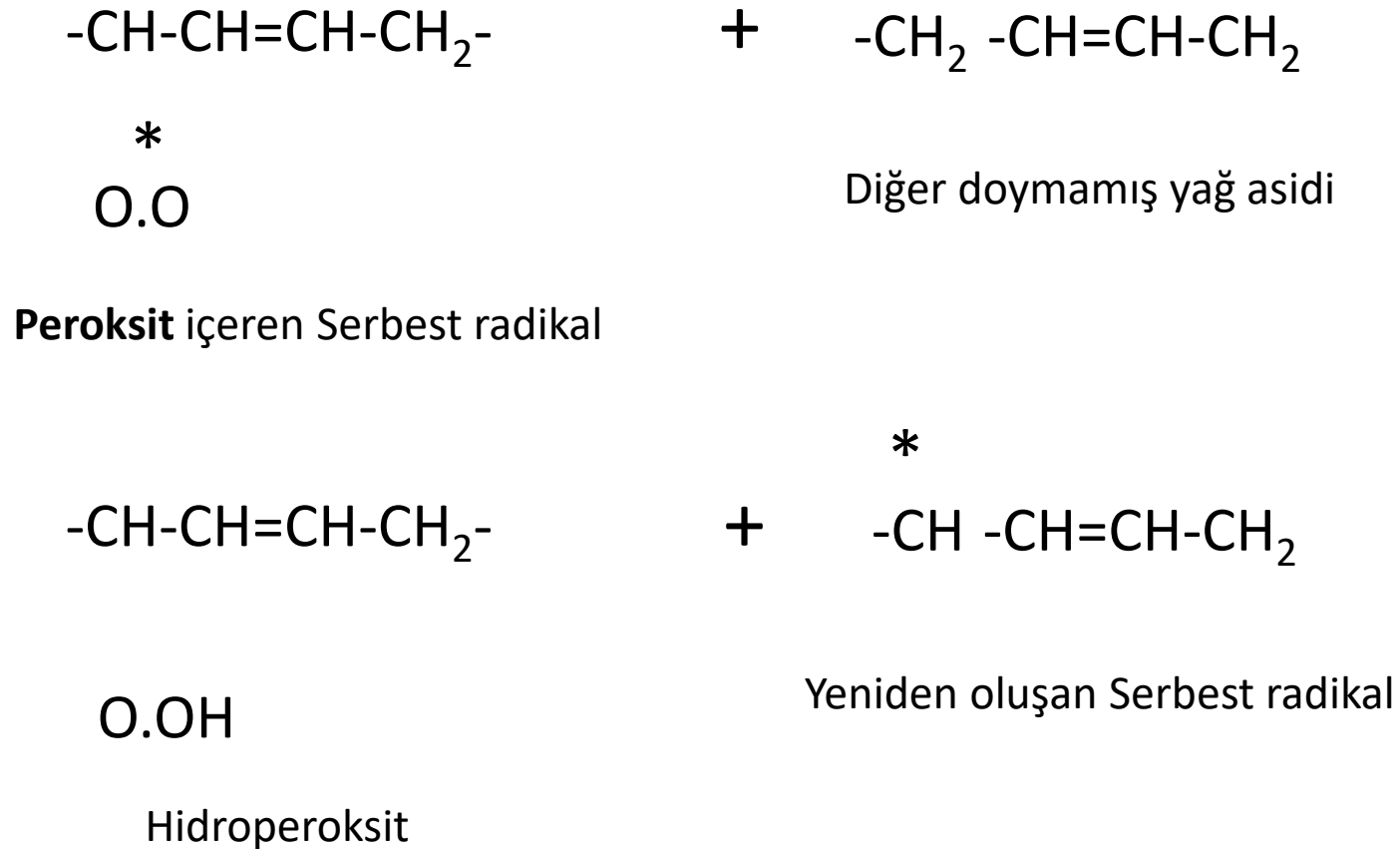
Radikal zincir teorisine göre, hidrolitik ransitite sonunda açığa çıkan doymamış Serbest yağ asitlerinde (örn. Oleik C 18:1; linoleik C 18:2; linolenik C 18:3) çift bağlarının hemen yanındaki metilen (CH₂) gruplarında bulunan hidrojenlerden biri gruptan ayrışır.



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

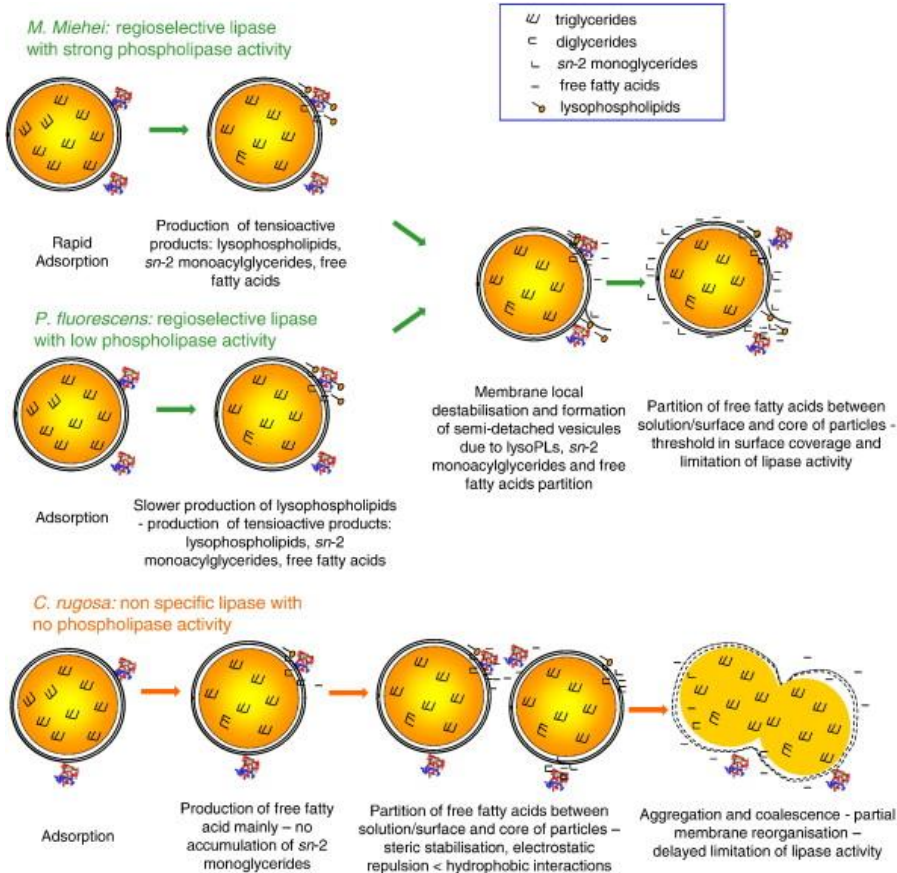


Meydana gelen bu peroksitli radikal, yağda bulunan diğer bir doymamış yağ asidi ile reaksiyona girerek 2 izomerik hidroperoksit ile tekrar bir serbest radikal meydana getirir.
 ve bu da yine oksijenle birleştikten sonra diğer bir doymamış yağ asidi ile reaksiyona girerek oksidasyonu devamlı kılar; diğer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



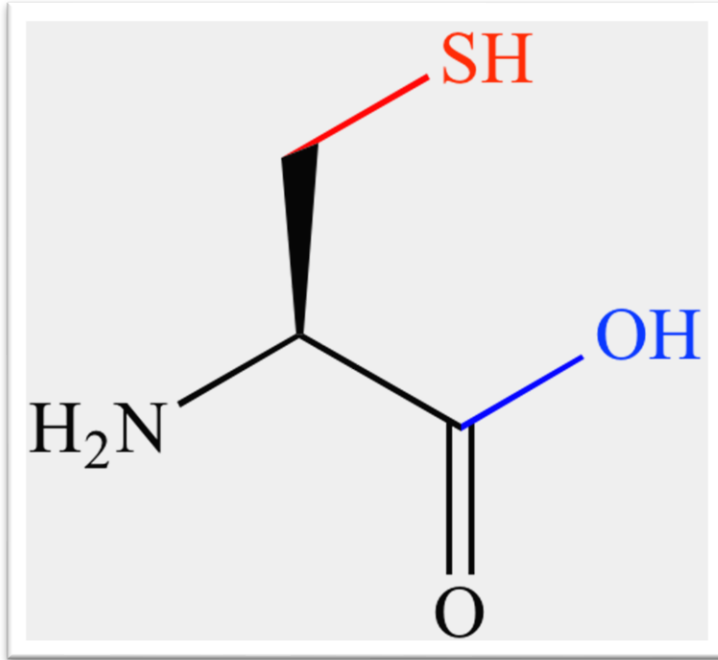
Oksidasyona Etkili Olan Faktörler:

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.

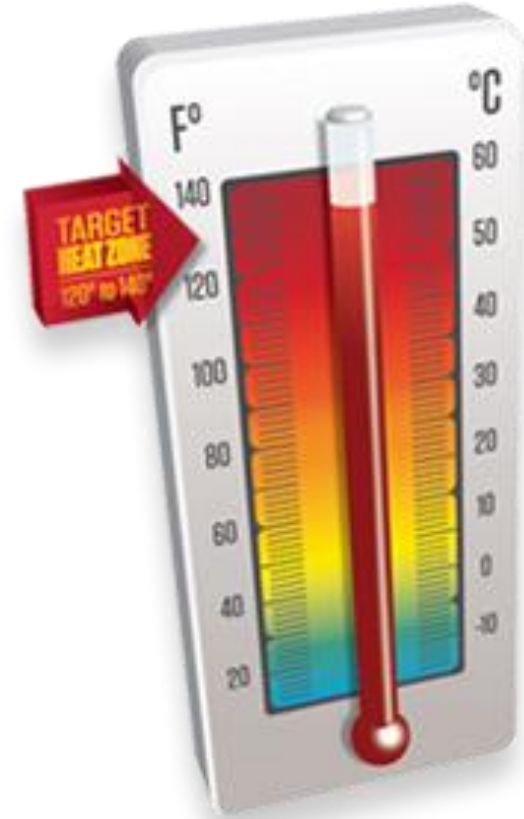


2. Pastörizasyon: Yüksek derecede pastörizasyon, ürünlerinin oksidatif stabilitelerini olumlu yönde etkilemektedir. Bu etkilemede rol oynayan sıcaklık, serum proteinlerinden açığa çıkan (serbest hale geçen) sülfidril (-SH) gruplarının varlığıdır. Çünkü bu gruplar antioksidan özellik göstermektedirler.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

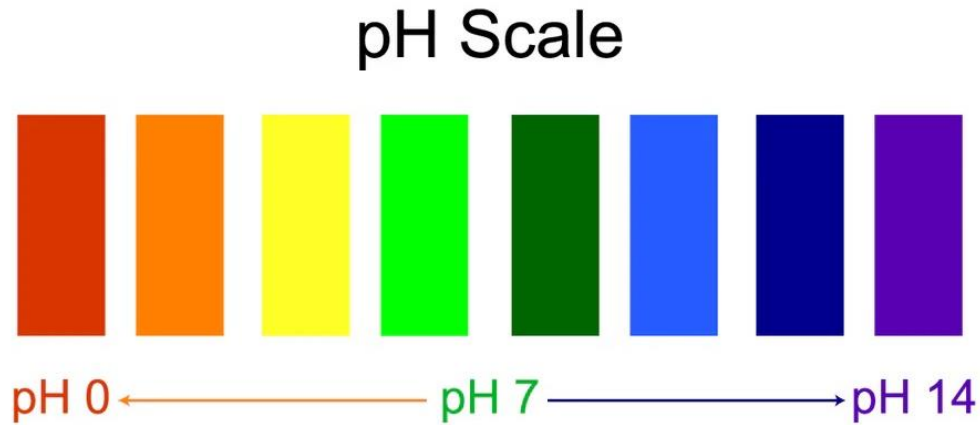
*Sülfidril grubu (kırmızı renkli) barındıran
sistein aminoasidi*



https://www.chem.ucla.edu/~harding/IGOC/S/sulfhydryl_group.html

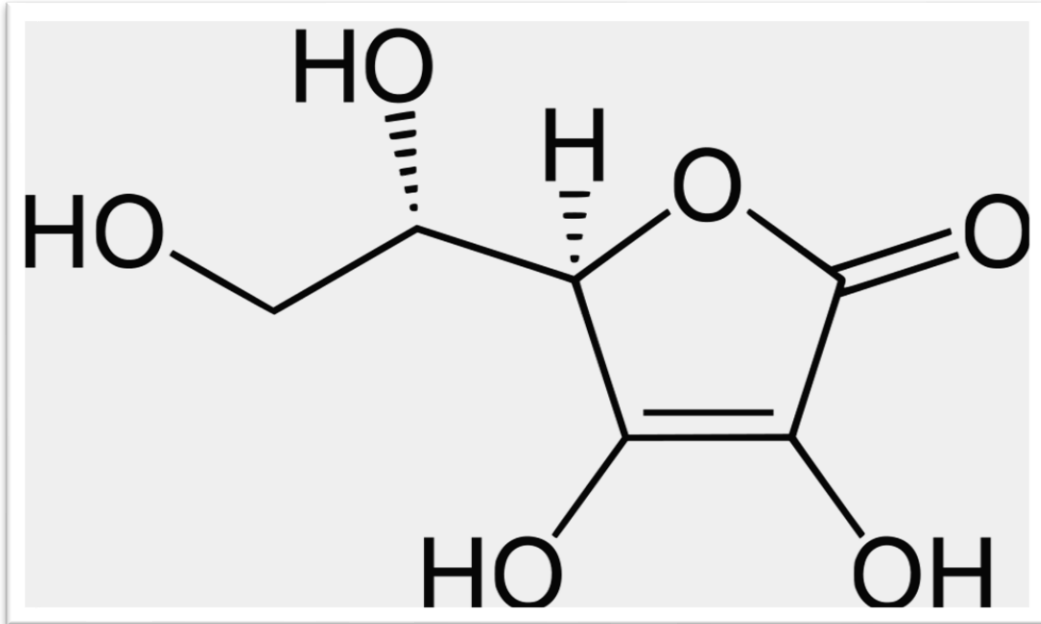


3. Bakır içeriği: Bakırın oksidasyonda rolü çok önemlidir ve esas olarak yağ globül membranındaki konsantrasyonuna bağlıdır. Bakırın %15-20 kadarı yağ globül membranı ile ilişkilidir. Otooksidasyon ilerledikçe trigliseridler de etkilenir. Bakır içeriği çok yüksekse trigliseridler fosfolipidlerin yokluğuunda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



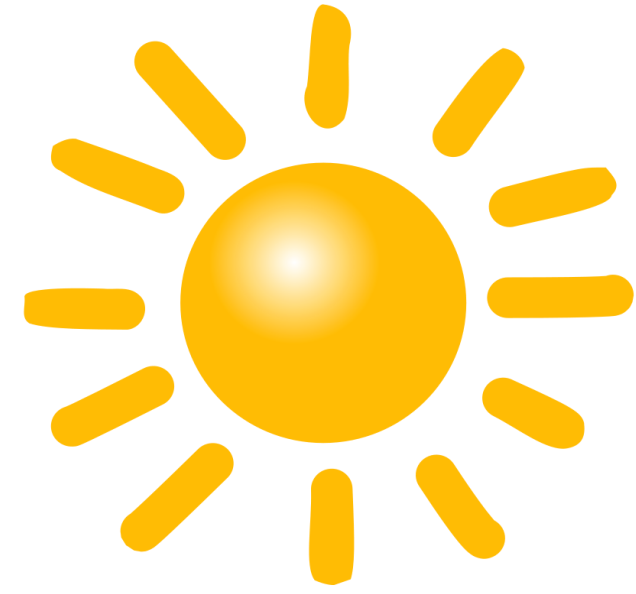
4. pH: pH, bakırın serum kısmından yağ globül membranına taşınmasına neden olmaktadır. Oksidasyon oranı pH'nın azalmasıyla kuvvetli bir şekilde artmaktadır. Optimum oksidasyon oranı pH 3,8'de görölmektedir. Tabi ki burada asıl neden plazma ve yağ globülleri arasındaki bakırın ayrılmasından kaynaklanmaktadır.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

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.



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

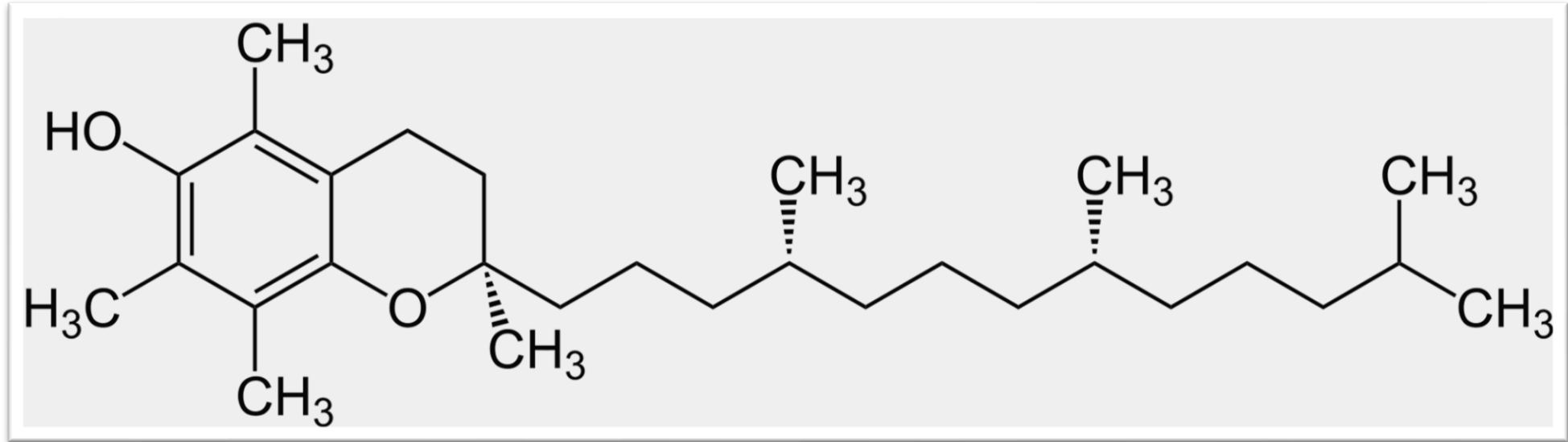
7. Işıktaki oksidatif değişiklikleri kataliz eden bir faktördür. Örneğin süt şişesindeki 1 litre süt 10 dakika güneş ışığına maruz bırakıldığında 12 saat içerisinde mumumsu bir tat oluşmaktadır.



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

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.

α - tokoferol



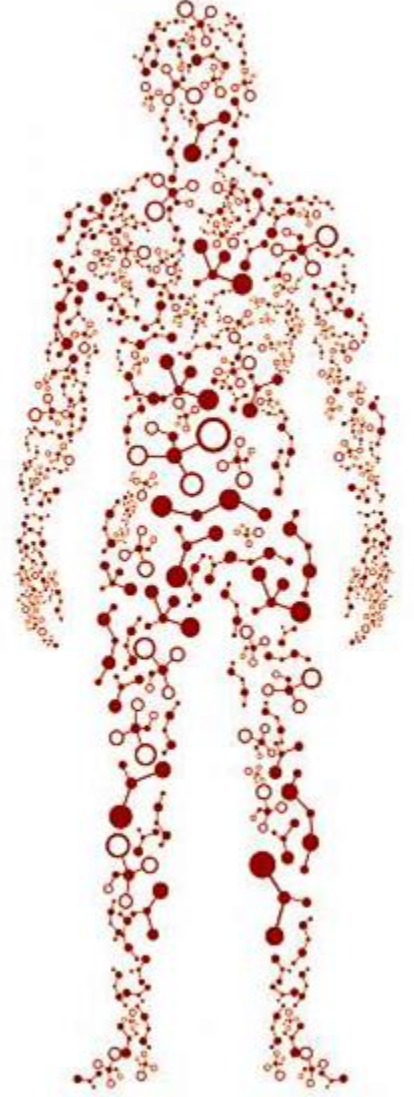
PROTEİNLER

Proteinler tüm hayati olayların gerçek temeli olarak çok büyük fizyolojik öneme sahip olan gıda maddeleri bileşenlerinin bir grubudur. Proteinler, karbonhidrat ve yağlardan farklı olarak karbon, oksijen, hidrojen yanında **azot, bazen kükürt ve fosfor** da içerirler.



azot

Besin maddeleri vasıtasıyla aldığımız proteinler, Sindirim sistemi ve karaciğerde basit bileşiklere parçalanırlar. Bu bileşikler, vücut proteinlerinin oluşumunda kullanılmak üzere vücut hücrelerine taşınırlar. Vücutta meydana gelen kimyasal reaksiyonların büyük çoğunluğu aktif proteinler olan enzimler tarafından kontrol edilmektedir.



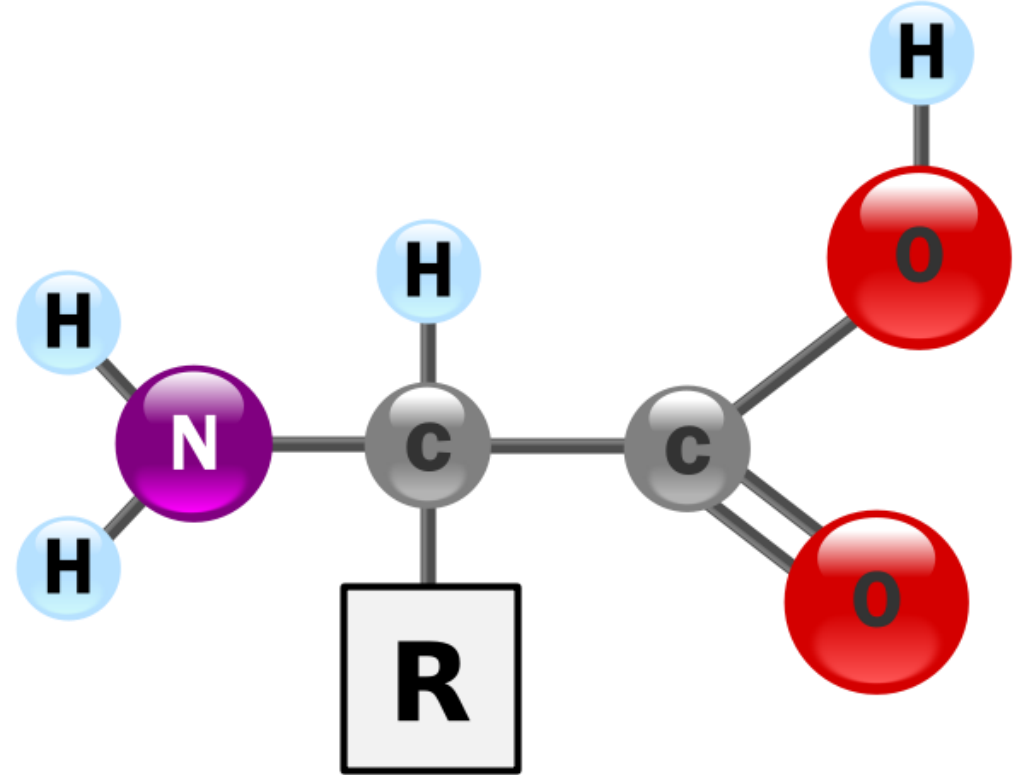
Proteinlerin Kimyasal Yapısı:

Proteinler nispi olarak çok yüksek molekül ağırlığına sahip organik maddelerdir.

Tüm proteinlerin yapı taşları aminoasitlerdir. Aminoasitlerin zincirdeki diziliş ve düzenleri spesifiktir.

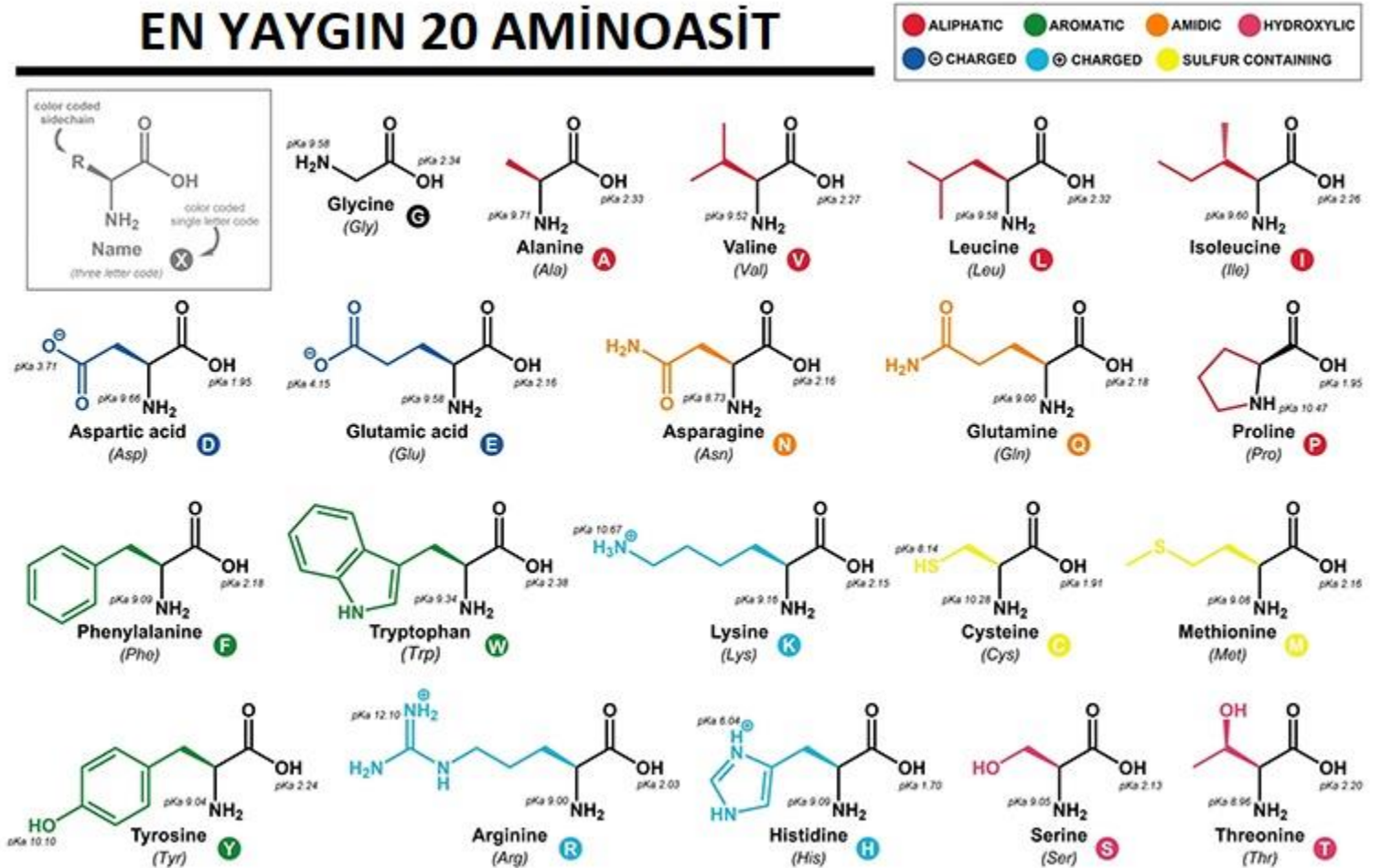
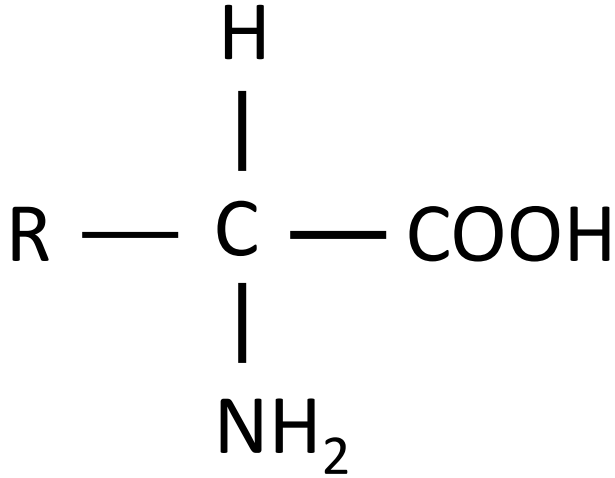
Bazı proteinler ayrıca protein olmayan bileşikleri de içerirler. Bunlar prostetik grup olarak ifade edilirler.

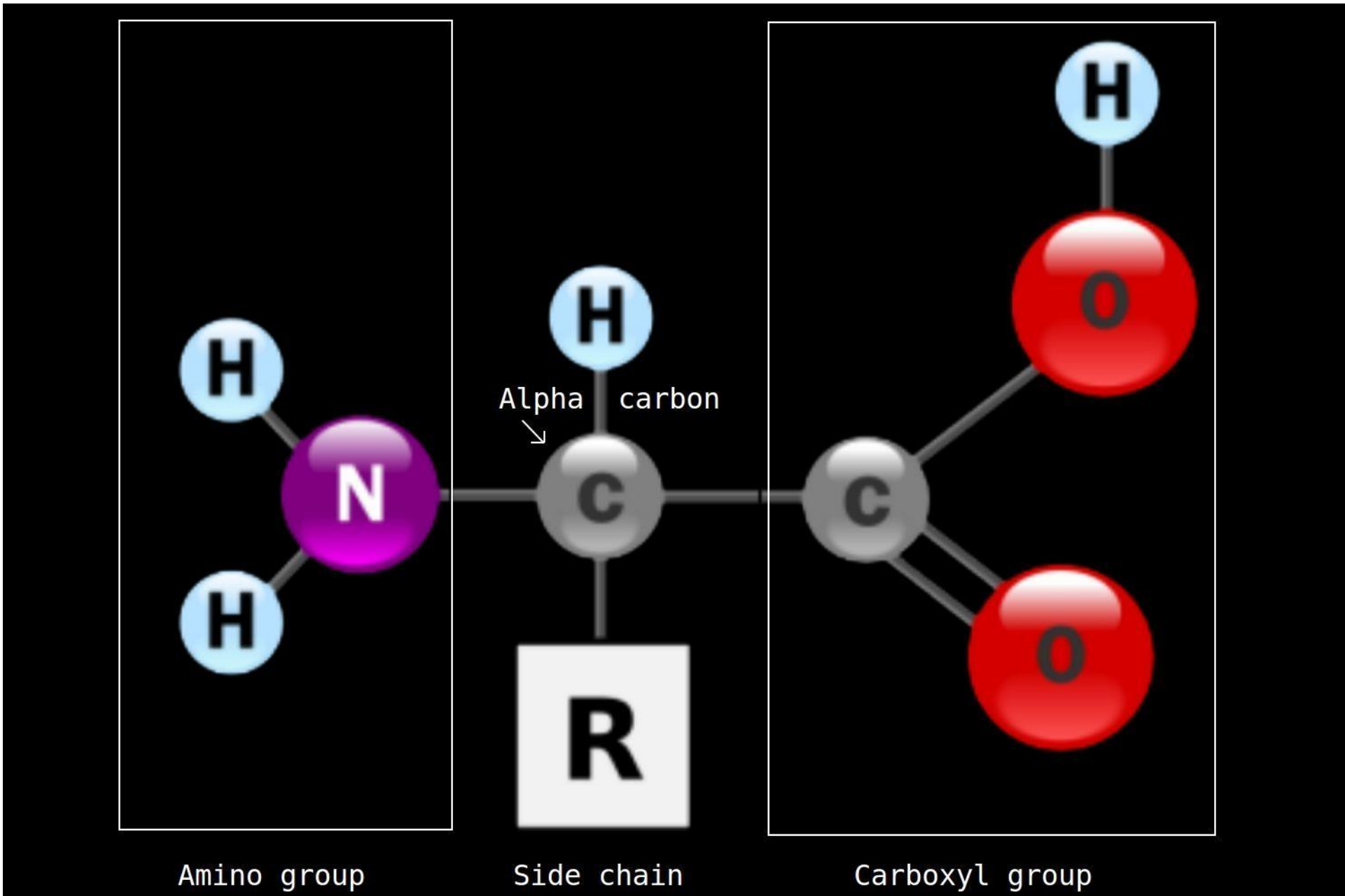
Aminoasidin kimyasal yapısı



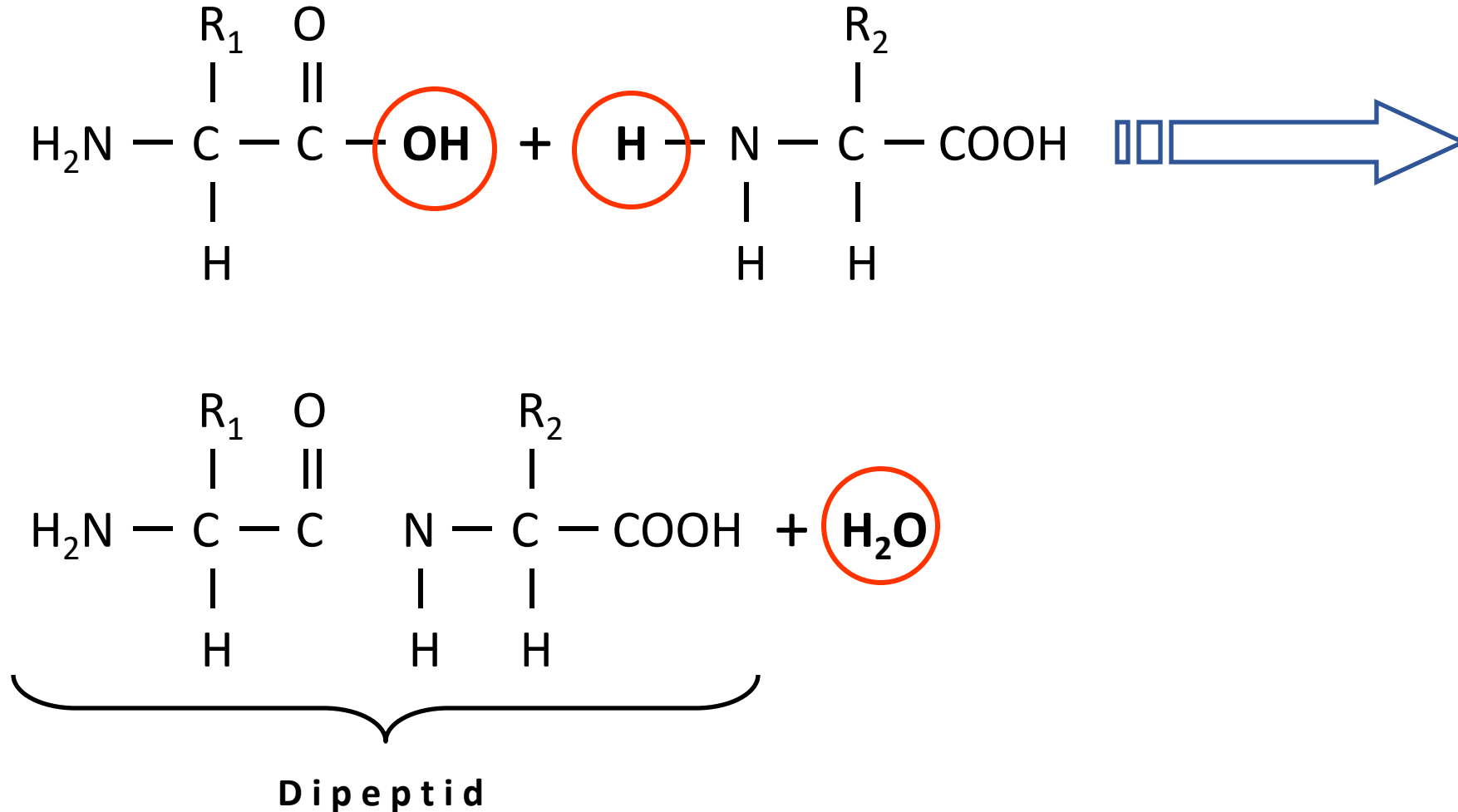
Aminoasitler:

Aminoasitler zincir formunda ve kural olarak dallanmamış hidrokarbonlardan ortaya çıkmaktadır. Bir veya daha fazla sayıda hidrojen atomunun yerine amino grupları geçmişlerdir. Buna göre bir aminoasidin modeli aşağıdaki şekildedir.

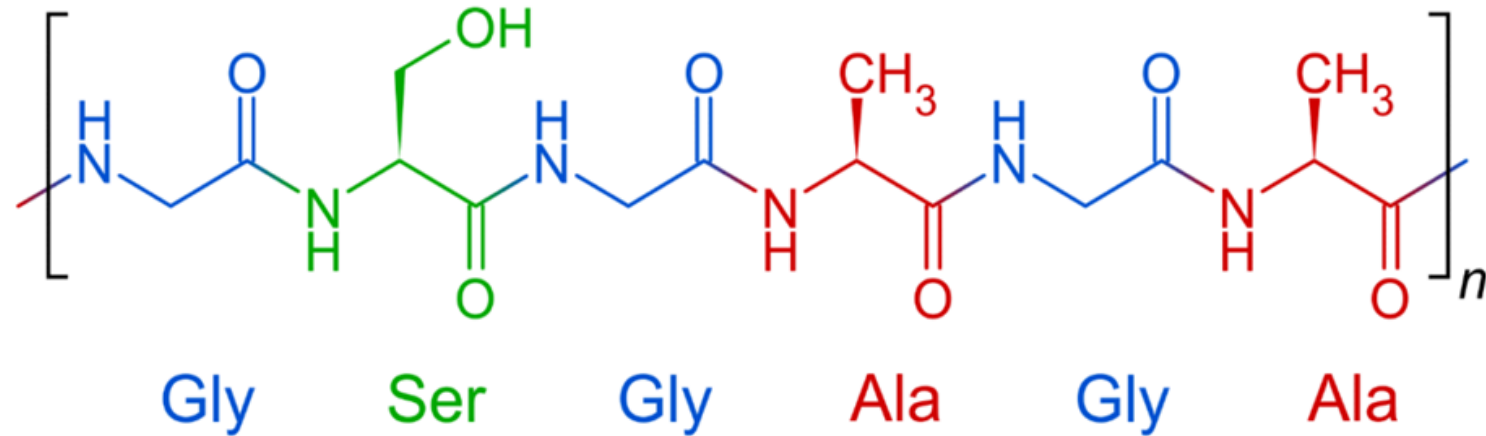




Proteinin yapısına yalnız α aminoasitleri iştirak etmektedir. Bu güne kadar doğada yaklaşık 26 aminoasit bulunmuştur. Aminoasitler birbiriyle reaksiyona girerler. Birleşme asit amid bağı üzerinde, peptid bağları olarak ifade edilen (-CO-NH) bağlarda meydana gelir. Eğer iki α -aminoasit birleşirse reaksiyon ürünü dipeptiddir.

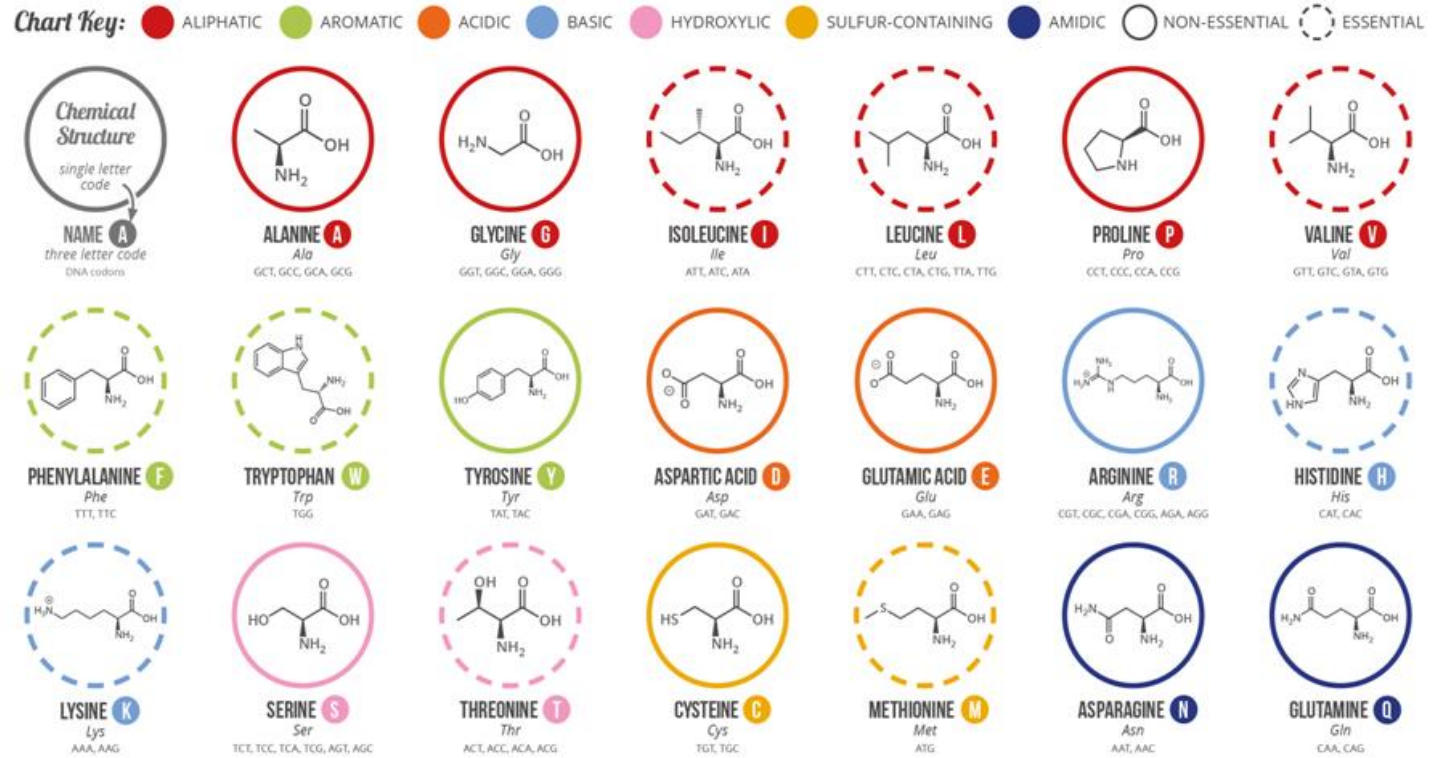


Üç aminoasit birleşirse reaksiyon ürünü olarak bir tripeptid meydana gelir. Bu prensibin ilerletilmesiyle; oligopeptidler, makropeptidler (peptonlar) meydana gelir. Polipeptid zincirleri protein molekülünün bel kemiğini teşkil ederler. Bir peptid zinciri, aminoasit gruplaşmasının tekrarlanan bağları ile meydana gelir.



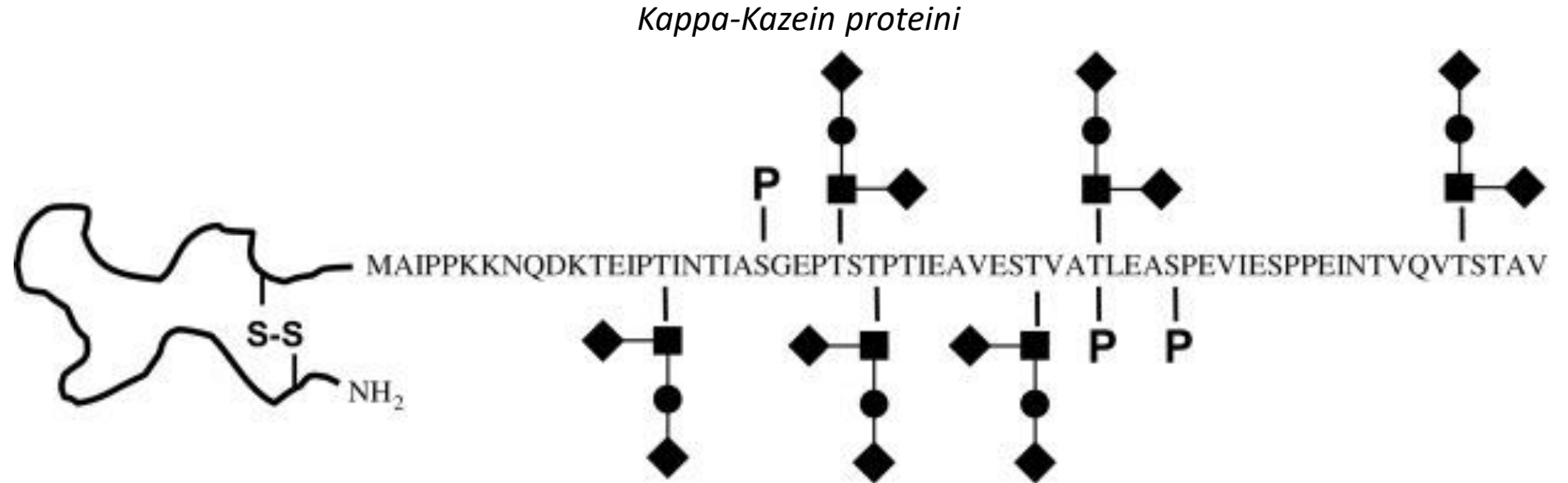
Sütte Bulunan Aminoasitler:

Aminoasitlerin toplam sayısının yaklaşık olarak yüzlerce olduğu bilinmesine karşın bunların sadece 18 tanesi süt proteinlerinde bulunmaktadır (*tüm proteinlerin yapısına giren toplam 20 aminoasit bulunmaktadır*). Moleküler zincirdeki aminoasidin tipi veya yerinin değişmesi proteinde farklı özelliklerin oluşmasına neden olmaktadır.



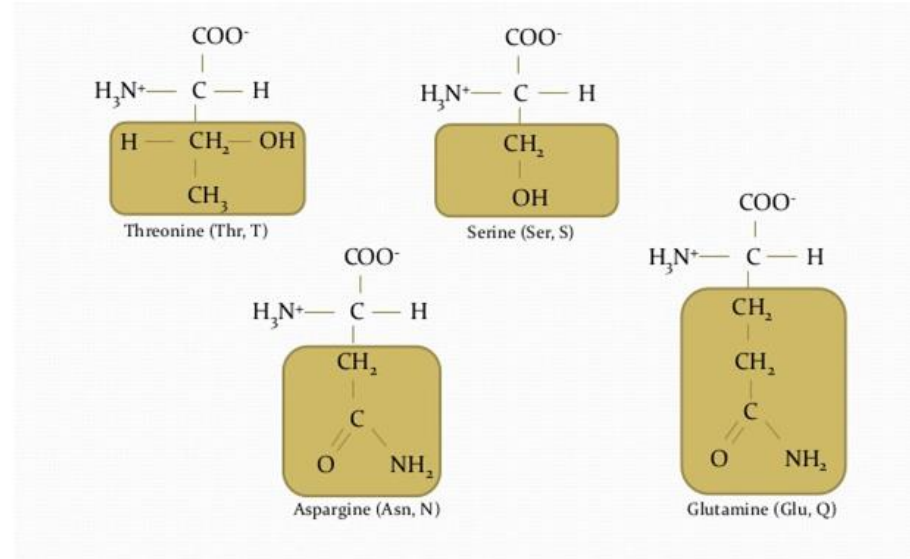
100 veya 200 aminoasit içeren bir zincirde 18 aminoasidin tipi veya yerinin değişmesi proteinde farklı özelliklerin oluşmasında neden olmaktadır. 100 veya 200 aminoasit içeren bir zincirde 18 aminoasidin sayıları sınırsızdır.

Bundan dolayı farklı özelliklere sahip proteinlerin sayısı da sınırsızdır.

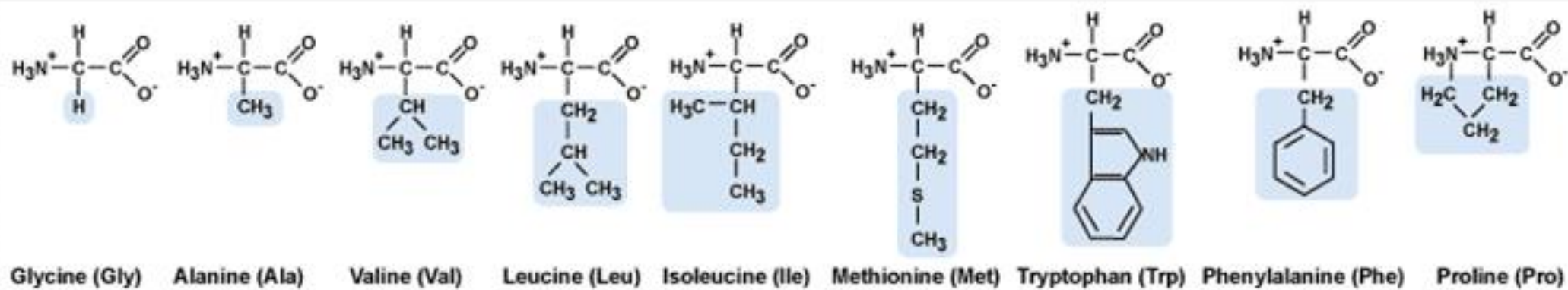


Aminoasitlerin karakteristik özellikleri hafif bazik bir amino grubu ($-\text{NH}_2$) ile hafif asit karboksil ($-\text{COOH}$) grubu içermeleridir. Bu gruplar bir hidrokarbon zincirine bağlıdır. Hidrokarbon zinciri kısa ise yani 1-3 karbon atomu içeriyorsa bazik ve asidik grupların suya karşı ilgisi artmakta, Böylece bu aminoasit su çekebilme özelliğine ve suda kolaylıkla çözünebilme özelliğine sahip olmaktadır. Böyle bir aminoaside hidrofilik aminoasit denmektedir. Hidrokarbon zinciri uzunsa yani 3'den fazla karbon sayısı içeriyorsa ve Hidrofilik özelliğe sahip başka atomlar içermiyorsa bu durumda hidrokarbon zincirinin özellikleri dominant olmaktadır.

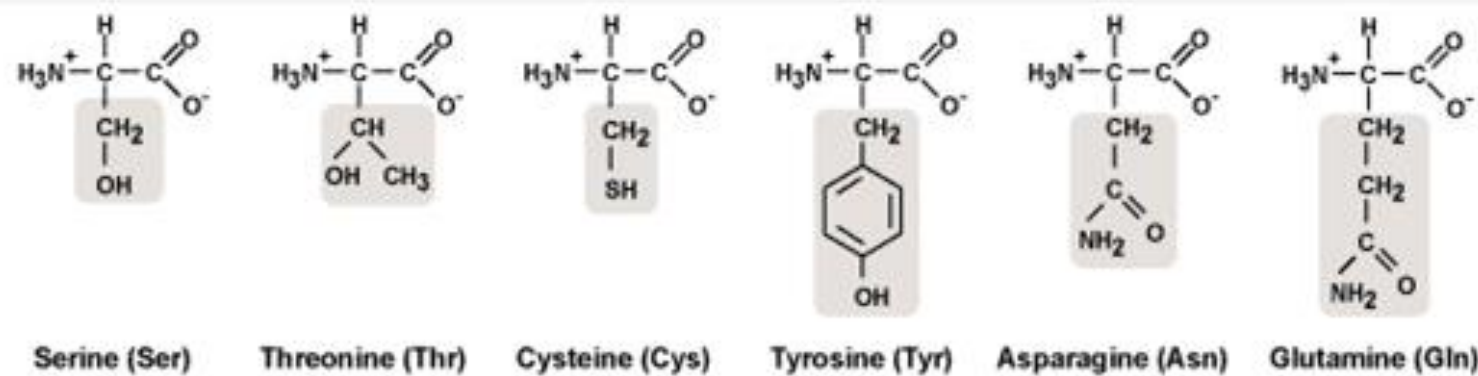
BAZI HİDROFİLİK AMİNO ASİTLER



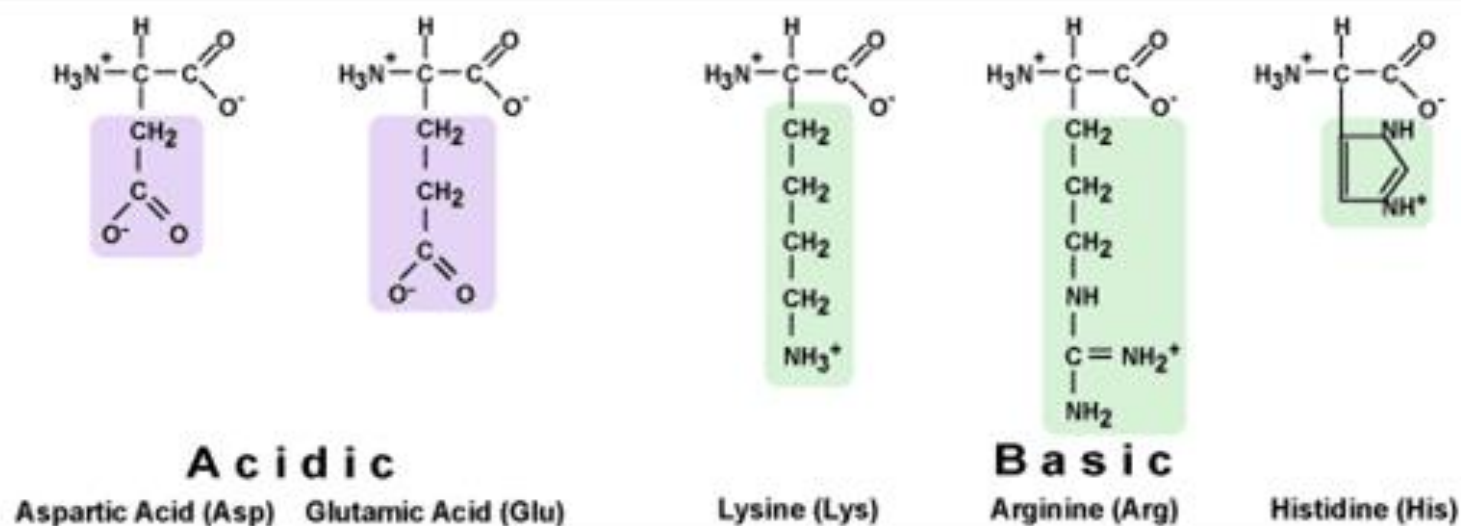
NONPOLAR



POLAR

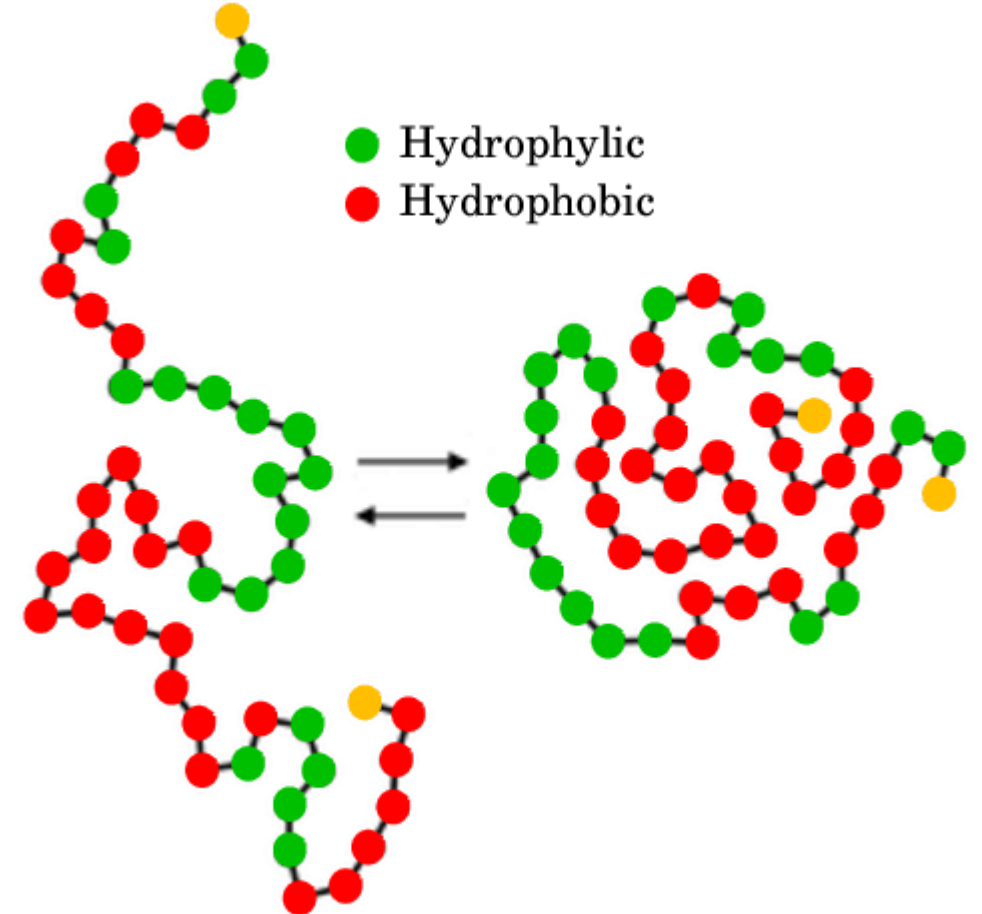


Electrically Charged



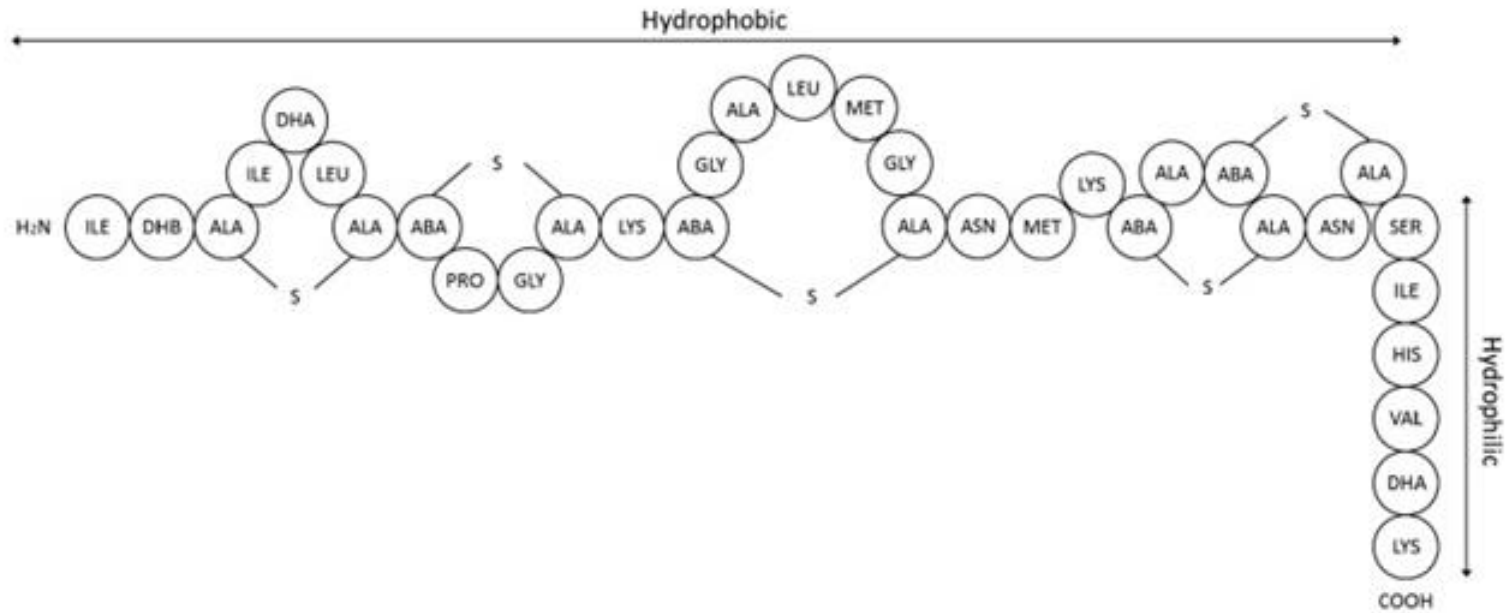
Bu tip uzun hidrokarbon zincirleri suyu ittikleri gibi suda daha az çözünmektedirler. Bundan dolayı böyle aminoasitlere hidrofobik veya daha az hidrofilik denmektedir. Hidrokarbon zincirinde (-OH) ve (-NH₂) grupları gibi yapılar bulunduğunda hidrofobik özellikler hidrofiliğe modifiye olmaktadır.

Hidrofilik entropik dağılımın, hidrofobik serbest enerji yoğunlaşmasıyla birlikte var olması protein katlanmasının temel prensibini oluşturur



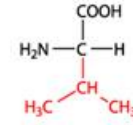
Protein molekülünün bir kısmında hidrofobik aminoasitler dominant (daha fazla) olduğunda bu kısım hidrofobik niteliklere sahip olur. Molekülün diğer kısmında hidrofilik aminoasitler fazla miktarda bulunuyorsa molekülün bu bölümü hidrofilik özellik gösterir.

Bu yüzden bir protein molekülü hem hidrofilik ve hidrofobik hem de bölgesel olarak hidrofilik ve hidrofobik olabilir.

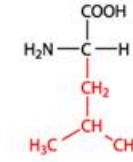


Sütte bulunan esansiyel (*vücut tarafından sentezlenmeyen dışarıdan alınması gereken*) aminoasitler:
Lisin, lösin, İzolösin, Valin, Fenilalanin, Treonin, Triptofan, Histidin ve Arginindir.

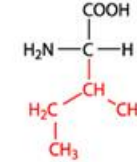
Esansiyel aminoasitler



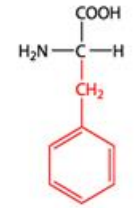
Valine



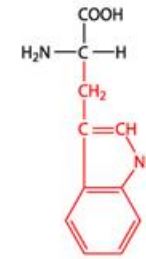
Leucine



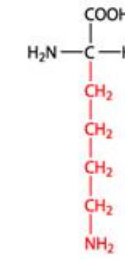
Isoleucine



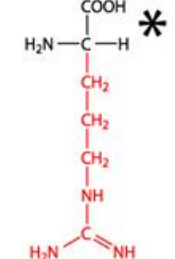
Phenylalanine



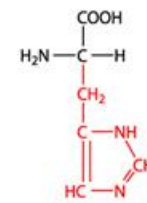
Tryptophan



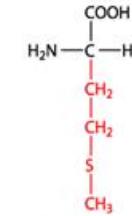
Lysine



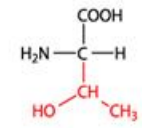
Arginine



Histidine



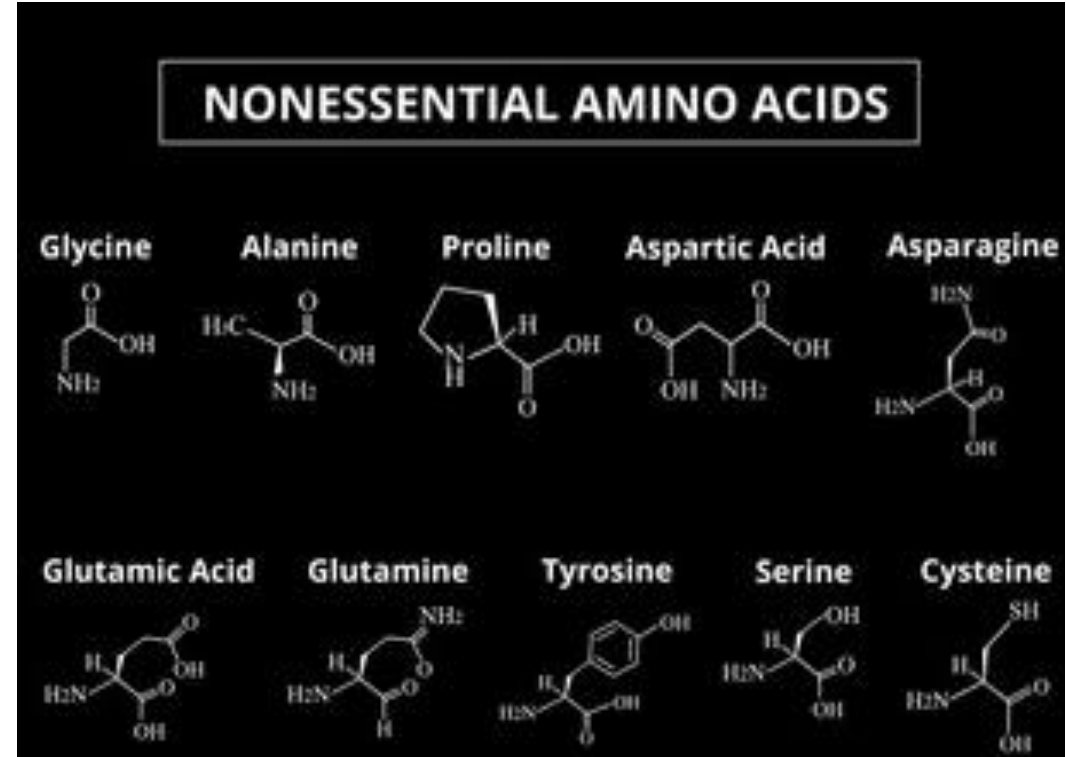
Methionine



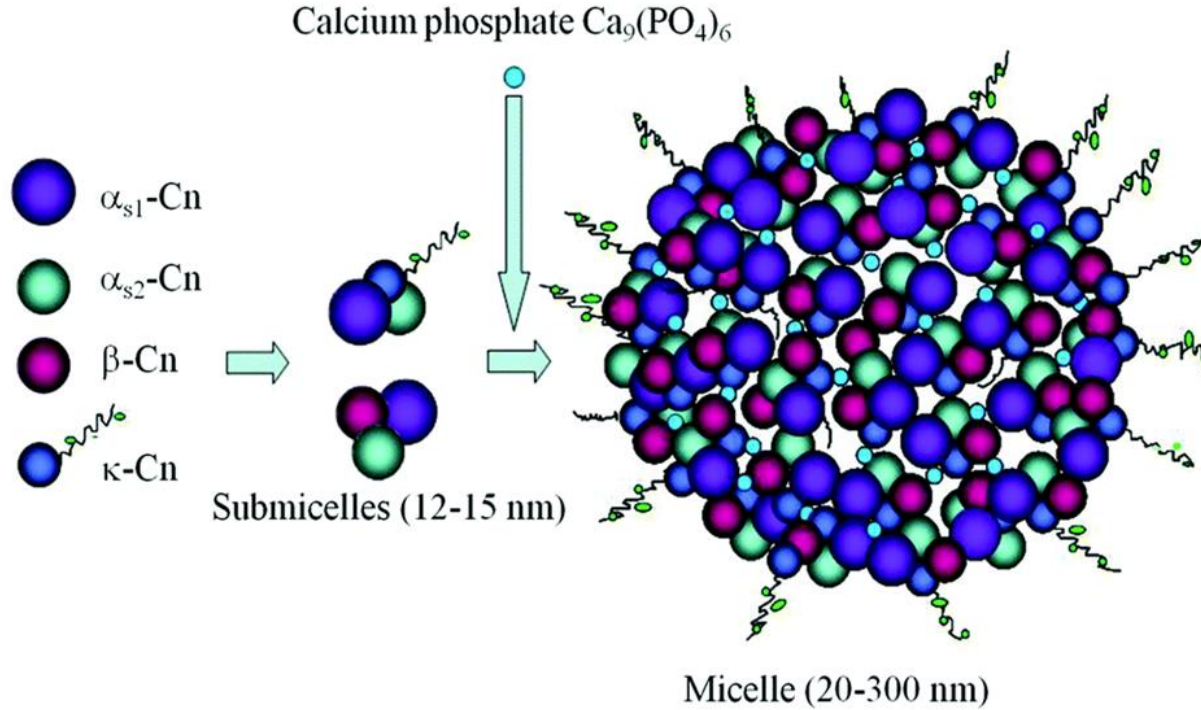
Threonine

Sütte bulunan esansiyel olmayan aminoasitler:

Glisin, Alanin, Serin, Sistein, Sistin, Prolin, Metionin, Tirozin, Hidroksiprolin, Asparagin asit ve Glutamin asittir.

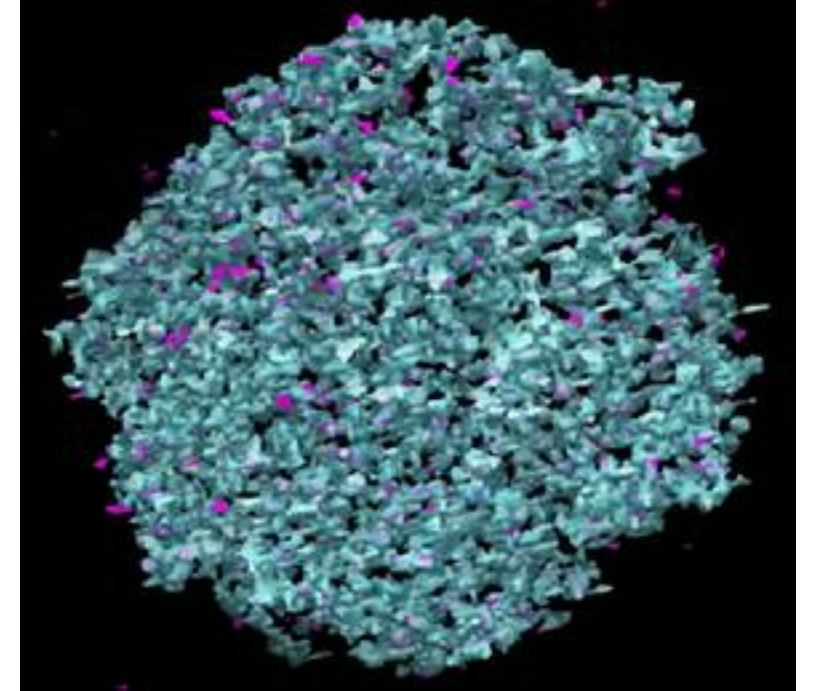


Kazeindeki bazı aminoasitlerin zincirlerinde bulunan OH⁻ grupları fosforik asitle esterleşmiş durumdadır. Böyle gruplar kalsiyum iyonları veya koloidal kalsiyum hidroksifosfatı kazeine bağlayarak moleküler içinde ya da arasında kuvvetli köprülerin oluşmasını sağlarlar.



<https://romj.org/2022-0209>

Kazein



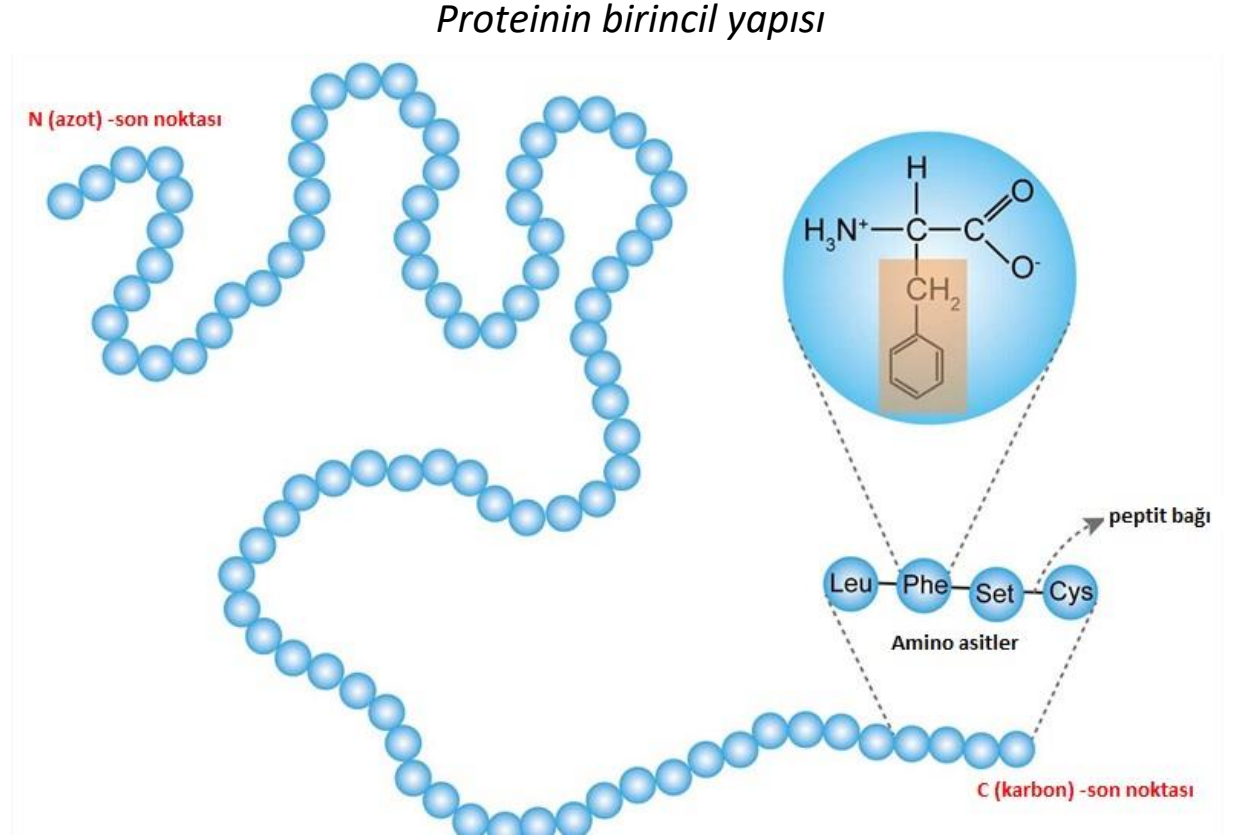
Besin değeri açısından değerlendirildiğinde 18 aminoasitten 8'i vücutta sentezlenmediği için bu aminoasitlerin gıdalarla alınması zorunludur. Vücutta sentezlenmeyen dışarıdan mutlaka alınması gereken aminoasitlere esansiyel aminoasitler denir.

Proteinlerin Birincil Yapısı

Bir proteinin birincil yapısı, proteinin polipeptit zincirindeki amino asit kalıntılarının sırasını ifade eder. Amino asit, peptit bağıyla diğer amino asitlere bağlanarak bir peptit zinciri oluşturan organik bir moleküldür. Peptit zincirindeki amino asitlere kalıntı denir. Doğada yüzlerce amino asit bulunmasına rağmen, proteinler 20 çeşit amino asitten oluşur.

Polipeptit zincirinin uç kısımları, uçtaki serbest radikallerin özelliklerine bağlı olarak sırasıyla amino ucu (N-ucu) ve karboksi ucu (C-ucu) olarak adlandırılır.

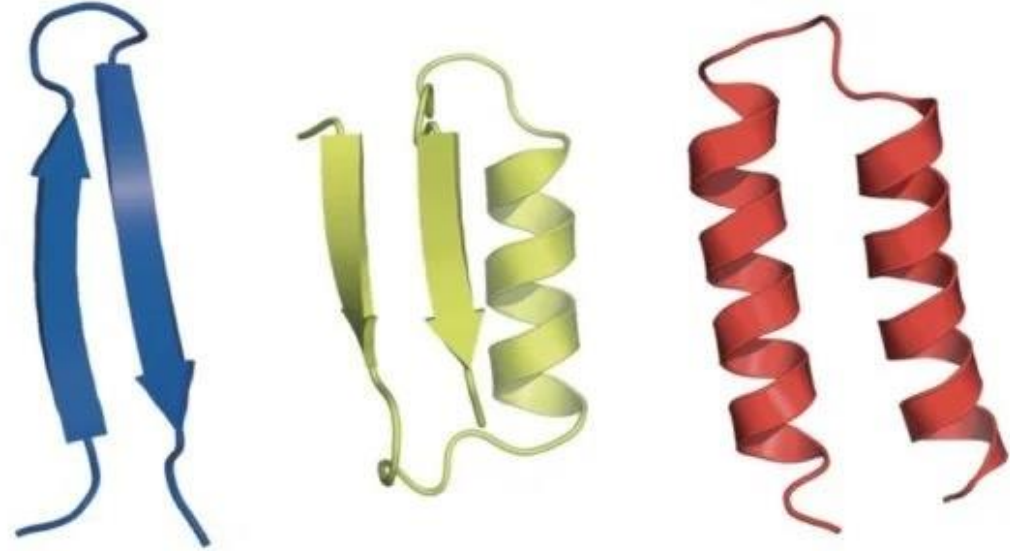
Kalıntı sayımı her zaman N-terminalden başlar. Amino asit dizisi proteine özgüdür ve yapısını ve işlevini anlamamanın temelini oluşturur. Bu dizi, Edman bozunması ve kütle spektrometrisi gibi yöntemlerle belirlenebilir.



Süper ikincil yapı

Birkaç ardışık ikincil yapı, alfa sarmallarının (α), β -tabakalarının ($\beta\beta$) ve alfa sarmalları ile β -tabakalarının ($\beta\alpha\beta$) birleşimi gibi bir "süper ikincil yapı" oluşturabilir. Süper ikincil yapılar, çeşitli proteinlerdeki üçüncül yapılar için yapı taşları görevi görür.

proteinlerin veya motiflerin süper ikincil yapıları

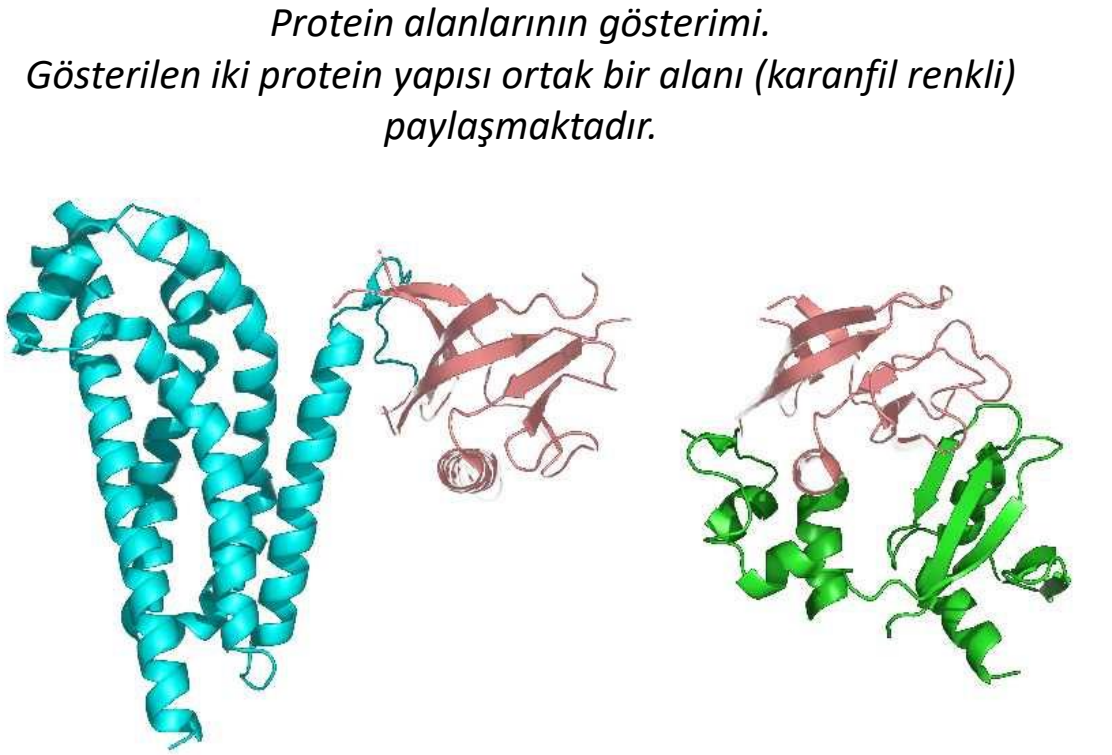


Süperikincil yapı elemanları. En önemli üç süperikincil yapı şunlardır: $\beta\beta$ -saç tokası (mavi), $\beta\alpha\beta$ -elemanı (sarı) ve $\alpha\alpha$ -saç tokası (kırmızı).

Proteinlerin Üçüncül Yapısı

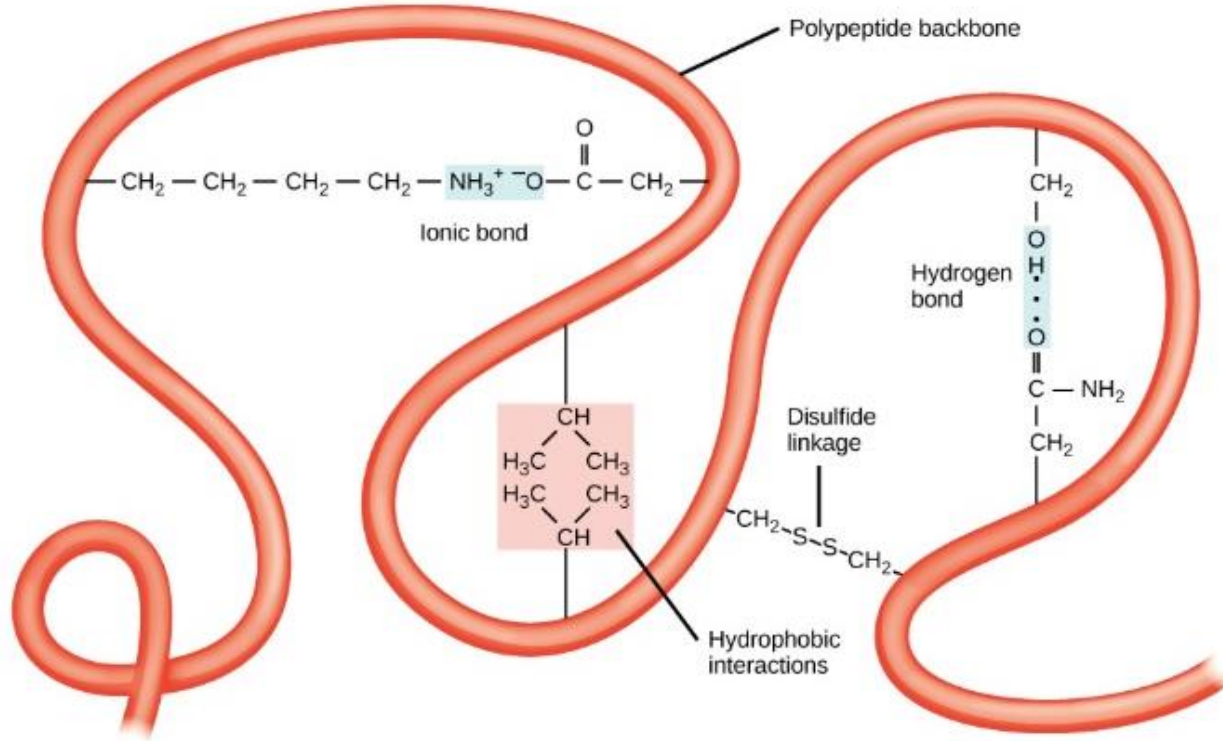
Bir proteinin polipeptit zinciri, çeşitli ikincil yapılar temelinde daha da katlanıp kıvrılarak, proteinin üçüncül yapısı olarak adlandırılan düzenli bir üç boyutlu uzay yapısı oluşturur.

Amino asit yan zincirleri arasındaki etkileşim
Üçüncü yapı esas olarak proteini oluşturan amino asitlerin yan zincirleri arasındaki etkileşimden kaynaklanır. Üçüncü yapının stabilitesi esas olarak hidrojen bağları, hidrofobik bağlar, iyonik bağlar, van der Waals kuvvetleri vb. dahil olmak üzere ikincil bağlara bağlıdır. Bu ikincil bağlar, birincil yapı numaraları birbirinden uzak olan kalıntıların R grupları arasında bulunabilir; bu nedenle üçüncü yapı esas olarak amino asit kalıntılarının yan zincirleri arasındaki bağlanmayı ifade eder.

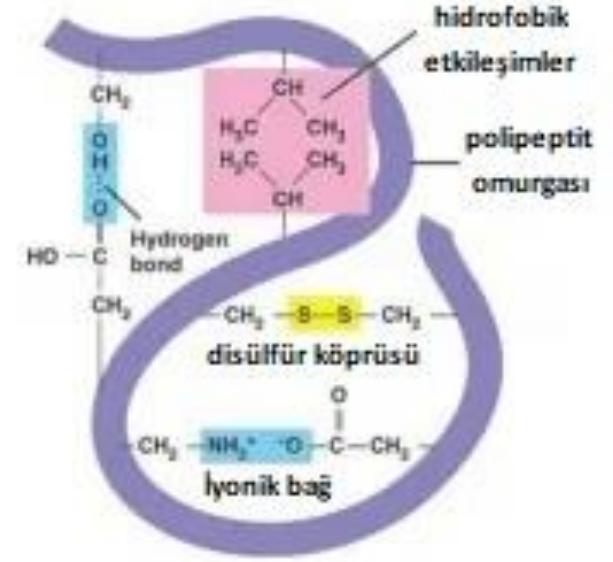


https://www.creative-biostructure.com/levels-of-protein-structure.htm?srsltid=AfmBOoqlG4jUoJaKfudQ9_OoiQ_XzaCte_Rj2ppKPL-to3yUJBvPPAx4

İkincil bağlar, pH, sıcaklık, iyonik kuvvet vb. değişikliklere duyarlı olan kovalent olmayan bağlardır. Disülfid bağı ikincil bağlara ait değildir, ancak iki uzak peptidi birbirine bağlamak mümkündür ve bu da üçüncül yapının stabilitesinde önemli bir rol oynar.



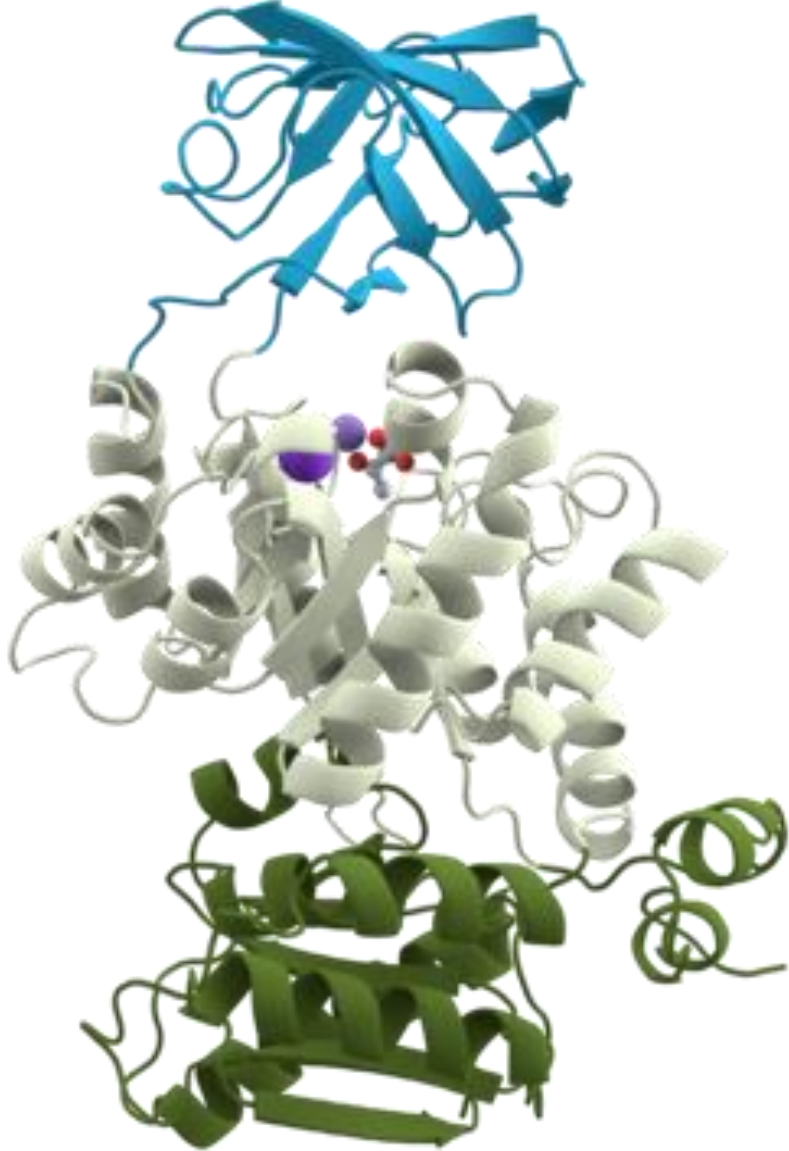
<https://www.khanacademy.org/science/biology/macromolecules/proteins-and-amino-acids/a/orders-of-protein-structure>



Üçüncül Yapı: Bu diyagram, üçüncül yapıda bulunan bazı önemli bağları göstermektedir.

<https://studymind.co.uk/notes/protein-structures-tertiary-and-quaternary-structures/>

Üç alana sahip "pirüvat kinaz" enzim proteini



https://en.wikipedia.org/wiki/Protein_domain

Protein alanı

Bir protein alanı, bir proteinin polipeptit zincirinin kendi kendini stabilize eden ve geri kalanından bağımsız olarak katlanan bir bölgesidir . Her alan, kompakt katlanmış üç boyutlu bir yapı oluşturur. Birçok protein birkaç alandan oluşur ve bir alan çeşitli farklı proteinlerde bulunabilir.

Bu enzim, bir α - β nükleotid bağlayıcı alan (mavi), bir α / β -substrat bağlayıcı alan (gri) ve bir α / β -düzenleyici alan (zeytin yeşili) içermekte ve bu alanlar birkaç polipeptit bağlayıcı ile birbirine bağlanmıştır. Bu proteindeki her alan çeşitli protein ailelerinde bulunur.

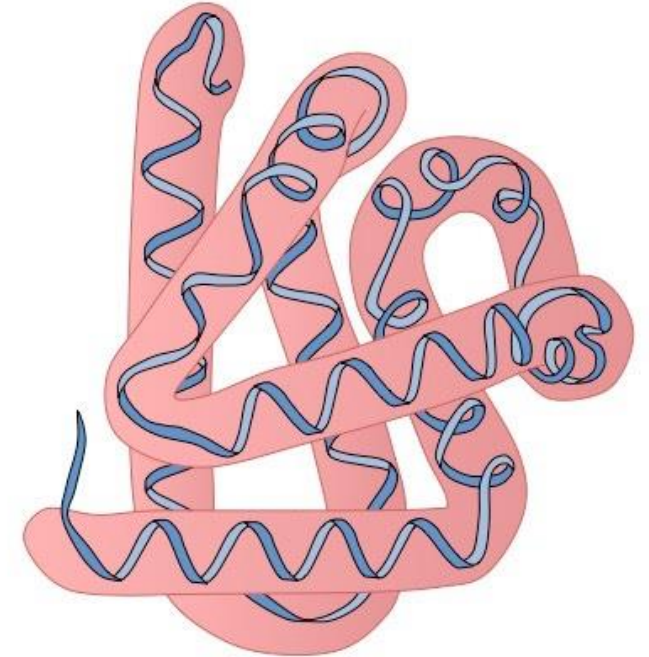
Fibrous protein ve globüler protein

Üçüncül yapıya sahip proteinler, görünümlerine göre fibrous proteinler ve globüler proteinler olarak sınıflandırılabilir. fibrous protein ince yapılıdır (uzun eksenini kısa ekseninden 10 kat daha uzundur), örneğin fibroin; globuler protein ise esasen küreseldir (uzun ekseninin uzunluğu kısa ekseninin uzunluğuna benzer), örneğin plazma albümini, globulin ve miyogloblin.

Fibrous protein ve globüler proteinin yapısal karşılaştırılması

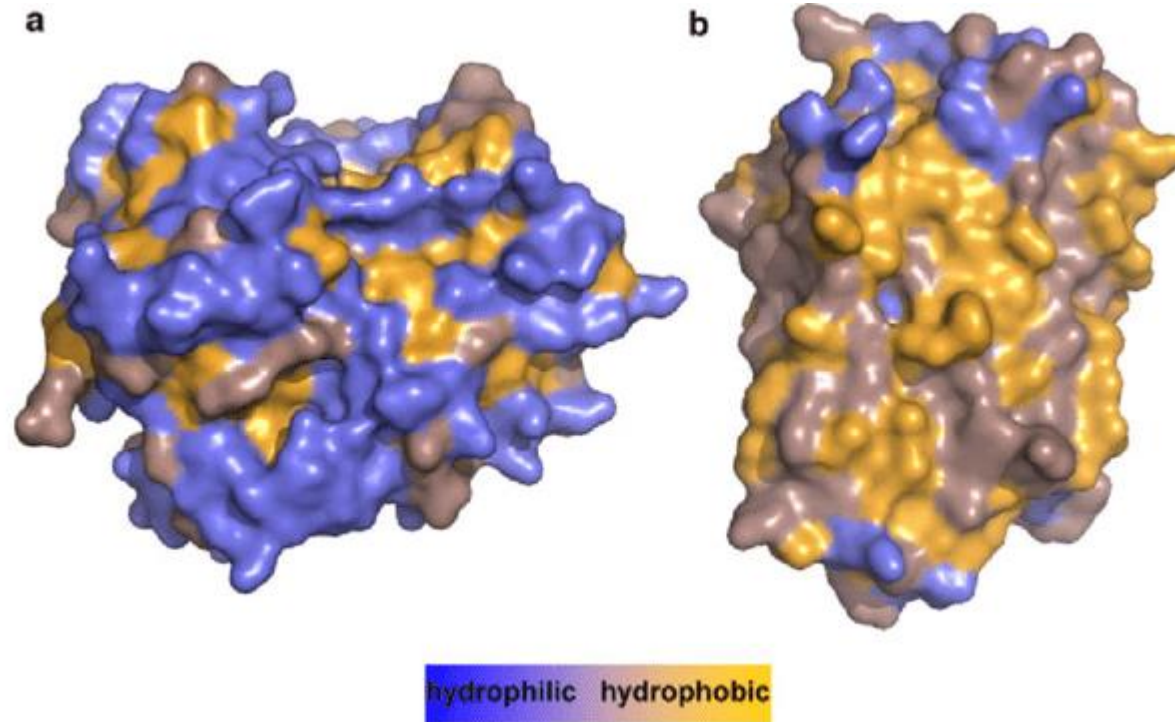


Fibrous Protein



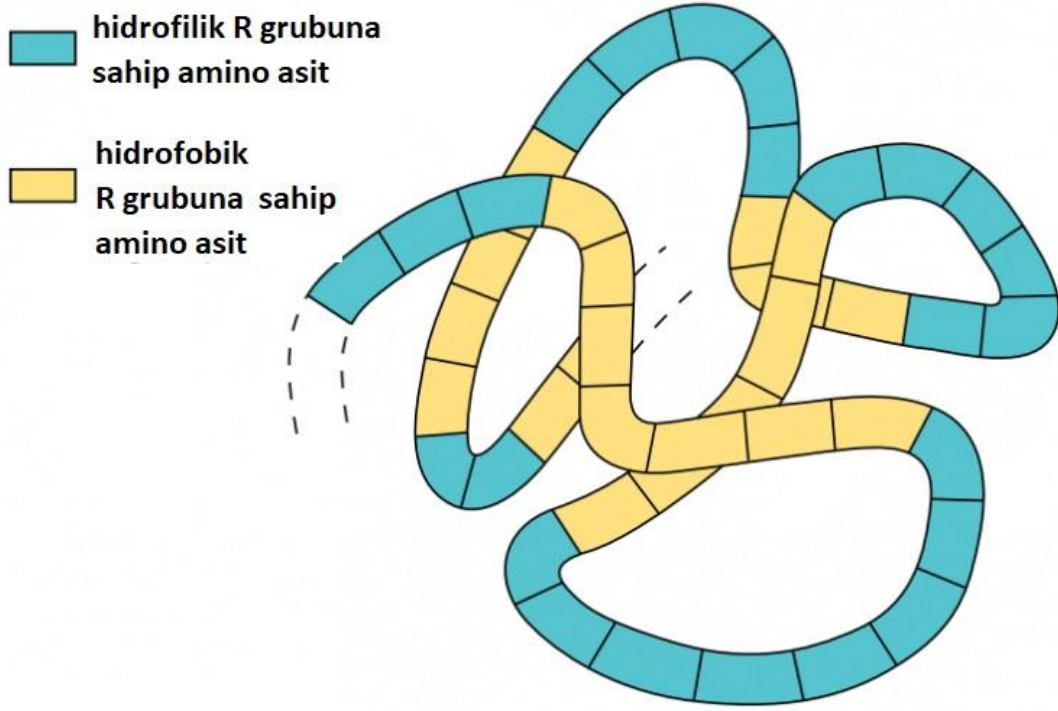
Globular Protein

Globüler protein, hidrofilik ve hidrofobik bölgeler oluşturur. Hidrofilik bölge çoğunlukla protein moleküllerinin yüzeyinde bulunur ve birçok hidrofilik yan zincirden oluşur. Hidrofobik yan zincirlerden oluşan hidrofobik bölge ise çoğunlukla moleküllerin iç kısmında yer alır. Hidrofobik bölge genellikle "protein boşlukları" veya "protein cepleri" oluşturur ve bazı protez grupları aktif bölgeler haline gelmek üzere bu boşluklara yerleşir.



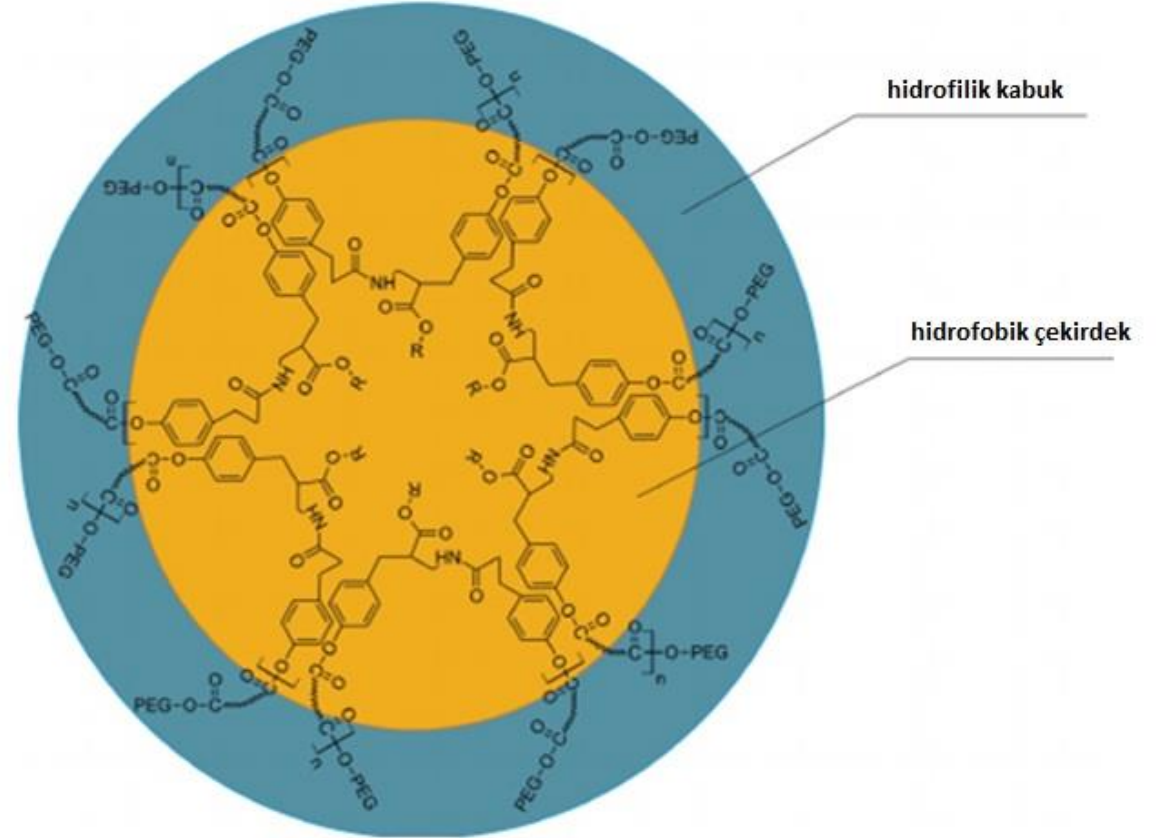
https://www.researchgate.net/figure/Differences-in-the-hydrophobicity-of-surface-areas-between-globular-water-soluble-and_fig1_41139738

Benzer büyüklükteki küresel suda çözünen ve α -sarmal membran proteinleri arasındaki yüzey alanlarının hidrofobikliğindeki farklılıklar. Renk kodu, hidrofilik yüzeyler için mavi, hidrofobik yüzeyler için turuncu ve aradaki kalıntılar için koyu somon rengidir. (a) İnsan karbonil redüktaz (b) Bakteriorodopsin

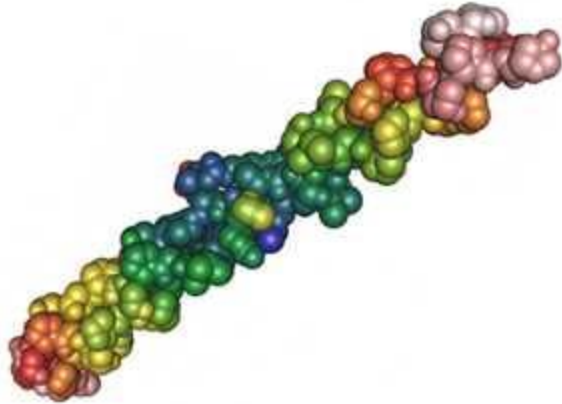


<https://plantlet.org/protein-and-peptides-on-inevitable-source-of-nutrition-part-2/>

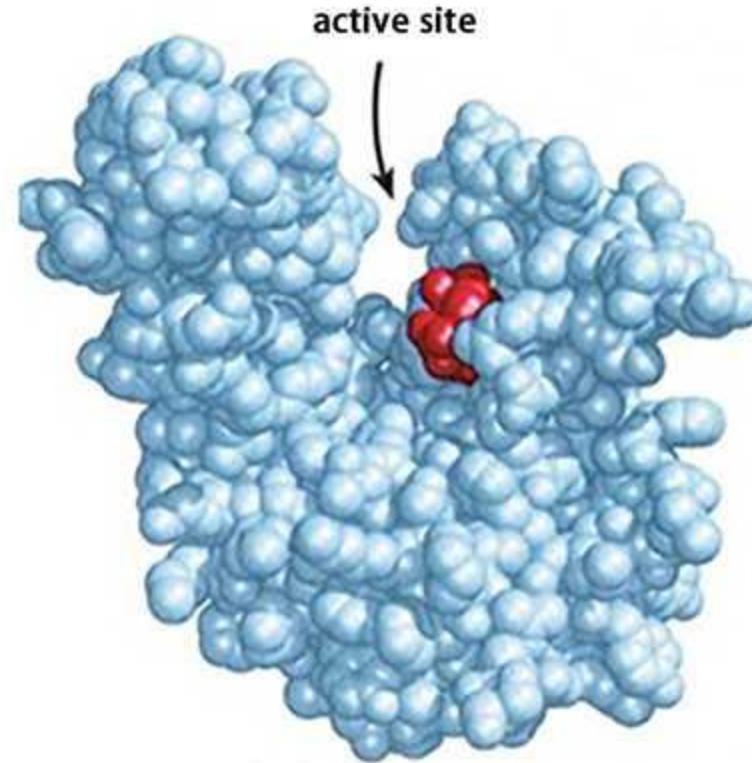
Globüler bir protein molekülünün bir bölümünün kesiti. Polipeptit zinciri, hidrofilik R grupları dışarıda ve hidrofobik olanlar içeride olacak şekilde kıvrılır; bu da molekülü çözünür hale getirir. Kaynak: Cambridge Biyoloji Ders Kitabı.



Fibrous protein ve globüler proteinin gösterimi



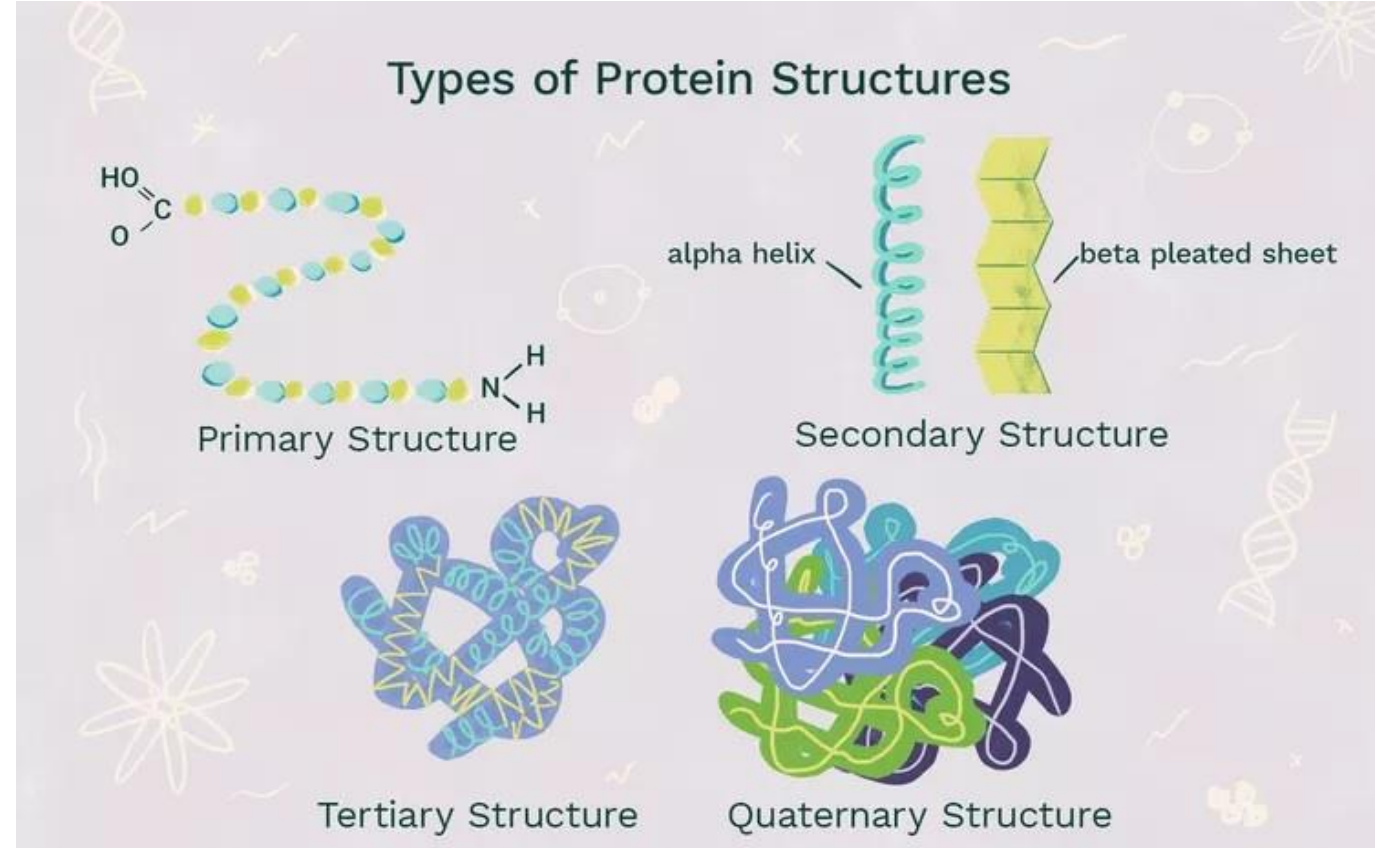
Fibrous protein



Globular protein

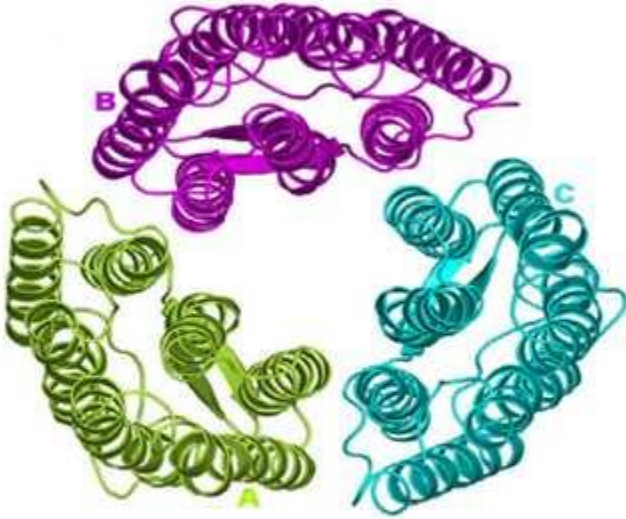
Proteinlerin Dördüncül Yapısı

Birçok protein tek bir polipeptit zincirinden oluşur ve yalnızca üç yapısal seviyeye sahiptir; ancak bazı proteinler birden fazla polipeptit zincirinden oluşur. Bağımsız üçüncül yapılara (alt birimlere) sahip iki veya daha fazla polipeptit zincirinin etkileşimiyle oluşan uzamsal yapıya dördüncül yapı denir. Alt birimlerin kovalent olarak bağlı olması gerekmez, ancak bazı alt birimlerin disülfid bağlarıyla bağlı olması da mümkündür.

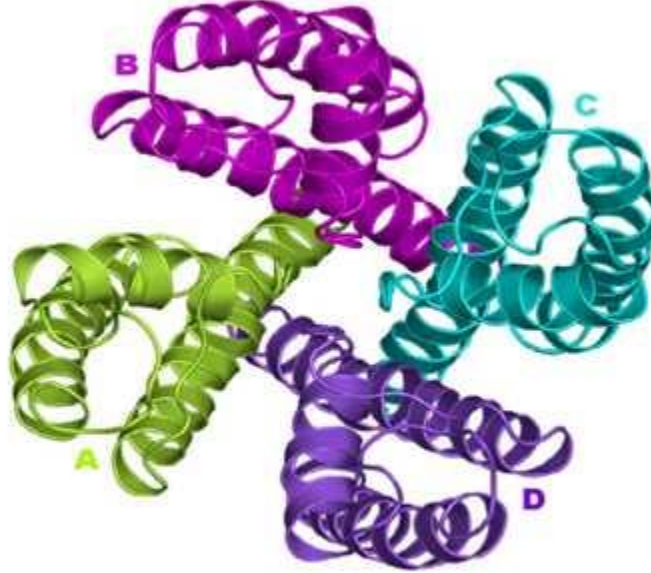


Birden fazla alt birimden oluşan komplekslere multimer denir ve özellikle, iki alt birim içeriyorsa dimer, üç alt birim içeriyorsa trimer vb. olarak adlandırılır. Ayrıca, özdeş alt birimlerden oluşan multimerler "homo-" önekiyle (örneğin, homodimer), farklı alt birimlerden oluşanlar ise "hetero-" önekiyle (örneğin, heterodimer) anılır.

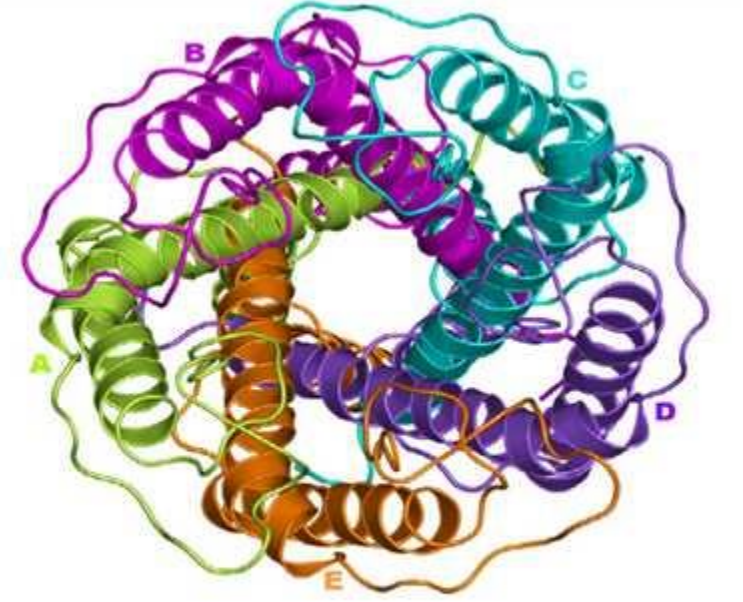
Proteinlerin dördüncül yapısı



Trimer



Tetramer



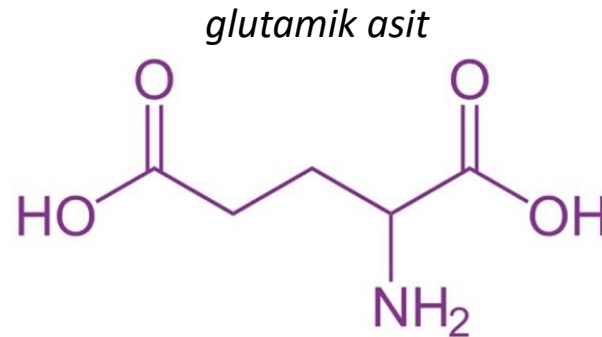
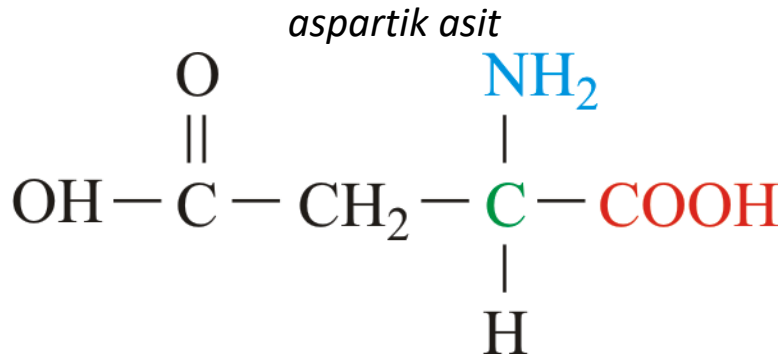
Pentamer

Proteinlerin izoelektrik noktaları:

Süt proteinlerindeki aminoasitler pH ile belirlenen elektriksel bir yüke sahiptirler.

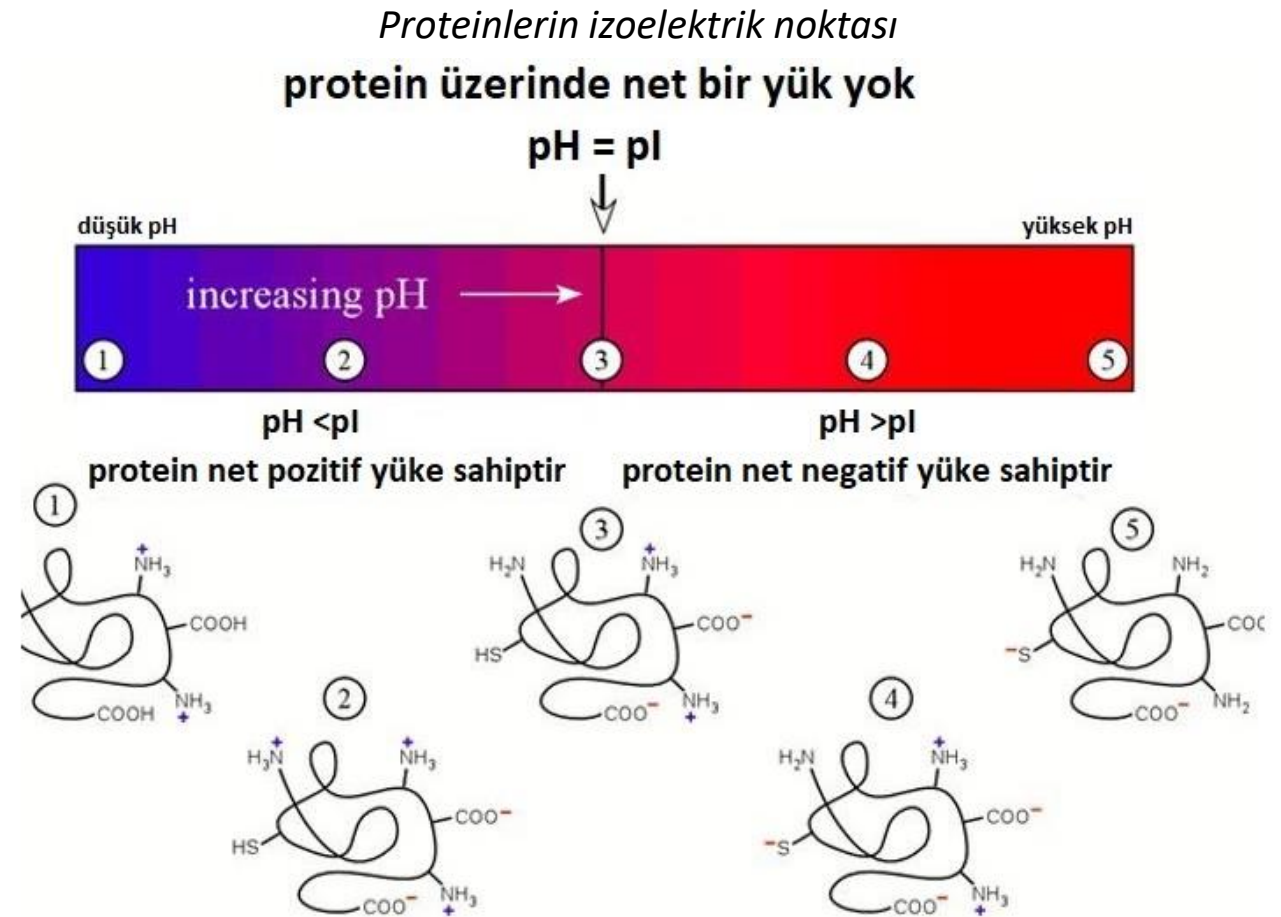
Nötral pH (pH=7)'da aspartik ve glutamik asit gibi aminoasitler negatif, lisin, arginin gibi aminoasitler ise pozitif yüklüdür.

İzoelektrik nokta (pI), bir molekülün net yükünün sıfır olduğu, yani pozitif ve negatif yükleri arasında bir dengenin bulunduğu pH değeridir. Amino asitler, peptitler ve proteinler gibi amfoterik moleküllerin bu temel özelliği, iyonlaşabilir gruplardan, özellikle proteinlerdeki amino ve karboksil gruplarından etkilenir.

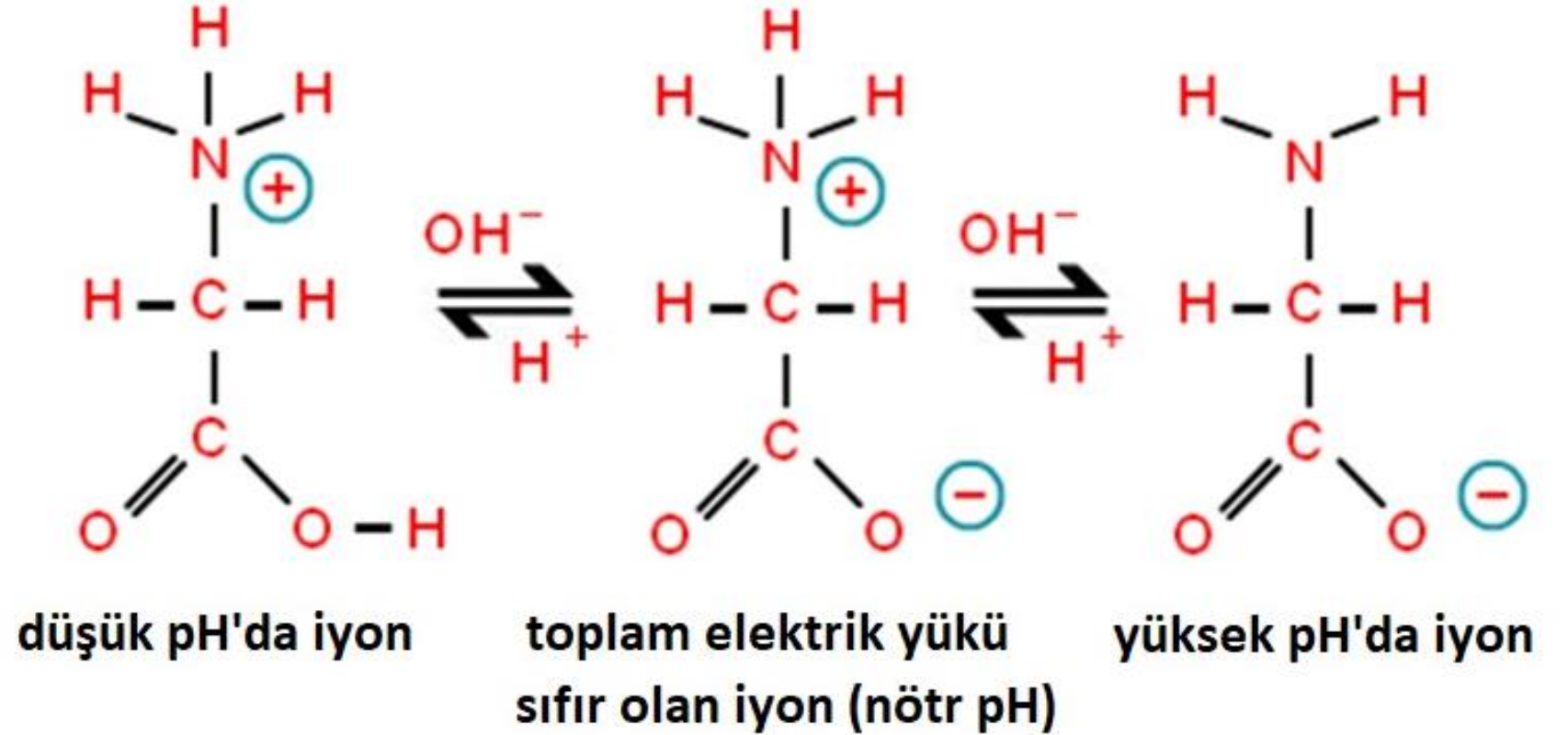


<https://www.cnnturk.com/saglik/bir-ay-uygulayin-etkisine-inanamayacaksiniz-1782176?page=1>

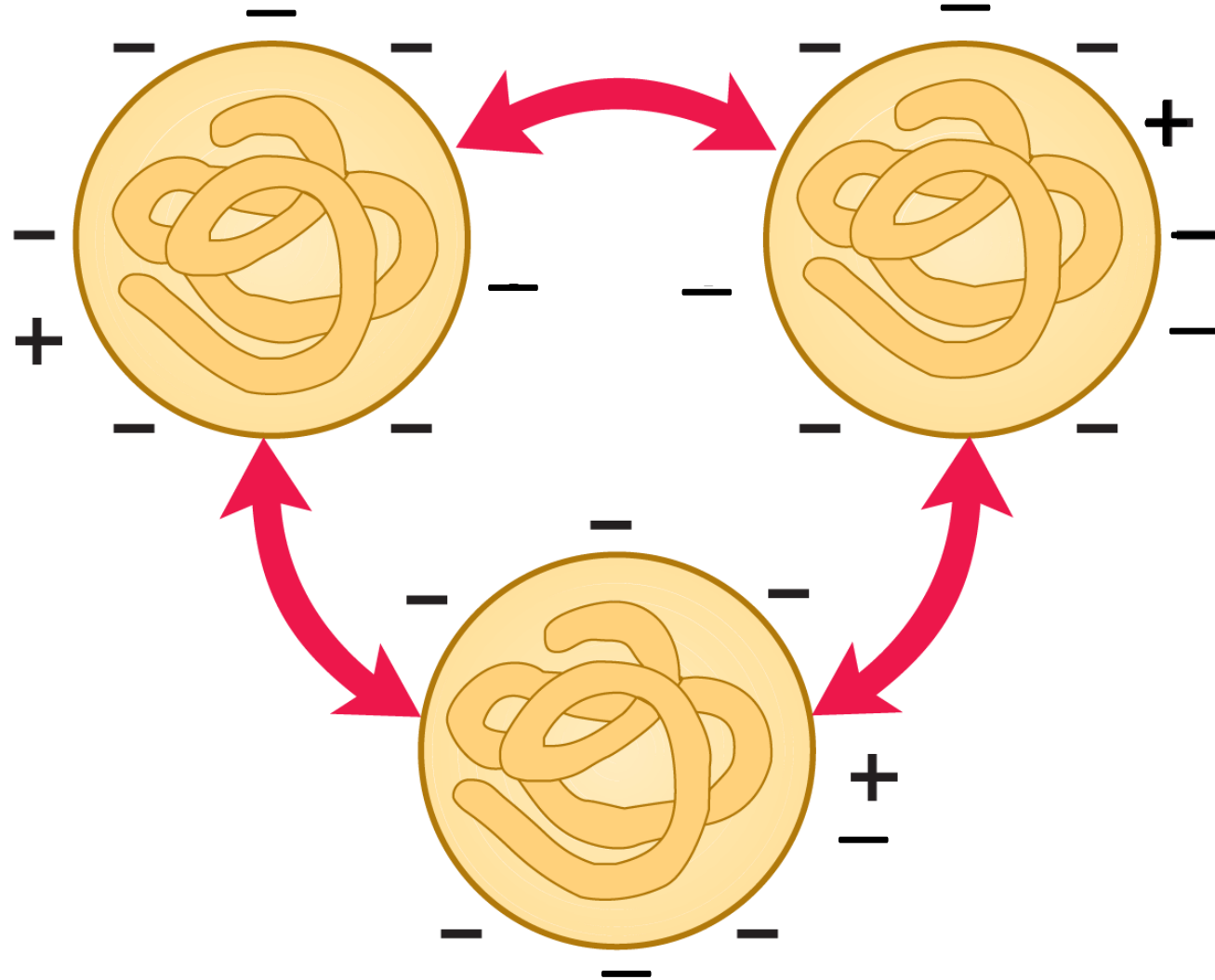
İzoelektrik nokta (pI), biyomoleküllerin çözeltideki davranışlarını önemli ölçüde etkileyerek çözünürlüklerini, etkileşimlerini ve kararlılıklarını etkiler. pI'nin altında, moleküller net pozitif bir yüke sahiptir; bu da belirli ortamlarda çözünürlüğü artırabilir. pI'nin üzerinde ise moleküller net negatif bir yüke sahip olur; bu da diğer biyomoleküllerle etkileşimlerini etkiler ve çeşitli koşullarda kararlılıklarını ve işlevlerini etkiler.



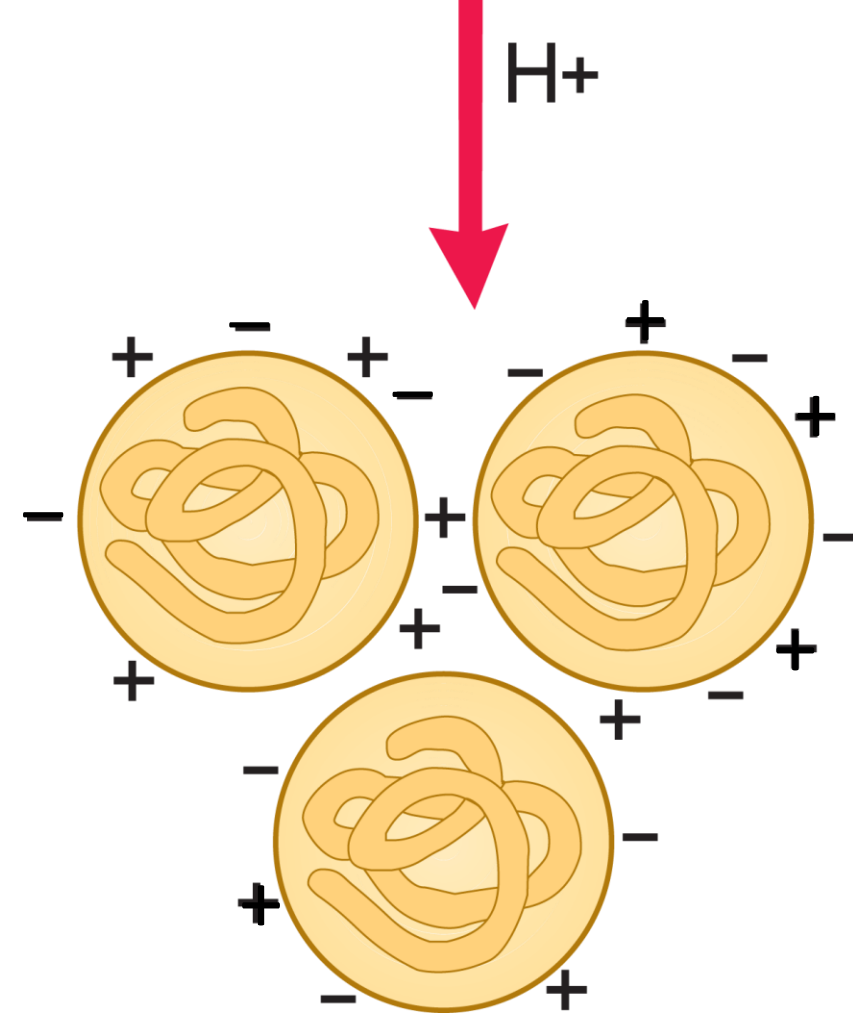
Nötral pH'da bir protein bazik aminoasitler göre daha fazla asit aminoasit içerirse negatif yüklü olur. Böyle proteine örnek olarak süt proteinlerini verebiliriz. Bunun tersi durumda ise pozitif yüklü olur. Asit ilavesi ile sütün pH'sı değiştirildiği zaman proteinlerin yükleri de değişmektedir. Proteinlerin negatif ve pozitif yüklerinin diğer bir değişle NH_3^+ ve COO^- gruplarının eşit olduğu pH'ya proteinin izoelektrik noktası denir.



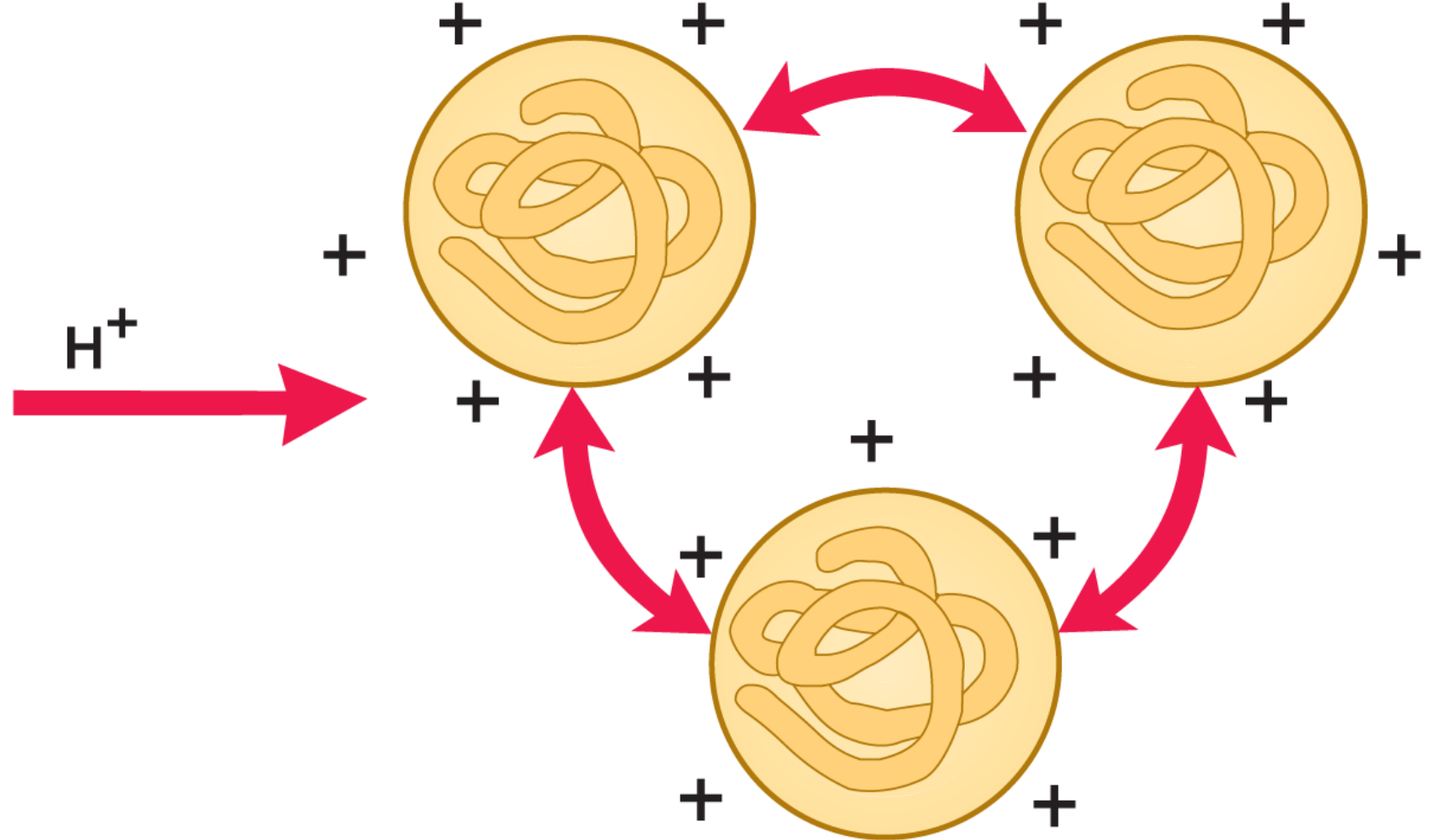
Aşağıdaki şekilde de görüldüğü gibi protein molekülü, içermiş olduğu aminoasitlere bağlı olarak belli bir elektrik yüküne sahiptir. Bundan dolayı protein molekülleri birbirlerini iterler.



Eğer ortama hidrojen iyonları ilave edilirse (bir asit çözeltisi) bunlar protein moleküllerine absorbe olurlar. Belli bir pH değerinde protein molekülü üzerindeki pozitif ve negatif yükler Birbirine eşit olur. Molekül üzerindeki negatif yükler pozitif yüklere bağlanır ve Aşağıdaki şekilde görüldüğü gibi büyük protein kümeleri oluşur. Daha sonra proteinler pıhtılaşır. Bu olayın gerçekleştiği pH değerine, proteinin izoelektrik noktası denmektedir.

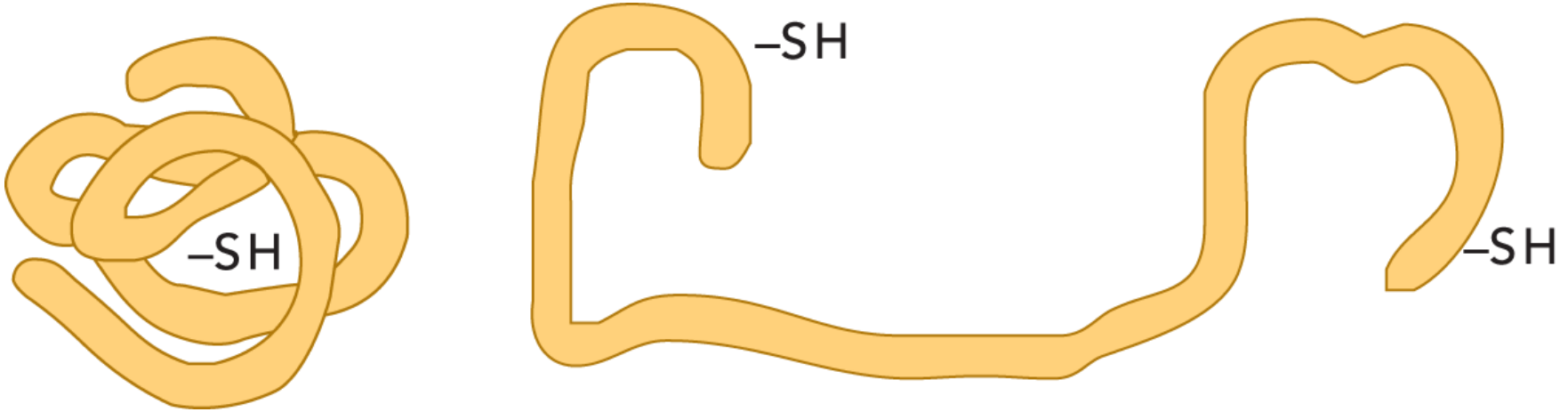


Aşağıdaki şekilde görüldüğü gibi aşırı derecede hidrojen iyonu ilave edildiğinde ise moleküller, pozitif yükse sahip olacaklarından yeniden birbirlerini iterler.



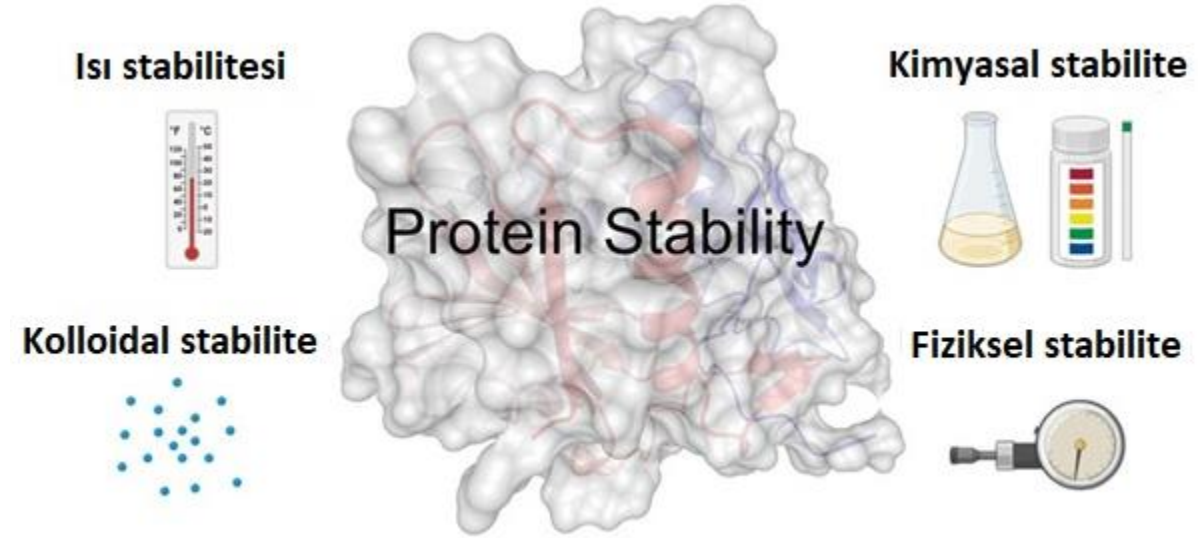
Denature Proteinler:

Proteinlerin denatürasyonu, bir proteinin eşsiz üç boyutlu yapısının değişikliklere maruz kalması durumudur. Sıcaklık, pH veya diğer kimyasal aktivitelerdeki değişiklikler nedeniyle, proteinlerde bulunan hidrojen bağları bozulur.



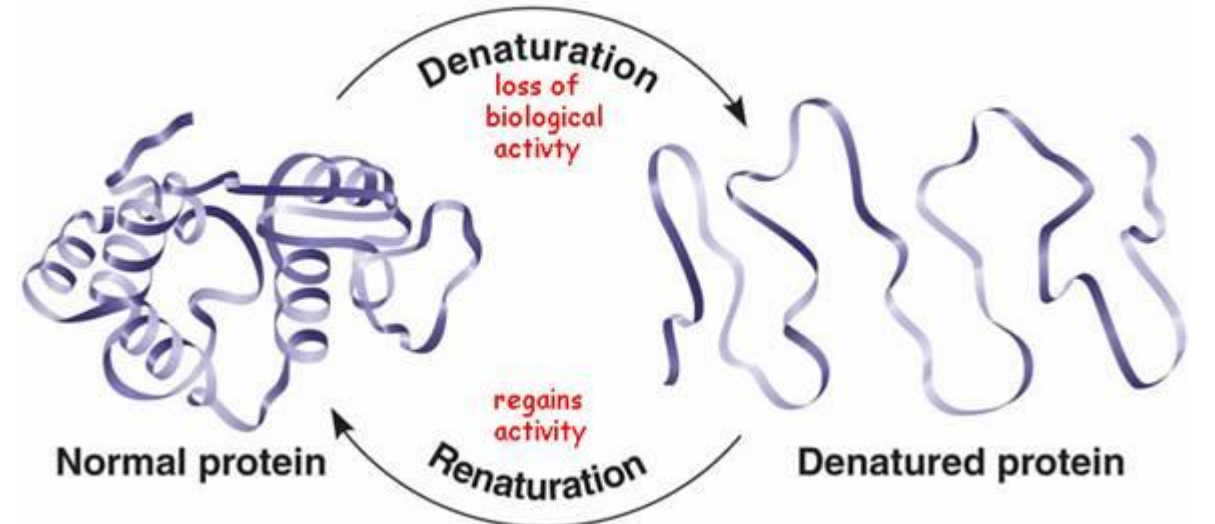
Proteinlerin stabilitesi ve yapısı fiziksel ve kimyasal koşullara bağlıdır.

- Sıcaklık ve pH, stabilitelerini büyük ölçüde etkiler.
- Proteinlerin denatürasyonu, bir proteinin eşsiz üç boyutlu yapısının değişikliklere maruz kalması durumudur.
- Sıcaklık, pH veya diğer kimyasal aktivitelerdeki değişiklikler nedeniyle proteinlerde bulunan hidrojen bağları bozulur. Bu durum, küresel proteinlerin açılmasına ve sarmal yapının çözülmesine yol açar.
- Sarmal yapının çözülmesi proteinlerin kimyasını etkiler ve biyolojik aktivitelerini kaybetmelerine neden olur. Fiziksel veya kimyasal değişiklikler nedeniyle aktivite kaybı ve sarmal yapının çözülmesi olayına proteinlerin denatürasyonu denir.
- Proteinlerin denatürasyonu sırasında, ikincil ve üçüncül yapılar yok olur ve yalnızca birincil yapı korunur.
- Kovalent bağlar kopar ve amino asit zincirleri arasındaki etkileşim bozulur. Bu da proteinlerin biyolojik aktivitesinin kaybına yol açar.



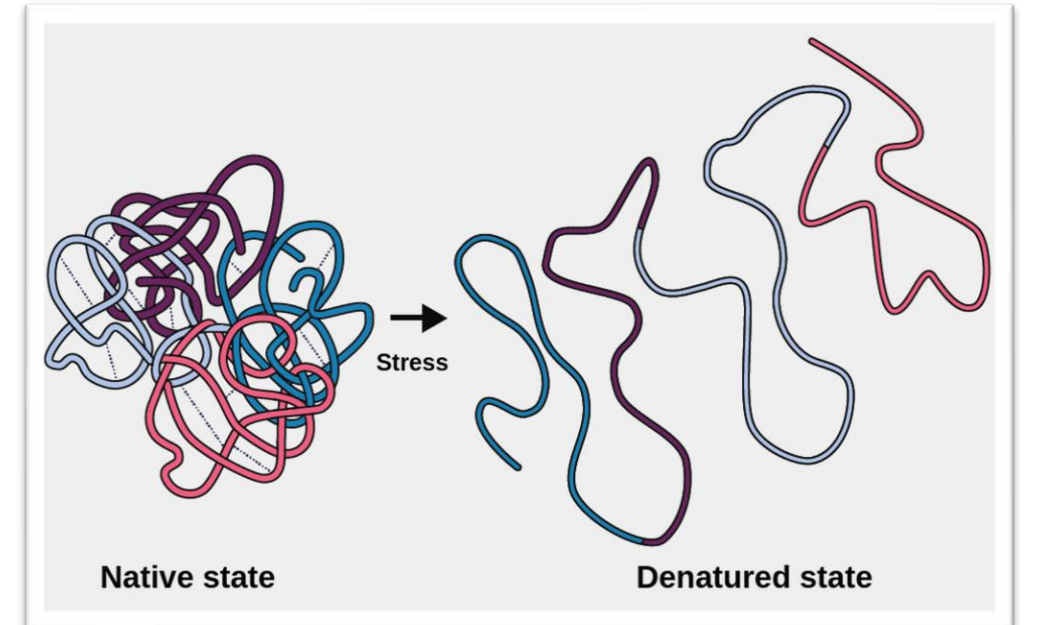
Proteinlerin Denatürasyon Süreci

- İkincil, üçüncül ve dördüncül protein yapısı, denatürasyon adı verilen bir işlemle kolayca değiştirilebilir. Bu değişiklikler oldukça zararlı olabilir.
- Isıtma, asitlere veya bazlara maruz kalma ve hatta şiddetli fiziksel etki bile denatürasyona neden olabilir.
- Yumurta beyazındaki albümin proteini ısıtma yoluyla denatüre edilerek yarı katı bir kütle oluşturur. Mereng yapımında yumurta çırpıcısının şiddetli fiziksel hareketiyle de neredeyse aynı şey elde edilir.
- Kurşun ve kadmiyum gibi ağır metal zehirleri, protein yüzeyindeki fonksiyonel gruplara bağlanarak proteinlerin yapısını değiştirir.

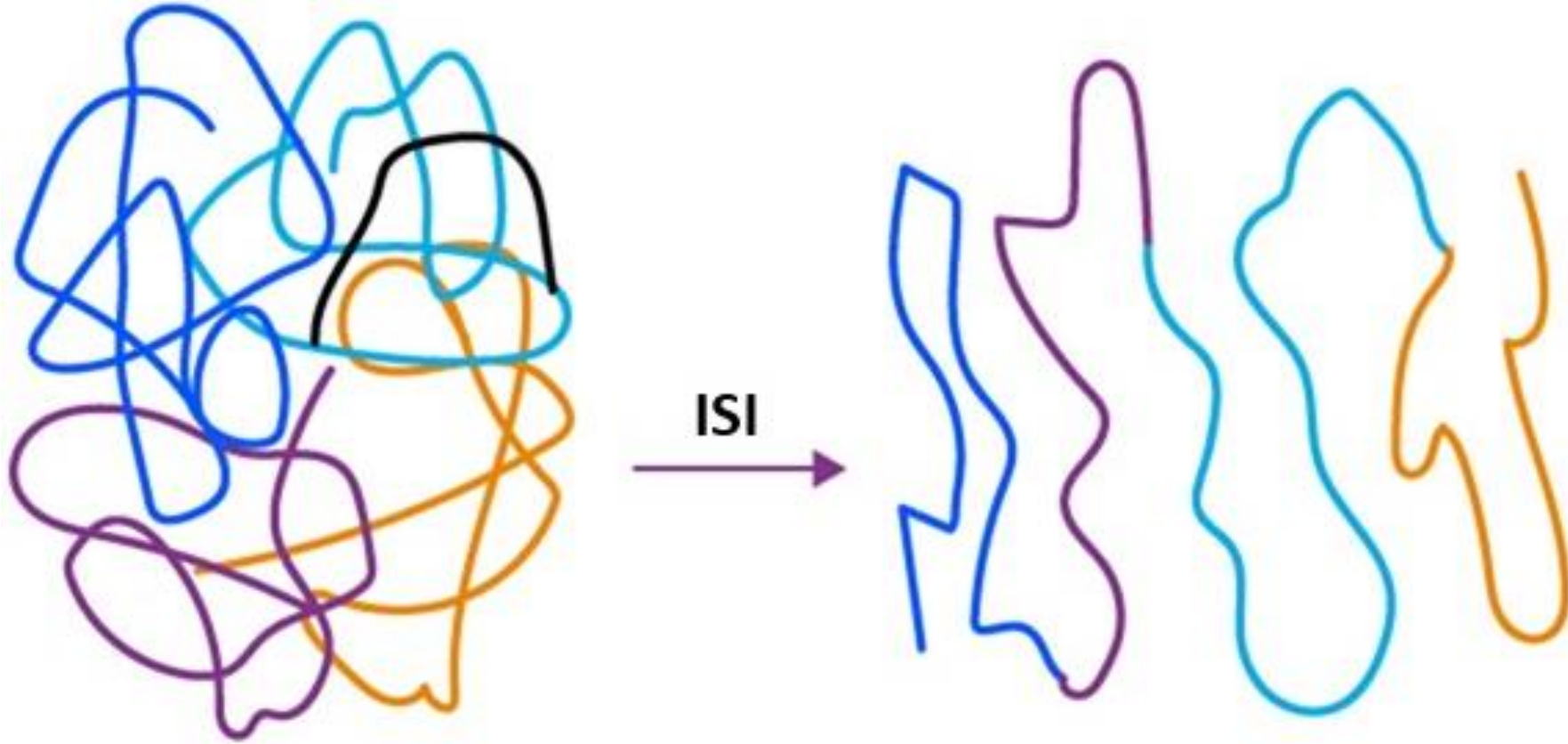


- Proteinlerin denatürasyonu, fiziksel değişikliklerin yanı sıra kimyasal maddelerin eklenmesiyle de gerçekleştirilebilir.
- Denatürasyon süreçlerinin çoğu geri döndürülemezdir, ancak (çok nadir durumlarda) bazı denatürasyon süreçlerinin geri döndürülebileceği görülmüştür; bu duruma proteinin yeniden denatürasyonu denir.
- Proteinlerin denatürasyonuna sıkça rastlanan durumlardan biri, yumurta kaynatıldığında yumurta beyazının pıhtılaşmasıdır. Burada denatürasyon, sıcaklık değişiminden kaynaklanır.
- Sütün pıhtılaşması, proteinlerin denatürasyonuna bir başka örnektir; burada mikrobiyal etki sonucu laktik asit oluşumu denatürasyona yol açar.

Protein denatürasyon sürecinin şematik gösterimi



Proteinin ısı etkisiyle denaturasyonu



Protein Denatürasyon Yöntemleri

Yöntem	Protein Yapısı Üzerindeki Etkisi
50°C'nin üzerindeki ısı veya ultraviyole (UV) radyasyon	Isı veya UV radyasyonu, protein moleküllerine kinetik enerji sağlar; bu da atomlarının daha hızlı titreşmesine ve nispeten zayıf olan hidrojen bağlarının ve dağılım kuvvetlerinin bozulmasına neden olur.
Etil alkol gibi organik bileşiklerin kullanımı	Bu bileşikler, protein molekülleriyle moleküller arası hidrojen bağı kurarak protein içindeki molekül içi hidrojen bağını bozma yeteneğine sahiptir.
Cıva, gümüş ve kurşun gibi ağır metal iyonlarının tuzları	Bu iyonlar, asidik amino asitlerin karboksilat anyonları veya sistein'in SH gruplarıyla güçlü bağlar oluşturarak iyonik bağları ve disülfid bağlarını bozarlar.
Alkaloid reaktifler, örneğin tanik asit (deri tabaklamada kullanılır)	Bu reaktifler, proteinlerdeki pozitif yüklü amino gruplarıyla birleşerek iyonik bağları bozarlar.

SÜT PROTEİNLERİ

SÜTÜN AZOTLU MADDELERİ

PROTEİNLER (%95,2)

Kazein (%76,2)

Albümin (%14,3)

Globülin (%1,9)

Proteoz (%2,8)

PROTEİN OLMAYAN AZOTLU MADDELER (%4,8)

Amonyak

Üre

Kreatin

Ürik asit

Nitrat

Serbest aminoasitler

Kolin

Fosfatitler

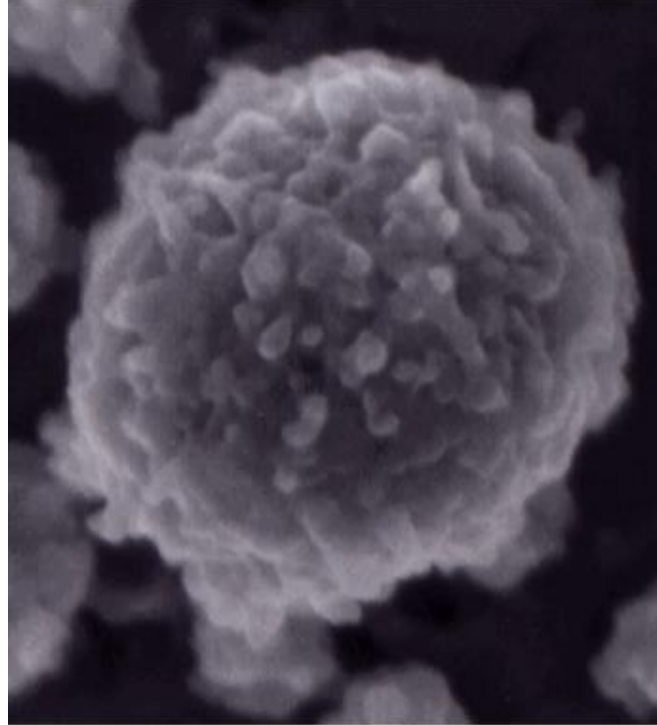
SÜTTE BULUNAN PROTEİNLER			
PROTEİN	Yağsız sütte yaklaşık olarak (%)	Yağsız süt proteininde yaklaşık olarak (%)	Normal süt proteininde yaklaşık olarak (%)
KAZEİNLER	2,6		80
α_s - Kazein		50	
K- Kazein		12	
β -Kazein		30	
SERUM PROTEİNLERİ	0,6		19
İnek serum albumi		1	
β -Laktoglobulin		10	
α -Laktalbumin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

KAZEİN

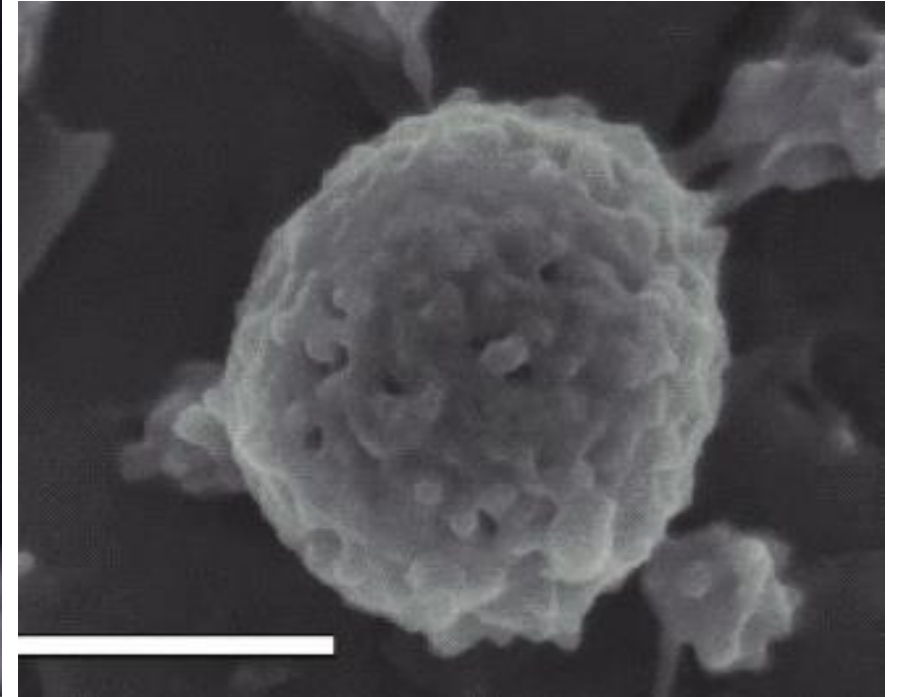
Kazeinin alt grupları olan α_s -, κ - ve β -kazein heterojen bir yapıya sahiptirler ve 2-8 genetik varyant içerirler. Moleküller içinde ve arasında köprüler oluşturmak için fosforik asit (H_3PO_4), kalsiyum, magnezyum ve bazı kompleks tuzlarla bağlanmaktadır.

Alan emisyonlu taramalı elektron mikroskobu tekniği kullanılarak elde edilen, tek bir kazein miselinin elektron mikrografı (Dalglish vd. 2004).

Dalglish, D. G., P. Spagnuolo ve H. D. Goff'un 2004 tarihli "Yüksek çözünürlüklü alan emisyonlu taramalı elektron mikroskobu temelinde kazein miselinin olası yapısı" başlıklı makalesinden alınan kazein misel görüntüsü. International Dairy Journal. 14: 1025-1031. Bu miselin çapı 120 nm'dir.

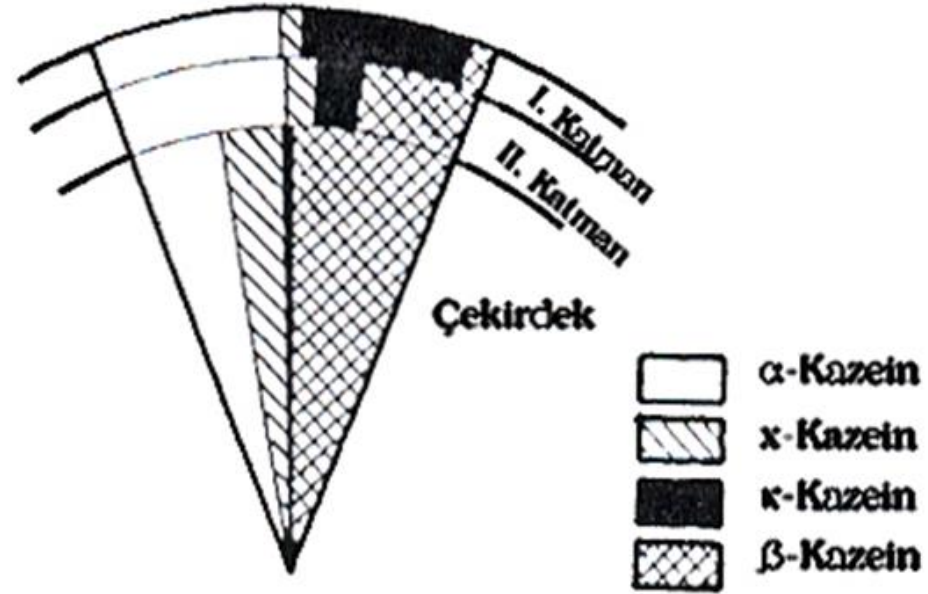


<https://jcmarot.com/2021/02/23/nano-5-lait/>



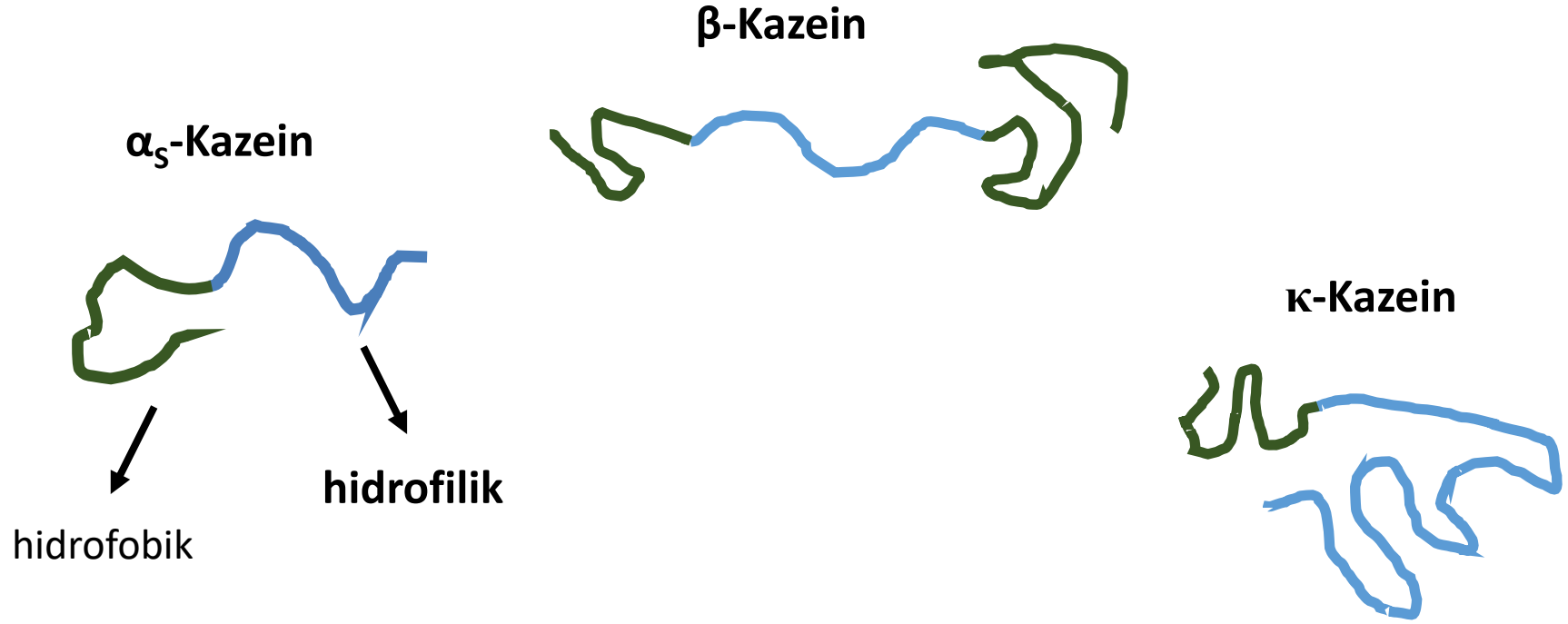
https://www.researchgate.net/figure/Electron-micrograph-of-an-individual-casein-micelle-made-using-the-technique-of_fig1_29685840

Kazein miselini oluşturan proteinlerin misel içerisindeki yerleri



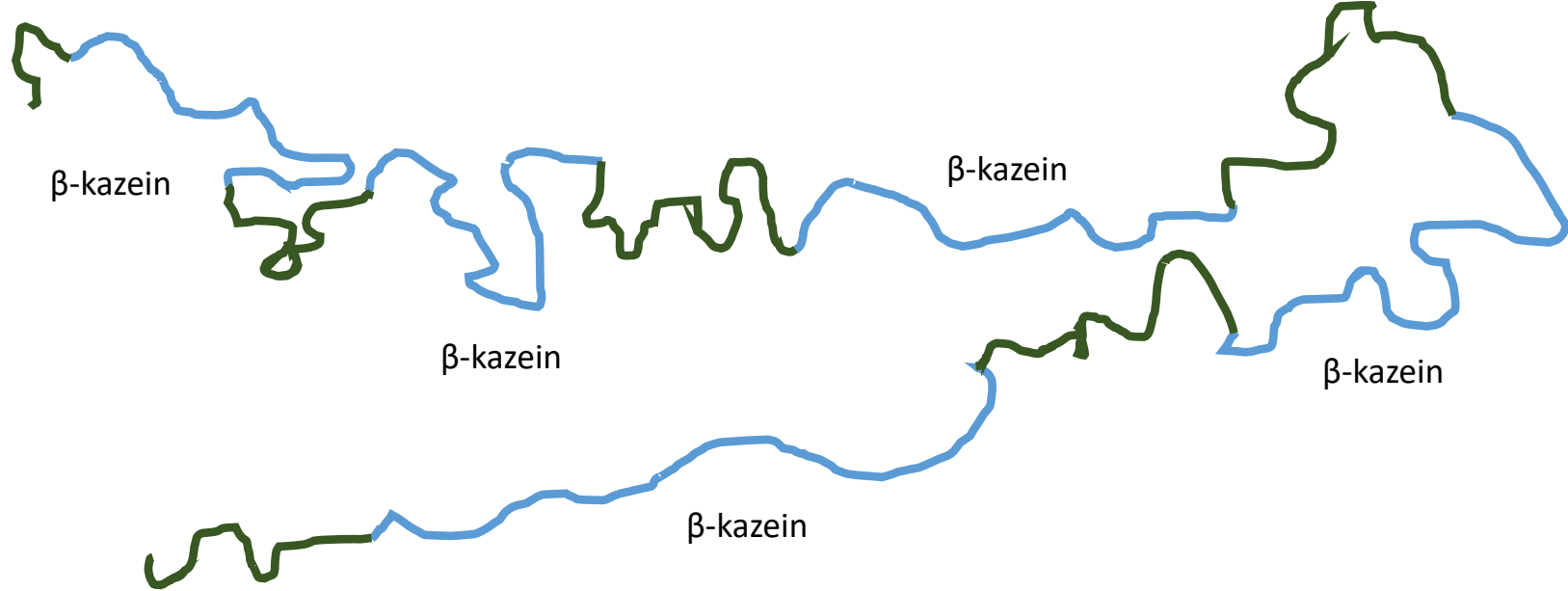
1. Katman	(% 15)	:	α_s % 46.	x % 4.	β % 4.	k % 46
2. Katman	(% 35)	:	α_s % 49.	x % 8.	β % 30.	k % 13
Çekirdek	(% 50)	:	α_s % 26.	x % 17.	β % 54.	k % 3

Aşağıdaki şekilde her üç kazein alt gruplarının modelleri basitçe verilmiştir.

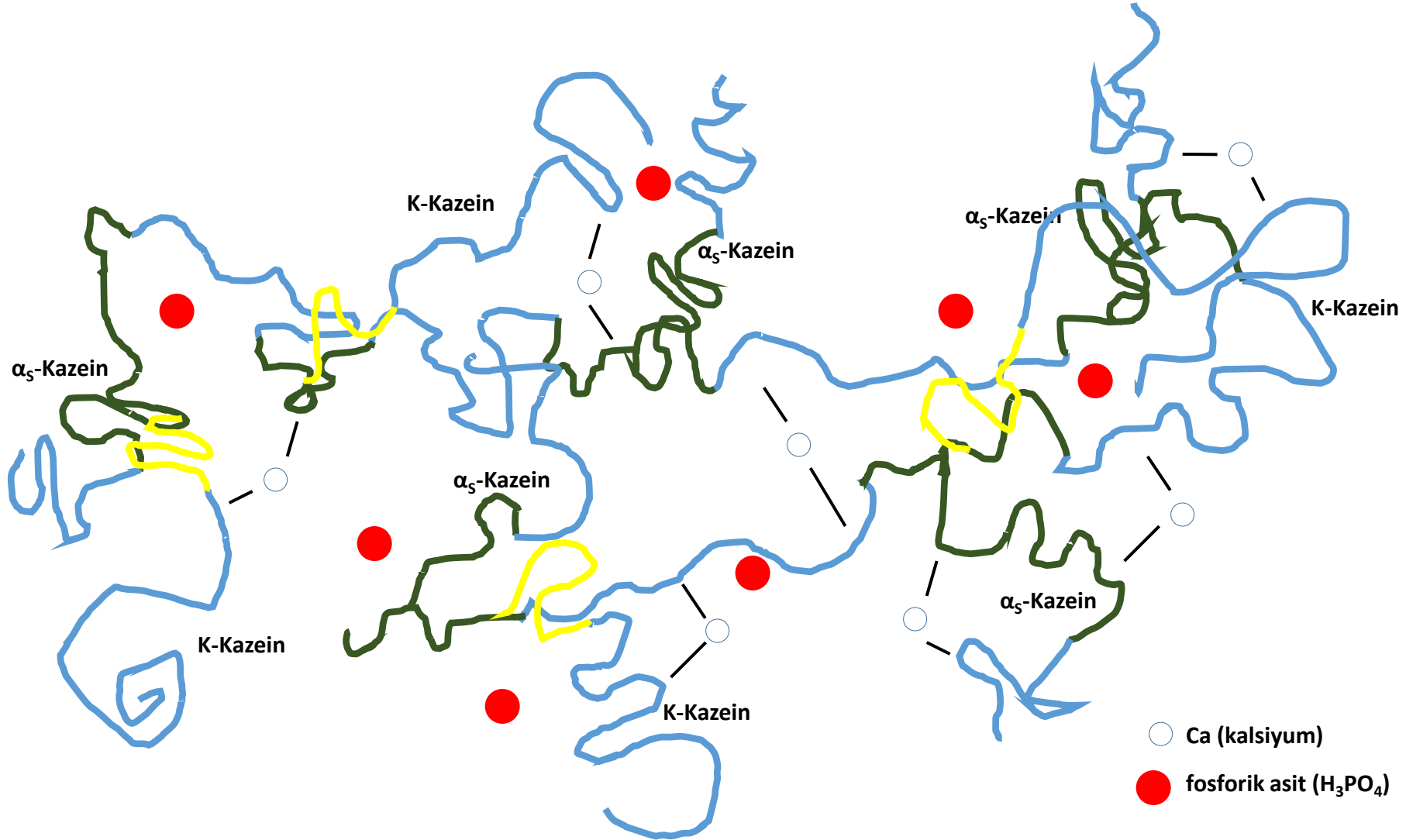


K-kazein'in bir kısmı uzun zincirli aminoasitler, diğer kısmı ise karbonhidrat bakımından zengin bir moleküldür. Aminoasitlerin yoğun olduğu kısım hidrofobik, karbonhidratlarca zengin kısım hidrofilik özellik göstermektedir.

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

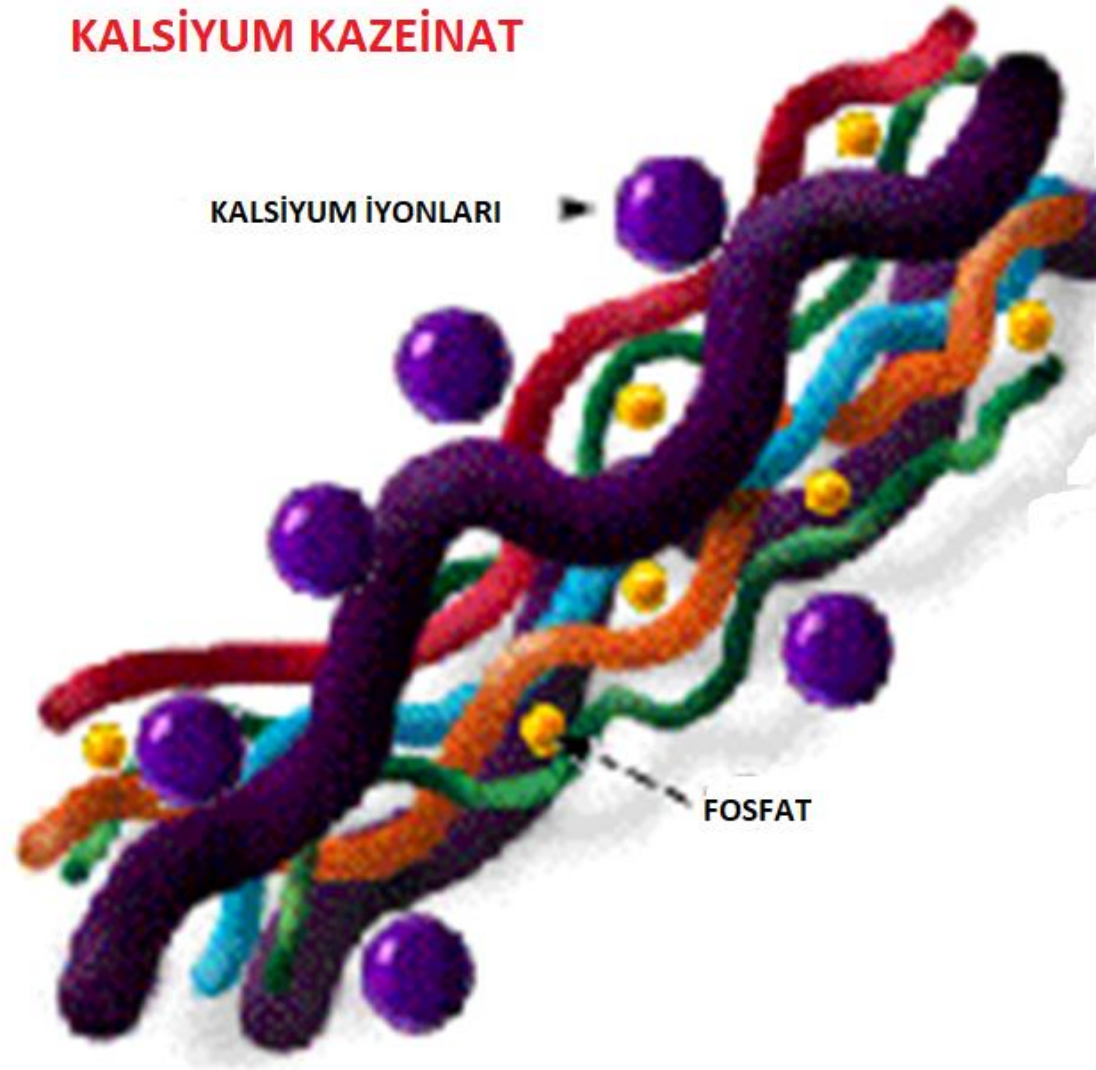


Bu zincirin hidroforik kısımları α_s -kazein'inin hidroforik kısımlarını kendine çekerek birleşir, dolayısıyla zincir katlanarak aşağıdaki şekilde görüldüğü gibi globül (*küre*) şeklini alır.

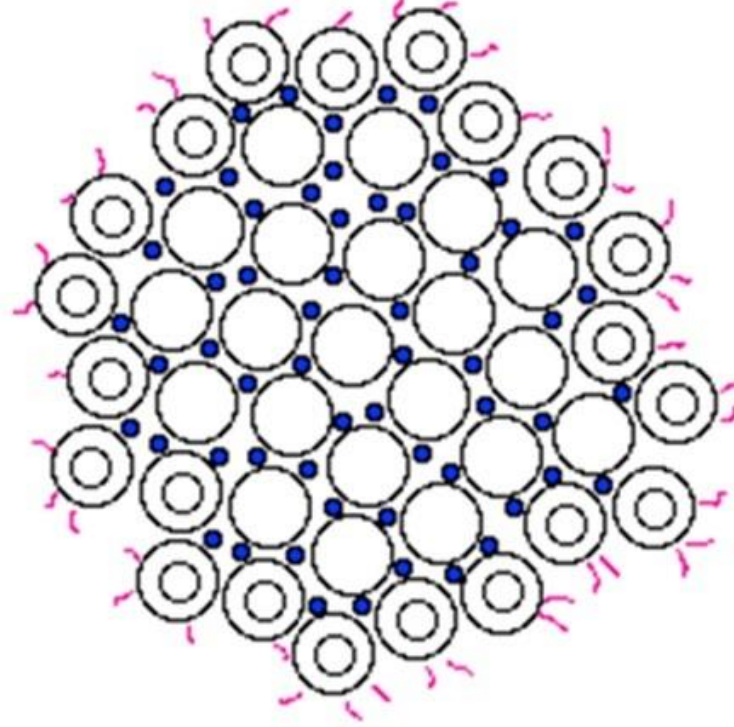


Bu zincir globüler şeklinde katlanarak ilk misel yapısı oluşur.

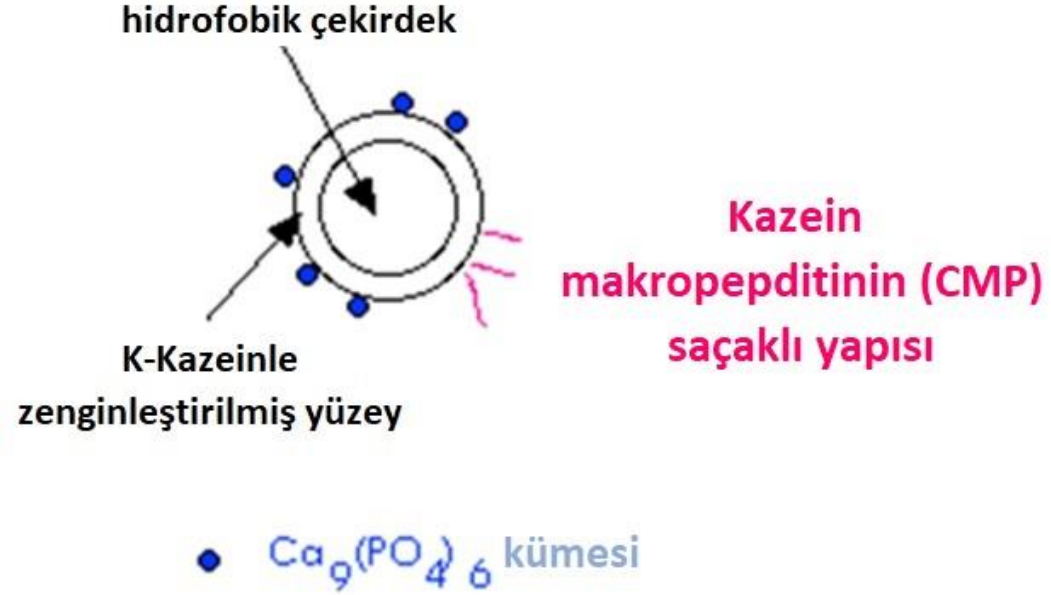
KALSİYUM KAZEİNAT



Kazein Miseli



Kazein Supmiseli

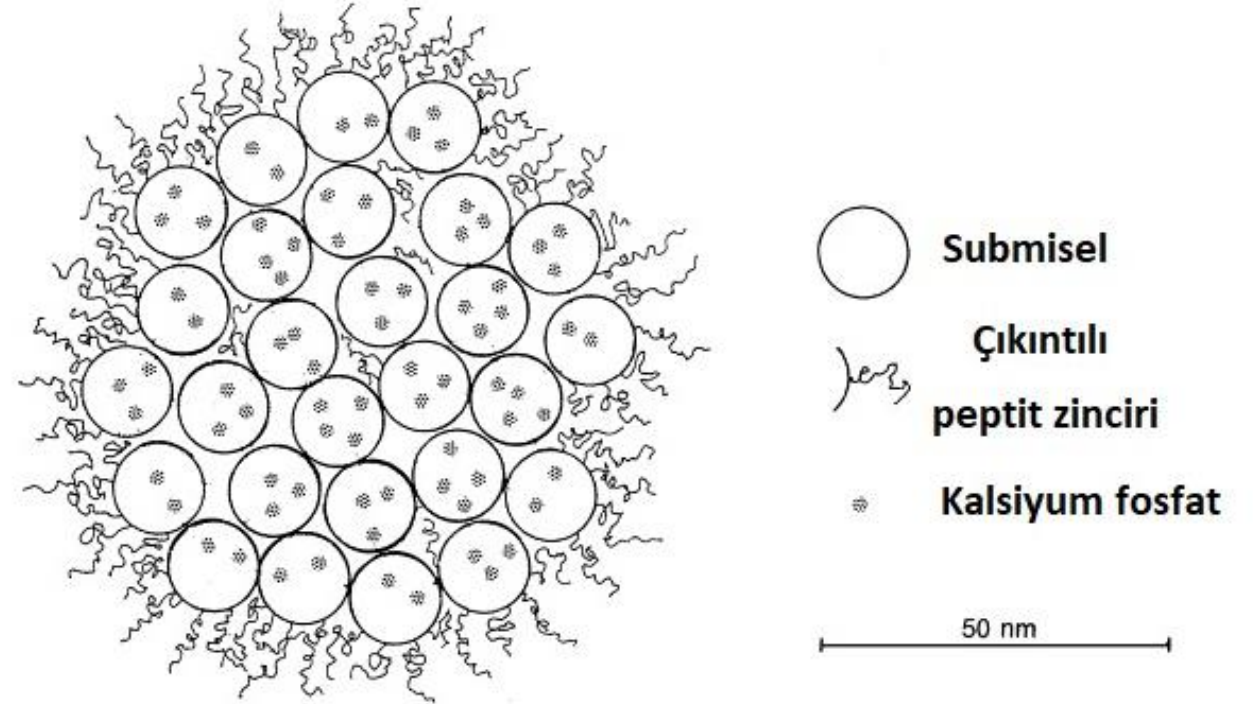


<https://www.linkedin.com/pulse/casein-micelles-cow-milk-gayani-harischandra-xnqrc>

Misel, sıvı bir kolloid içinde dağılmış yüzey aktif madde moleküllerinin bir araya gelmesidir. Tipik bir misel genellikle küresel, yaklaşık olarak küresel, elipsoid, silindir ve çift katmanlı şekildedir. Yüzey aktif madde konsantrasyonu, sıcaklık ve pH, misellerin şeklini ve boyutunu büyük ölçüde etkiler. Submisel, miselin alt mikroselleri.

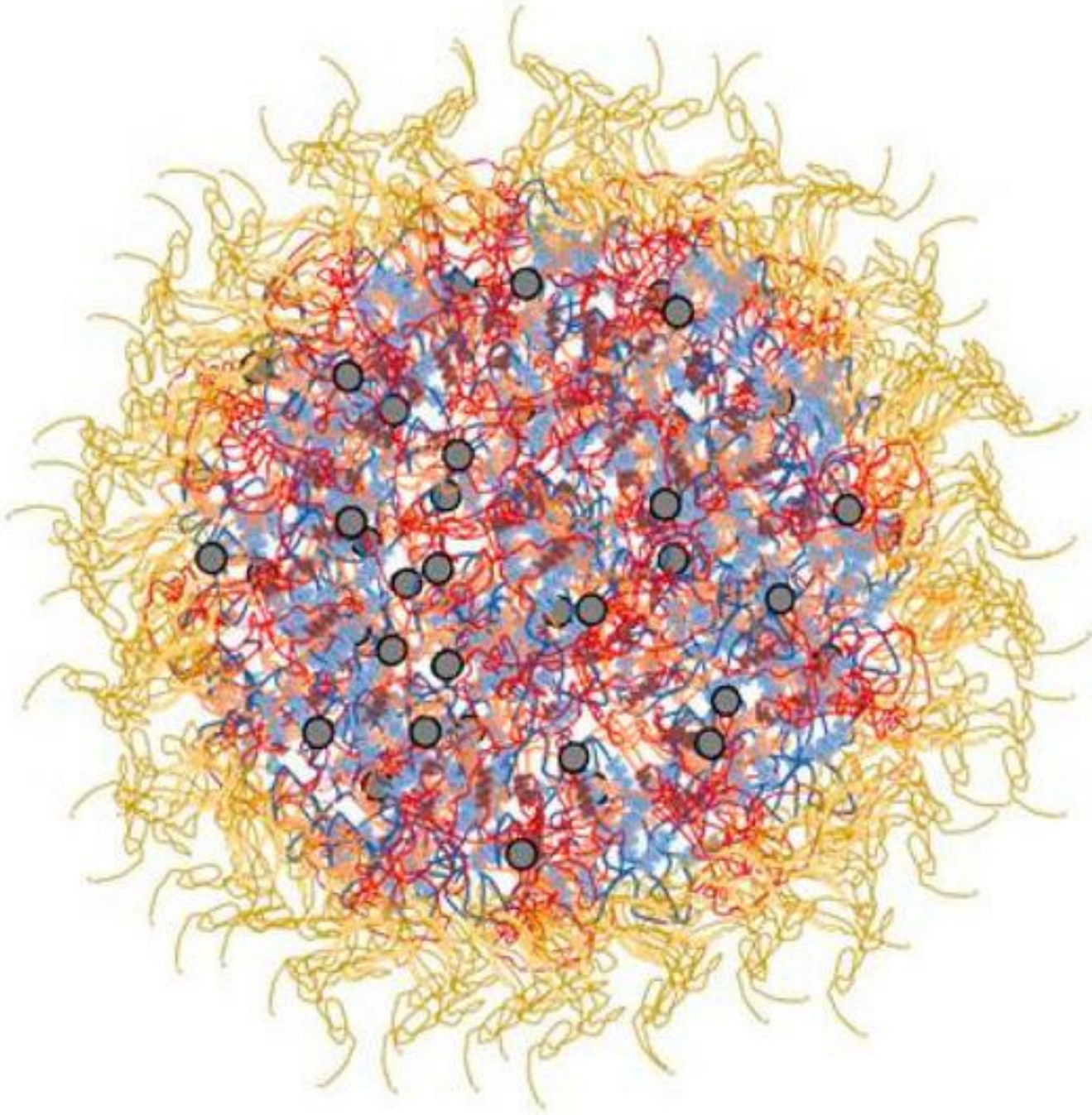
Daha sonra K-kazein bu misele hidroforik uçları ile bağlanarak hidrofilik kısmını dışarıya, sütün suyuna doğru verir. Böylece miselin dış kısmı suyu seven diğer bir değişle hidrofilik niteliğe sahip olduğundan suya doğru yönelir.

Kazein miselinin modeli (kesit görünümü)

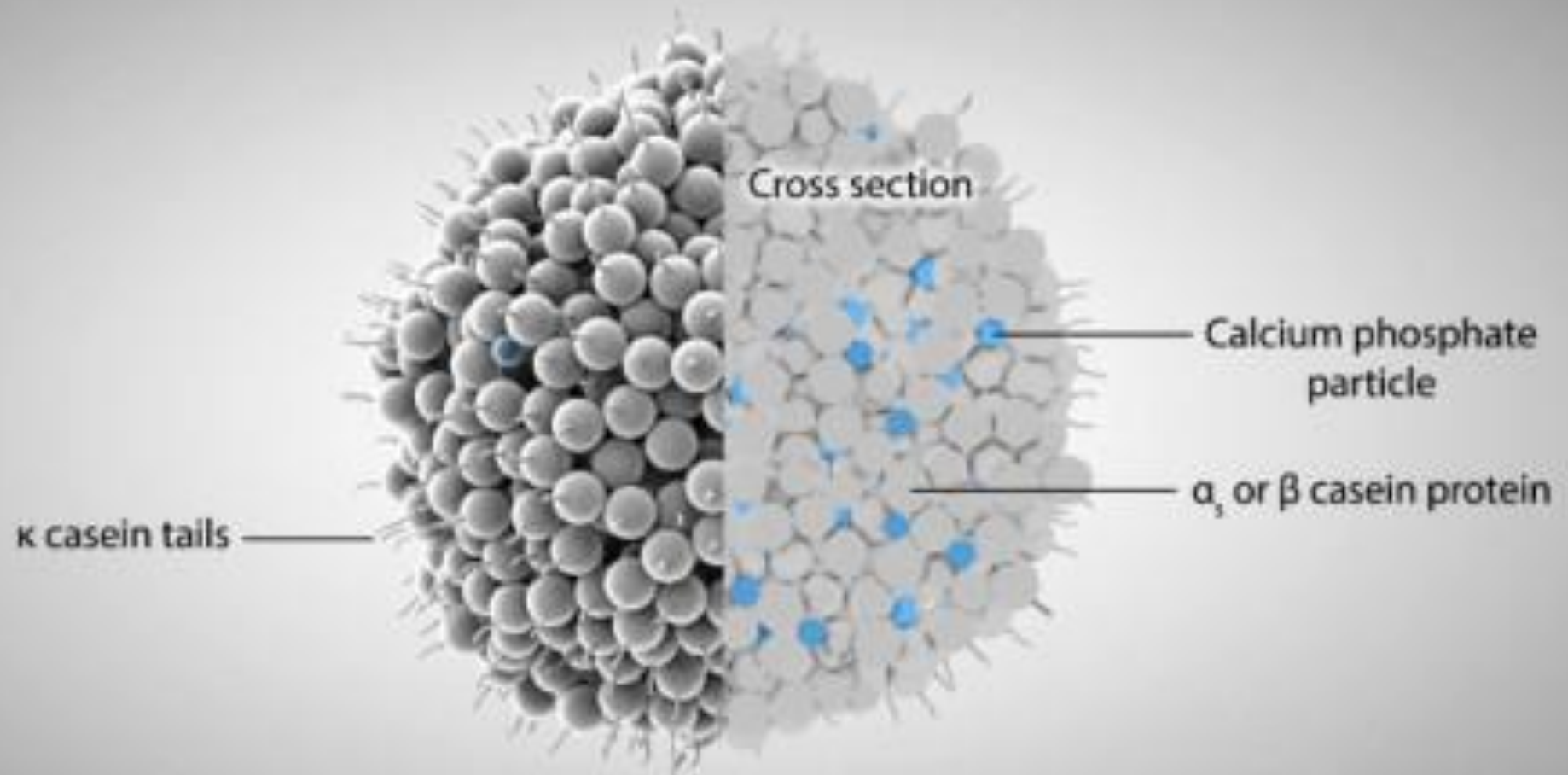


<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S095869469900059X>

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.

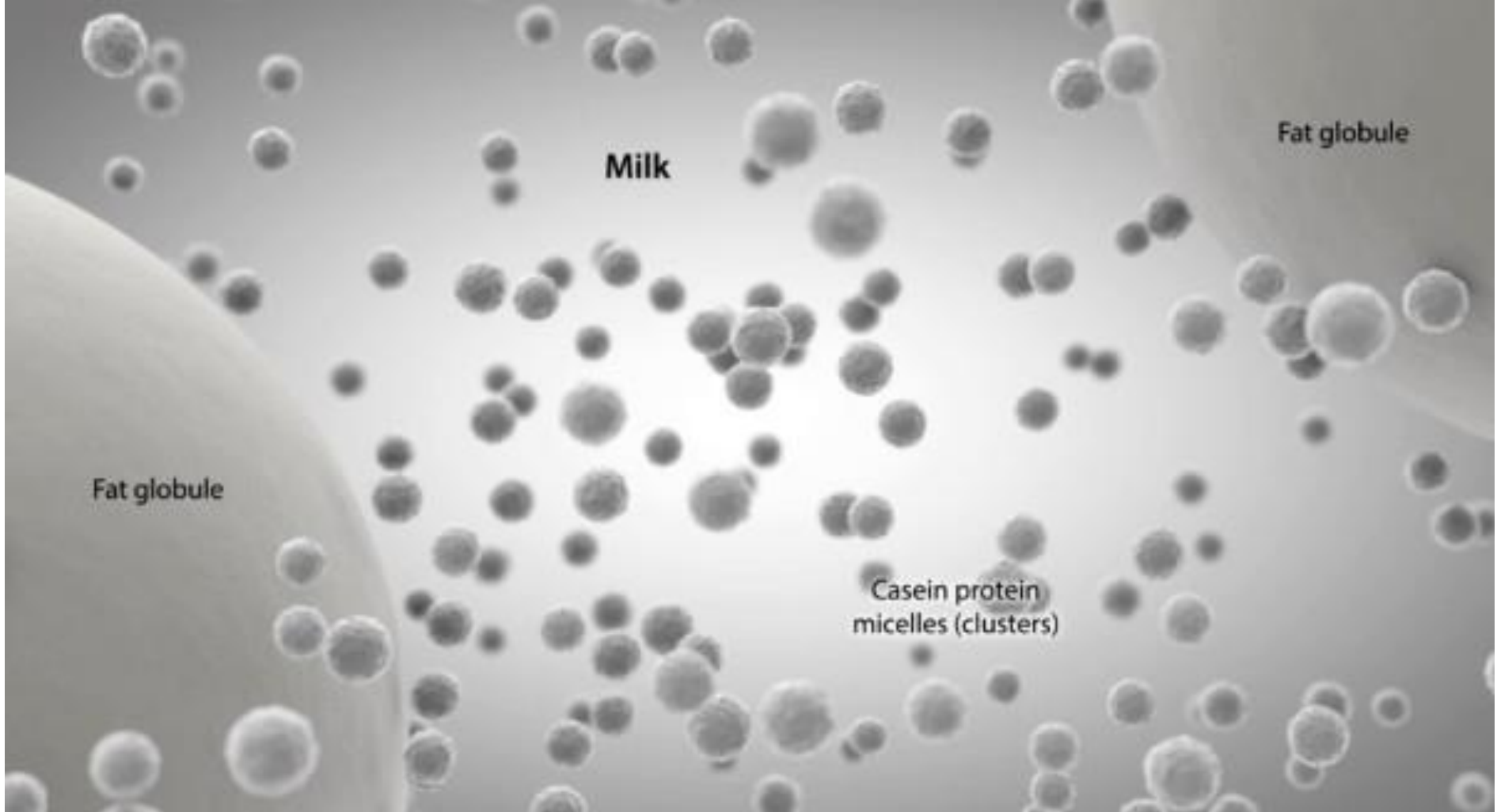


Kazein misel yapısı ve bileşenleri: κ -kazein (**sarı**); α -kazein (**mavi**); β -kazein (**kırmızı**); kalsiyum fosfat nanokümeleri (**gri noktalar**).



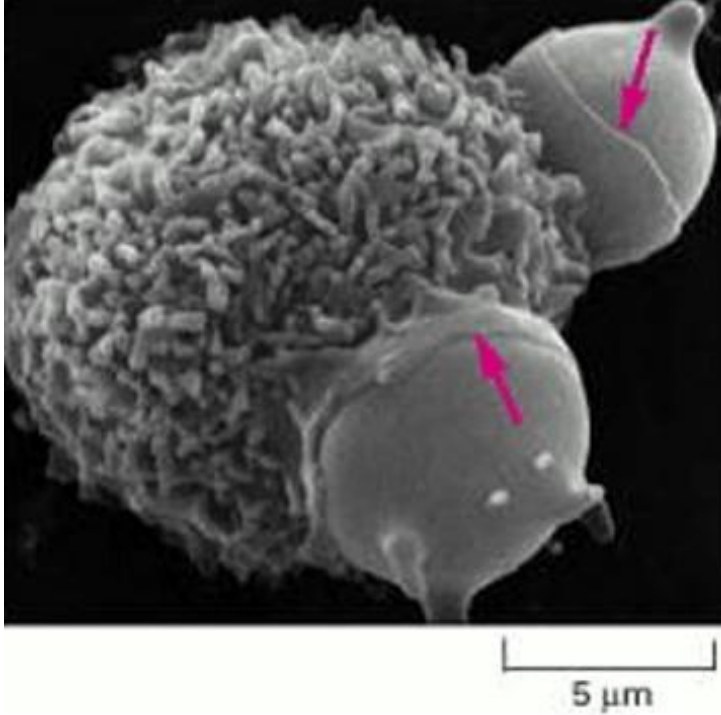
The casein proteins are held together by calcium phosphate particles.

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

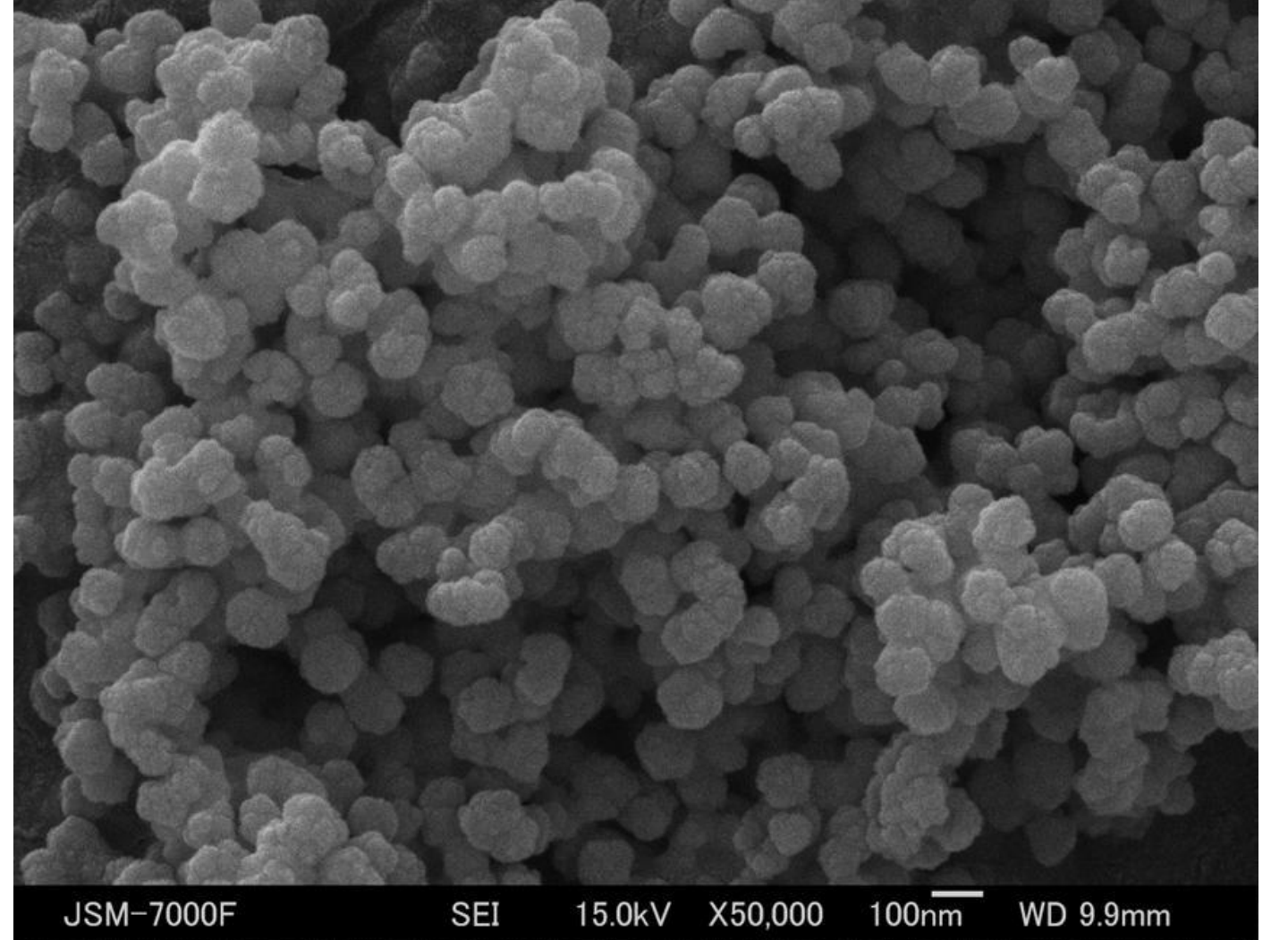


Misellerin yüzeylerindeki hidrofilik kısımlar parçalandığında (örneğin rennet ile) miseller çözünürlüklerini kaybederek agregatlaşmaya başlayacak ve sonunda kazein pıhtısı oluşacaktır.

Kazein miselindeki K-kazeinin 105-106. peptit bağının peynir mayası ile koparılması

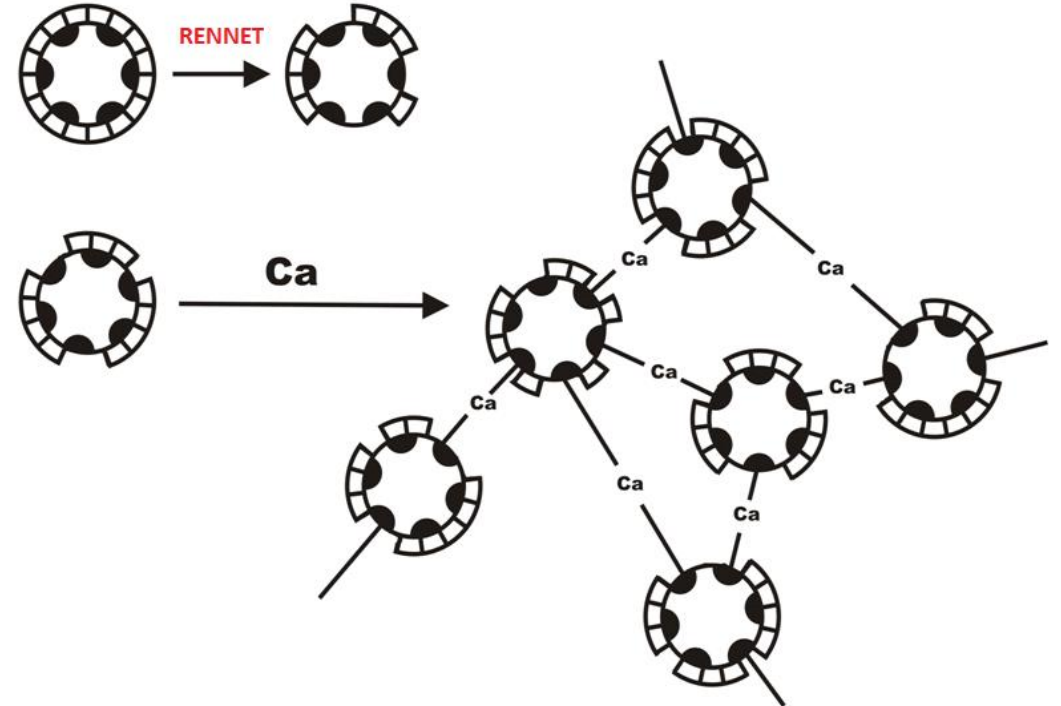


Agregatlaşmış kazeinler (KAZEİN PIHTISI)

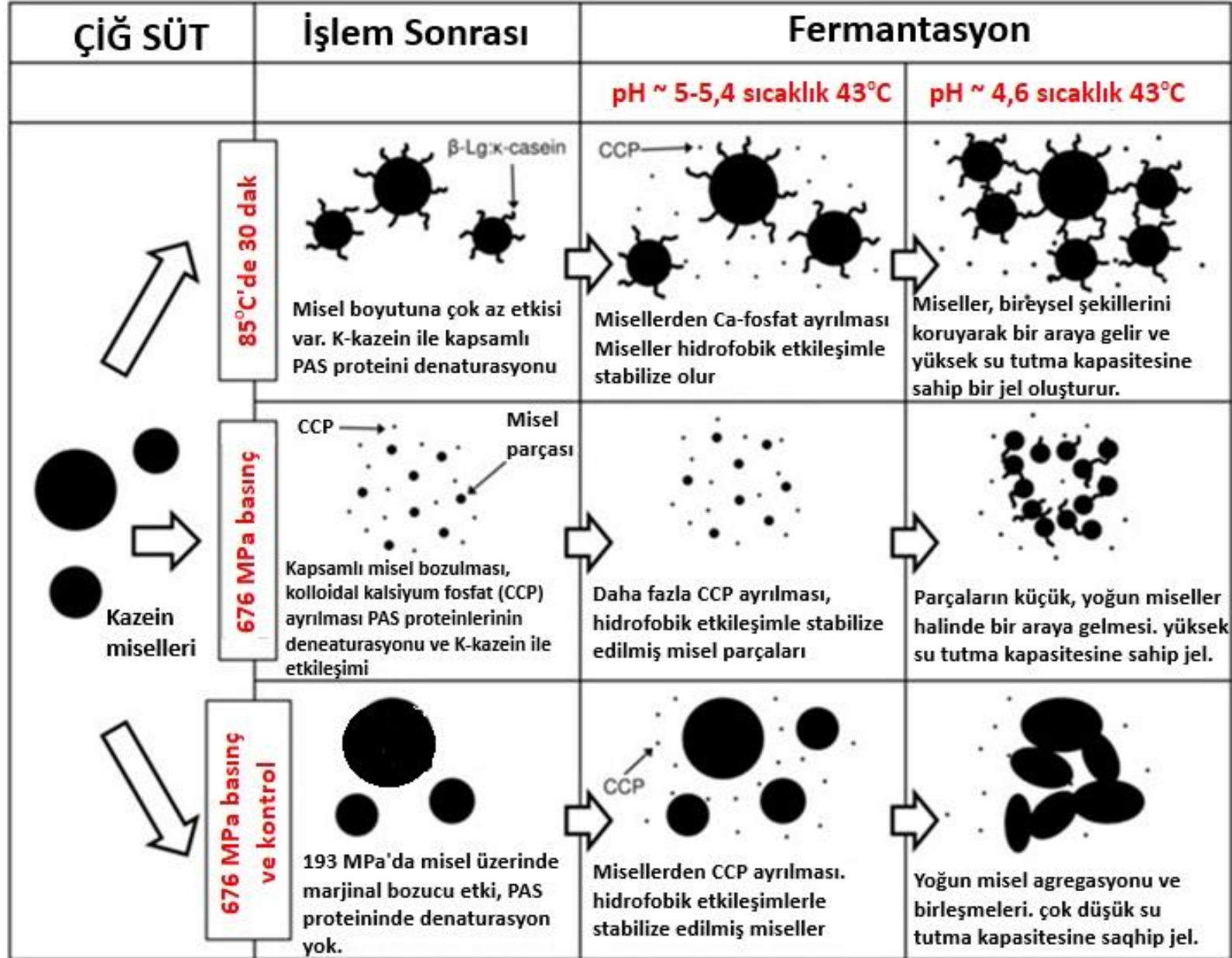


Koloidal durumda dengede olan bir miselde birbirini çeken kısımla iten kısım arasında bir denge mevcuttur. K-kazeinin hidrofilik kısımları tarafından tutulan su molekülleri, bu dengenin önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. Şayet hidrofilik kısımlar uzaklaştırılırsa su, yapıdan (miselden) ayrılır ve birbirine 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.

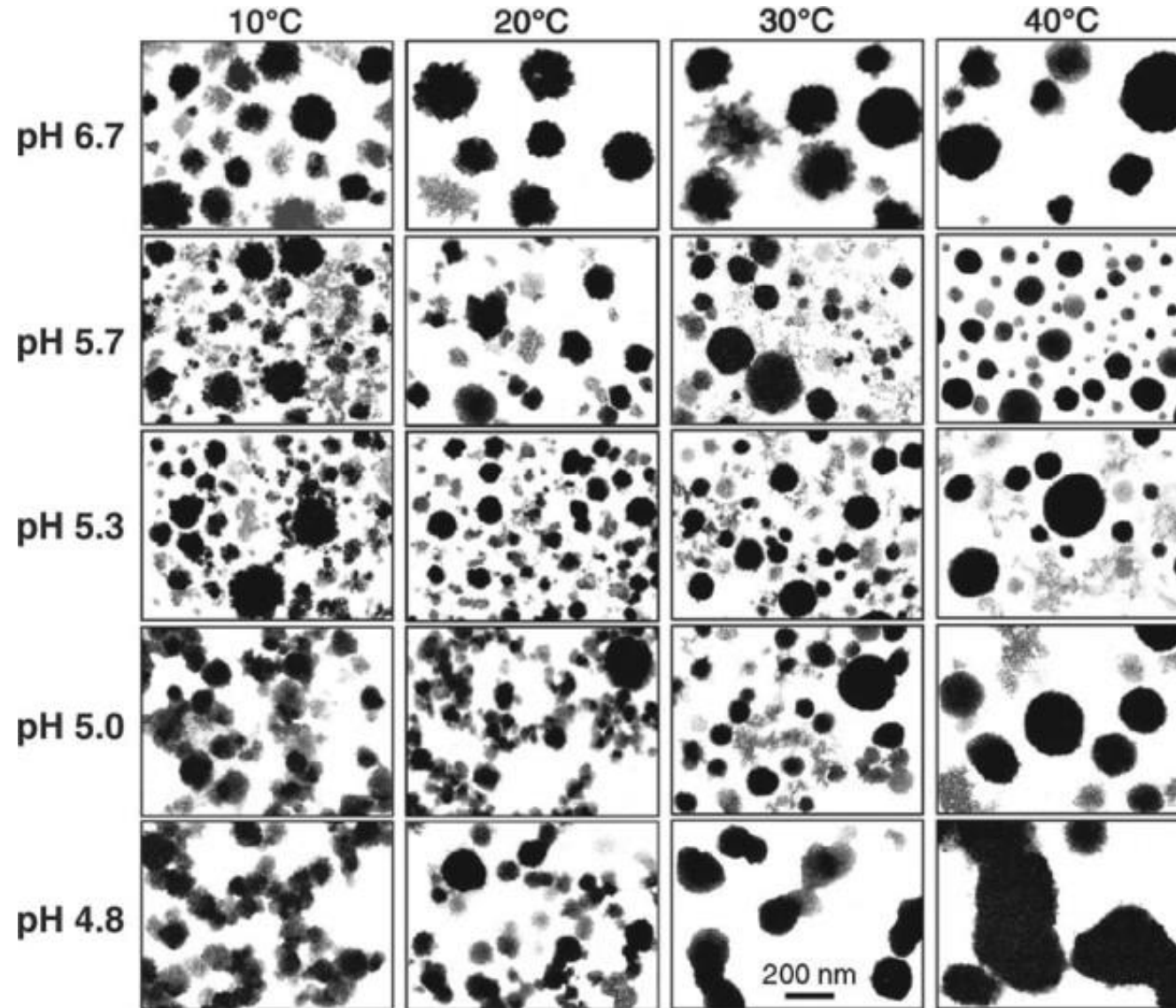
Kazein miselindeki K-kazeinin 105-106. peptit bağının peynir mayası ile koparılması ve kazein misellerinin iyonize kalsiyum iyonu ile birbirine bağlanması



Seçili süt işlemlerinin ve fermantasyonun kazein misel ve jel yapısı üzerindeki etkisi. CCP = Kolloidal Kalsiyum Fosfat. Harte ve ark.'dan (2002) yeniden çizilmiştir.



Sütün kimyasal asitlenmesi sırasında sıcaklık ve pH'a bağılı olarak oluşan mikro yapısal değişiklikler. Transmisyon elektron mikrografilerinden elde edilen görüntüler, koloidal kazein supramolekülleri siyah, gevşekçe dolanmış protein agregatları gri renkte ve tüm arka plan dijital olarak beyaza dönüştürülmüştür.



Kazeinin Çöktürülmesi (pıhtılaştırma)

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

1- Asit ve

2- Enzimlerle



Sütün Pıhtılaşmasının Temelleri

Süt pıhtılaşması, peynir yapımındaki en önemli ilk adımdır çünkü sütteki kazein ve yağın çoğunun (*daha az miktarda tuzla birlikte*) teleme olarak suyun çoğundan ve çözünmüş katılarından peynir altı suyundan ayrılmasıyla sonuçlanan seçici bir konsantrasyon sürecini başlatır.

Eski peynir üreticileri sütü pıhtılaştırmanın üç farklı yolunu keşfettiler ve bu da üç farklı peynir ailesinin ortaya çıkmasına neden oldu: asitle pıhtılaştırılmış, rennetle pıhtılaştırılmış ve asit/ısı ile pıhtılaştırılmış peynirler.

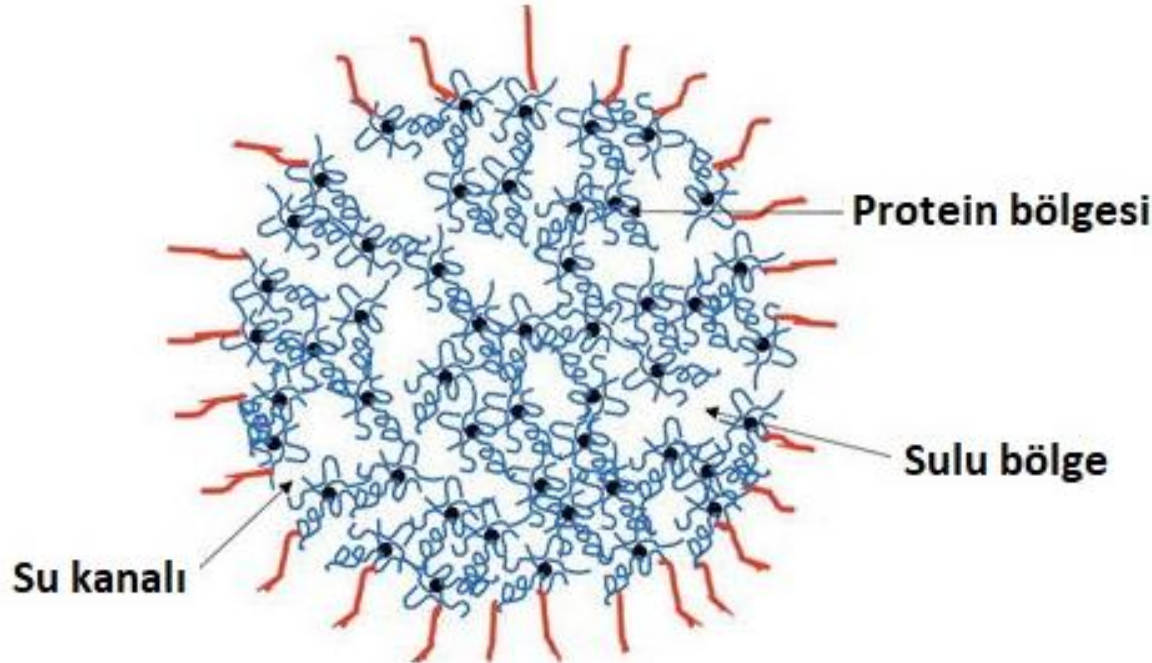


Demineralize kazein matrisi çok kırılıgandır ve peynir altı suyunu bzme ve dışarı atma yeteneği sınırlıdır bu da üretim sırasında peynir altı suyunun drenajını engeller. Bu nedenle, asitle pıhtılaştırılmış peynirler genellikle oldukça yüksek su içeriğine sahiptir (genellikle yaklaşık %70 ila %80 nem) ve düşük pH değerleri (yaklaşık pH 4,6) nedeniyle özellikle mayalar ve küfler tarafından mikrobiyolojik bozulmaya karşı çok hassastır. Bu nedenle, asitle pıhtılaştırılmış peynirlerin çoğu yumuşak, yüksek nemli çeşitler olarak taze (olgunlaştırılmamış) olarak tüketilir. Süzme peynir, süzme yoğurt, fromage frais ve krem peynir, taze asitle pıhtılaştırılmış peynirin iyi bilinen modern örnekleridir.

fromage frais peyniri

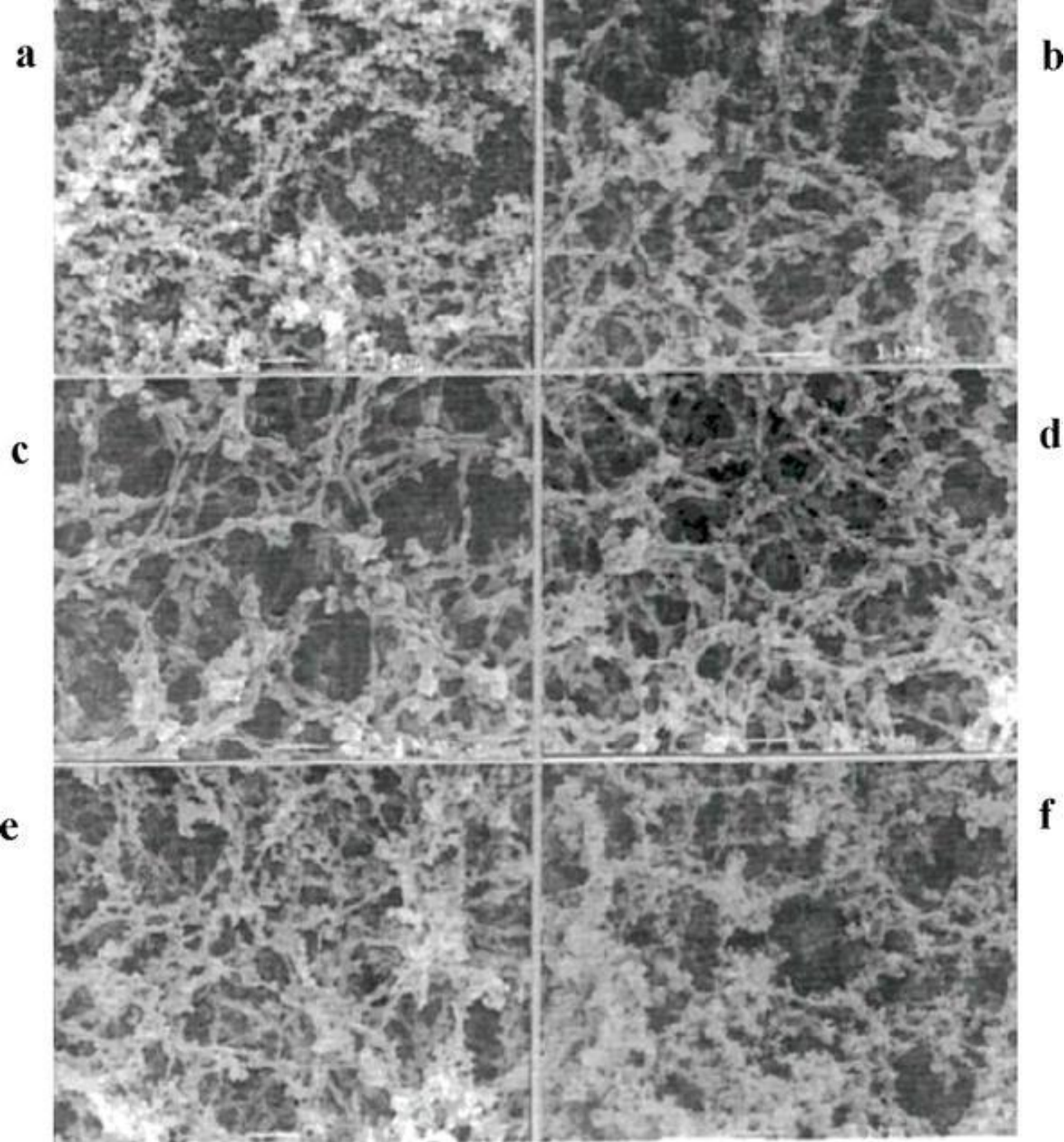


<https://www.cheese.com/fromage-frais/>



<https://www.intechopen.com/chapters/83931>

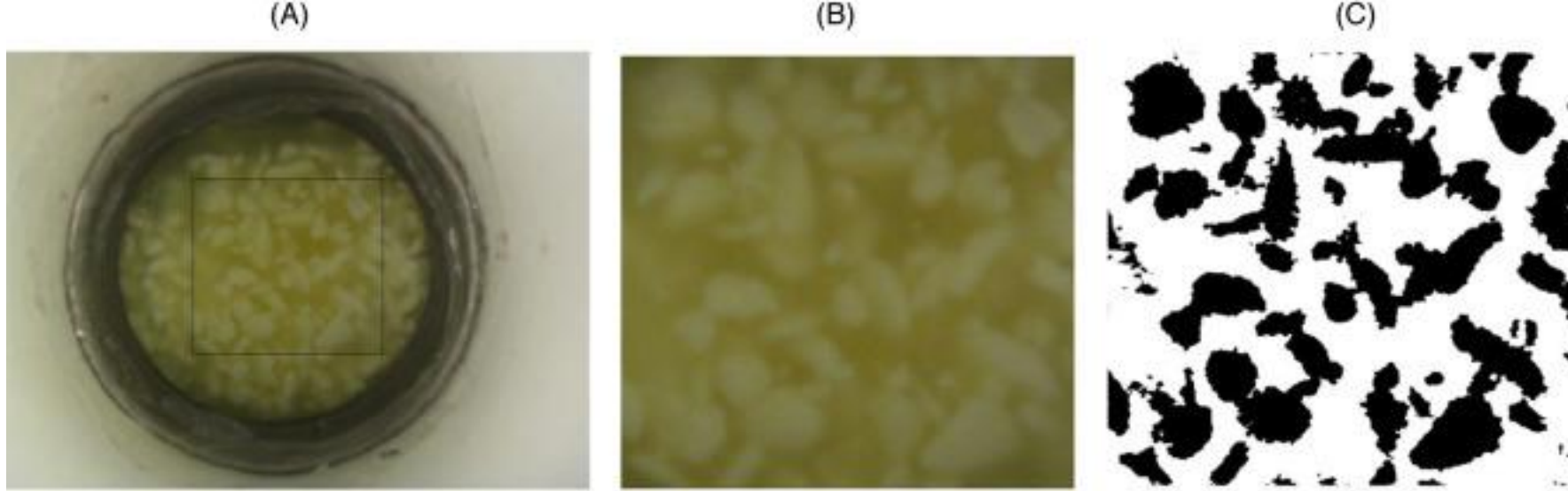
Kazein miselinin yapısı: Siyah küreler, asitlendirme işlemi sırasında çözünen kalsiyum fosfat nanokmelerini temsil eder. Mavi sarmallar α S ve β -kazeinleri; yüzeyin en dış kısmındaki kırmızı çizgiler ise κ -kazeinleri temsil eder.



Farklı pH değerlerinde asitlendirilmiş sütün kritik nokta kurutulmuş örneklerinin SEM mikrografları: pH 5,8 (a), pH 5,5 (b), pH 5,3 (c), pH 5,0 (d), pH 4,8 (e), pH 4,7 (f). Ölçek çubuğu 1 μm 'yi temsil eder.

Örneğin, maya pıhtılaşması için kullanılan dozajın %1 ila %10'u kadar az miktarda maya, teleme peynirinin sertliğini ve sinerez kapasitesini artırmak için fermantasyonun başlamasından kısa bir süre sonra süte eklenebilir ve böylece iyileştirilmiş doku ve stabiliteye sahip daha düşük nemli bir ürün elde edilir.

Ülkemizde de üretilen ve mühürlü kil kaplarda veya hayvan derilerinde olgunlaştırılan geleneksel çeşitler gibi asitle pıhtılaştırılmış peynirin birkaç olgunlaştırılmış versiyonu vardır. Ancak bu birkaç istisna dışında, asitle pıhtılaştırılmış peynirlerin çoğu yumuşak, yüksek nemli çeşitler olarak taze (*olgunlaştırılmamış*) olarak tüketilir.



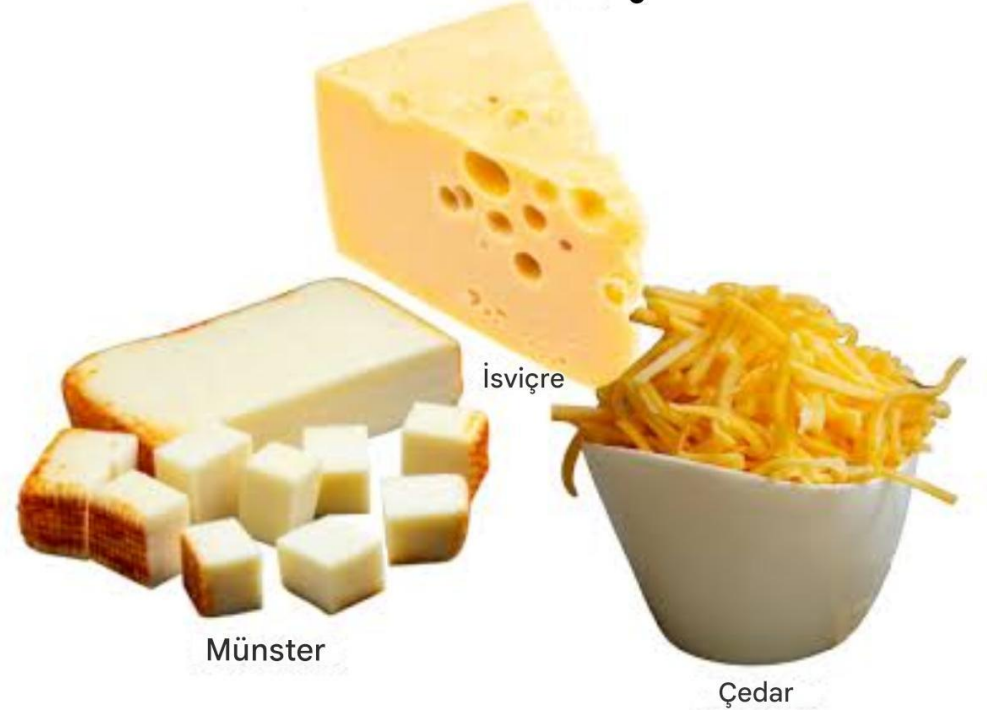
Eşikleme tekniğindeki görüntü işleme adımları: gözetleme camındaki tipik bir görüntü (A), kırılmış görüntü (B) ve teleme ve peynir altı suyunun göreceli miktarlarının tahmin edildiği oluşturulmuş silüet görüntü (C)

Asit/ısı ile pıhtılaştırılmış peynir ailesi karakteristik olarak nem içeriği bakımından yüksektir (%50 ila %80 civarı) ve bu, genel olarak yüksek pH değerleriyle birleşince, bu peynirlerin çoğunu mikrobiyal bozulmaya karşı çok hassas hale getirir. Geleneksel olarak Yakın Doğu'da üretilen, mühürlü kil veya deri kaplarda olgunlaştırılan birkaç eskitilmiş asit/ısı ile pıhtılaştırılmış peynir çeşidi vardır. Ancak, asit ile pıhtılaştırılmış peynirler gibi, asit/ısı ile pıhtılaştırılmış tipler çoğunlukla taze olarak tüketilir.

Asit Pıhtılaşması



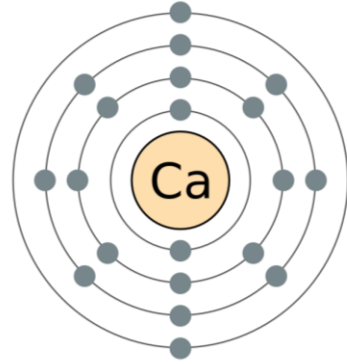
Enzim Pıhtılaşması



Asit ile pıhtılaştırma:

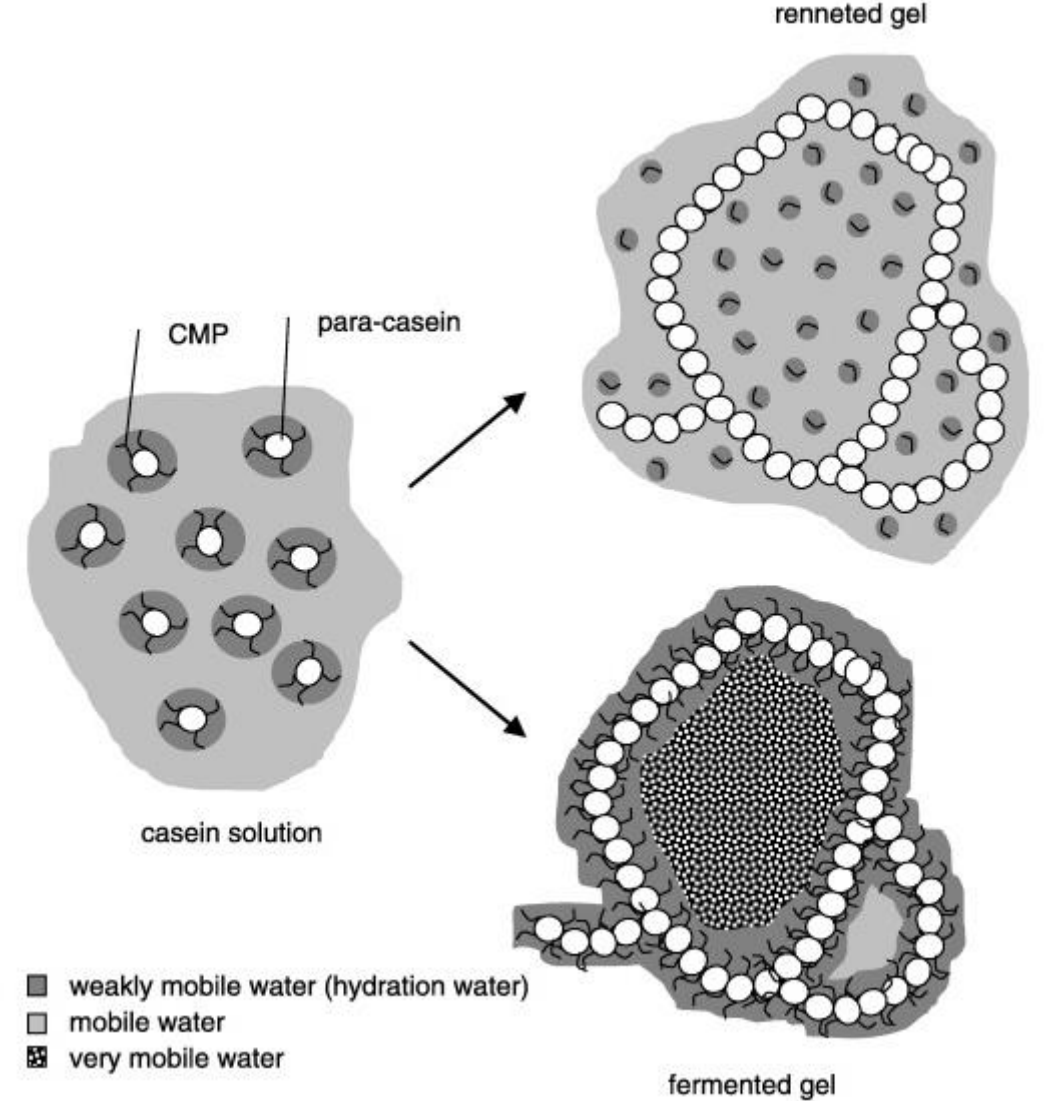
Süte asit ilave edildiğinde veya sütte asit üreten bakterilerin gelişimine izin verildiğinde (örn. Yoğurt) pH düşmekte ve kazein misel yapısında iki değişiklik meydana gelmektedir.

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



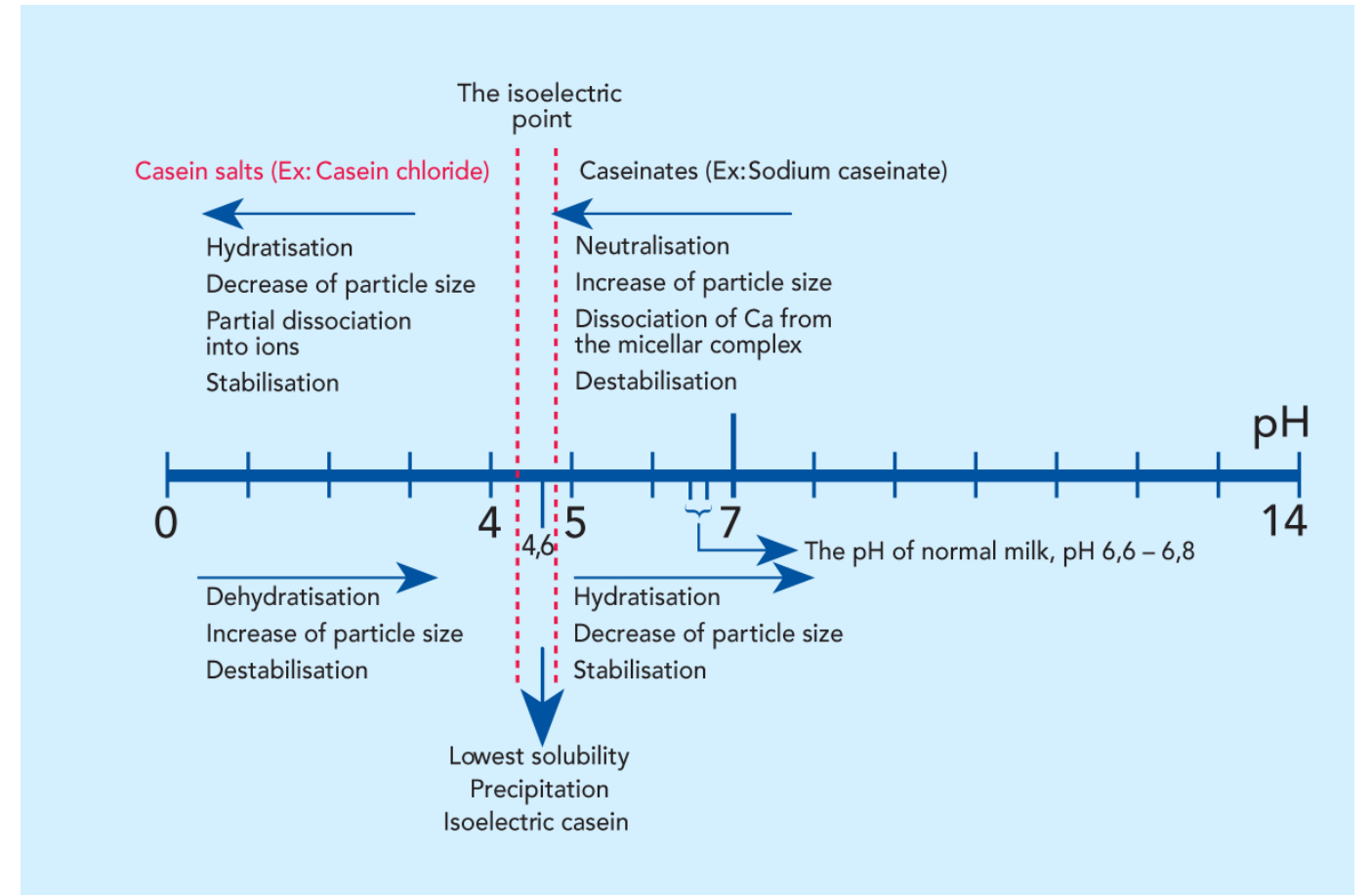
İyonize, iyon durumuna geçmiş yani bir veya daha çok elektron kazanmış veya yitirmiş atomdur.

Kazein çözeltilerinin peynir mayası ile işlenmesi ve asit koagülasyonu sırasında suyun hareketliliği: farklılaştırılmış düşük çözünürlüklü nükleer manyetik rezonans analizi

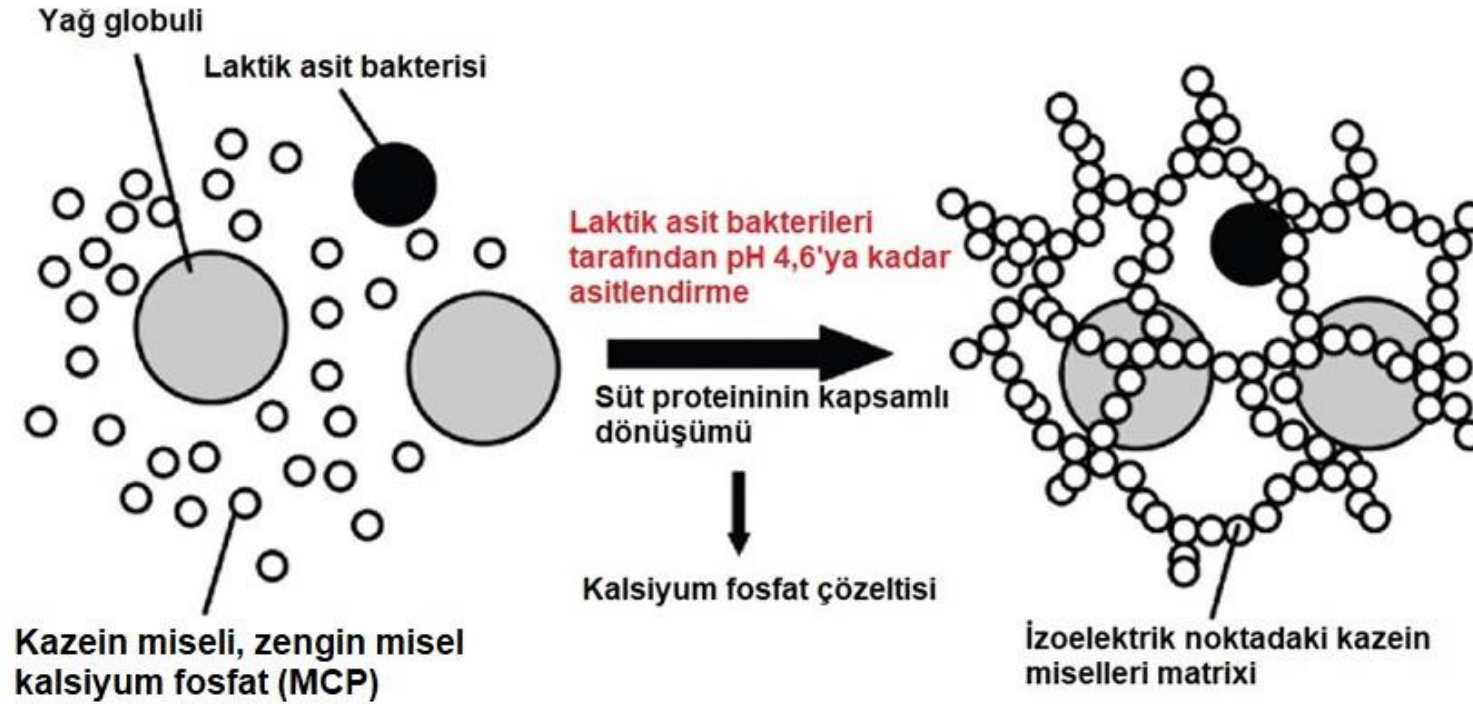


İkincisi, solüsyonun (sütün) pH'sı mevcut kazein çeşitlerinin izoelektrik noktasına yaklaşmakta veya geçmektedir. Kazein komponentlerinin izoelektrik noktaları, solüsyonda (sütte) bulunan diğer tür iyonlara bağlıdır.

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.



Asit pıhtılaşma sürecinin diyagramatik gösterimi. LAB (laktik asit bakterileri) laktozu laktik aside fermente eder ve sütü pH 4.6 civarına asitleştirir. Pıhtılaşma, kazein miselleri bir araya gelerek ağ benzeri bir matris oluşturduğunda meydana gelir. Asitleştirme sırasında, misel kalsiyum fosfat (MCP) büyük ölçüde çözünür forma dönüştürülür ve bunun sonucunda MCP'si oldukça azalmış bir kazein matrisi oluşur.



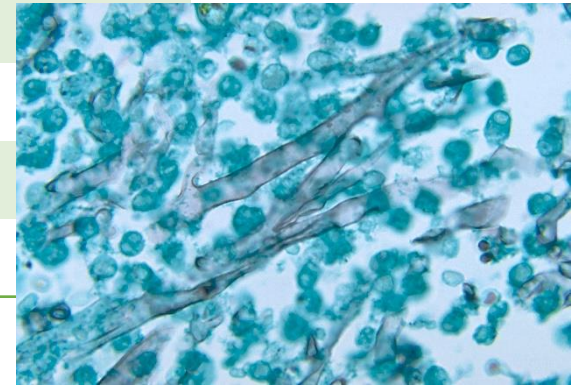
Peynir Mayası (enzimlerle) ile Pıhtılaşması

"Peynir mayası", süte eklendiğinde kazein misel yüzeyindeki κ -kazeini tercihen parçalayan ve böylece pıhtılaşmayı başlatan bir grup aspartik proteinazı ifade eder. Geleneksel ve modern uygulamalarda, rennet enzimleri çeşitli hayvansal, bitkisel ve mikrobiyal kaynaklardan elde edilir. Teknik olarak, rennet terimi geviş getirenlerin şirdeninden elde edilen enzimlerle sınırlıdır; diğer kaynaklardan gelen pıhtılaştırıcı enzimler basitçe pıhtılaştırıcılar veya rennet ikameleri olarak adlandırılır. Ancak, yaygın kullanımda "rennet", peynir yapımında kullanılan herhangi bir süt pıhtılaştırıcı enzimi ifade eder.



Dana mayasından elde edilen maya en yaygın kullanılan hayvansal mayadır, ancak oğlak ve kuzu mayaları da keçi ve koyun sütünden yapılan geleneksel peynirlerin yapımında sıklıkla kullanılır. Üç hayvansal maya da, baskın olan kimozen ve pepsin enzimlerinin bir karışımından oluşur. Bitkisel mayalar da binlerce yıldır geleneksel peynir yapımında kullanılmıştır.

Hayvansal Proteazlar	Bitkisel Proteazlar	Mikrobiyal Proteazlar
Kimozen (rennin)	Papain	Küf mantarları
Pepsin	Ficin	<i>Mucor pusillus</i>
Tripsin	Bromelin	<i>Mucor miehei</i>
Kimotripsin	Ricin	<i>Endothia parasitica</i>
		Bakteriler
		<i>Bacillus subtilis</i>
		<i>Bacillus polymyxa</i>
		<i>Bacillus cereus</i>

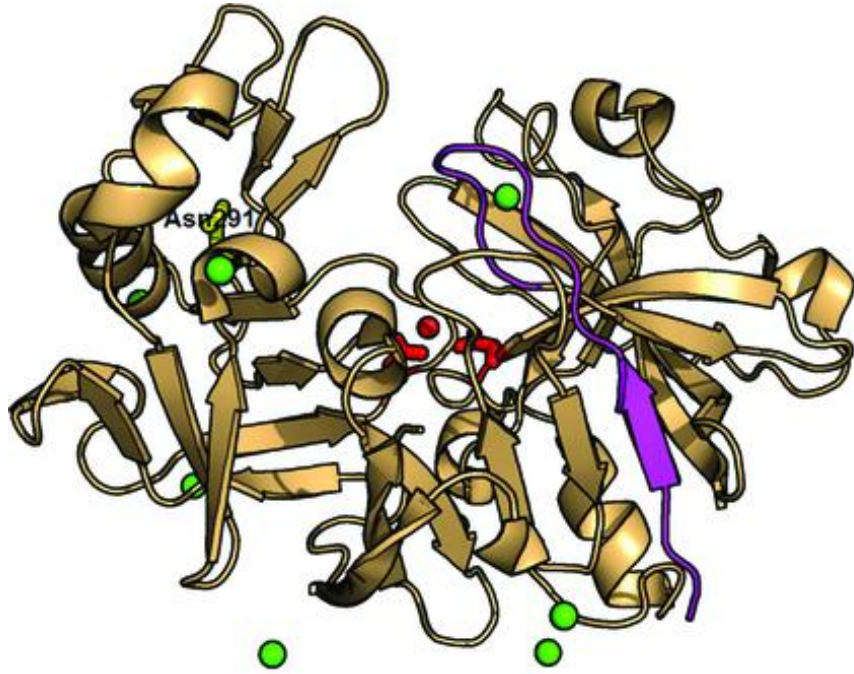


Mucor pusillus

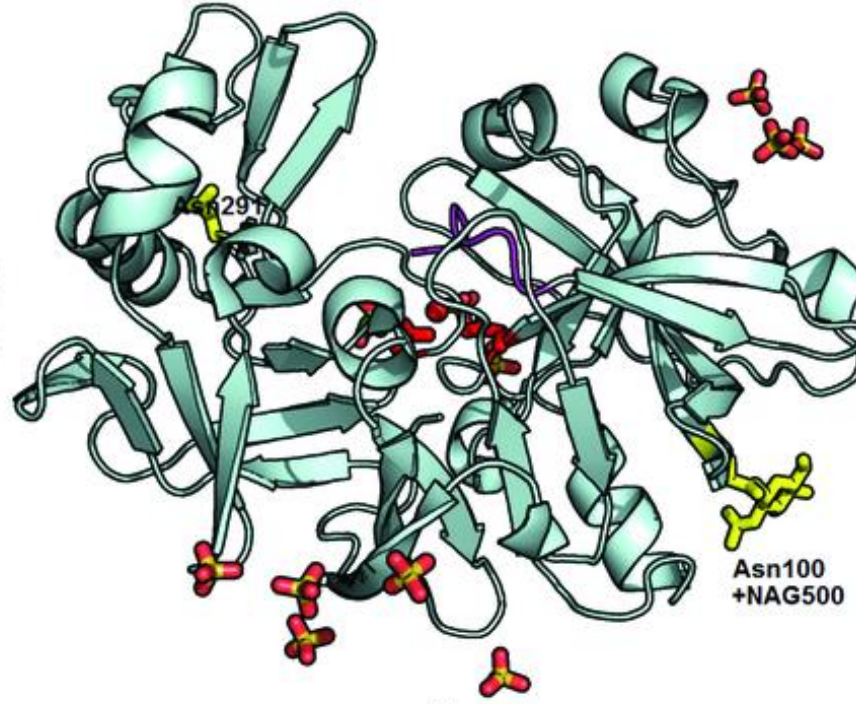
Yaygın olarak enginar ve küre enginar olarak bilinen iki *Cynara* türünün (*Cynara cardunculus* ve *Cynara humilus*) çiçeklerinden elde edilen enzimler, özellikle İspanya ve Portekiz'de olmak üzere Akdeniz bölgesinde peynir yapımında hala kullanılmaktadır. Batı Afrika'da, *Calotropis procera* maya kaynağı olarak kullanılır ve incir ağacının (*Ficus carica*) özü gibi çok sayıda başka bitki de geleneksel uygulamada maya kaynaklarına katkıda bulunmuştur .



Küf kaynaklarından elde edilen mikrobiyal mayalar, 20. yüzyılın ikinci yarısında geliştirilen nispeten yeni enzimlerdendir. *Rhizomucor miehei* , *Rhizomucor pusillus* ve *Cryphonectria parasitica*'dan elde edilen üç ana mikrobiyal maya vardır ; bunlardan en yaygın kullanılanı *R. miehei*'den elde edilendir. Büyük fermantasyon tanklarında çoğaltılan bu mayalar, toplanılan, saflaştırılan ve süt pıhtılaşma aktivitesi için standardize edilen ve daha sonra mikrobiyal veya sözde "bitkisel" mayalar olarak pazarlanan aspartat proteinaz enzimleri salgılar.



(a)

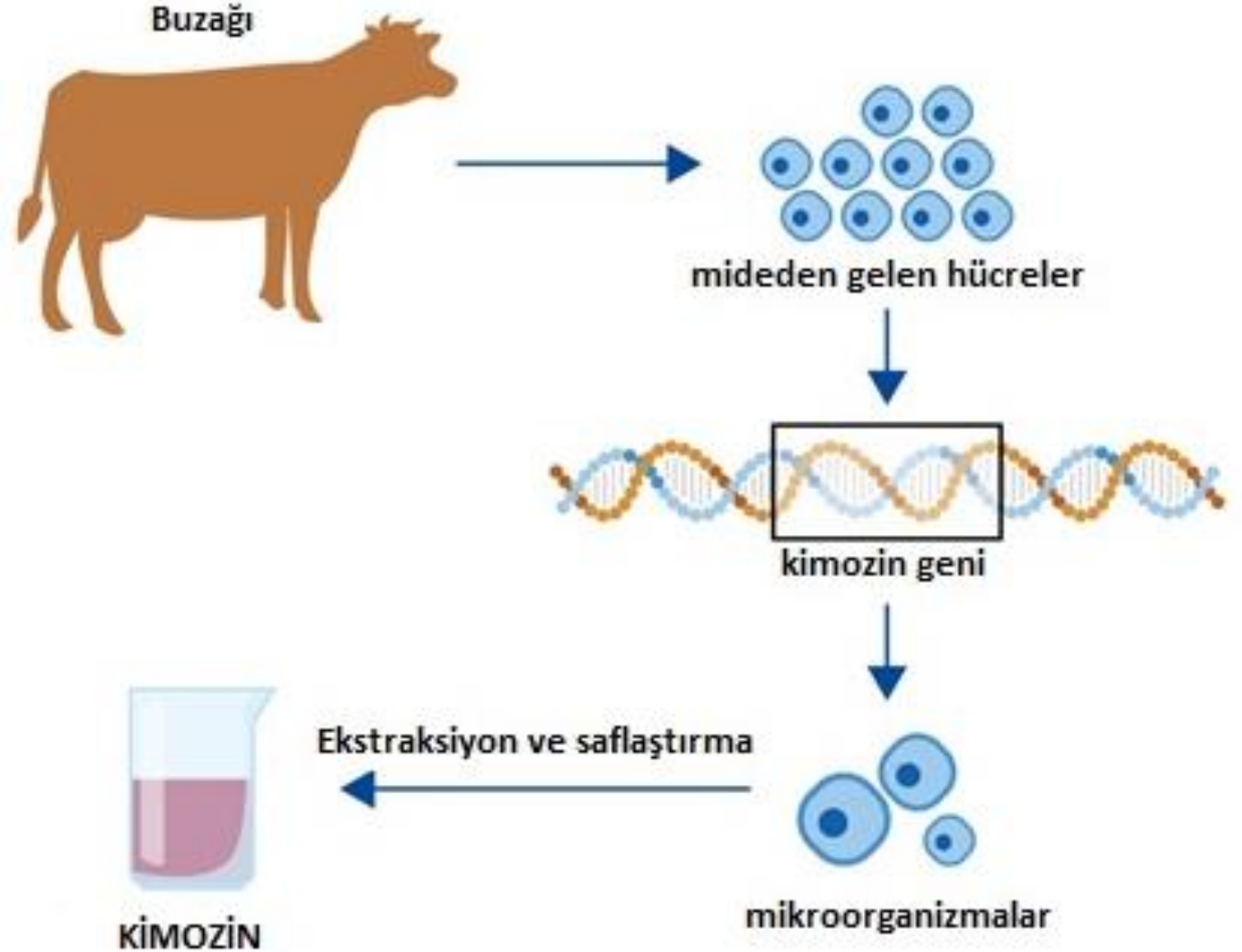


(b)

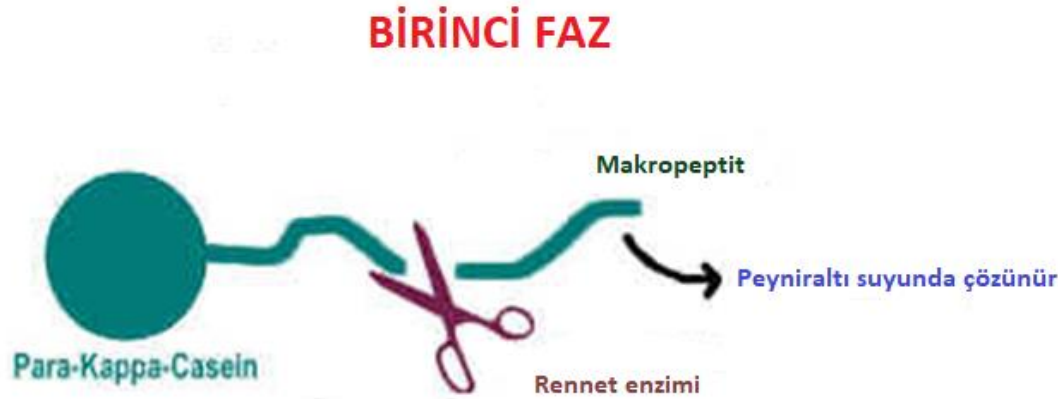
Sığır kimozinin (a) ve deve kimozin varyant 2'nin (b) yapıları. Aktif bölge kalıntıları ve aktif su molekülü kırmızı renkte, Tyr16'ya kadar olan N-terminal kalıntıları ise magenta renkte gösterilmiştir. Deneysel olarak doğrulanmış glikozilasyon bölgeleri ve N-asetilglukozamin sarı renkte, klorür iyonları ise yeşil küreler olarak gösterilmiştir; sülfat iyonları ve gliserol için çubuk modeller kullanılmıştır.

Bu temanın en son varyasyonu, 1990'ların başında ticari olarak piyasaya sürülen fermantasyonla üretilen kimoziendir. Bu üründe, sığır kimoziini kodlayan gen, genellikle bir maya veya mantar olan bir konak mikroorganizmanın DNA'sına eklenir ve daha sonra saf kimoziin üretmek için büyük fermantasyon kaplarında çoğaltılır; bu kimoziin toplanır, saflaştırılır ve süt pıhtılaştırma aktivitesi için standardize edilir.

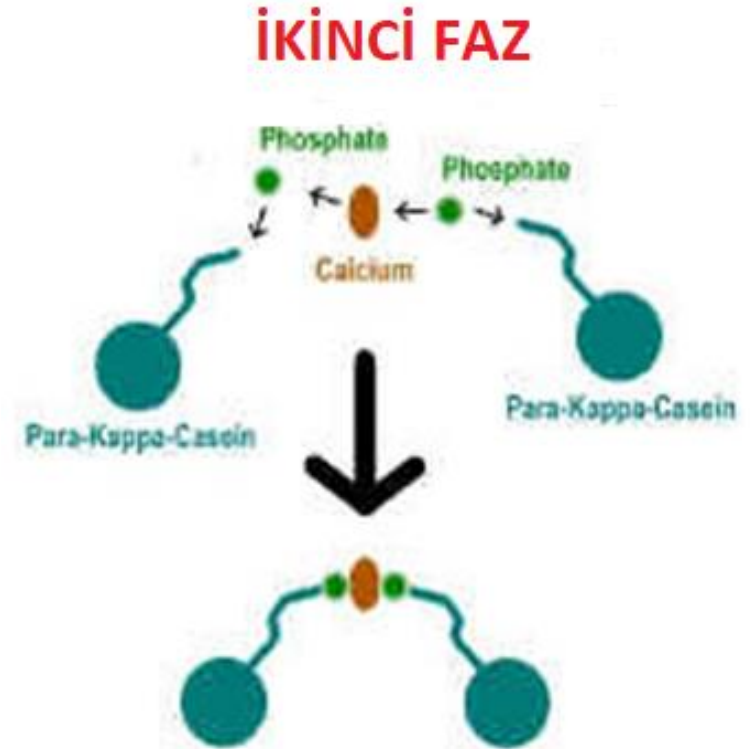
Genetiği değiştirilmiş mikroorganizmalar (GMM)'ler ile kimoziin üretimi



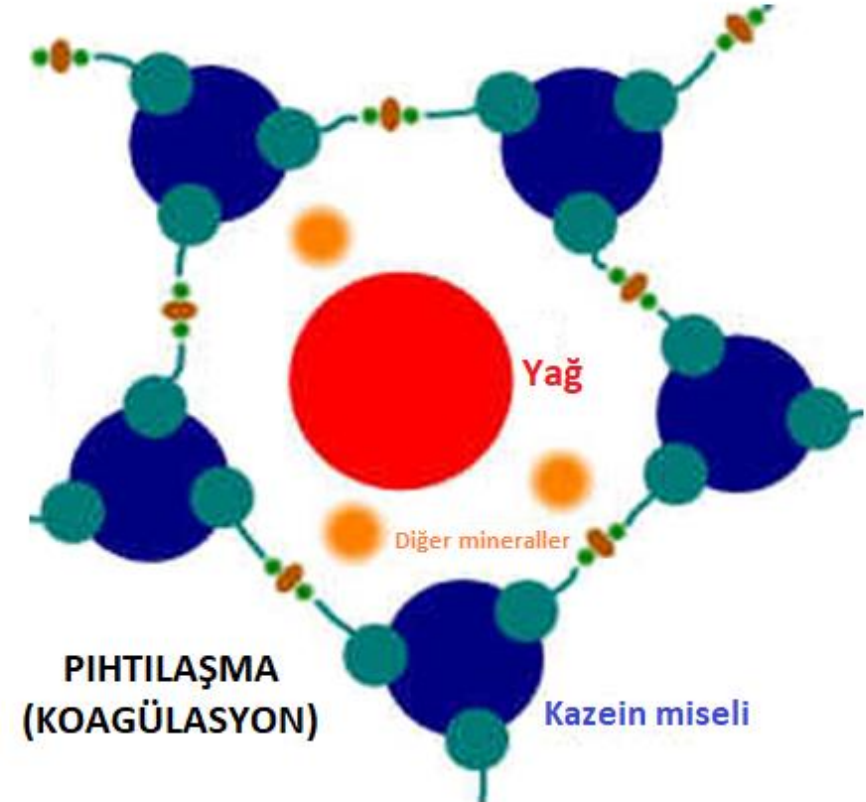
Rennet pıhtılaşması, enzimatik bir faz ve enzimatik olmayan bir faz ile karakterize edilen iki aşamalı bir işleme göre gerçekleşir. Kaynak ne olursa olsun, tüm rennet enzimleri, κ -kazeini hidrolize ederek enzimatik fazı başlatır ve bunun sonucunda molekülün yüklü, karbonhidrat açısından zengin C-terminal bölgesi, kazeinomakropeptit olarak adlandırılır, serbest kalır. Rennet enzimleri, misel yüzeyindeki karbonhidrat açısından zengin polar tabakayı etkili bir şekilde keser. Bu, sütün kalsiyum açısından zengin ortamında polar olmayan hale gelen misel içini açığa çıkarır ve bu da enzimatik olmayan fazı tetikler.



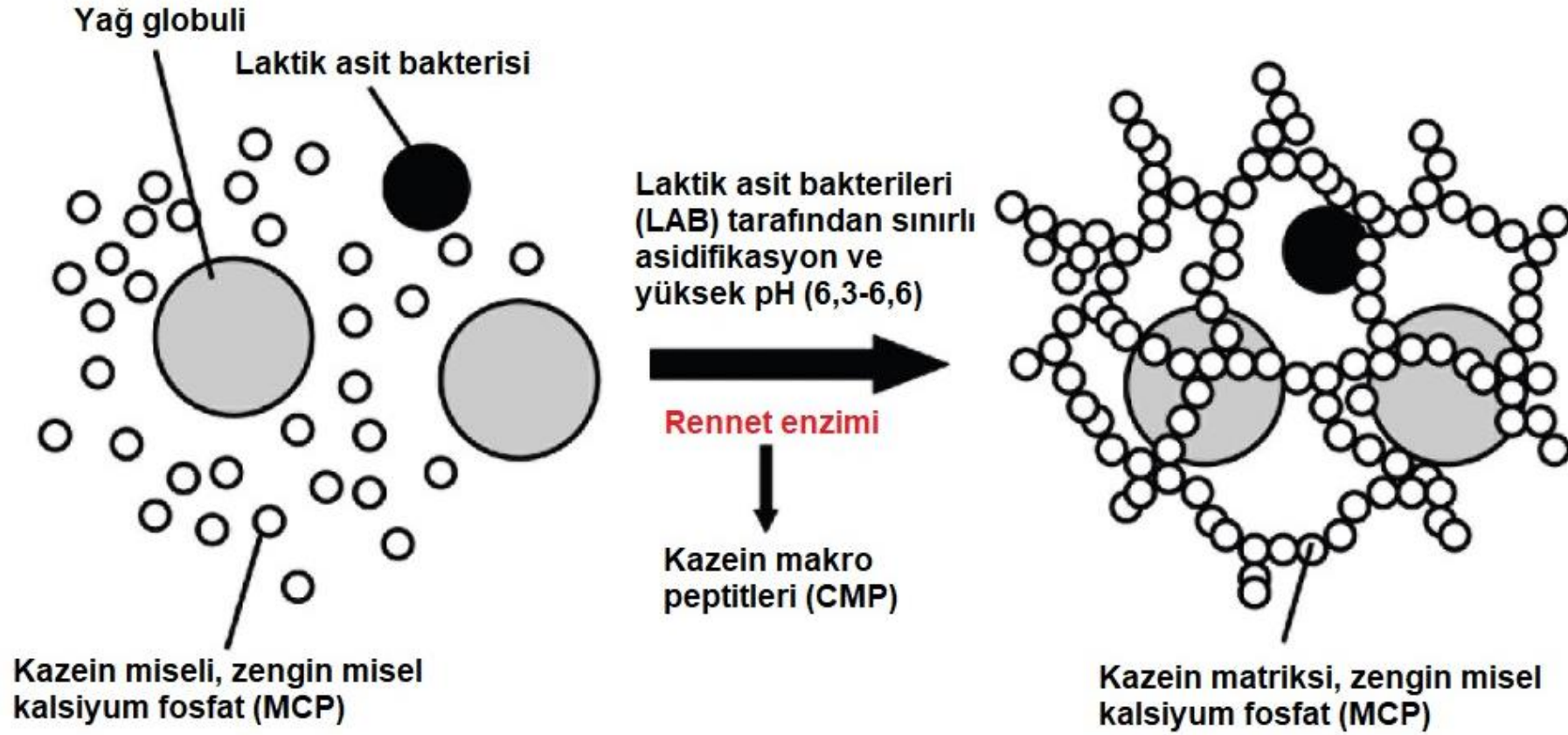
<https://www.thecourtyarddairy.co.uk/blog/cheese-musings-and-tips/rennet-in-cheese-the-science-how-rennet-works/?srsltid=AfmBOoosh0HUI8svVNus0TWpGhpCVRZDL78e-9n4ZbHd13jemQaVwKTY>



Küresel miseller, su molekülleriyle etkileşime girme yeteneklerini kaybeder ve bunları asit pıhtılaşması sırasında meydana gelen işleme benzer şekilde misel agregatları ve zincirleri oluşturmak için birbirleriyle etkileşime girmeye zorlar. Pıhtılaşma ilerledikçe, misel zincirleri uzunluk olarak artar ve birbirine kenetlenerek başlangıçta sütün tüm su ve katı bileşenlerini aşağıdaki şekilde görüldüğü gibi (*çoğunlukla laktoz, yağ, peynir altı suyu proteinleri ve mineraller*) hapseden üç boyutlu ağ benzeri bir matris oluşturur.

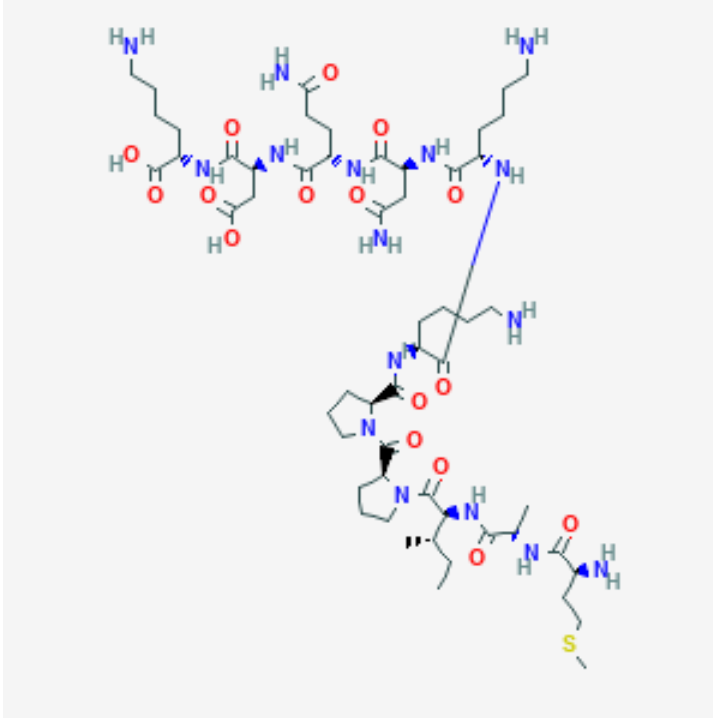


Rennet pıhtılaşma sürecinin diyagramatik gösterimi. Rennet pıhtılaşması, κ -kazeini parçalayan ve kazein makropeptitlerini (CMP) kazein misellerinden serbest bırakan rennet enzimlerinin etkisiyle gerçekleşir. Bu, misellerin ağ benzeri bir matris şeklinde kümelenmesine neden olur. Rennet pıhtılaşması yüksek pH'ta (çeşide bağlı olarak pH 6,6 ila 6,3 civarında) yani başlatıcı LAB tarafından kapsamlı asitleştirmeden önce gerçekleşir. Bu nedenle, misel kalsiyum fosfatın (MCP) çözünür forma sınırlı dönüşümü pıhtılaşmadan önce gerçekleşir ve bu da MCP açısından zengin bir kazein matrisi ile sonuçlanır.



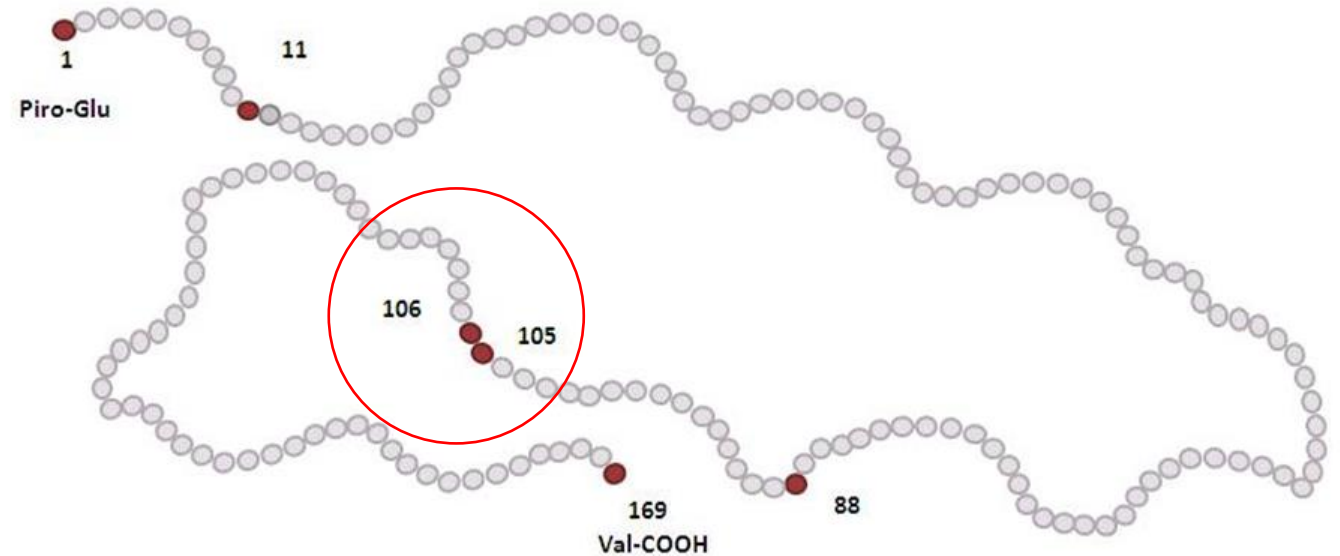
K-kazein molekülünü oluşturan aminoasit zinciri, 169 aminoasit içermektedir. Enzimatik açıdan bu proteinin 105-106 (fenilalenin-methionin) aminoasitleri arasındaki bağ zayıf olduğundan Proteolitik enzimlerin (ör. *rennin*) çoğu sözü edilen bağa etki ederek zincirin kırılmasına neden olmaktadır.

K-Kazein



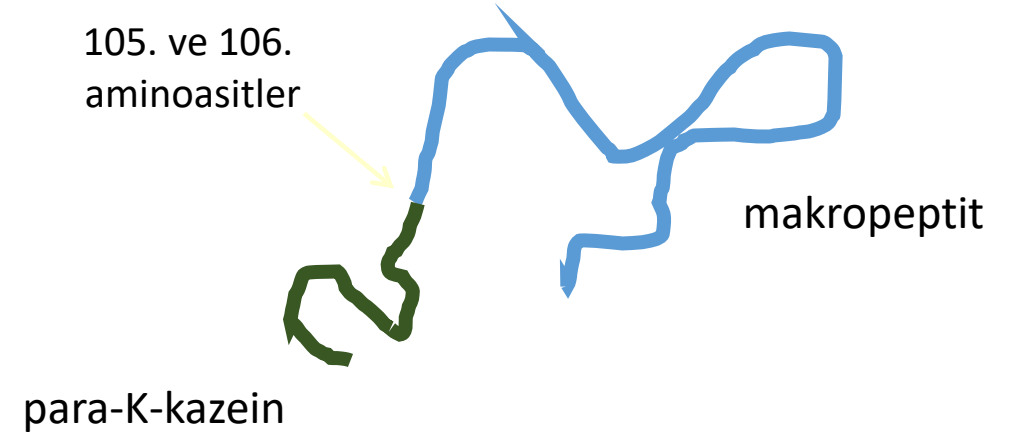
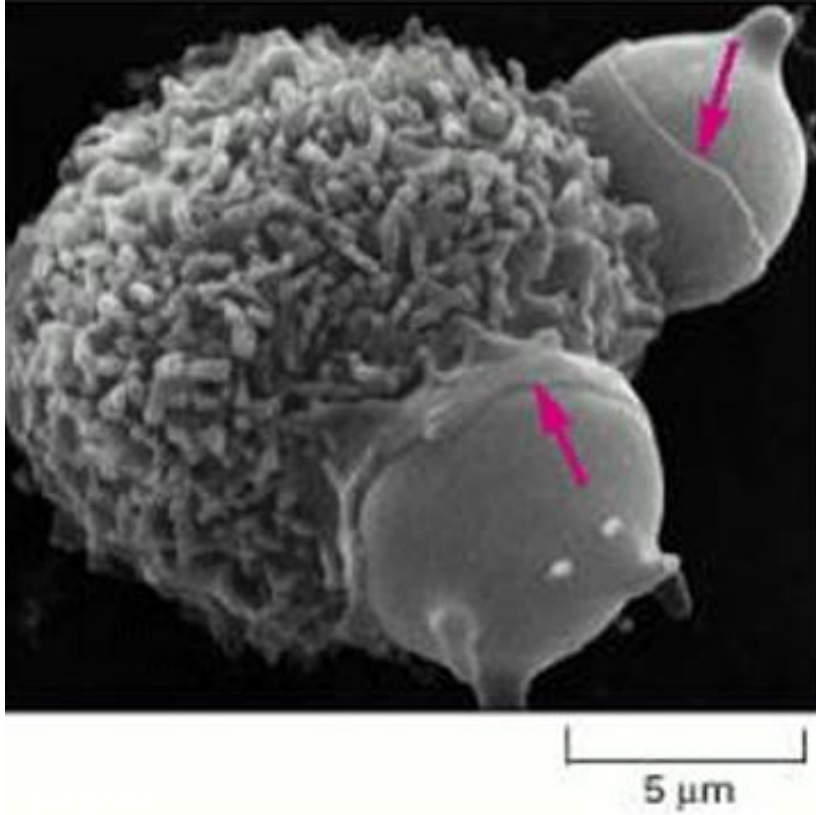
https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/K-Casein-_106-116_bovine

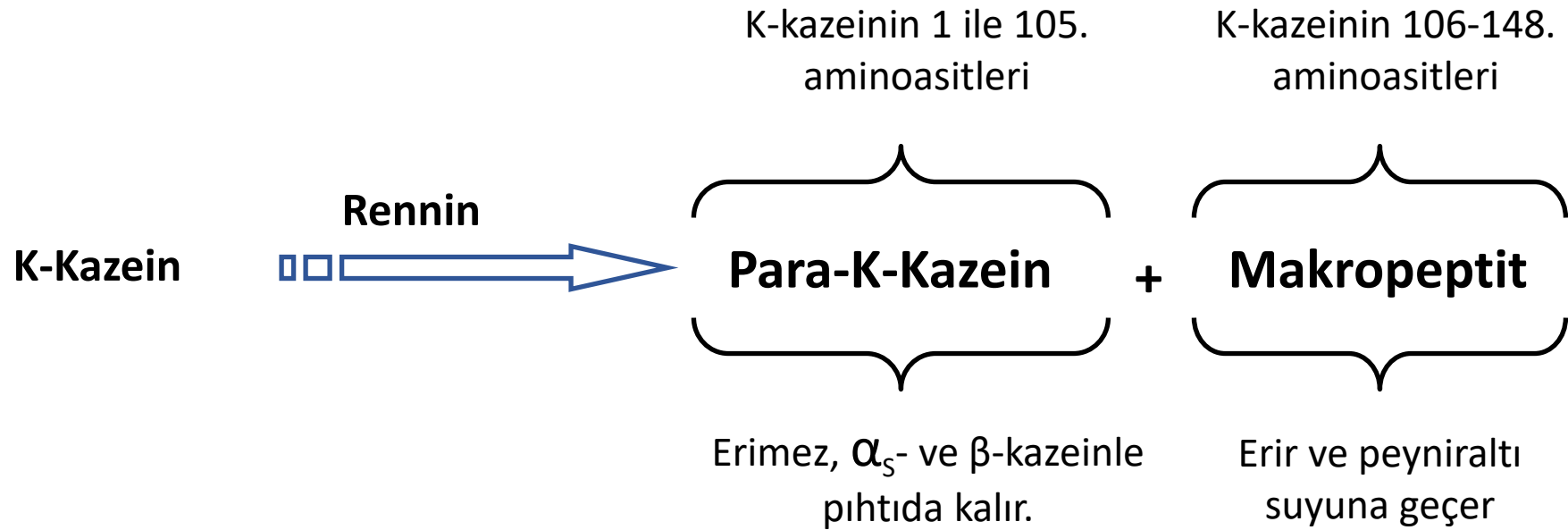
Kappa-Kazein



Parçalanma sonucu oluşan birinci kısma makropeptit (kazeinomakropeptit) denmekte ve K-kazeinin bütün karbonhidratını içeren 106-148 aminoasitlerini kapsamaktadır.

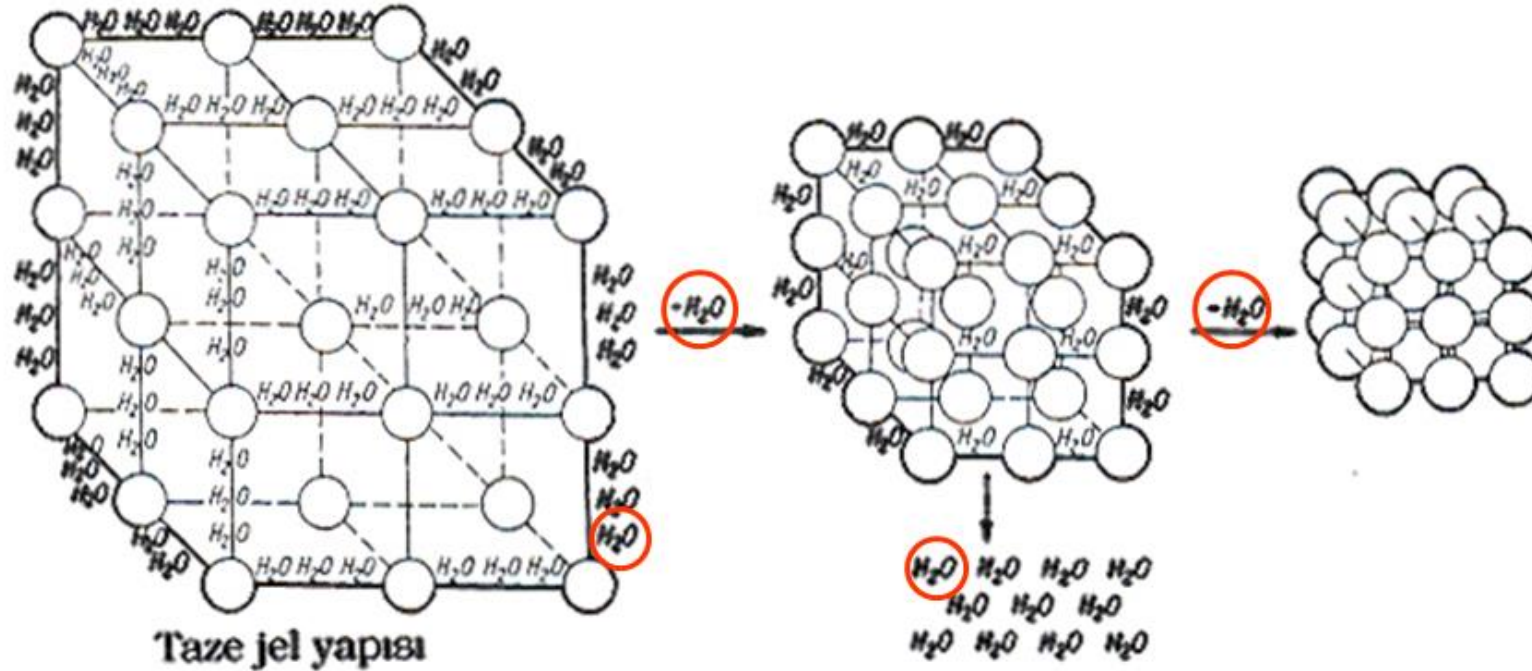
K-kazeinin bu kısmı peynir yapımında peyniraltı suyuna geçmektedir. Çözünmez formda, 1 ile 105 aminoasitlerini içeren K-kazeinin diğer kısmına para-K-kazein denmekte ve α_s , β -kazeinle birlikte peynir pıhtısında kalmaktadır.



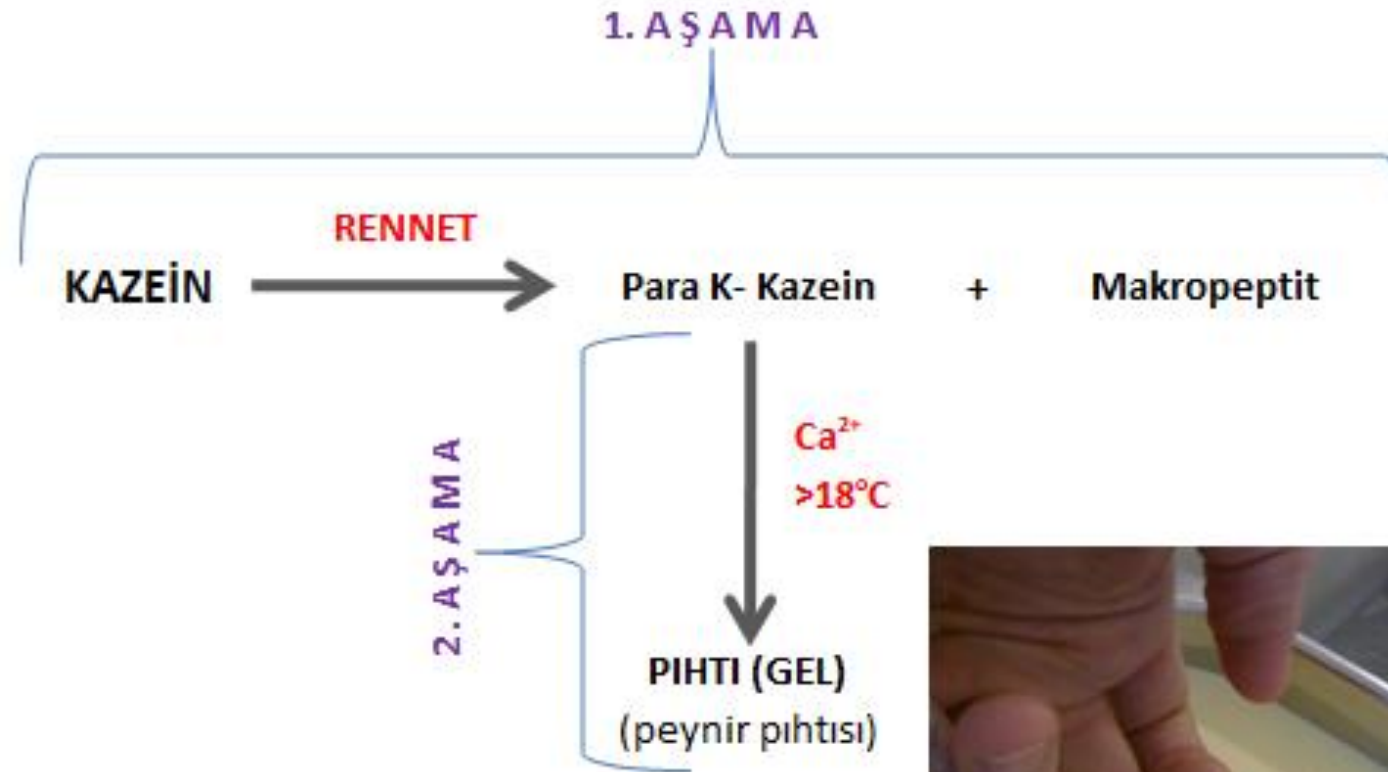


Pıhtının oluşumu hidrofilik makropeptidin aniden ayrılmasına bağlıdır. Bunun sonucunda ara moleküler kuvvetler arasında dengesizlik meydana gelmektedir. Hidrofobik kısımlar arasındaki bağlar ile kalsiyum bağları artmakta ve misellerdeki su molekülleri ayrılmaya başlamaktadır. Bu prosese genellikle pıhtılaşma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

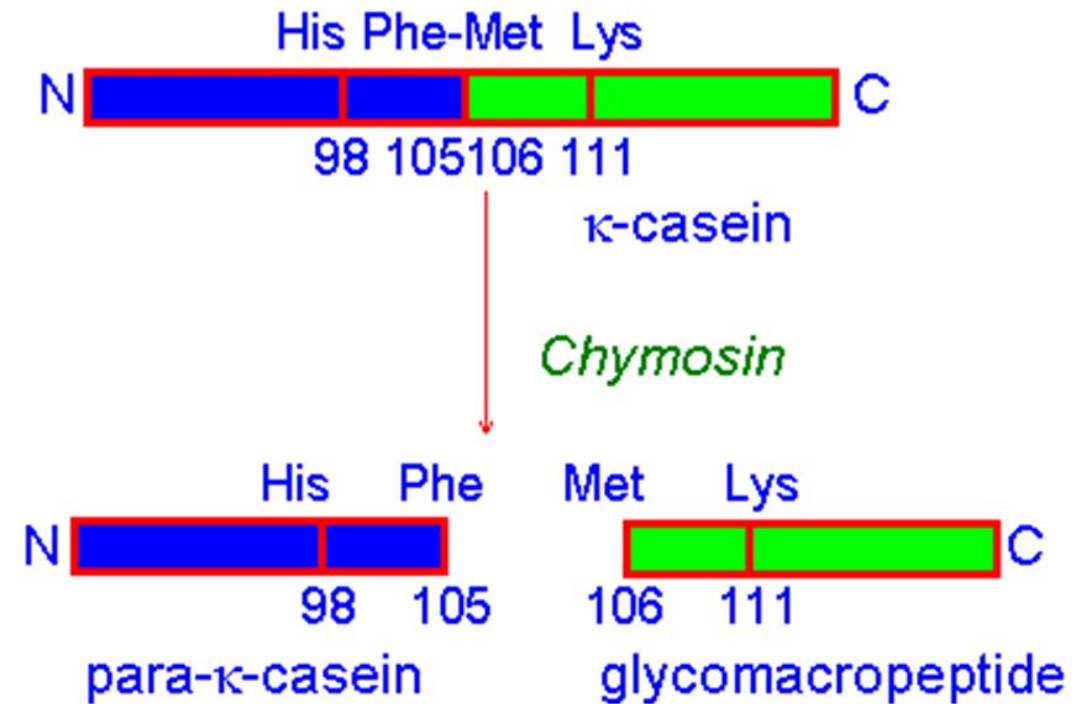
Kazeinin agregatlaşması ve sineresiz fazı



KAZEİNİN RENNET ENZİMİ (*peynir mayası*) İLE PIHTILAŞTIRILMASI

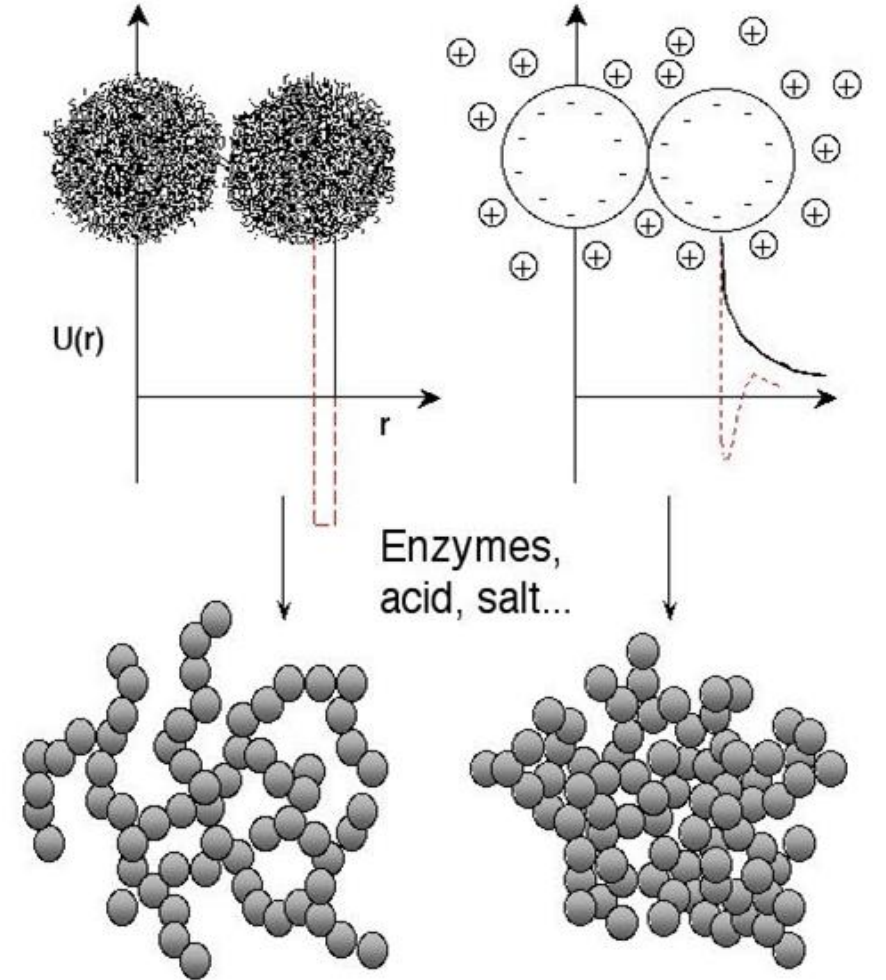


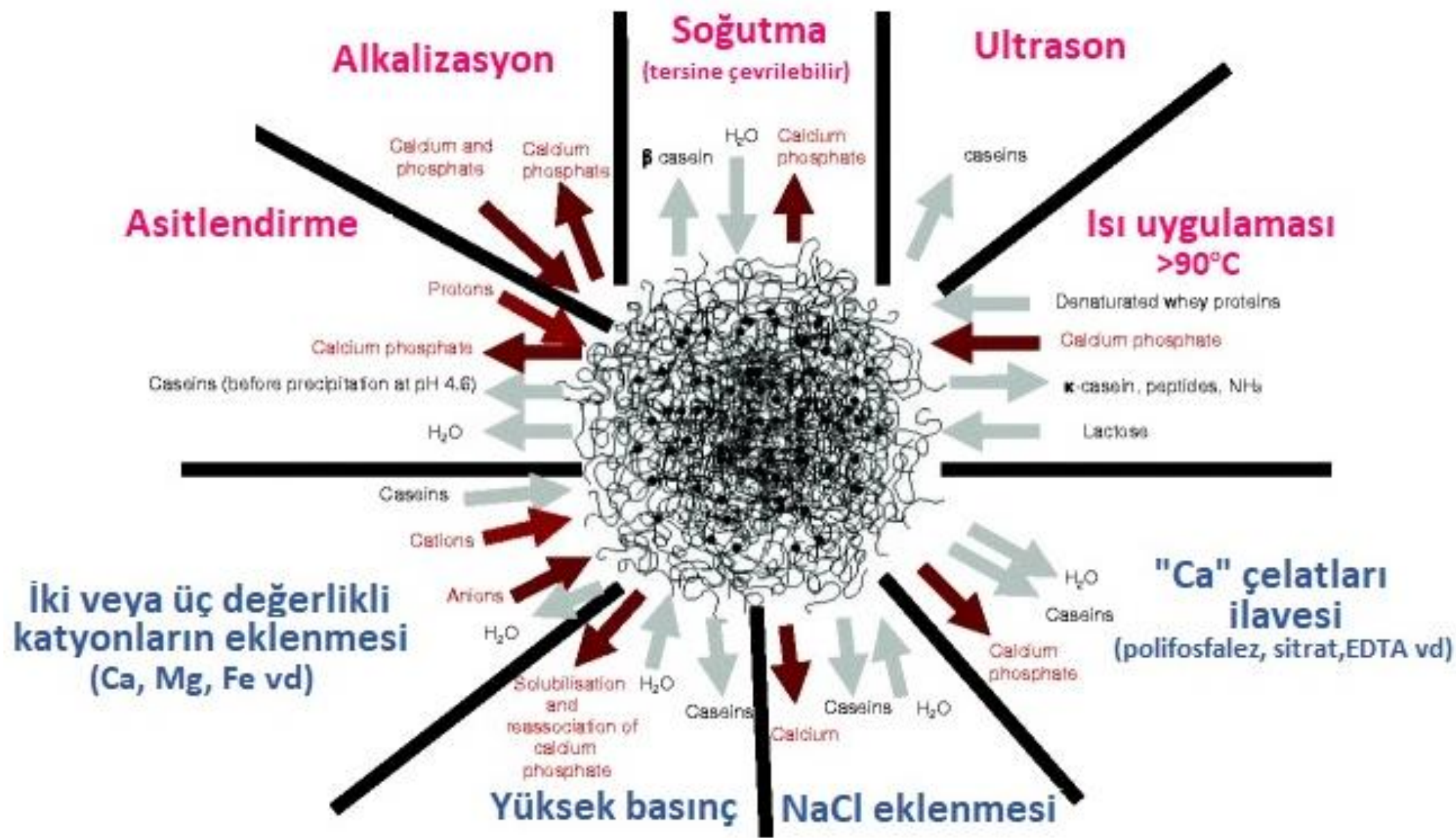
Rennetle K-kazeinin 105-106 bağıнын parçalanmasına 1. faz, Pıhtılaşma ve sineresiz (su salma) fazına 2. faz, Peynirin olgunlaşması sırasında rennet enziminin kazein komponentlerine etki etmesine de 3. faz denmektedir.



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

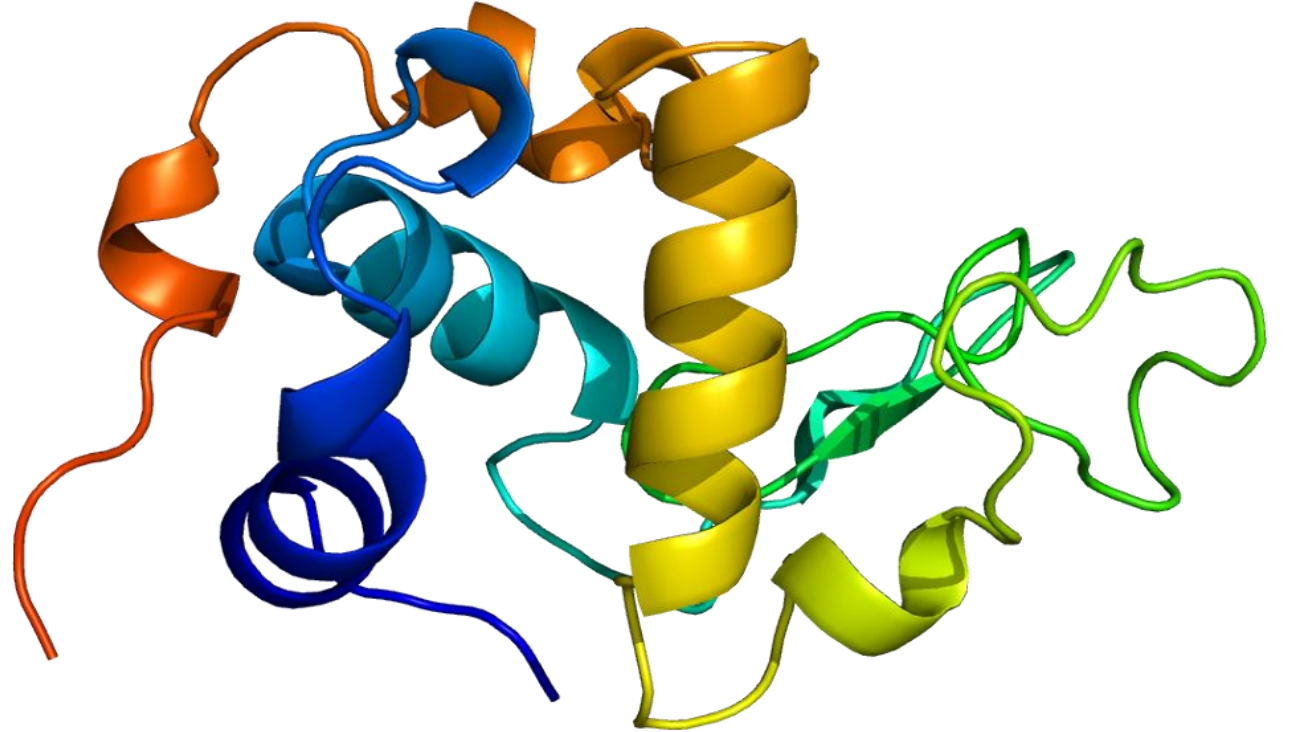




SÜT SERUM PROTEİNLERİ

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.

Peynir altı suyundan elde edilen ürünler arasında peynir altı suyu protein tozu, peynir altı suyu protein konsantresi (WPC), peynir altı suyu protein izolatı (WPI) ve β -Lg veya α -Lg gibi tek tek peynir altı suyu proteinleri bulunur.



Peynir altı suyu (*PAS*), peynir veya asit ve rennet kazein üretimi sırasında sütte yağ ve kazeinin uzaklaştırılmasından sonra kalan serum veya sıvıdır.

Peynir altı suyu proteinleri, laktoz, mineraller ve az miktarda yağ içerir. Peynir ve rennet kazein üretim sürecinin bir yan ürünü olan peynir altı suyu, tatlı peynir altı suyu olarak bilinir ve pH'ı 5,9-6,6 arasındadır.

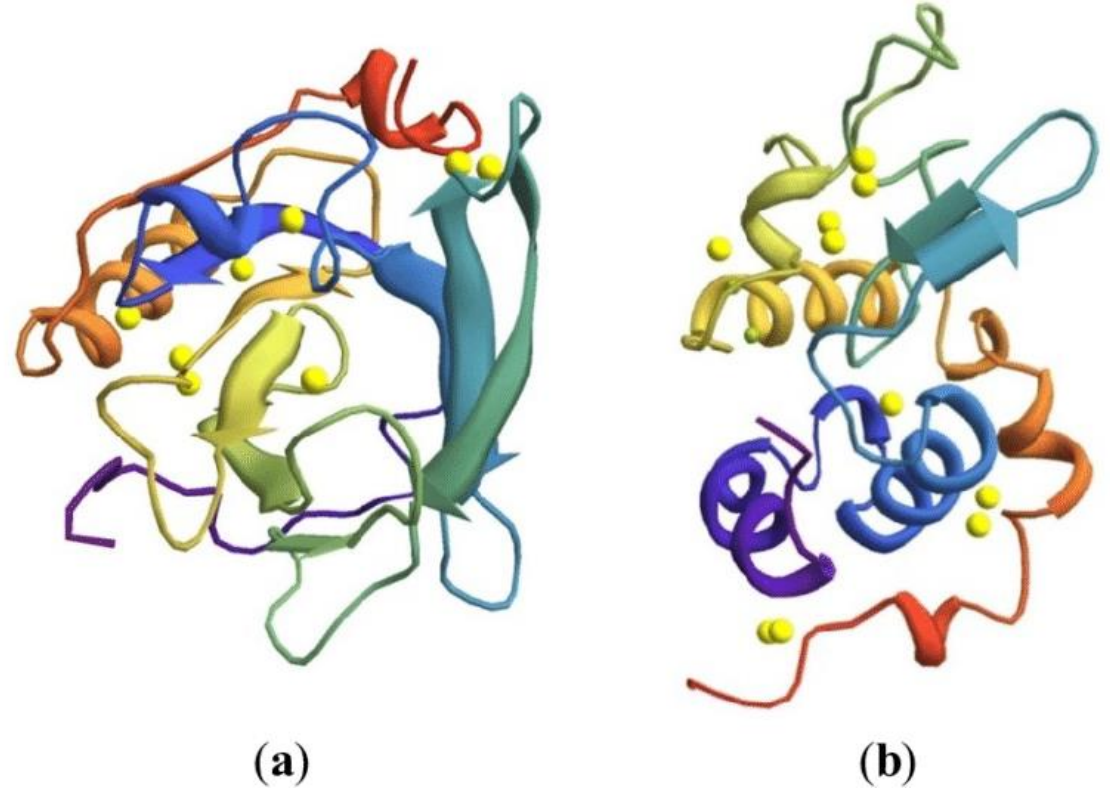
Mineral-asit çöktürme yöntemiyle üretilen kazein (ör. *Yoğurt*), pH'sı 4,3-4,6 olan asitli peynir altı suyu verir. Aşağıdaki tabloda, tatlı ve asitli peynir altı suyu arasındaki temel farklılıkları gösterilmektedir.

Tatlı ve asit peynir altı suyunun özellikleri

Peynir altı suyu bileşenleri	Tatlı peynir altı suyu	Asit peynir altı suyu
Toplam kurumadde	6,4	6,5
Su	93,6	93,5
Yağ	0,05	0,04
Protein	0,55	0,55
Protein olmayan azot	0,18	0,18
Laktoz	4,8	4,9
Mineral/kül içeriği	0,5	0,8
pH	Minimum 5,6	Maksimum 5,1

PAS proteinleri, β -laktoglobulin (%48-58), α -laktalbumin (%13-19), glikomakropeptit (%12-20), sığır serum albümini ağır ve hafif zincirli immunoglobulinler ve birkaç küçük proteinlerden oluşur.

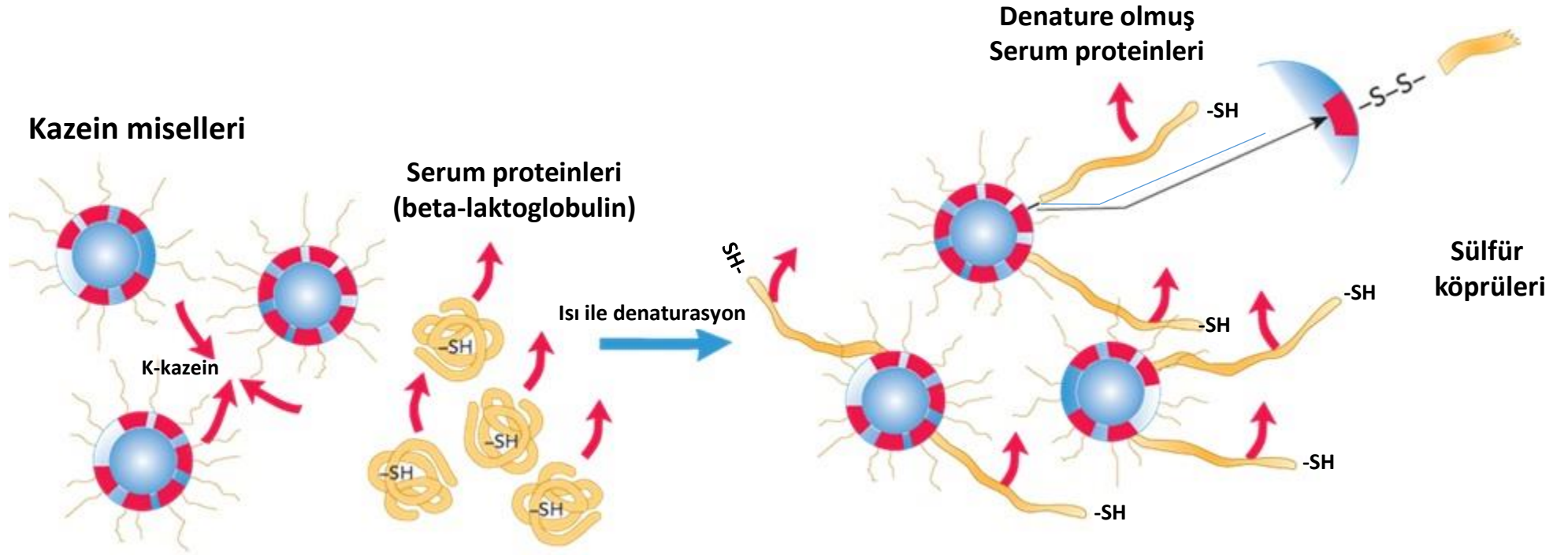
(a) β -laktoglobulin ve (b) α -laktalbuminin üçüncül yapısı



https://www.researchgate.net/figure/Tertiary-structure-of-a-b-lactoglobulin-and-b-a-lactalbumin-52-Figures-are-created_fig2_282210498

Kazeinlere kıyasla, peynir altı suyu proteinleri daha düzenli bir ikincil ve üçüncül yapıya sahiptir ve genellikle globuler proteinlerdir. Ayrıca daha ısıya duyarlıdır, denaturasyon/açılma yaklaşık 60°C sıcaklıklarda başlar, daha hidrofilitirler ve çoğunluğu yüksek miktarda α -sarmal yapı içerirler.

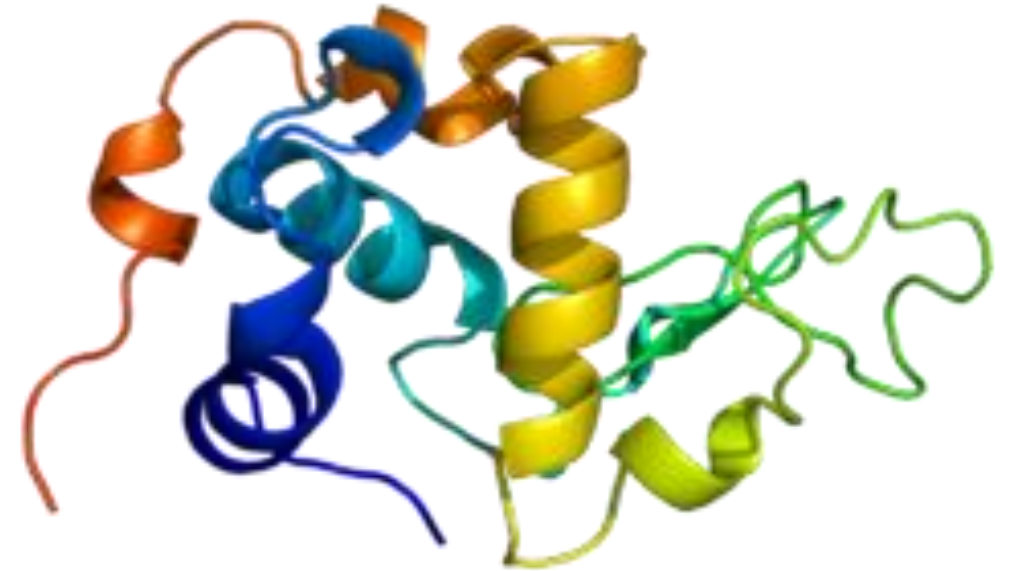
Süt ısıtma işlemine tabi tutulduğunda (özellikle 60°C 'nin üzerinde) denature serum proteinleri kazeinlerle kompleks oluşturmakta ve böylece kazeinin rennin ile pıhtılaşma ve kalsiyumu bağlama mekanizması azalmaktadır. Bundan dolayı yüksek derecede ısıtma işlemi görmüş sütte elde edilen peynir pıhtısı serumu zor bırakmaktadır. Çünkü bu pıhtıda kazein molekülleri arasında ve içinde kazein köprüleri sayısı azalmaktadır. ,



α -laktalbumin:

α -Laktalbumin (α -La), peynir altı suyu proteinlerinin yaklaşık %20'sini (toplam proteinlerin yaklaşık %3,5'ini) temsil eder.

Yaklaşık 14 kDa moleküler ağırlığa sahiptir ve 123 amino asitten oluşan tek bir polipeptit zincirinden oluşur. Dört triptofan kalıntısı, üç α -heliks içeren daha büyük bir alt alan ve üç zincirli antiparalel β -yaprak içeren daha küçük bir alt alan içerir. Laktoz sentezinde rol alan enzim olan laktoz sentazın bir bileşenidir. Bu nedenle, UDP-D-galaktoz ve D-glikozdan laktoz sentezinde temel bir biyolojik fonksiyona sahiptir. Sütteki laktoz konsantrasyonu, α -Laktalbumin konsantrasyonu ile doğrudan bağlantılıdır.



β-laktoglobulin:

β -Laktoglobulin (β -Lg), peynir altı suyu proteinlerinin yaklaşık %50'sini (toplam proteinlerin yaklaşık %12'sini) temsil eder ve 162 amino asit kalıntısı içerir, moleküler ağırlığı 18 kDa'dır.

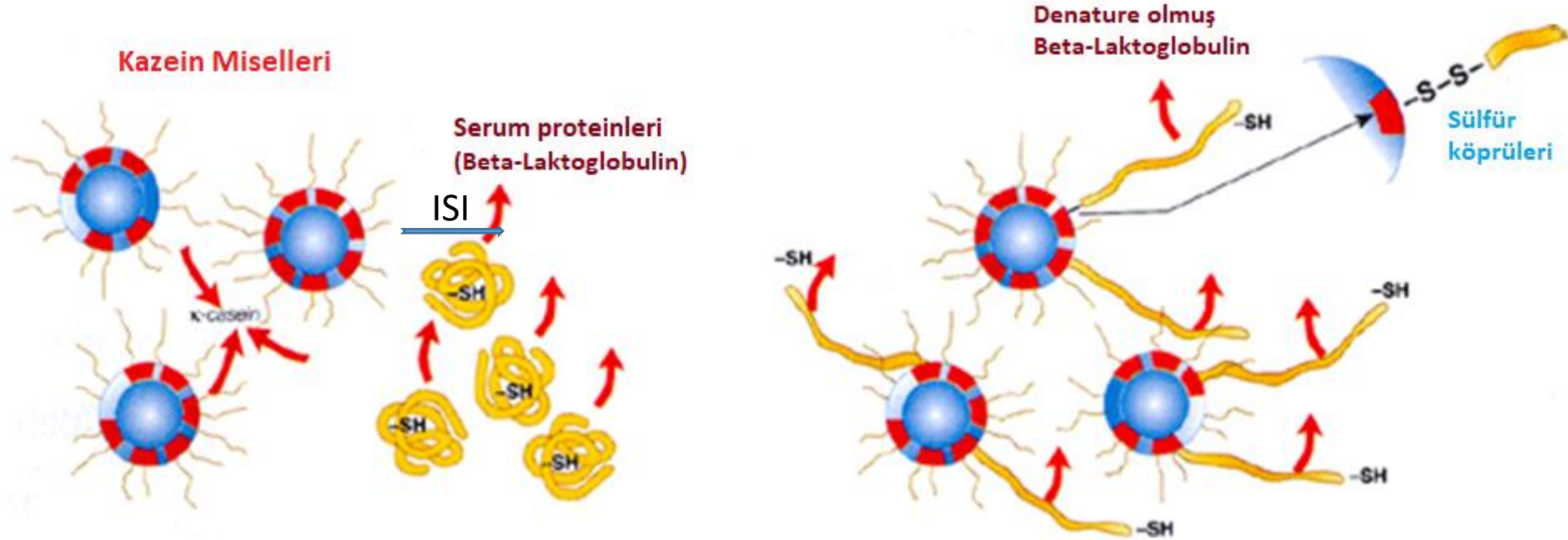
Altı sistein kalıntısı içerir, bu da iki disülfid bağı ve çok reaktif bir serbest sülfhidril grubuyla sonuçlanır; bu grup, doğal halde molekülün içinde gizlidir.

Tipik bir küresel proteindir ve pH aralığı 5,5-7,5'te iki monomerik alt birimin dimer halinde bulunur. Özellikle lösin ve lisin esansiyel aminoasitlerince zengindir.

β -Laktoglobulinin kimyasal yapısı

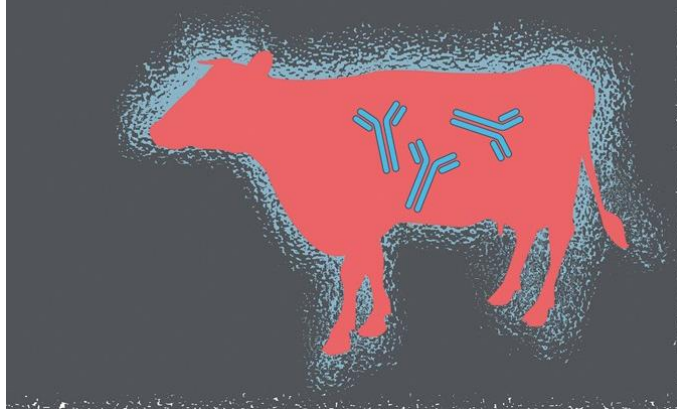


Süt 60°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda ısıtıldığı zaman bir seri reaksiyon başlamaktadır. β -laktoglobülinin sülfür-aminoasitleri reaktifleşmekte, β -laktoglobülin molekülleri, β -laktoglobülin ile K-kazein, β -laktoglobülin ile α -laktalbumin arasında sülfür köprüleri oluşmaya başlamaktadır. Çok yüksek sıcaklıklarda ise sülfür içeren bazı bileşikler örneğin, Hidrojen sülfür (H_2S) açığa çıkmakta ve sütün pişmiş tat ve koku almasına neden olmaktadır.



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. immünoglobulinler (IgG, IgA ve IgM) ve süt yağ küresi zarının proteinleri dahil olmak üzere çok düşük miktarlarda bulunur.

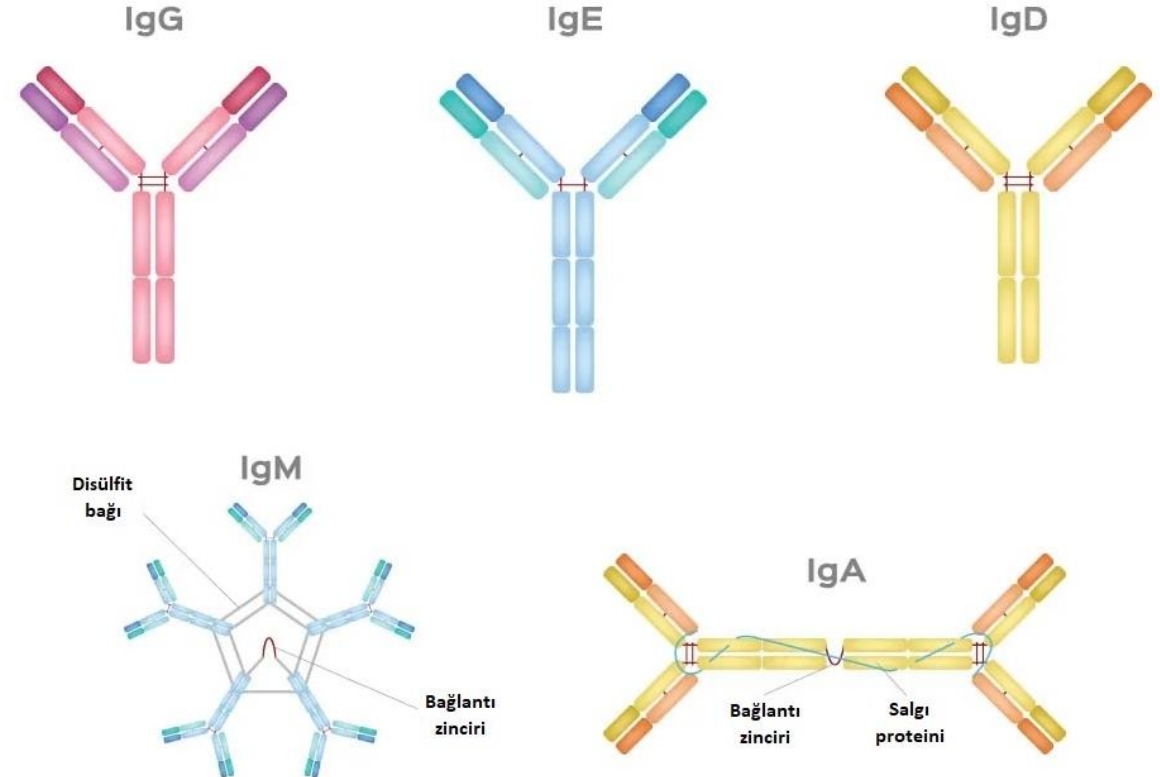


<https://www.nature.com/articles/nrd.2016.59>

Süt, yaklaşık 60 doğal enzim içerir ve bu enzimler, süt protein sisteminin küçük ama hayati bir parçasını oluşturur.

Bazı örnekler şunlardır: alanin aminotransferaz, katalaz, peroksidaz, asit ve alkalın fosfatazlar ve proteazlar.

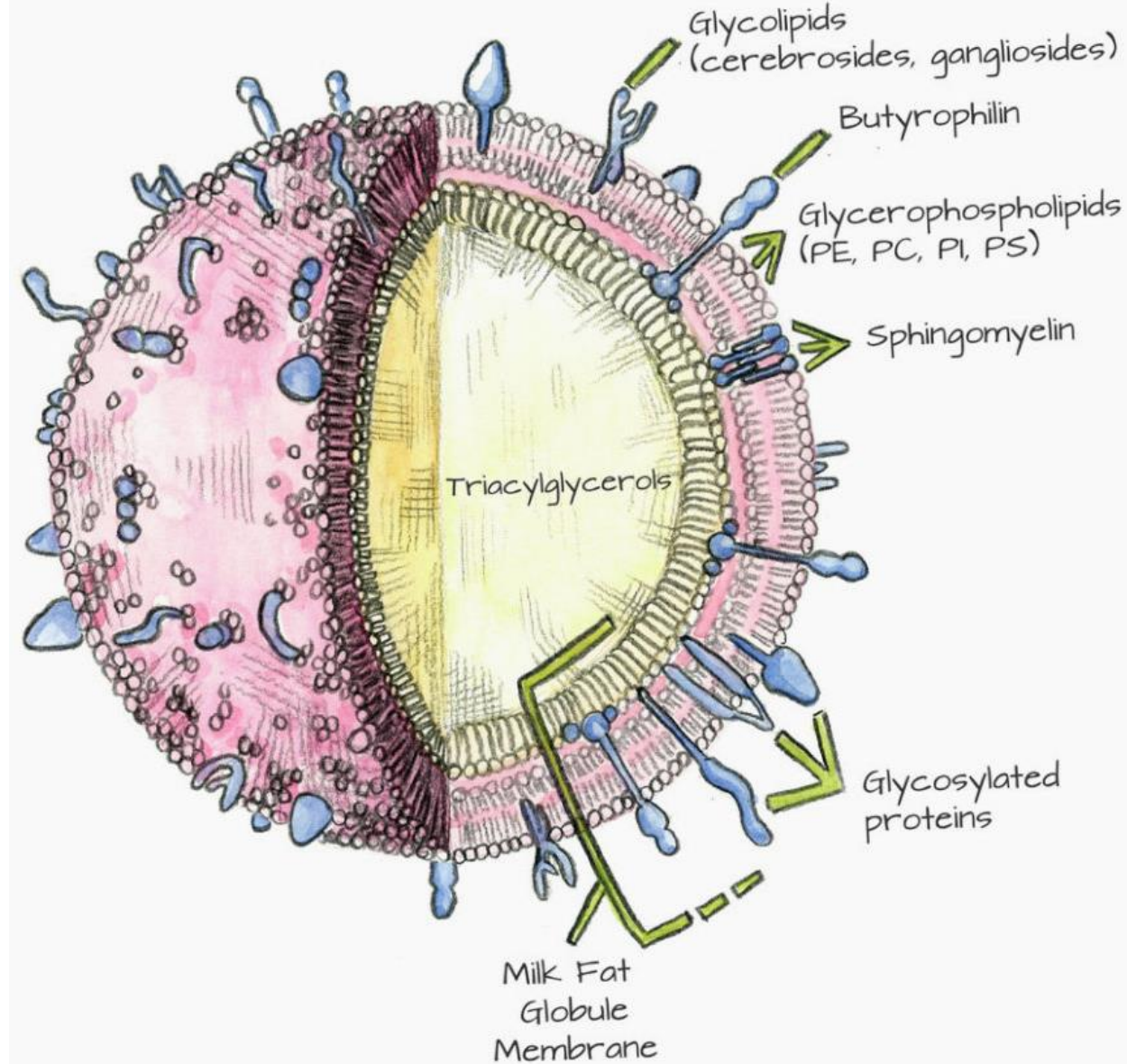
Bazı imminoglobülünler



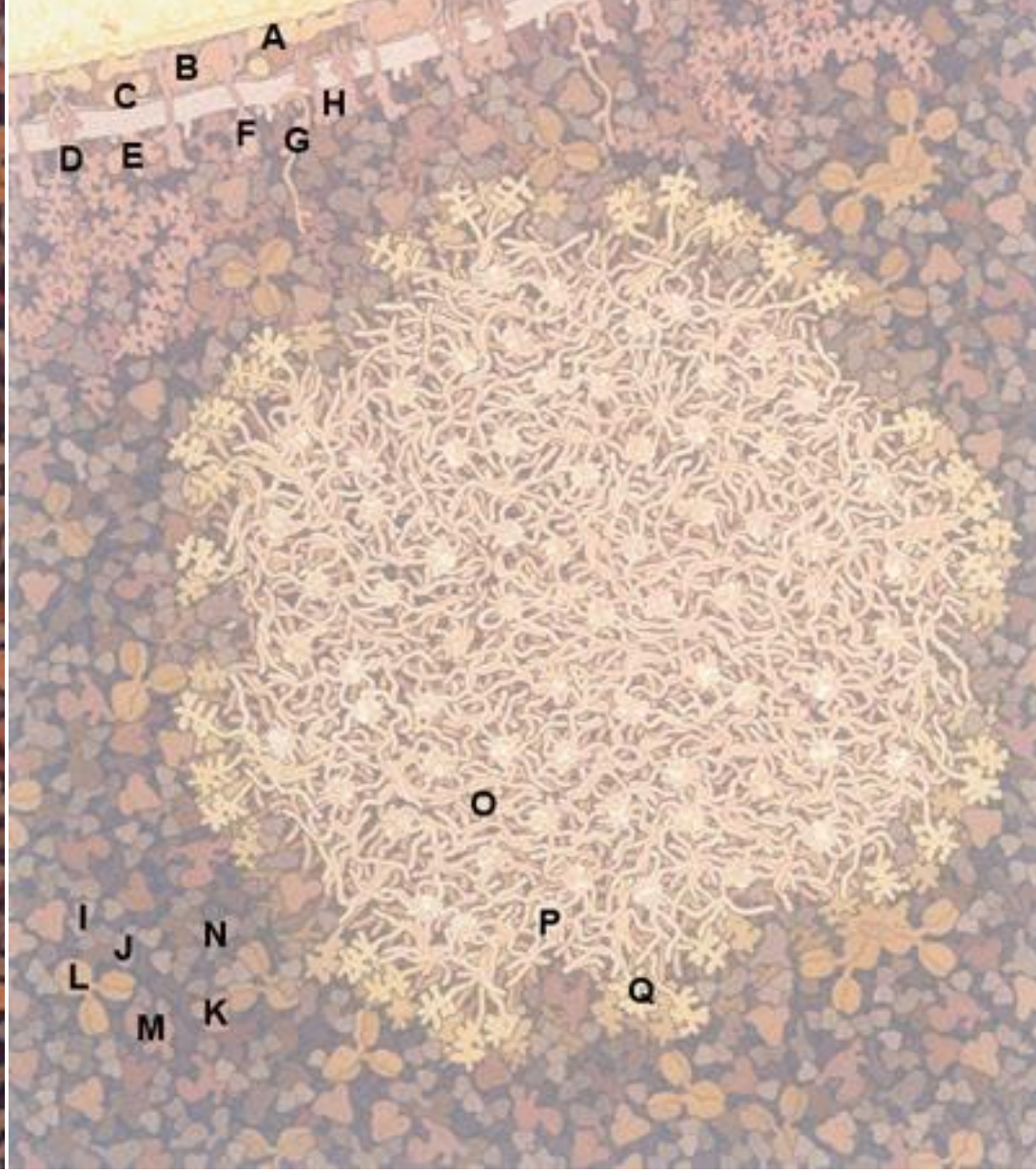
<https://parenting.firstcry.com/articles/how-antibodiesimmunoglobulins-in-breast-milk-help-a-mother-and-baby/>

Membran proteinleri

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



Bu çizimde inek sütünden alınan bir kazein miselinin (ten rengi, alt ortada) ve bir yağ küreciğinin (sarı, sol üst) kesiti gösterilmektedir. Misel, küçük kalsiyum fosfat nanokümeleriyle (beyaz) etkileşime giren birçok yapılandırılmamış alfa ve beta kazein zincirini ve yüzeyden uzanan kappa kazein zincirlerini içerir. Yağ küreciği, yağ molekülleri (sarı) ve birkaç karoten molekülü (turuncu) ile dolu, birçok gömülü protein içeren çok katmanlı bir zarla çevrilidir. Peynir altı suyu proteinleri misel çevresinde daha koyu tonlarda gösterilmiştir.



Yağ Globül Membranı

- A. Adipophilin
- B. Ksantin oksidaz
- C. Yağ asidi bağlayıcı protein
- D. Mucin
- E. Laktaderin
- F. Butyrophilin
- G. Proteaz pepton
- H. CD36

PAS proteinleri

- I. β -Lactoglobulin
- J. α -Lactalbumin
- K. Albumin
- L. Immunoglobulin
- M. Lactoferrin
- N. Laktoperoksidaz

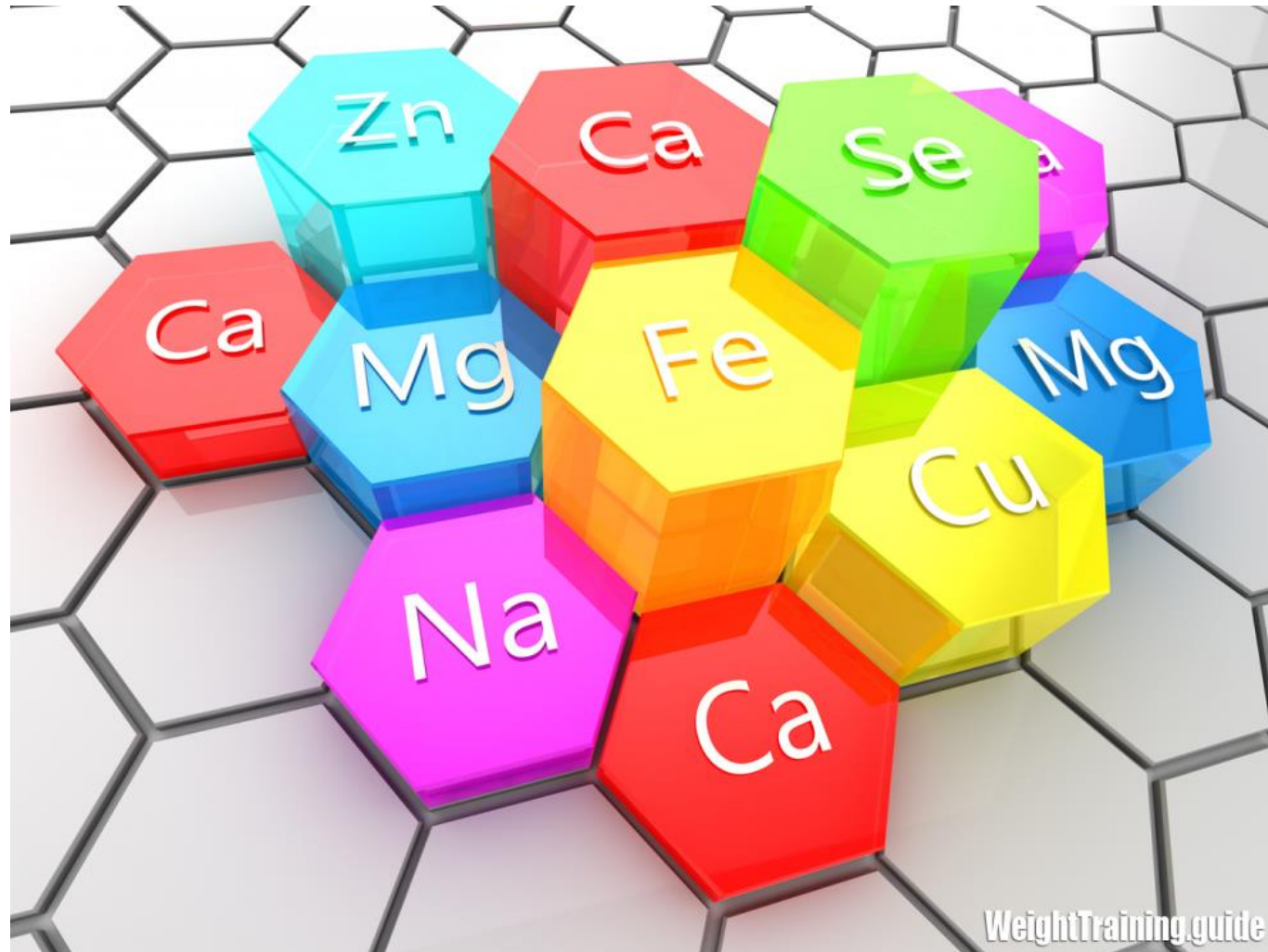
Kazein miseli

- O. α/β -Kazeinler
- P. Kalsiyum fosfat nanokümesi
- Q. κ -Kazein

İnek sütündeki protein konsantrasyonu

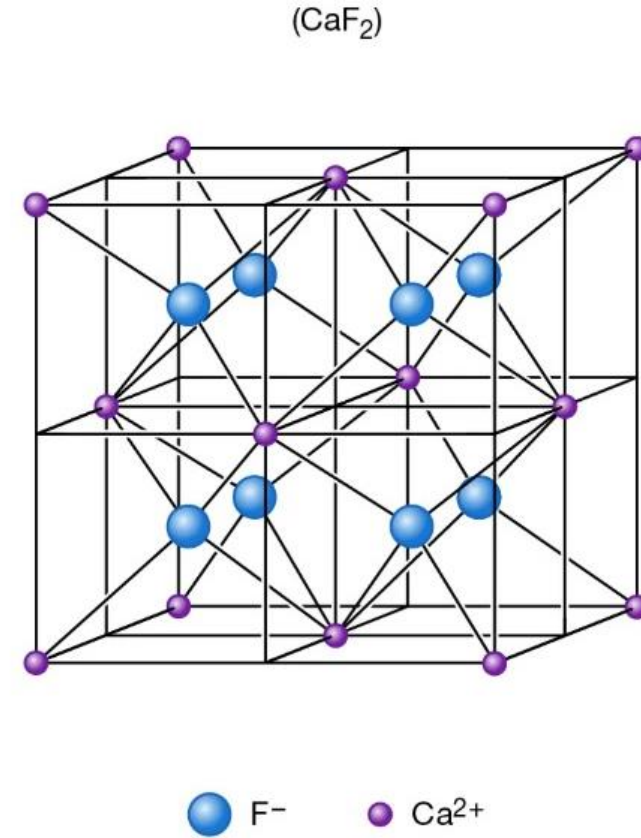
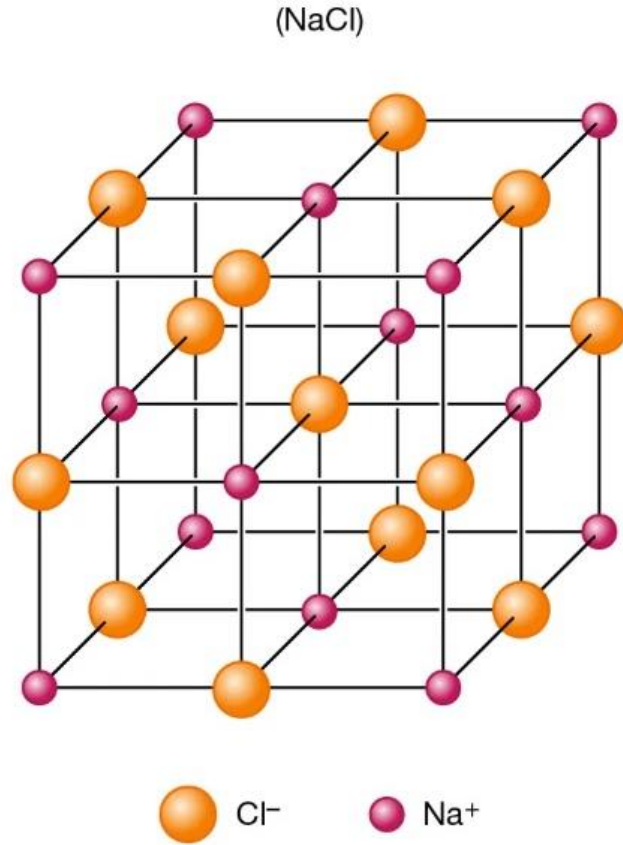
	g/kg protein	% (ağırlıkça)
KAZEİN		
α_{s1} -kazein	10	30,6
α_{s2} -kazein	2,6	8,0
β -kazein	10,1	30,8
γ -kazein	3,3	10,1
TOPLAM KAZEİN	26,0	79,5
PEYNİR ALTI SUYU PROTEİNLERİ		
β -laktalbumin	1,2	3,7
β -laktoglobulin	3,2	9,8
Kan Serum Albumini	0,4	1,2
İmmünoglobulinler	0,7	2,1
Diğerleri	0,8	2,4
TOPLAM PEYNİR ALTI SUYU PROTEİNLERİ	6,3	19,3
YAĞ KÜRECİĞİ ZAR (MEMBRAN) PROTEİNLERİ	0,4	1,2
TOPLAM PROTEİN	32,7	100

MINERAL MADDELER



Mineraller, doğada bulunan, belirli bir kimyasal bileşime ve düzenli bir atomik yapıya sahip inorganik katı maddelerdir.

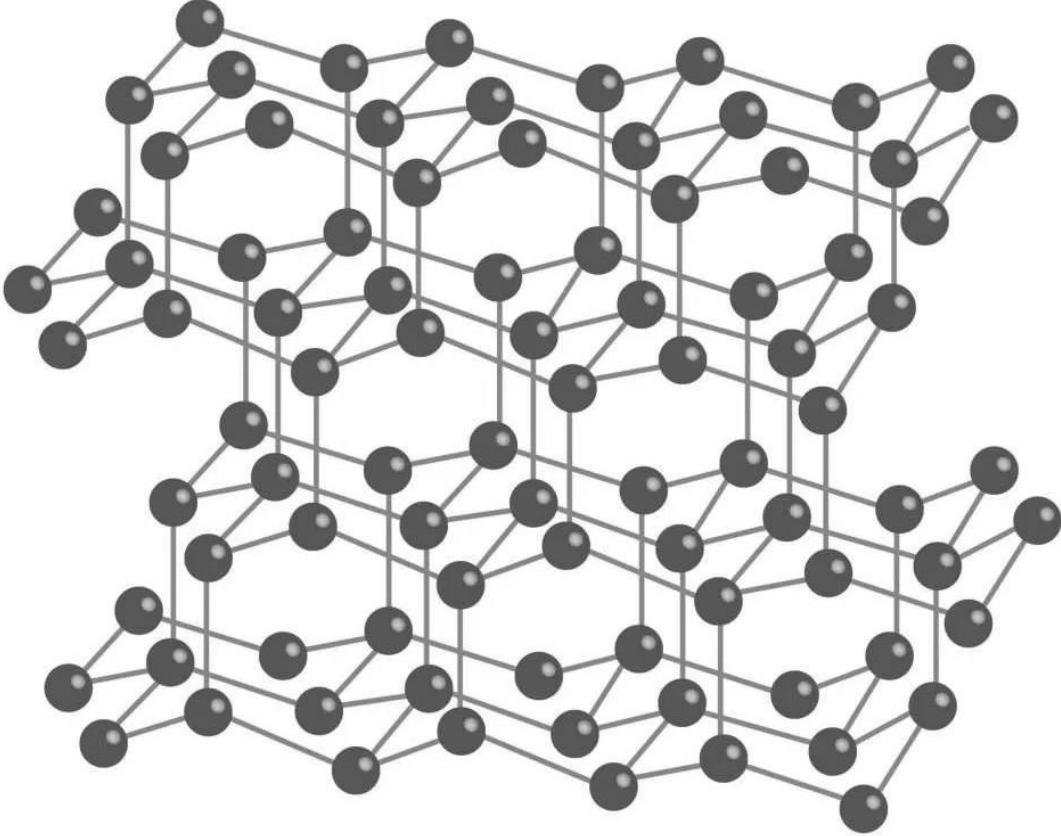
Örnek mineral yapıları



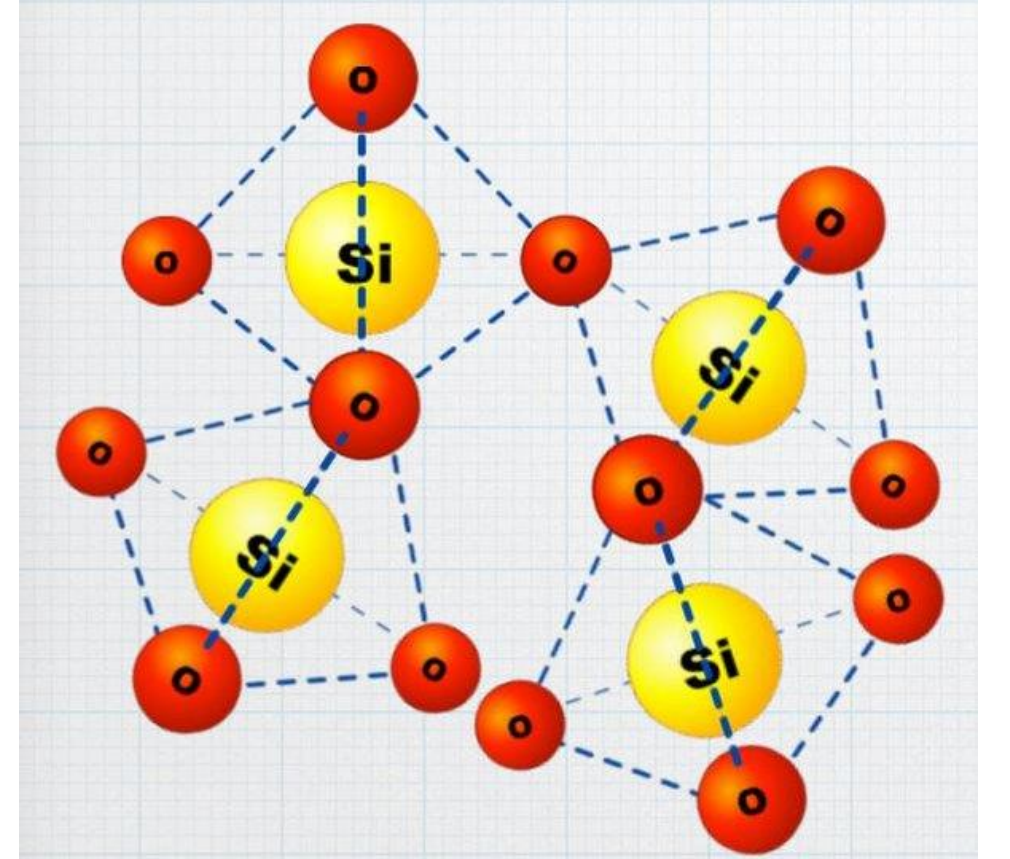
Minerallerin kimyasal yapılarını anlamak için şu temel özelliklere bakılır:

Kimyasal Bileşim: Her mineralin kendine has bir kimyasal formülü vardır. Bazı mineraller tek bir elementten oluşurken (örneğin Altın (Au), Elmas (C)), çoğu mineral birden fazla elementin birleşmesiyle oluşan bileşiklerdir. Örneğin, en yaygın minerallerden biri olan Kuvars, silis ve oksijenden (SiO_2) oluşur.

Elmas (C)

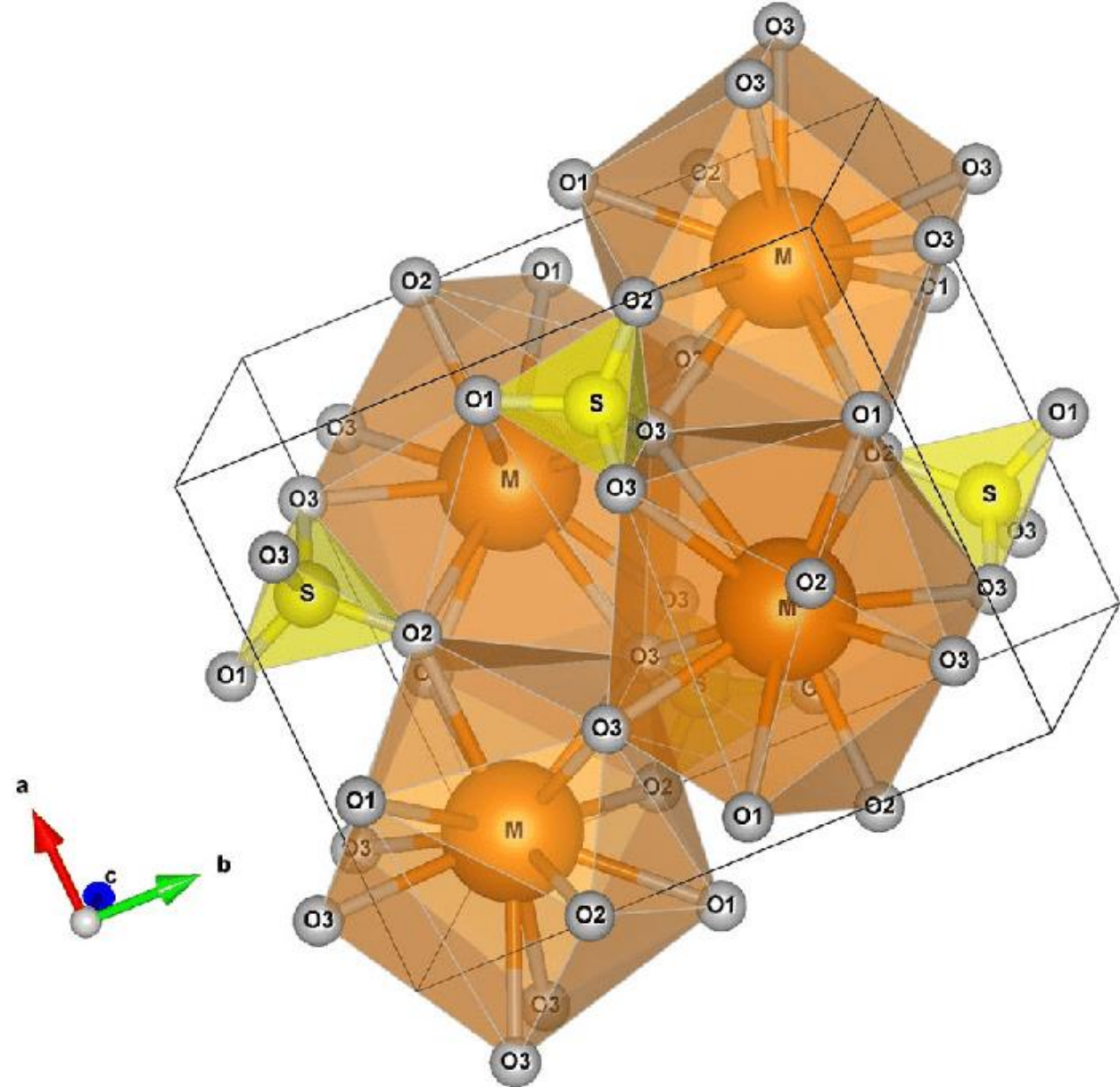


SiO_2



Kristal Yapı (Atomik Dizilim): Mineralleri diğer katı maddelerden ayıran en önemli özellik, atomlarının rastgele değil, belirli bir geometrik düzende dizilmiş olmasıdır. Buna "kristal kafes yapısı" denir. Atomlar arasındaki bu düzenli dizilim, mineralin dış görünüşünü (kristal formunu), sertliğini ve kırılma özelliklerini belirler.

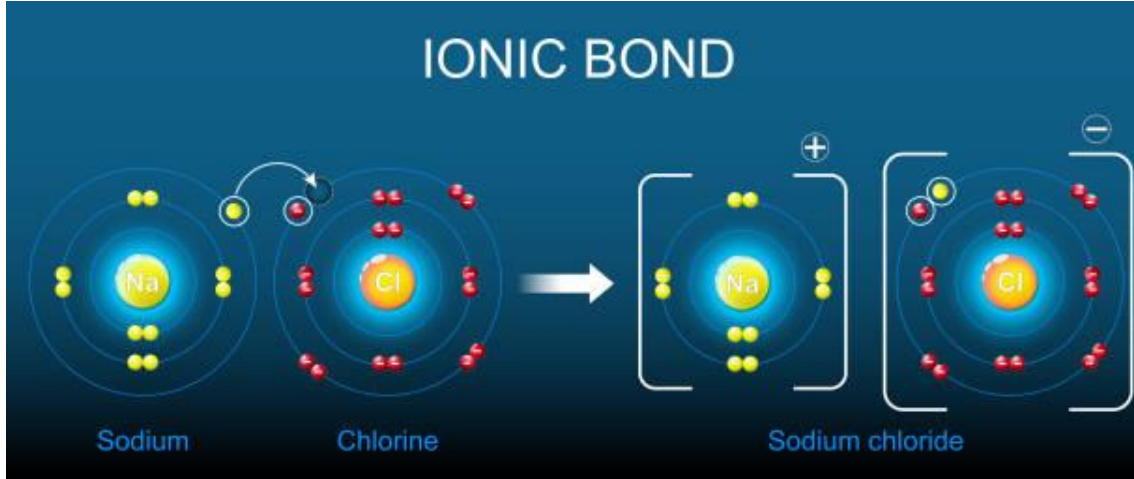
Barit grubu minerallerinin ortam basıncında ve oda sıcaklığındaki kristal yapısı



Kimyasal Bağlar: Minerallerin yapısındaki atomları bir arada tutan farklı bağ türleri vardır:

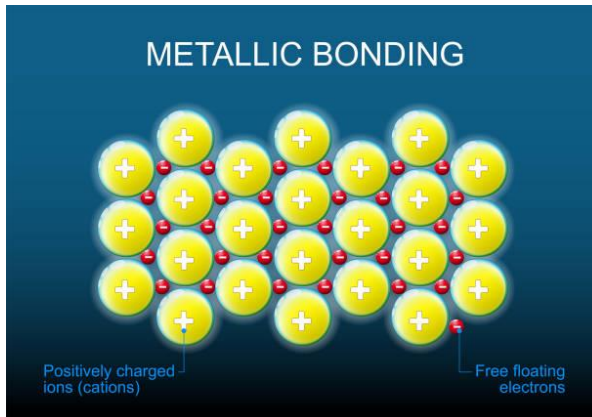
- İyonik Bağ: Atomların elektron alışverişi yapmasıyla oluşur (Örn: Sofra tuzu - Halite).
- Kovalent Bağ: Atomların elektronları paylaşmasıyla oluşur. Bu bağ çok güçlüdür (Örn: Elmas).
- Metalik Bağ: Metal atomları arasında elektronların serbestçe dolaştığı bağ türüdür.

İyonik bağ

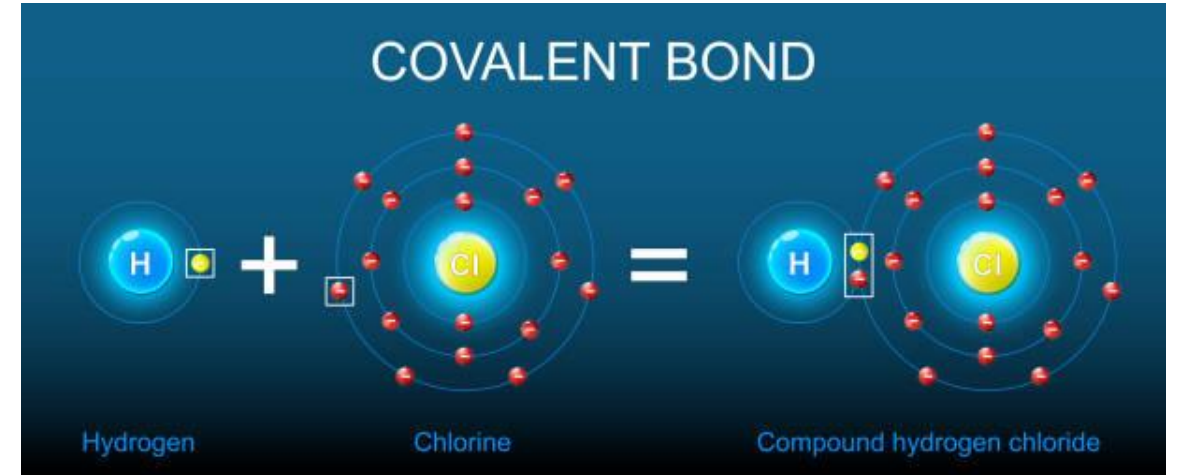


https://www.istockphoto.com/tr/search/2/image-film?phrase=ionic+compound&tracked_gsrp_landing=https%3A%2F%2Fwww.istockphoto.com%2Ftr%2Fphotos%2Fionic-compound

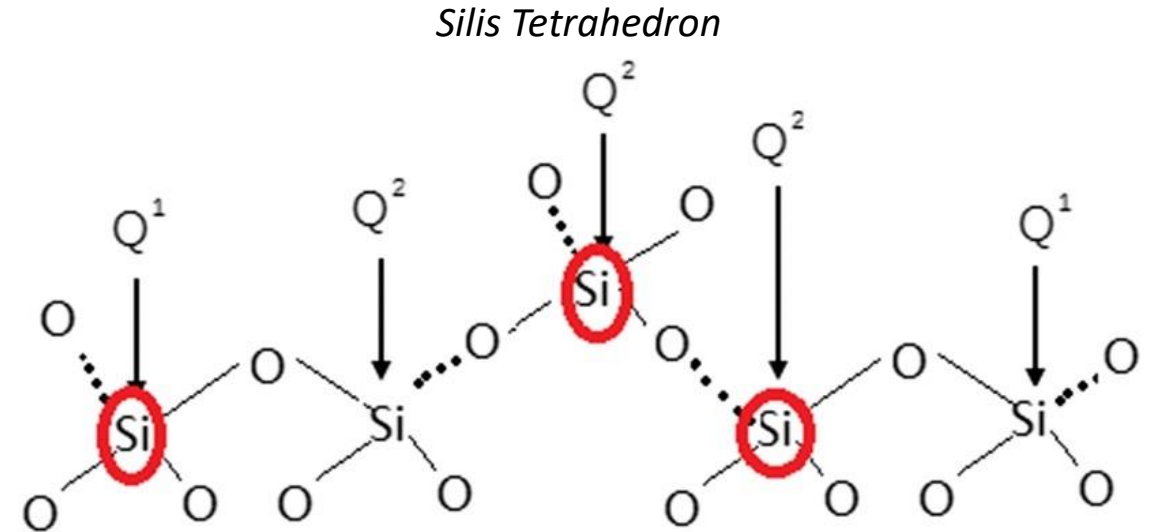
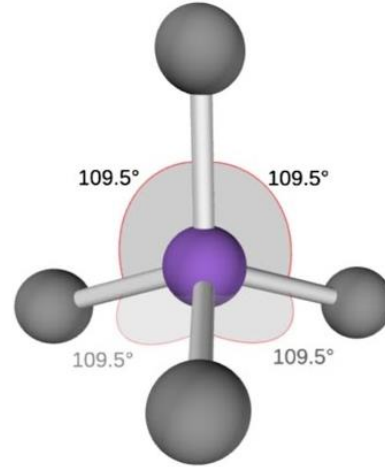
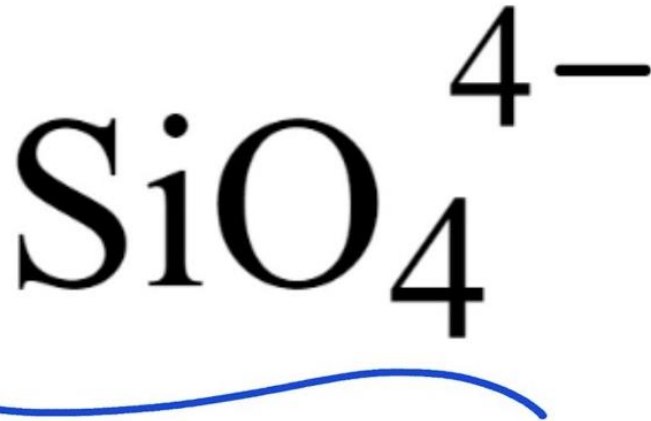
Metalik bağ



Kovalent bağ



Silikat Yapıları: Yerkabuğundaki minerallerin yaklaşık %90'ı silikat grubuna dahildir. Bunların temel yapı taşı, bir silisyum atomunun dört oksijen atomuyla çevrelendiği "Silis Tetrahedron" (SiO_4) birimidir. Bu tetrahedronlar birbirlerine farklı şekillerde bağlanarak zincir, levha veya üç boyutlu ağ yapıları oluştururlar.



Sütte Bulunan Mineral Maddeler

Mineral elementler, süt ve süt ürünlerinde inorganik iyonlar ve tuzlar halinde, ayrıca proteinler, yağlar, karbonhidratlar ve nükleik asitler gibi organik moleküllerin bir parçası olarak bulunur.

Mineral elementlerin kimyasal formu önemlidir çünkü bağırsaktaki emilimlerini ve biyolojik kullanımlarını belirler.

Sütün mineral bileğimi, laktasyon evresine, hayvanın beslenme durumuna ve çevresel ve genetik faktörlere bağlı olarak sabit değildir.



Süt mineral maddeleri (*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 inek sütünde bulunan bazı önemli mineral maddelerinin (*tuzlarının*) 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

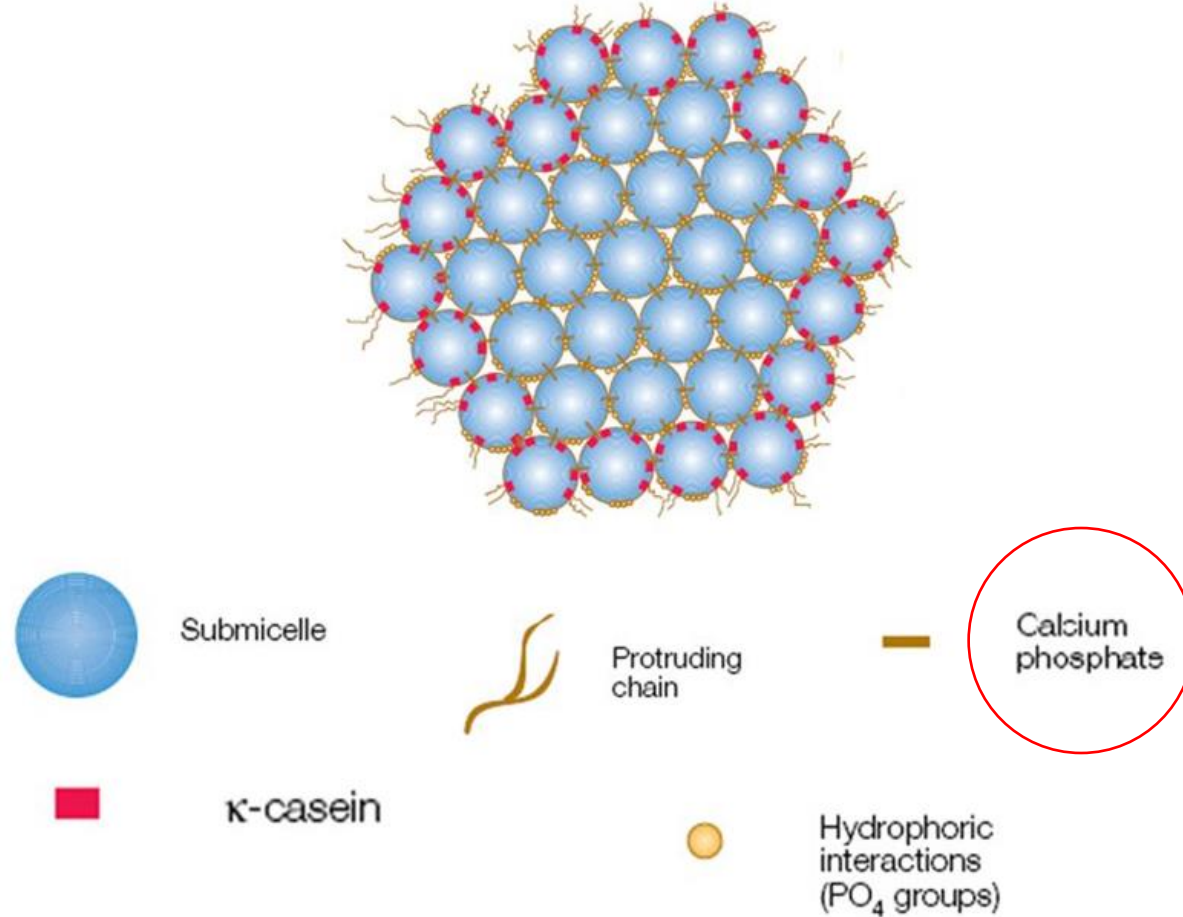
Aşağıdaki tabloda bazı mineral maddelerin sütteki ekstrem değerleri ile bir insanın günlük ihtiyacı verilmiştir.

Sütteki Başlıca 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	-

Aşağıdaki tabloda sütte iz olarak bulunan çeşitli elementlerin miktarları verilmiştir.

İz Elementler	Miktar (µg/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

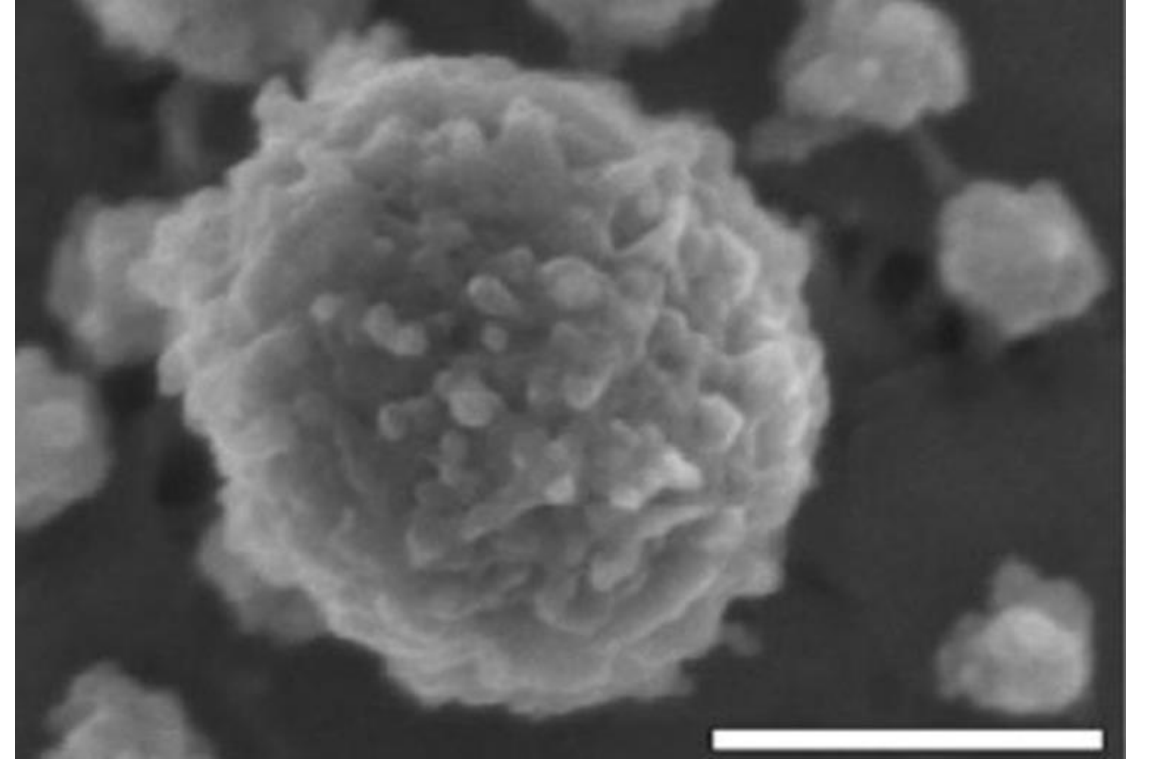
Sütte kalsiyumun büyük bir bölümü Ca-fosfat, Ca-fosfokazeinat ve Ca-sitrat şeklindedir. Ca ve Mg'un büyük bir kısmı Ca-sitrat ve Mg-sitrat halinde bulunmaktadır.



Kalsiyumun $\frac{2}{3}$ 'ü, magnezyumun $\frac{1}{3}$ 'ü, fosforun $\frac{1}{2}$ 'si süt içerisinde koloidal, geri kalanı ise iyonize formda bulunmaktadır. Koloidal 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.

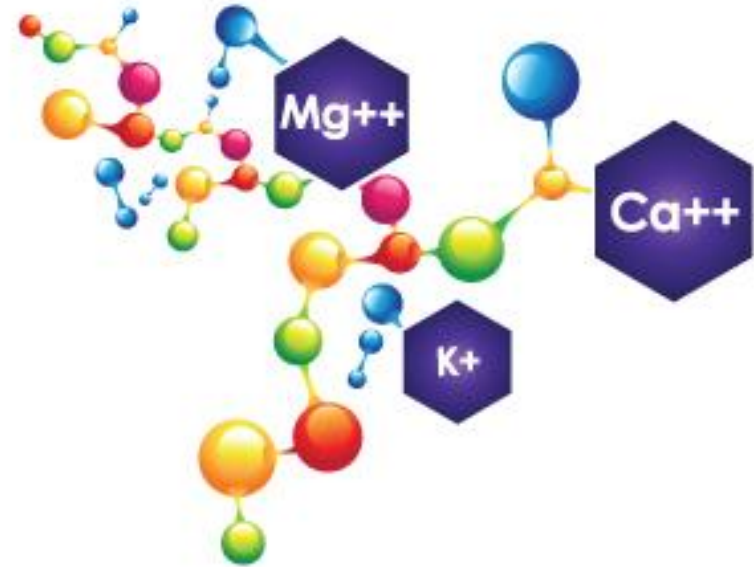
kazein miseli



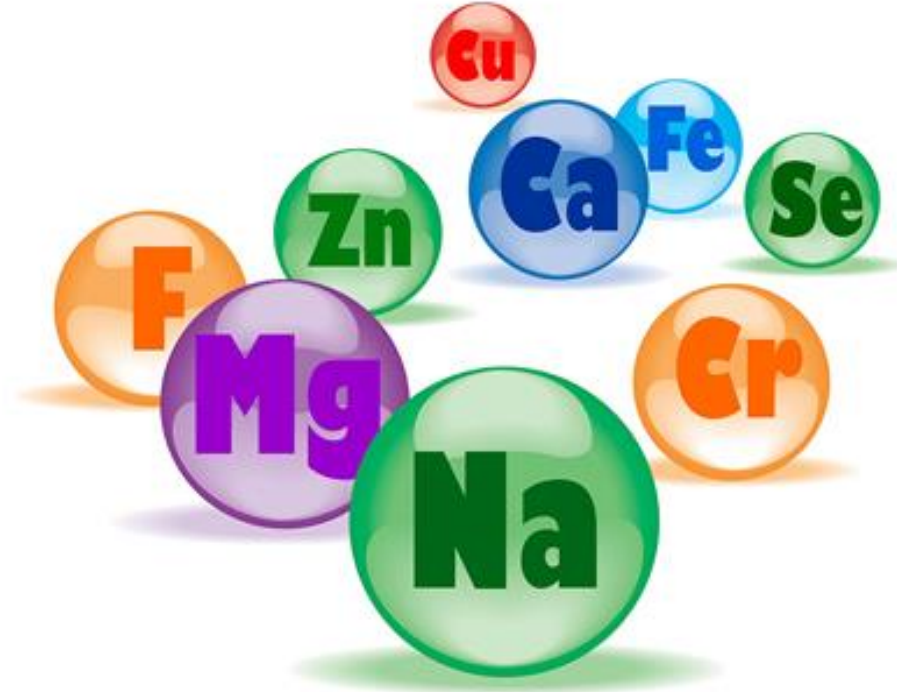
İz elementlerde kısmen veya tamamen süt fraksiyonları ile birlikte bulunmaktadırlar.

Örneğin;

- "Cu" ve "Mn" kazeinle
- "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.



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.



Mineral Maddelerin Süt Teknolojisi Açısından Önemi

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

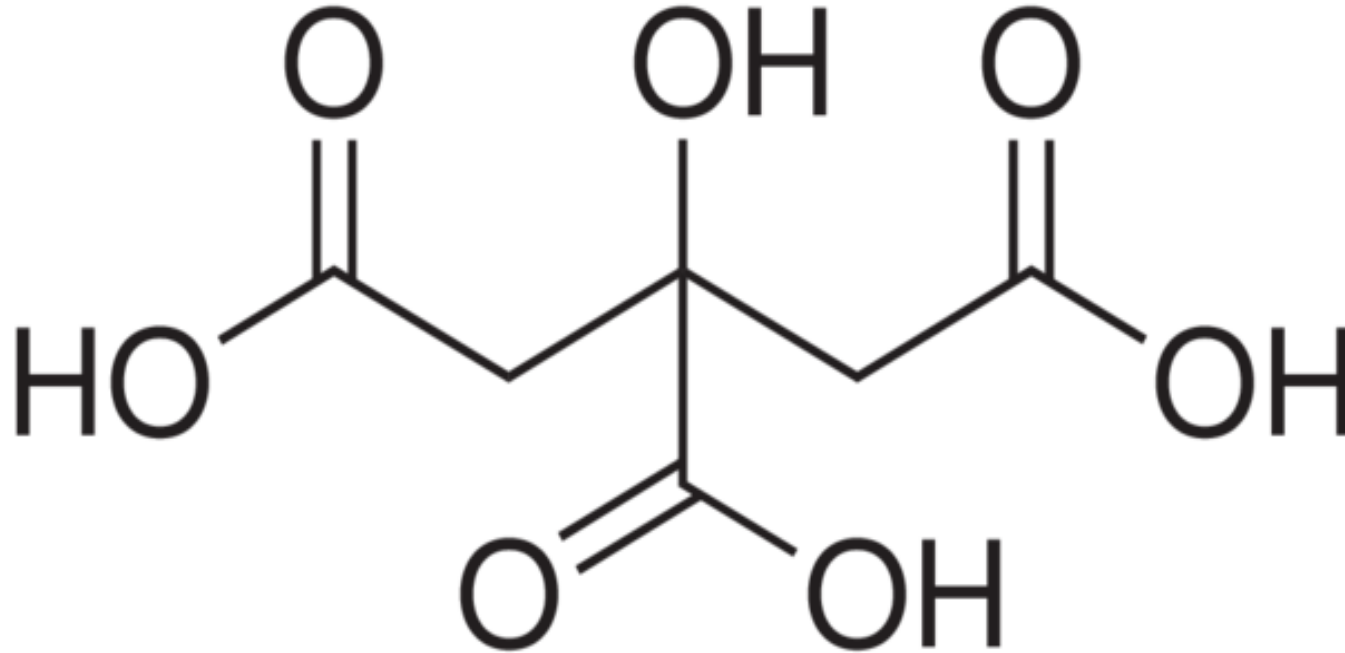


- Sütün Ca, Mg, P ile sitrat içeriği açısından bir denge mevcuttur. Bu dengeye tuz dengesi denmektedir. Sütün tuz dengesi teknolojik işlemler açısından önemlidir. Tuz dengesi bozuk olan sütler ürünlere işlendiğinde bir takım sorunlar yaratmaktadır. Kalsiyum ile Mg protein sistemini destabilize ederken,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

11 Na Sodium 22.98976928	12 Mg Magnesium 24.30409	21 Sc Scandium 44.955912
20 Ca Calcium 40.078		

- 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.

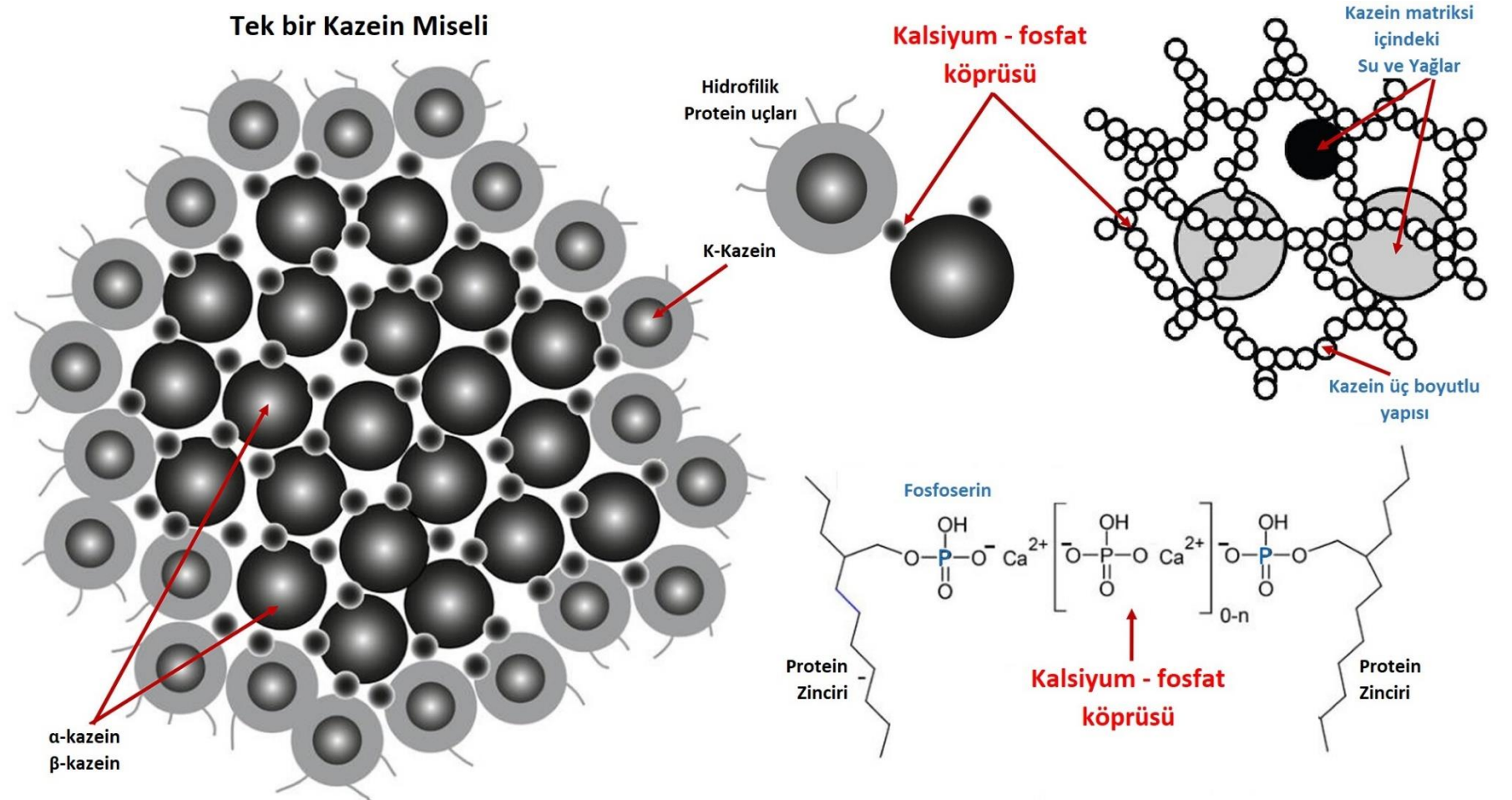
Sitrik asit



Kalsiyumun önemi

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

Kimozin kaynaklı süt pıhtılaşmasının ve kazein moleküllerinin kalsiyum-fosfat köprüleri yoluyla bağlanmasının şematik gösterimi.



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



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.



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



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

Kalsiyum

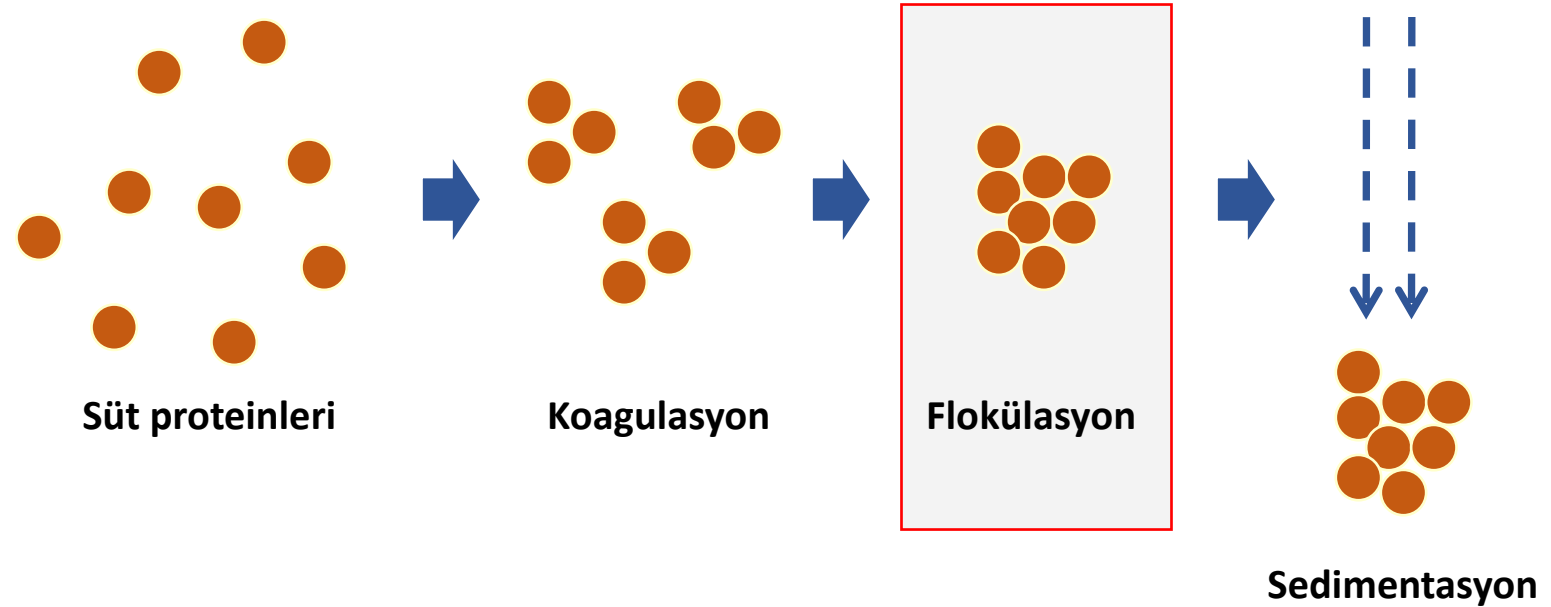


Süt tozu



Sitrik asidin sütteki önemi

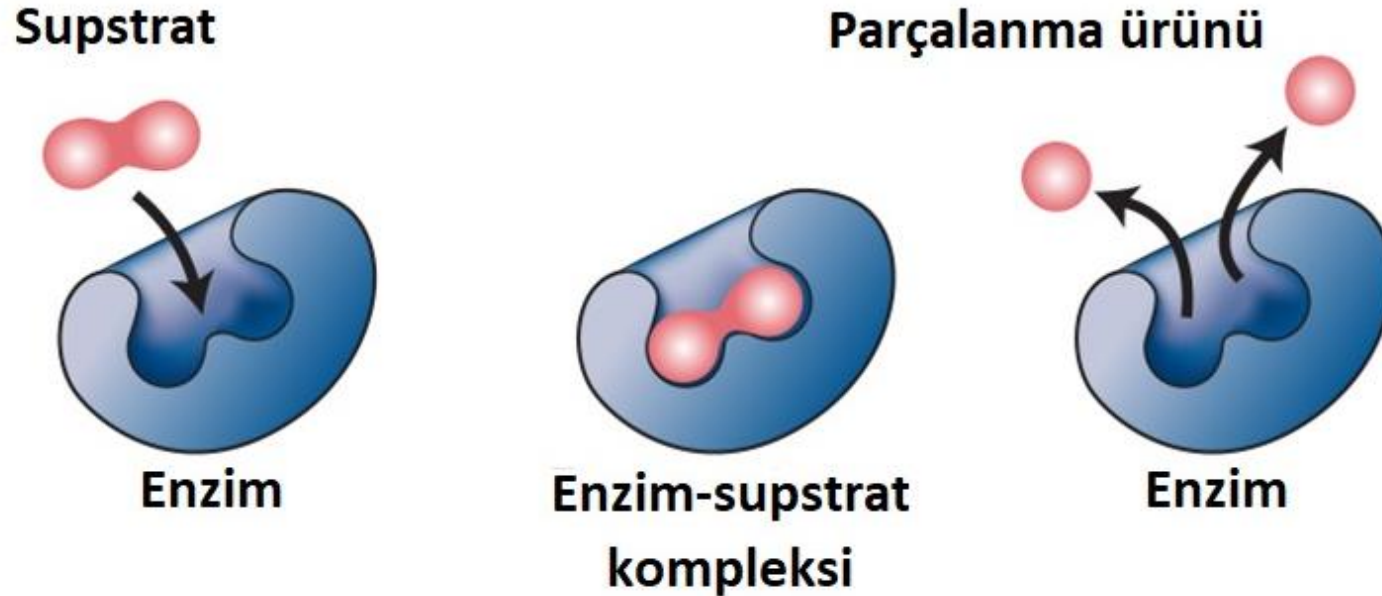
- Tamponlama sisteminin önemli bir bileşenidir.
- Kalsiyum ve magnezyum ile kompleks oluşturur. Böylece ısıtma ve dondurma sırasında,
- süt proteinlerinin floklaşmaya (*kümeleşme*) karşı stabilizasyonunu sağlar.
- Fermente süt mamullerinde, tat ve aroma maddelerinin başlangıç maddesini oluşturur.



ENZİMLER

Enzim, biyolojik bir katalizördür ve neredeyse her zaman bir proteindir. Hücredeki belirli bir kimyasal reaksiyonun hızını artırır. Enzim, reaksiyon sırasında yok olmaz ve tekrar tekrar kullanılır. Bir hücre, her biri belirli bir kimyasal reaksiyona özgü binlerce farklı enzim molekülü içerir.

Enzim Aktivitesinin Mekanizması

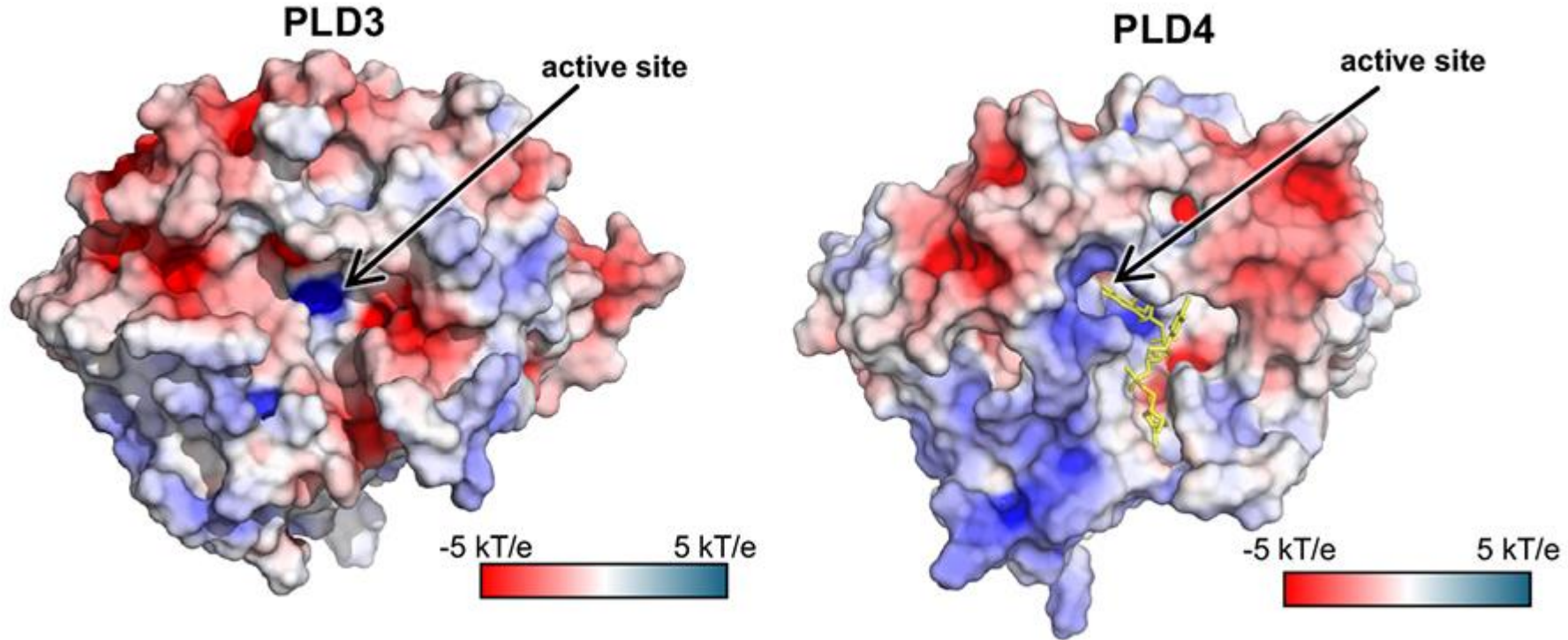


Enzim, genellikle bir protein olan ancak RNA da olabilen biyolojik bir katalizördür. Katalizörün amacı, bir reaksiyonun gerçekleşme hızını artırmaktır. Ve bir hücre içinde binlerce farklı işlevi yerine getirmek için çeşitli kimyasal reaksiyonları hızlandıran proteinler veya RNA'lar üretmek üzere genom tarafından kodlanan çok sayıda enzim vardır.



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.

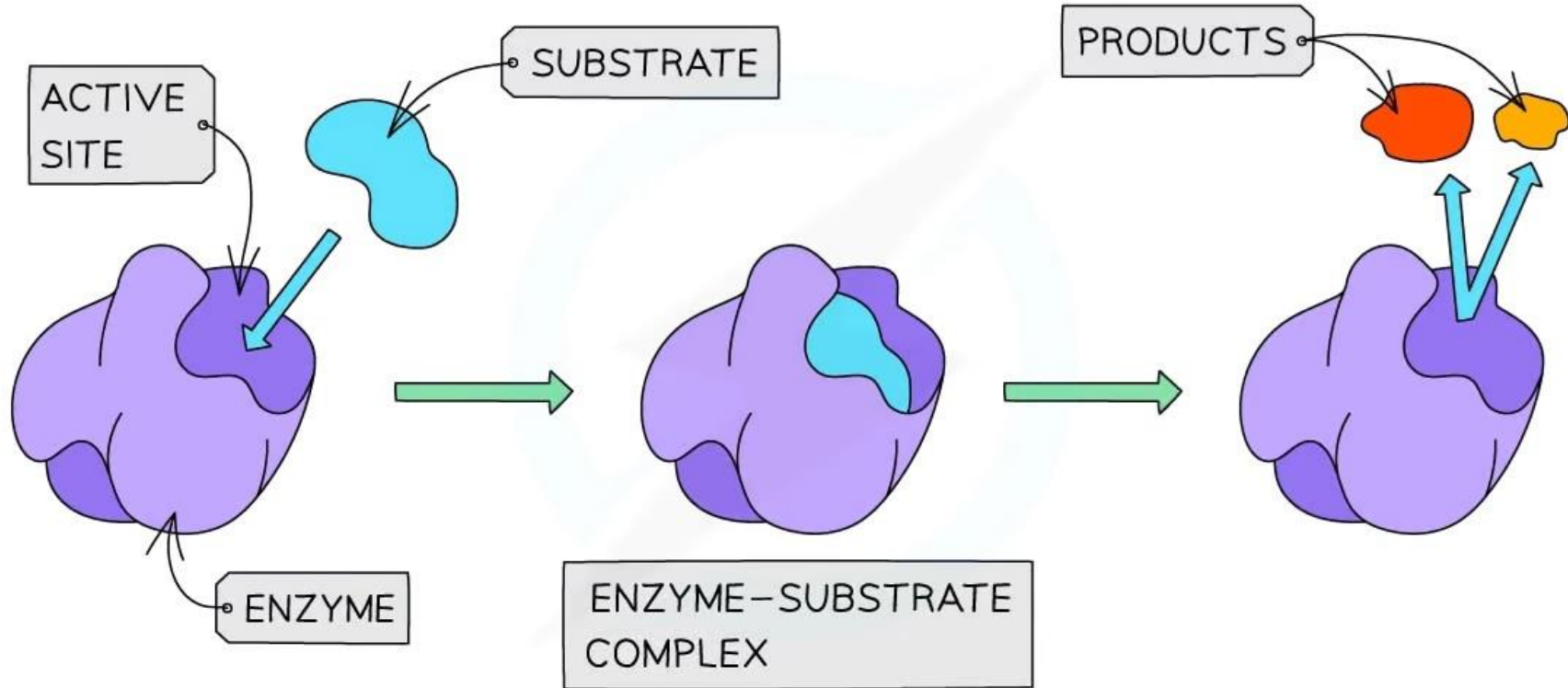
Sitoplazmada nükleik asitleri parçalayan PLD3 ve PLD4 enzimlerinin yapısal modelleri. Enzimlerin aktif (veya bağlanma) bölgeleri siyah oklarla gösterilmiştir.



Enzimlerin çalışma prensibi

Enzimler canlı organizmalar değildir, çok özel biyokimyasal reaksiyonları katalize eden biyolojik maddelerdir. Enzimler kendilerine atanmış substratı bulduklarında ona bağlanır ve onu dönüştürür, ardından bir sonraki substrat molekülüne geçerler.

Bozunma reaksiyonları, büyük ve karmaşık molekülleri daha küçük ve basit moleküllere ayırır.

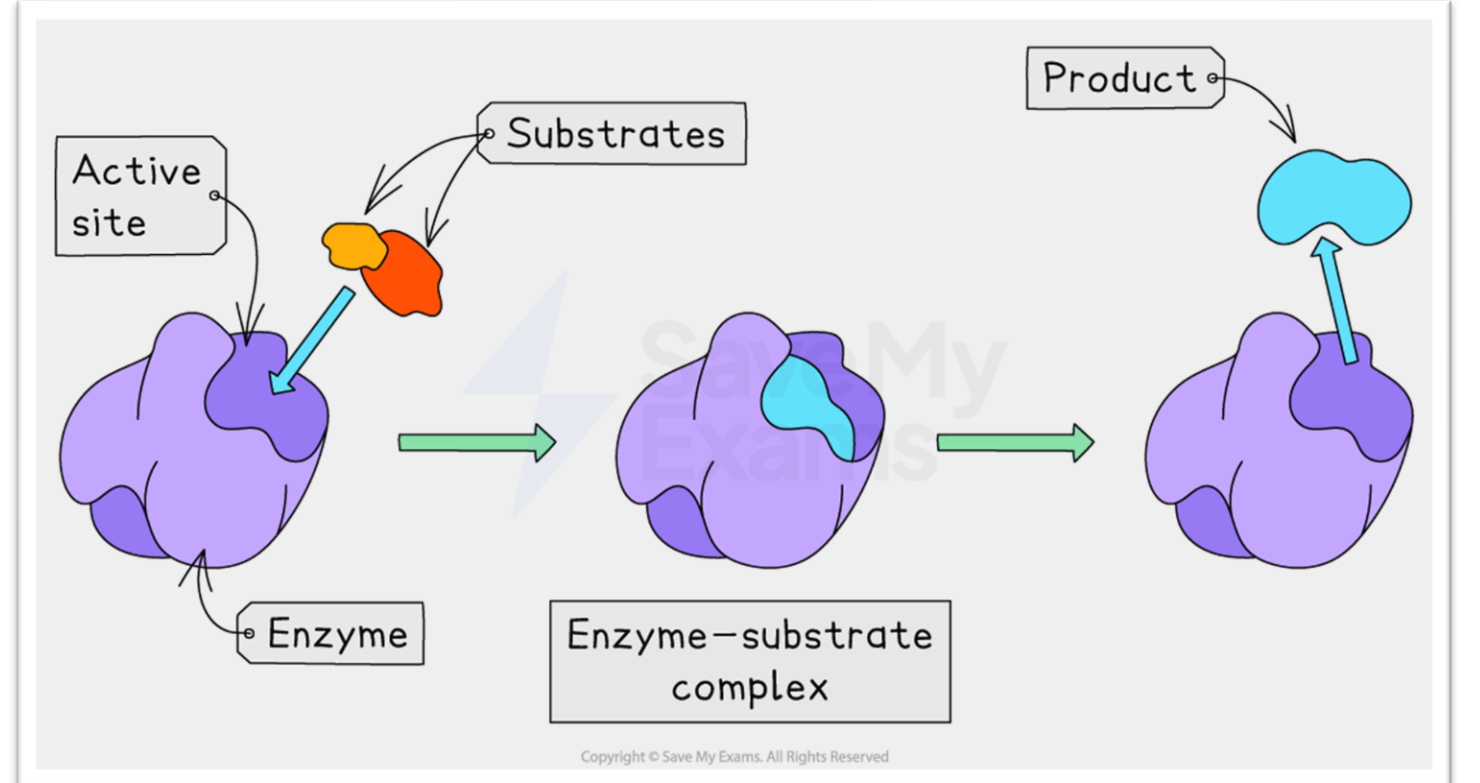


Copyright © Save My Exams. All Rights Reserved

Enzimlerin kimyasal yapıları

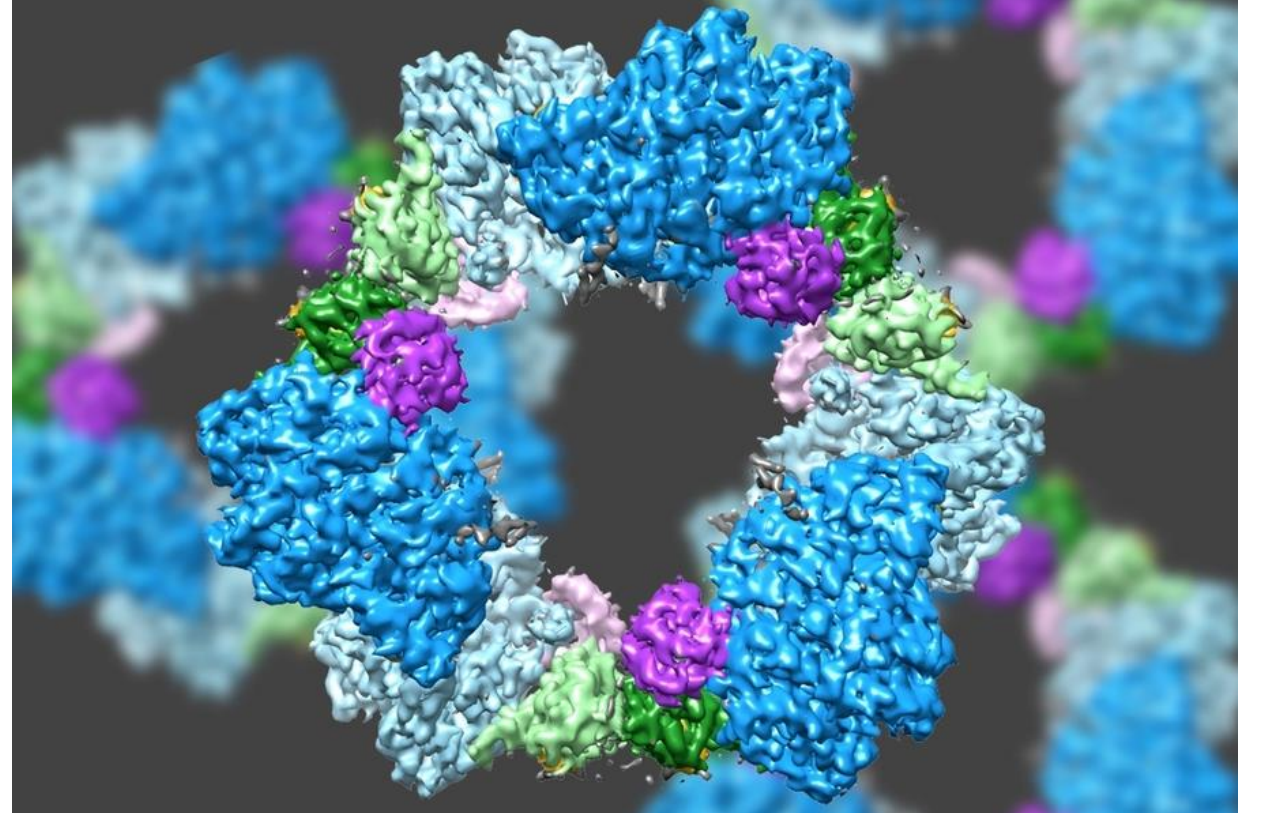
Enzimler, tüm canlı organizmaların temel bileşenleri olan proteinlerdir. Katalizör görevi görürler; yani biyokimyasal reaksiyonların normalden daha hızlı gerçekleşmesini sağlarlar. Enzimler olmadan, bu reaksiyonlar ya hiç gerçekleşmez ya da yaşamı sürdürmek için çok yavaş ilerler. Örneğin, enzimler olmadan sindirim imkansız olurdu (*enzimler olmadan sindirim olayı yaklaşık 2-3 hafta sürebilirken enzimlerle ortalama 4 saatte gerçekleşmektedir*).

Sentez reaksiyonlarında, daha küçük moleküller bir araya getirilerek daha büyük ve daha karmaşık moleküller oluşturulur.



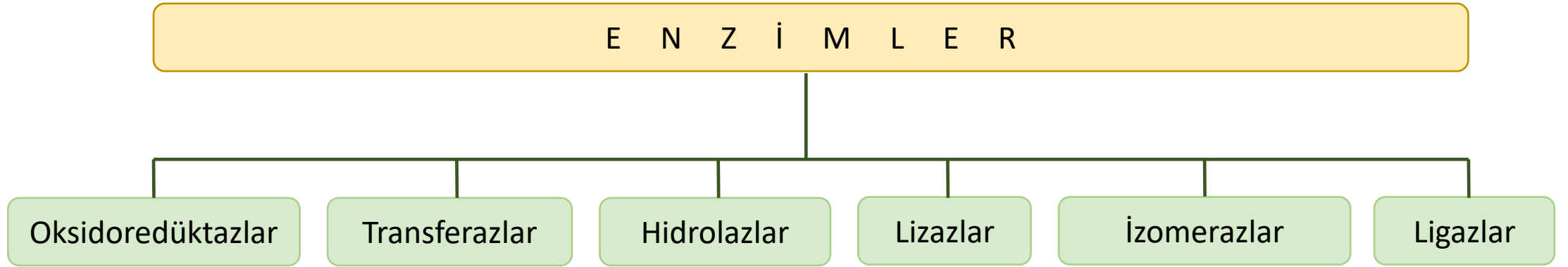
Tüm proteinler gibi enzimler de amino asit zincirlerinden oluşur. İnsanlarda, bitkilerde ve hayvanlarda görülen çoğu biyokimyasal reaksiyon, enzimler tarafından katalize edilir ve enzimlerin işlevleri nihayetinde amino asit dizilimlerine bağlı olarak değişir. Her enzimin, üç boyutlu yapısına ve özellikle enzim molekülünün aktif bölgesine bağlı olarak belirli bir işlevi vardır.

Son teknoloji ürünü bir elektron mikroskobu kullanarak, insan hücrelerinde DNA yapı taşlarının yeterli miktarda bulunmasını sağlamak için hayati önem taşıyan bir enzimin yapısının görseli

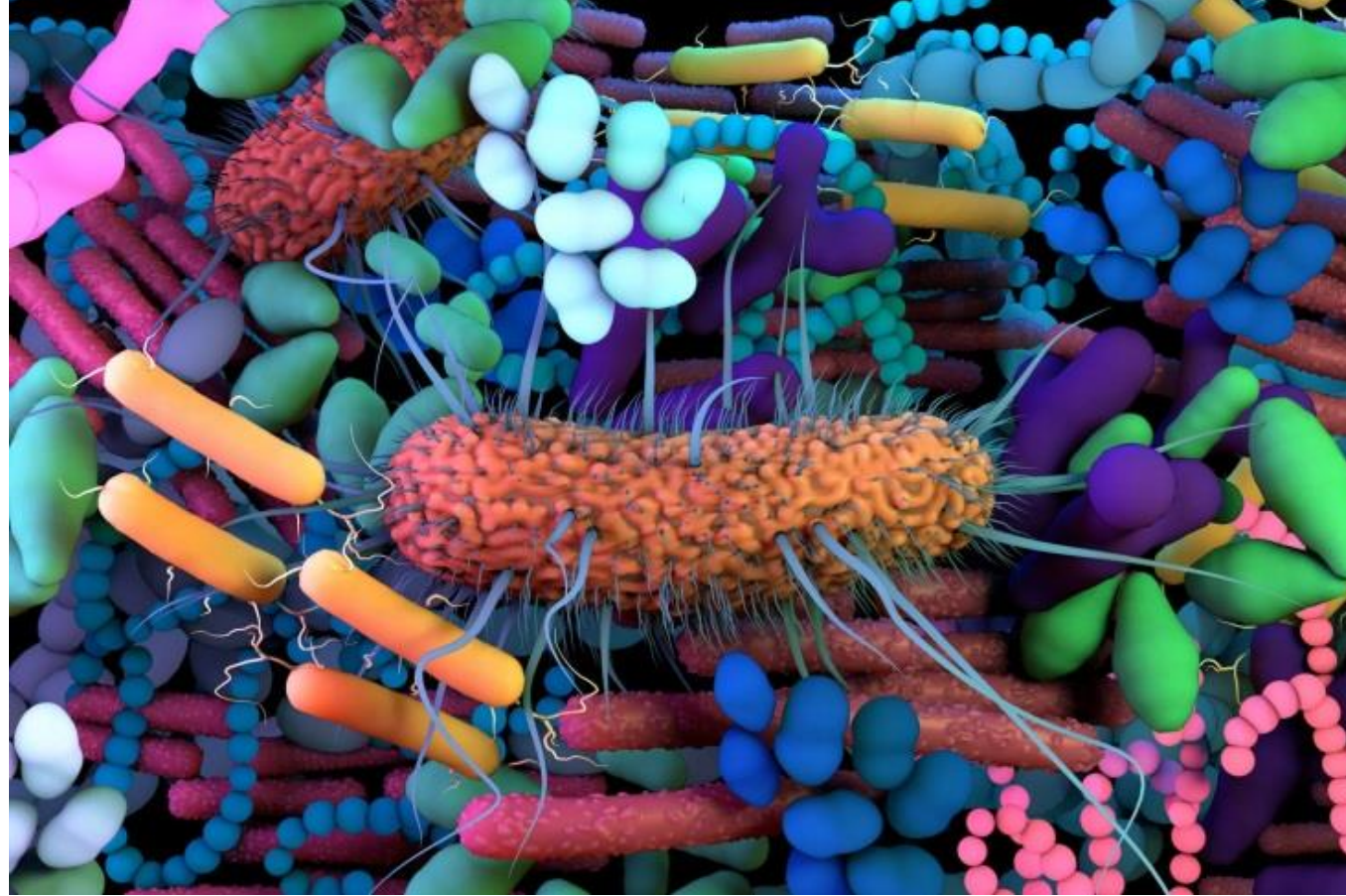


Endüstriyel uygulamalarda enzimler çok kullanışlı katalizörlerdir. Enzimlerin en önemli avantajı, düşük sıcaklıkta ve orta pH değerlerinde çok yüksek reaksiyon hızıyla çalışabilmeleridir. Ayrıca, enzimler kolayca biyolojik olarak parçalanabilirler. Bu nedenle, enzimler endüstriyel sorunlara çevre dostu bir çözümdür.

Enzimler genellikle, doğal olarak üzerinde etki edecekleri substrat molekülünün kök adına "-az" son eki eklenerek adlandırılır. Örneğin, Lipaz lipidlerin hidrolizini katalize eder, molekülü su yardımıyla parçalar; Sükraz ise sükrozun glikoz ve fruktoza hidrolizini katalize eder.



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

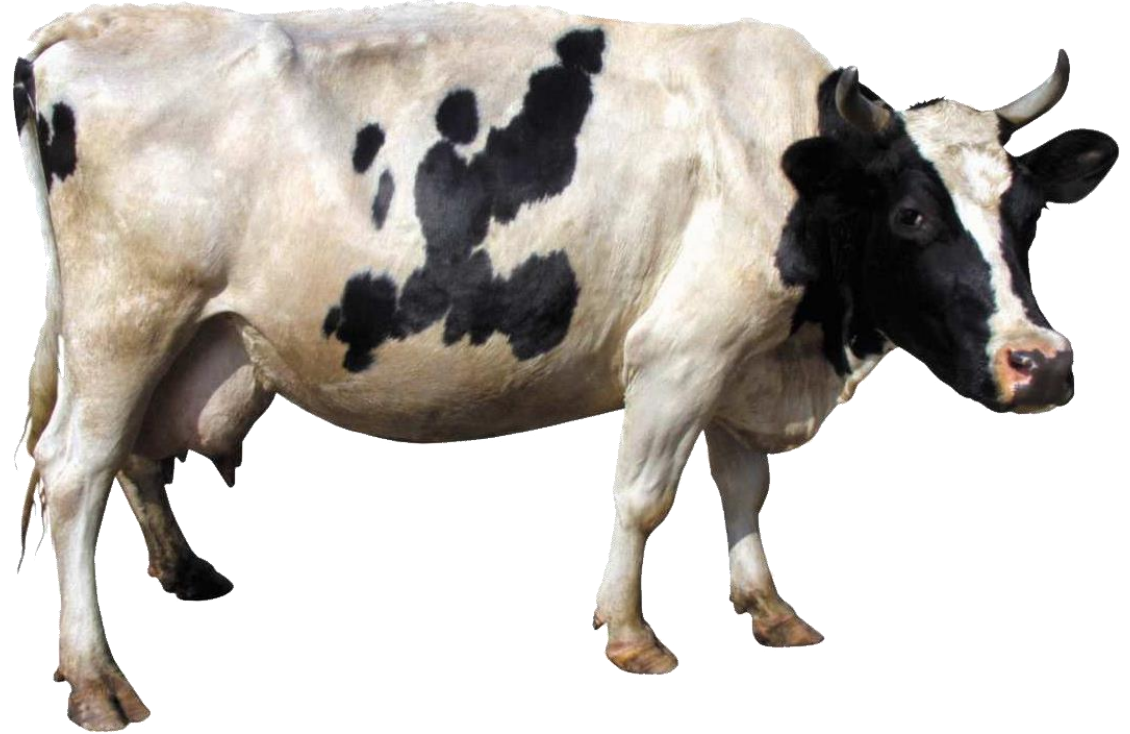


<https://www.harvard.edu/in-focus/microorganisms/>

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

Sütte bulunan enzimleri aşağıdaki 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.



Enzimlerin Süt Teknolojisi Açısından Önemi

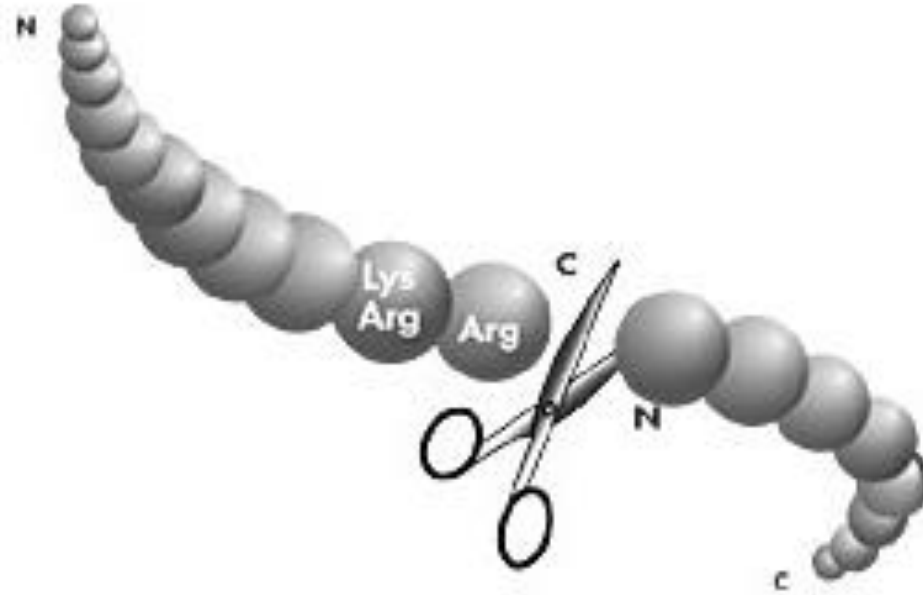
Sütte bulunan başlıca enzimler şunlardır:

- Oksido-redüktazlardan ksantinoksidaz, sülfidril oksidaz, katalaz, laktoperoksidaz, süperoksit dismutaz.
- Transferazlardan glikozil transferaz.
- Hidrolazlardan lipaz, esteraz, fosfatazlar (*alkali ve asit fosfotaz*), proteaz, amilaz, lizosim'dir.



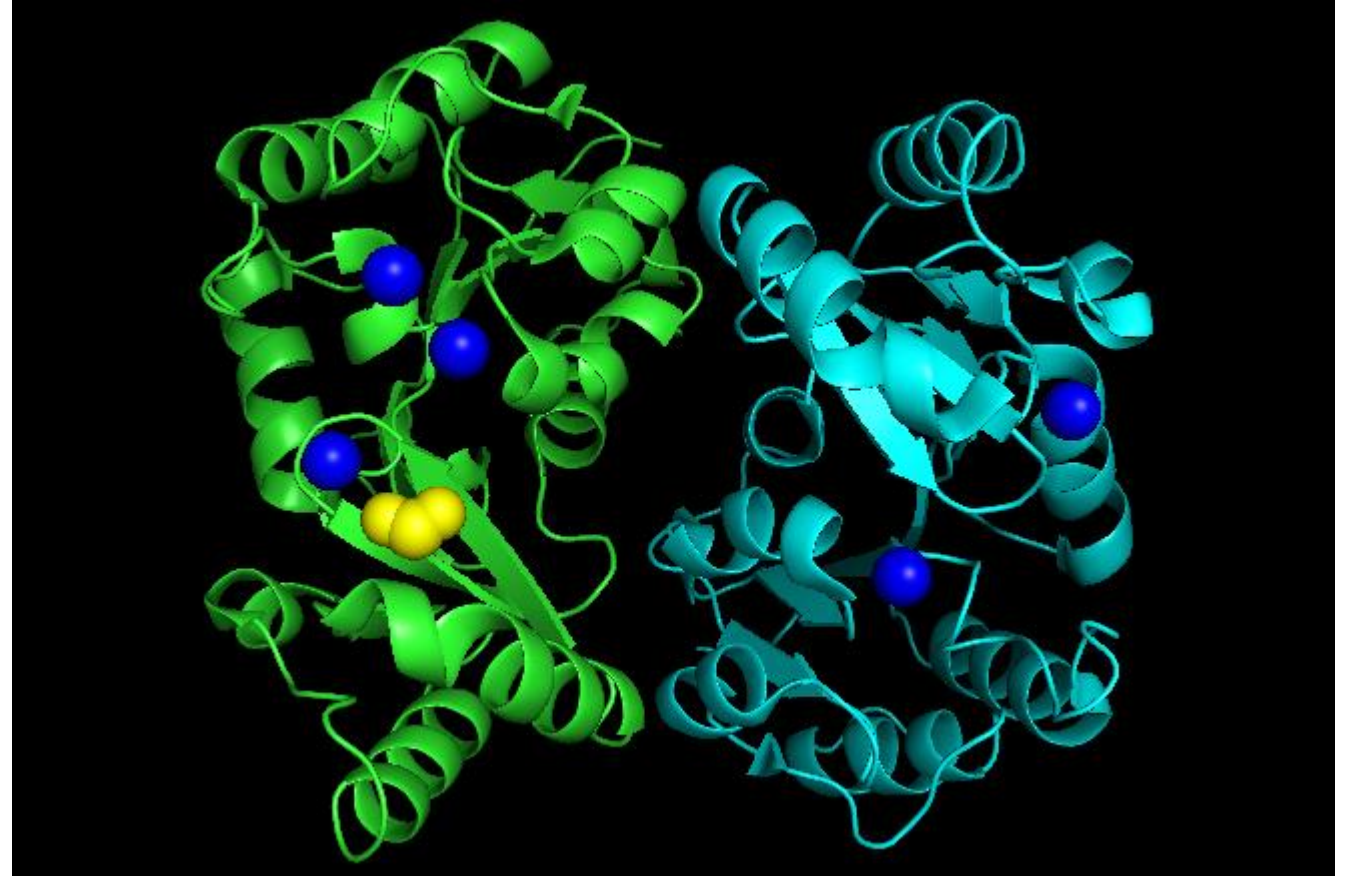
Adı geçen bu enzimlerin süt teknolojisi açısından önemi aşağıdaki şekildedir.

Bazı süt bileşenlerine (*rneğın yağ, protein vb*) etki ederek paraladıklarından teknolojik açıdan önemlidirler. Lipaz enzimi süt yağını paraladığından ransitite faktörü olarak bilinmektedir. Proteazlar da proteinleri paraladıklarından peynirlerin olgunlaşması aşamasında gereklidirler.



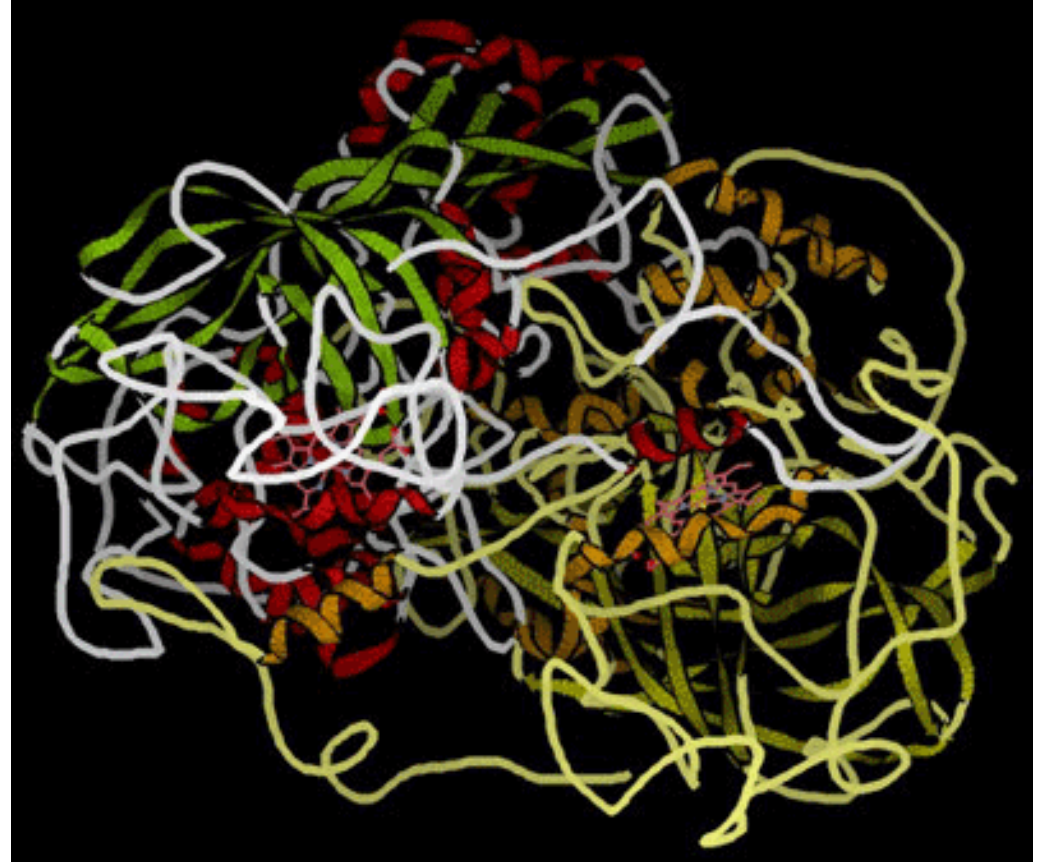
Enzimlerin ısıya duyarlılıkları farklı olduğundan bu özelliklerinden yararlanılmaktadır. Örneğin ısıya en duyarlı enzim olan alkali fosfotaz enzimi aracılığıyla sütün pastörize edilip edilmediği kontrol edilebilmektedir.

alkali fosfotaz enzimi



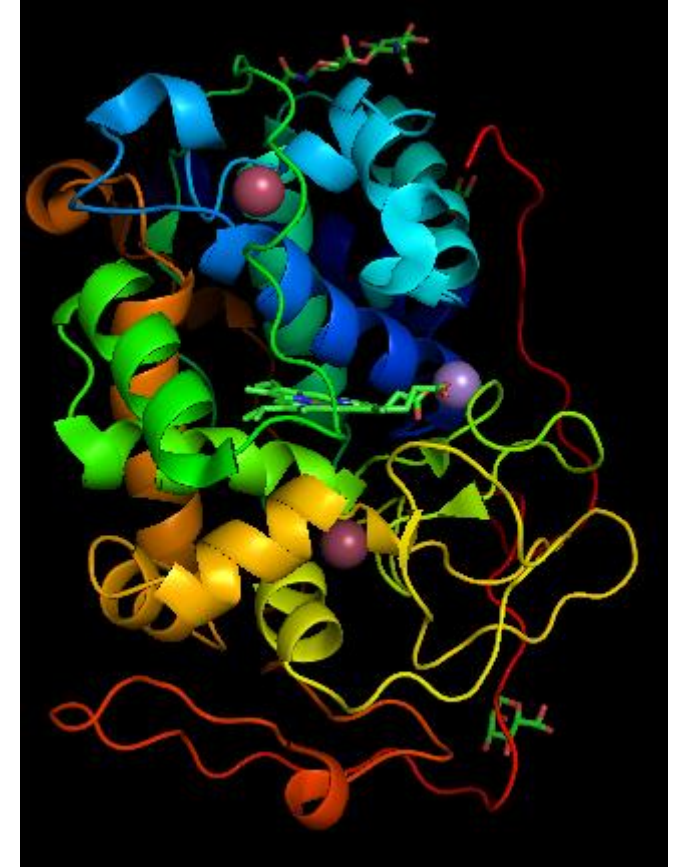
Bazı enzimlerin varlığı ve yokluğu sayesinde sütün bakteriyolojik özelliğini belirleyebiliriz. Sütte çeşitli hastalık veya aşırı bakteri faaliyeti sırasında bazı enzimlerin miktarı artmakta veya azalmaktadır. Bu enzimleri kontrol etmek suretiyle sütün hijyenik özelliği tespit edilebilir. Örneğin redüktaz,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

Katalaz enzimi



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

Laktoperoksidaz enzimi



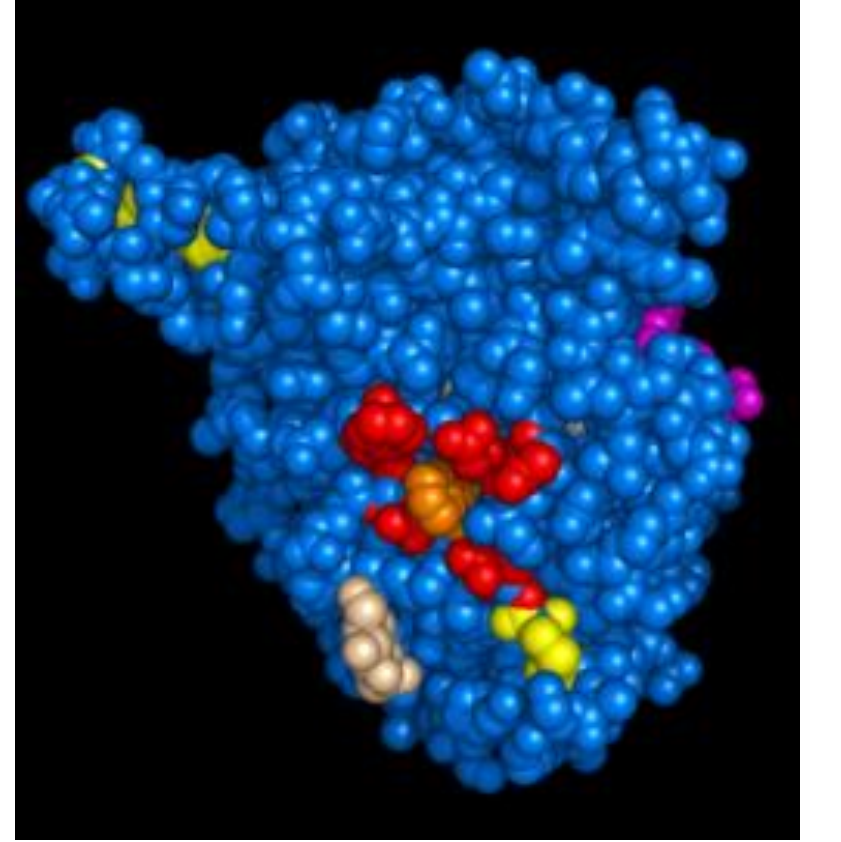
Peroksidaz enzimi:

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.



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.



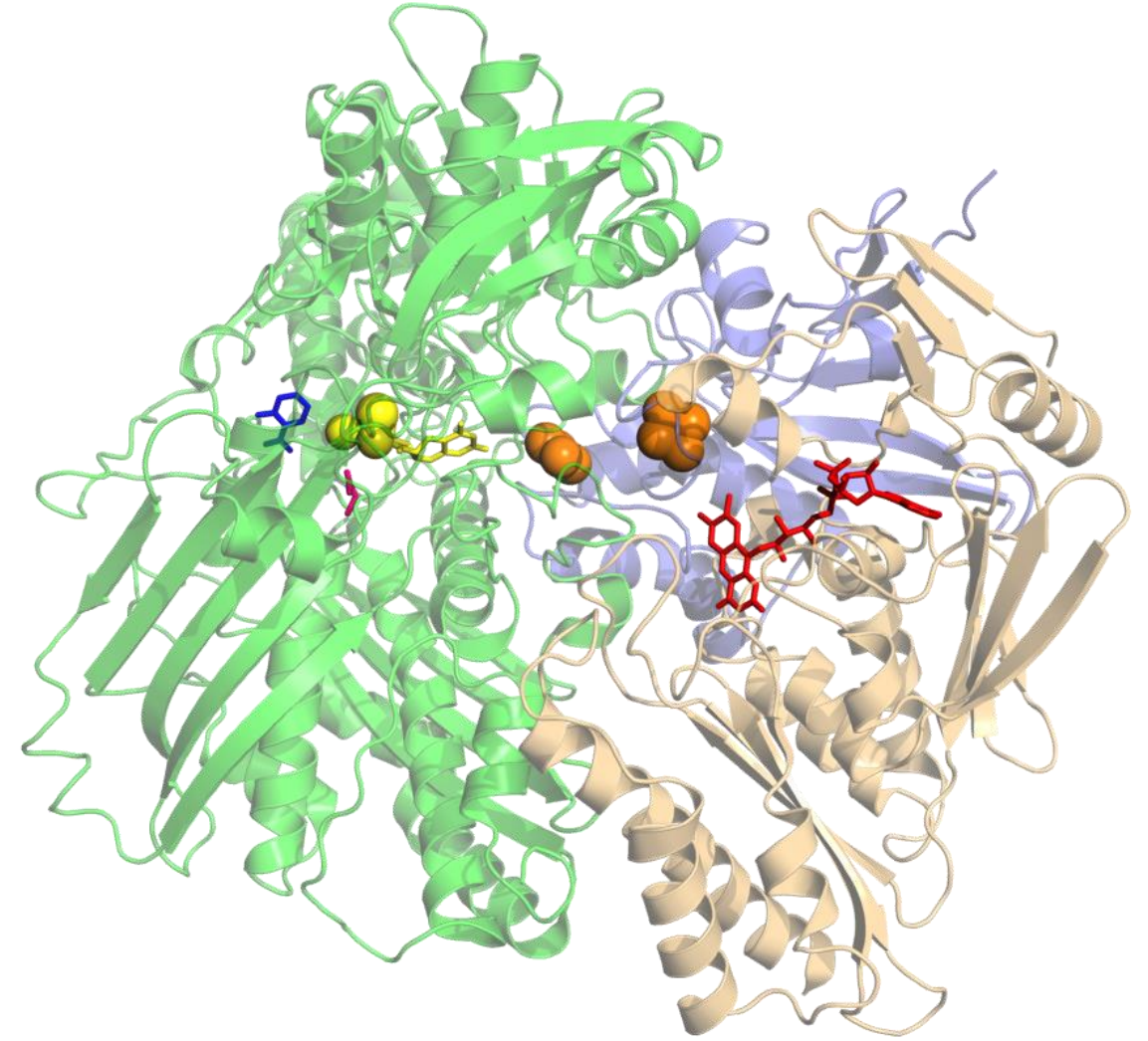
Ksantinoksidaz (redüktaz) enzimi:

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 ısıl işlemlerde inaktif olmaktadır.

Optimum pH'sı 8,0-9,0; izoelektrik noktası 6,9-7,6'dır.

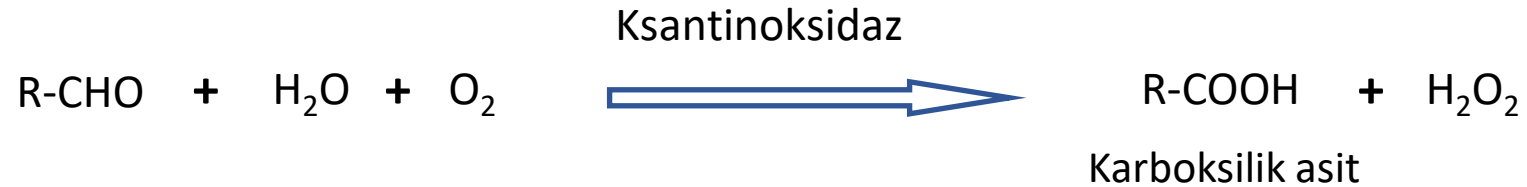
İçerdiği metal iyonlar Mo ve Fe'dir. Kullandığı akseptörler O₂, sitokron C, NAD ve ferrisiyonittir.



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



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



Ksantinoksidaz enziminden süt teknolojisinde çeşitli amaçlarla yararlanılmaktadır.

Bu enzim aracılığı ile;

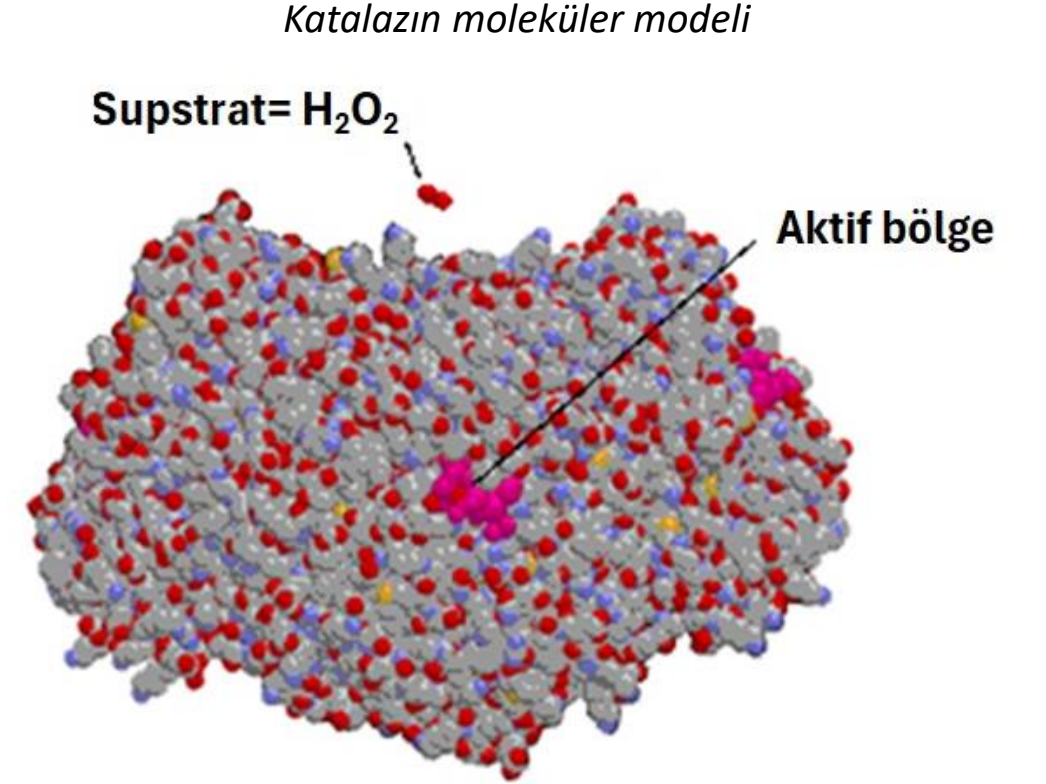
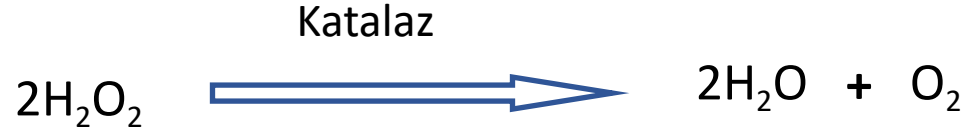
- Sütün mikrobiyolojik kalitesi ve
- Laktasyon başındaki ve sonundaki sütleri ayırt edebilir.

Sütün bakteriyolojik kalitesi kötü ise ortama katılan metilen mavisi kısa sürede indirgenecektir.

Katalaz enzimi:

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.

SÜTÜN MİNÖR BİLEŞENLERİ

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

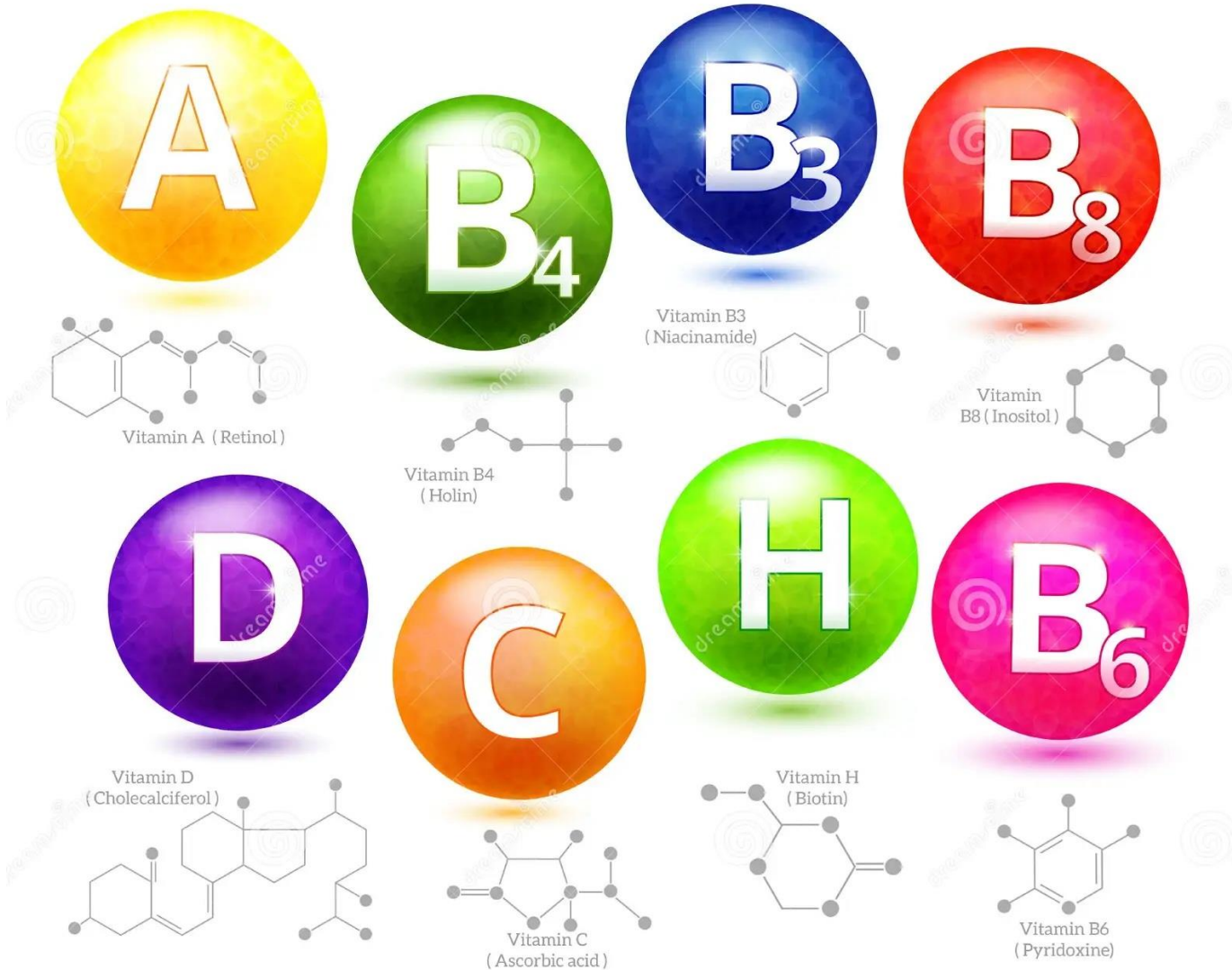
Sütün minör bileşenleri genellikle;

- Vitaminler
- Süt gazları
- Organik asitler
- Hormonlar
- Koruyucu maddeler
- Somatik hücrelerdir.

Vitaminler

Vitaminler bir organizmanın düzgün metabolik işlevi için küçük miktarlarda gerekli olan organik moleküllerdir (*veya vitamer adı verilen yakından ilişkili molekül gruplarıdır*). Bu temel besin maddeleri, organizmada hayatta kalmak için yeterli miktarda sentezlenemez ve bu nedenle tüketim yoluyla alınmalıdır. Örneğin, C vitamini bazı türler tarafından sentezlenebilirken diğerleri tarafından sentezlenemez; ilk durumda vitamin olarak kabul edilmezken, ikinci durumda kabul edilir. Çoğu vitamin tek bir molekül değil, vitamer adı verilen ilişkili molekül gruplarıdır. Örneğin, E vitaminin sekiz vitameri vardır : dört tokoferol ve dört tokotrienol.

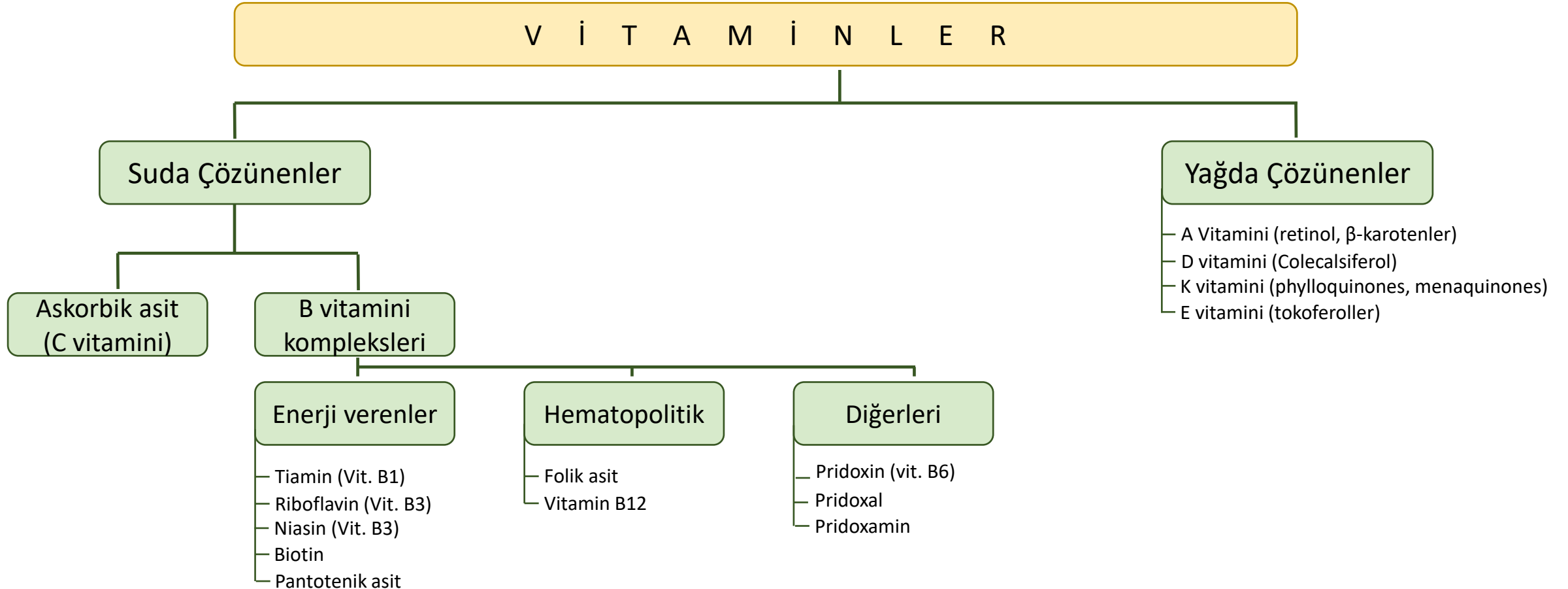
Vitaminlerin kimyasal yapısı



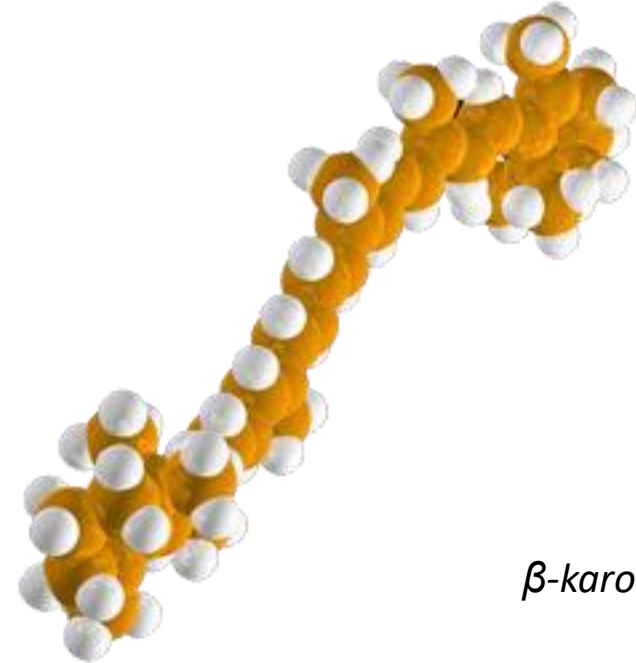
Yaşam için gerekli vitaminlerin hemen hemen hepsi sütte bulunmaktadır.

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.



Bazı vitaminler süt mamullerinin karakteristik renklerinin oluşmasında rol oynarlar. Örneğin; A vitaminin provitamini olan β -karoten ve laktoflavin (B2), bünyelerinde konjuge çift 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.



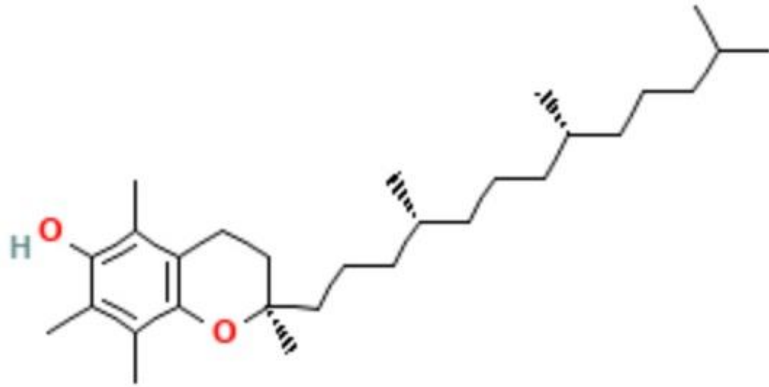
β -karoten

Bir kısım vitaminler ise antioksidan görev yaparak, sütün redoks potansiyelini etkilerler. Örneğin tokoferol (vitamin E) antioksidan bir etki göstererek tereyağının kimyasal bozulmasına engel olur.

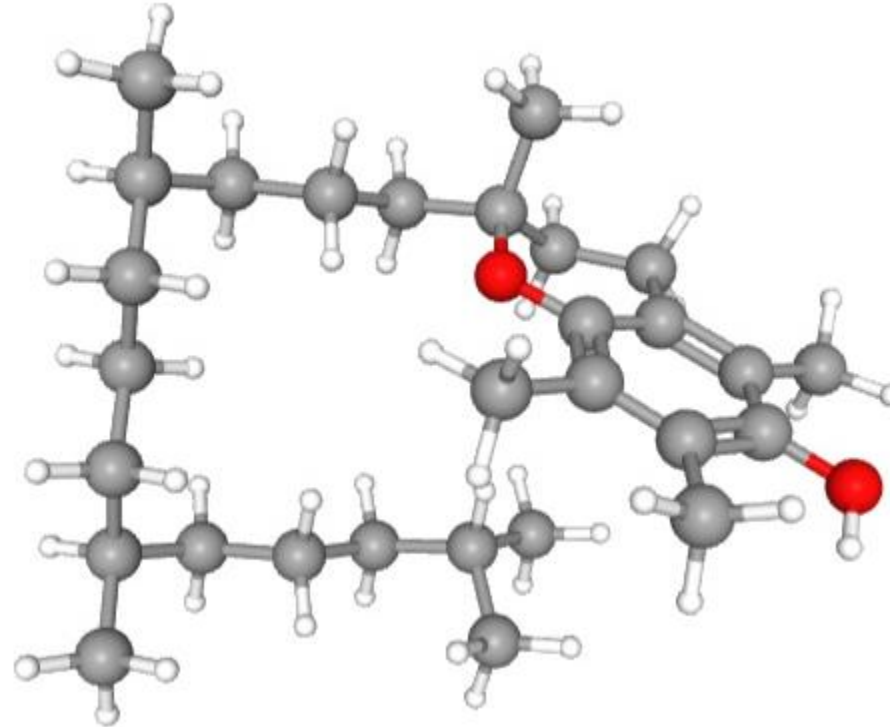
Askorbik asit (vitamin C) ise, süt ve tereyağında indirgen madde olarak faaliyet göstererek oksidasyonu frenler.

Bazı vitaminler süt mamulleri için yararlı olan mikroorganizmaların çoğalmasında yardımcı olurlar.

E vitaminin kimyasal yapısı



<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Vitamin-E>



Gazlar

Gaz, sabit hacmi veya sabit şekli olmayan bir madde halidir. Sıvının aksine, sıkıştırılabilir bir akışkan formudur. Saf bir gaz, tek tek atomlardan (örneğin neon gibi soygazlar) veya moleküllerden (örneğin oksijen (O_2) veya karbondioksit oluşur. Saf gazlar ayrıca havada olduğu gibi birbirine karışmış halde de bulunabilir. Gazları sıvılardan ve katılardan ayıran şey, tek tek gaz parçacıklarının birbirinden çok uzak olmasıdır. Bu ayrışma, bazı gazları insan gözüyle görünmez hale getirebilir.



Süt Gazları

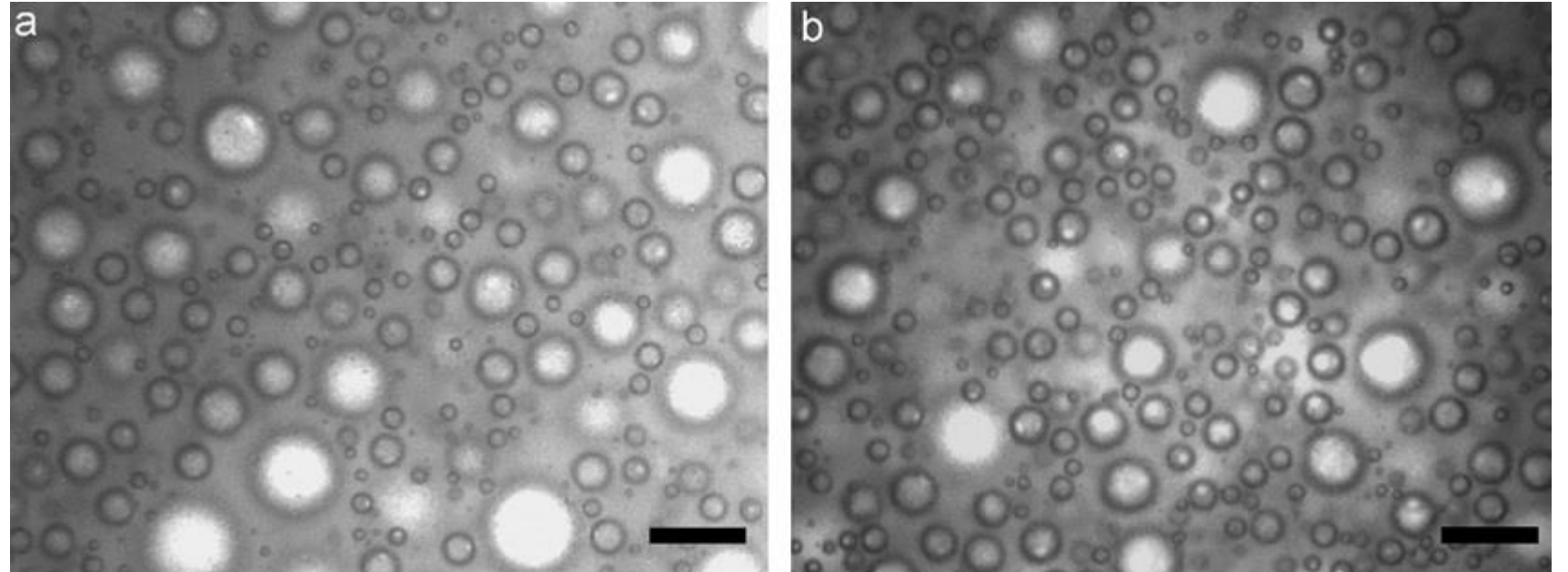
Sütün bileşiminde hacimce %5-8 oranında oksijen, karbondioksit ve azot gazı bulunur.

Bu gazlardan, özellikle O₂ ve CO₂ 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.

Çırpılmış emülsiyonlardaki (AMF/S ve AMF/O) hava kabarcıklarının ışık mikroları; burada susuz süt yağı kısmen (a) stearin bakımından zengin ve (b) olein bakımından zengin süt yağı fraksiyonlarıyla değiştirilmiştir (ölçek çubuğu ¼ 100 mm).



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.

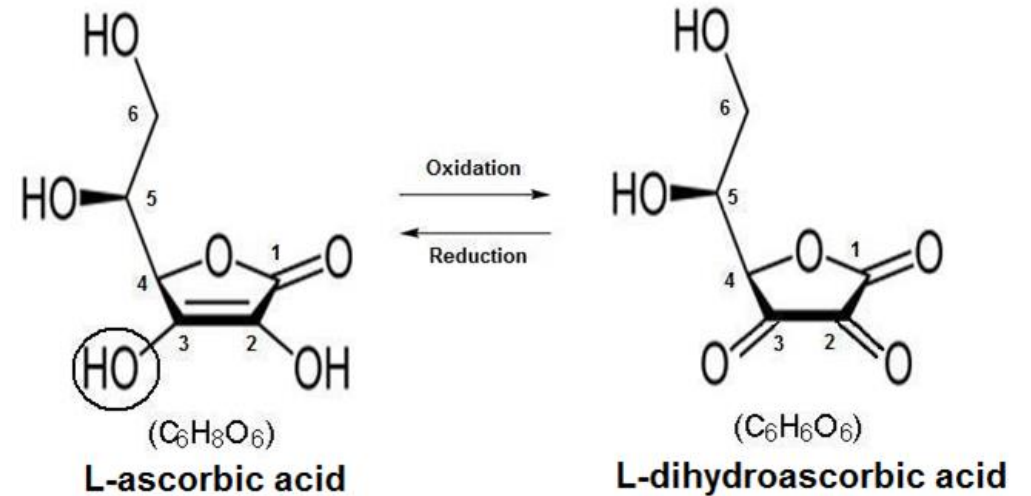
Bu gazların çoğu ısıl işlem yoluyla uzaklaştırılmaz ve sütte kötü tat ve aromaya neden olurlar.



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.



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



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



Organik asitler

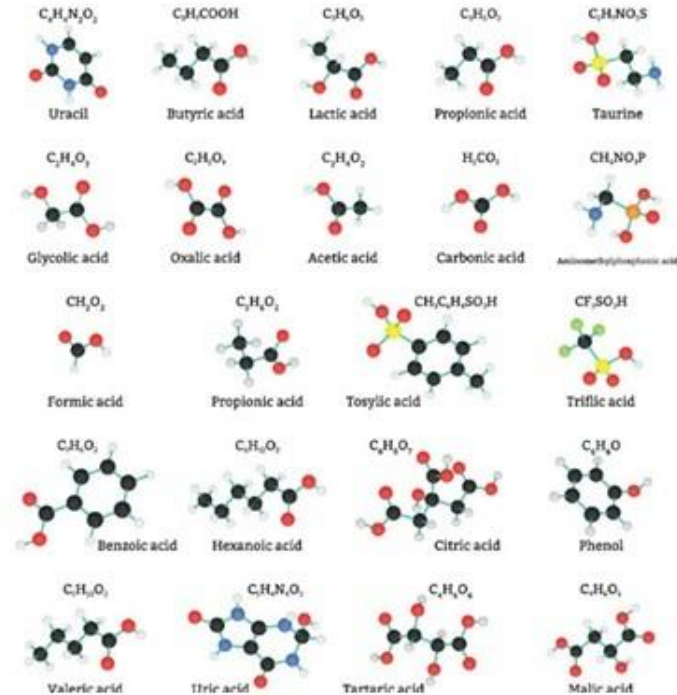
Genel olarak, organik asitler zayıf asitlerdir ve suda tamamen ayrılmazlar, oysa güçlü mineral asitler ayrışır. Formik ve laktik asit gibi düşük molekül kütleli organik asitler suda karışabilirken, benzoik asit gibi yüksek molekül kütleli organik asitler moleküler (nötr) formda çözünmezler. Öte yandan, çoğu organik asit organik çözücülerde çok çözünürdür. *p*-Tolüensülfanik asit organik reaksiyon çözücüsünde çözünebildiği için organik kimyada sıklıkla kullanılan nispeten güçlü bir asittir.

Bileşiğin polaritesini etkileyen diğer ikame edicilerin varlığında, bu çözünürlük özelliklerine istisnalar mevcuttur.

Organik asitler için birkaç yaygın örnek:

- Laktik asit
- Asetik asit
- Formik asit
- Sitrik asit
- Oksalik asit
- Ürik asit
- Malik asit
- Tartarik asit
- Bütirik asit
- Folik asit

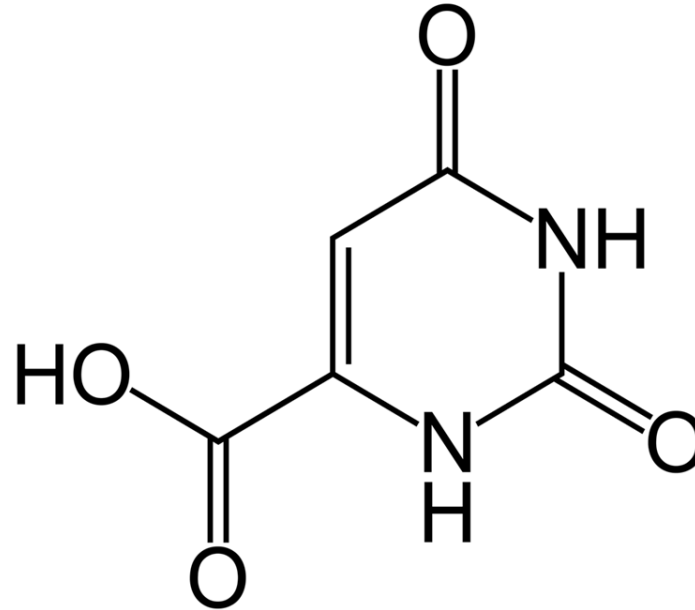
ORGANİK ASİTLER



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.

orotik asit



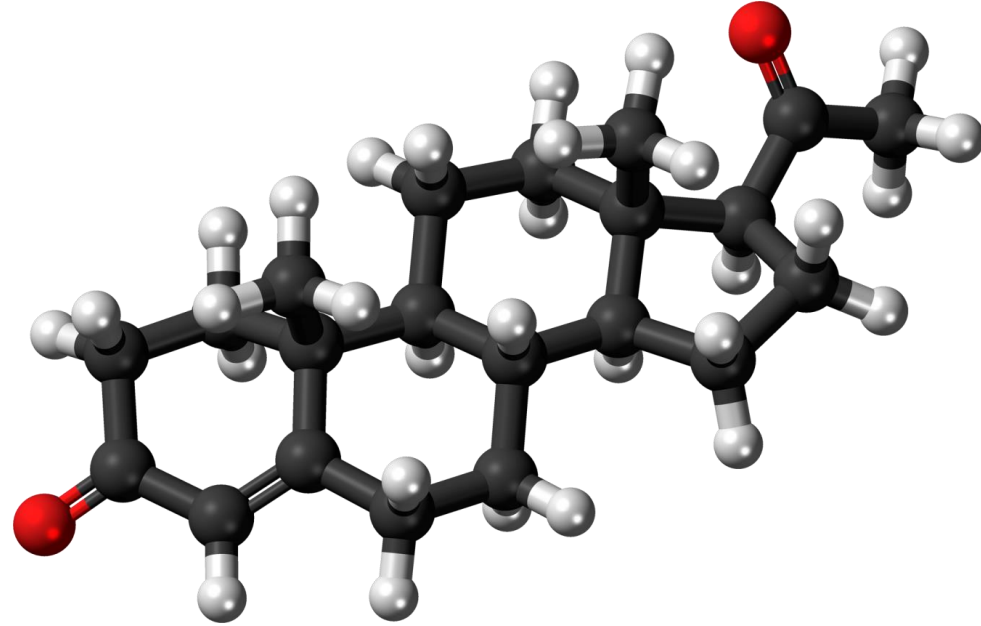
Hormonlar

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



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)	

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



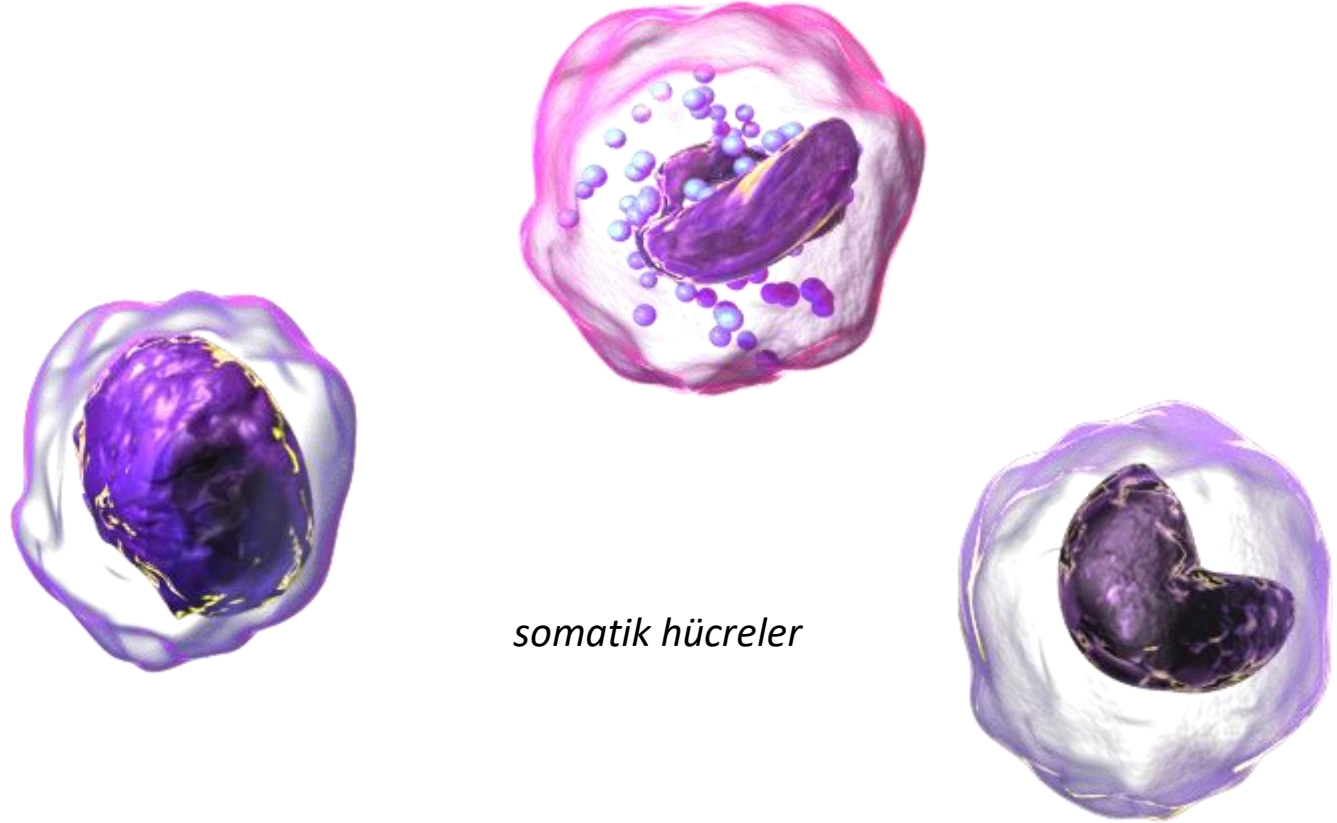
Sütte koruyucu maddelerin başlıcaları,

- 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

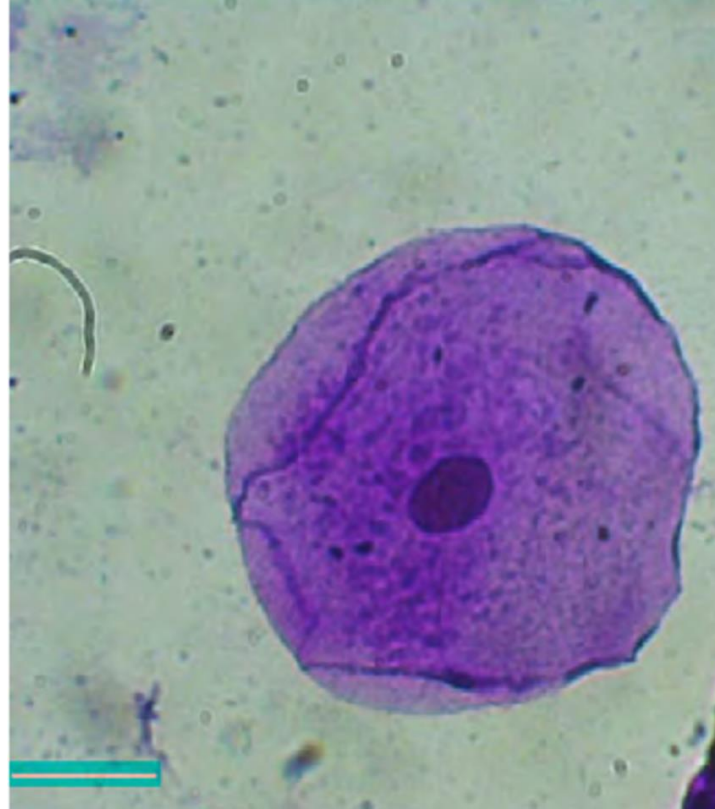
Somatik Hücreler

Sütün sentezlenmesi sırasında kandan gelen ve memenin epitel hücrelerinden ayrılan bir miktar hücre, normal olarak sütte mevcuttur. Bu hücrelere, vücut kökenli anlamında “somatik hücreler” denir. Somatik hücreleri mikroorganizma hücrelerinden ayıran en önemli özellikleri, bunların daha sonra çoğalmamalarıdır.

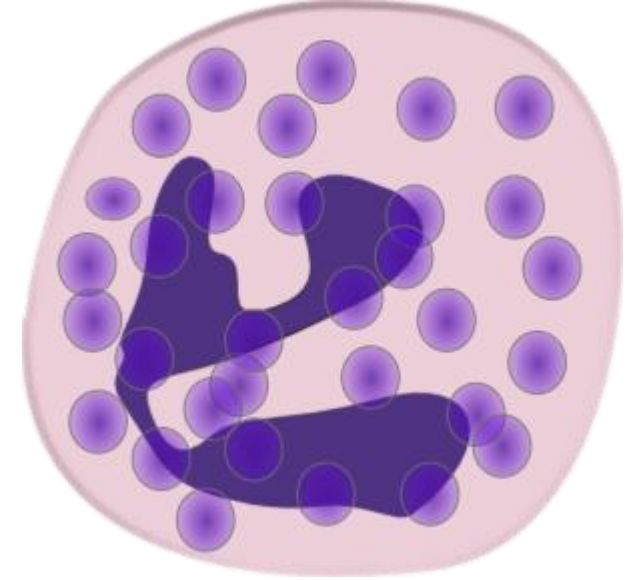


Epitel hücreler, sürekli kullanım ve yenilenme sonucu memeden ayrılarak süte karışırlar. Sütteki toplam hücre sayısının %60-70'i epitel hücrelerden oluşur. Epitel hücrelerin büyüklükleri 5µm ile 15µm arasında değişir. Epitel hücrelerin yanı sıra lökositler, eritrositler ve lenfositler de kan yolu ile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

Epitel hücre



lökosit



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/>
5. Süt ineklerinde süt rengiyle ilişkili genetik ve genetik olmayan faktörler, S. Scarso,S. McParland,G. Visentin ,DP Berry, A. McDermott, Bay De Marchi
6. [https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030217306483#:~:text=Milk%20color%20is%20known%20to,health%20status%20\(Espa da%20and%20Vijverberg%2C](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030217306483#:~:text=Milk%20color%20is%20known%20to,health%20status%20(Espa da%20and%20Vijverberg%2C)
7. Physiological Factors Affecting Milk Flavor with a Consideration of the Validity of Flavor Scores by EARL WEAVER
8. <https://openresearch.okstate.edu/server/api/core/bitstreams/26aa603a-5a0c-4188-aba2-2e8ffb56b834/content>
9. Understanding the pH of Milk and Milk Products: A Key Indicator of Quality and Freshness Milk Quality/ By safemilk labs
10. <https://safemilk labs.com/understanding-the-ph-of-milk-and-milk-products-a-key-indicator-of-quality-and-freshness/>
11. <https://agriculture.institute/milk-production-and-quality/freezing-point-milk-quality-control/>
12. <https://www.isbe.net/CTEDocuments/FCS-700047.pdf>
13. Lactose: Characteristics, Food and Drug-Related Applications, and Its Possible Substitutions in Meeting the Needs of People with Lactose Intolerance Simona Dominici, Francesca Marescotti Chiara Sanmartin, Monica Macaluso, Isabella Taglieri, Francesca Venturi, Angela Zinnai, Maria Sole Facioni
14. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9141425/>
15. <https://www.priyamstudycentre.com/2021/10/ion-exchange-chromatography.html>
16. <https://www.nature.com/articles/s41598-020-59704-x>
17. One-pot synthesis of sweetening syrup from lactose Shouyun Cheng, Lloyd E. Metzger ve Sergio I. Martinez South Dakota State University, Dairy and Food Science Department, Brookings, SD, 57006, USA.
18. <https://www.nature.com/articles/s41598-020-59704-x>
19. <https://byjus.com/neet/types-of-fermentation/>
20. Physiological Factors Affecting Milk Flavor with a Consideration of the Validity of Flavor Scores by EARL WEAVER <https://openresearch.okstate.edu/server/api/core/bitstreams/26aa603a-5a0c-4188-aba2-2e8ffb56b834/content>
21. <https://www.fao.org/4/x6537e/X6537E02.htm>

20. <https://libguides.lindahall.org/fermentation>
21. <https://byjus.com/neet/types-of-fermentation/>
22. <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/fatty-acids>
23. Oxidative Quality of Dairy Powders: Influencing Factors and Analysis Holly J Clarke, William P McCarthy, Maurice G O'Sullivan, Joseph P Kerry, Kieran N Kilcawley
24. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8534860/#sec3-foods-10-02315>
25. [https://chem.libretexts.org/Courses/Eastern_Mennonite_University/EMU%3A_Chemistry_for_the_Life_Sciences_\(Cessna\)/17%3A_Lipids/17.3%3A_A_Membranes_and_Membrane_Lipids](https://chem.libretexts.org/Courses/Eastern_Mennonite_University/EMU%3A_Chemistry_for_the_Life_Sciences_(Cessna)/17%3A_Lipids/17.3%3A_A_Membranes_and_Membrane_Lipids)
27. <https://www.britannica.com/science/cell-membrane>
28. <https://www.phospholipid-research-center.com/phospholipid/types/>
29. <https://tr.wikipedia.org/wiki/Zwitteriyon>
30. Phospholipids in Milk Fat: Composition, Biological and Technological Significance, and Analytical Strategies.
31. Giovanna Contarini, Milena Povolo <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3588016/>
32. <https://en.wikipedia.org/wiki/Sphingomyelin>
33. https://www.lipidmaps.org/resources/lipidweb/lipidweb_html/lipids/sphingo/sph/index.htm
34. <https://www.majordifferences.com/2021/08/difference-between-cerebroside-and.html>
35. <https://www.sciencedirect.com/topics/medicine-and-dentistry/glycoprotein>
36. Distribution and Carbohydrate Structures of High Molecular Weight Glycoproteins, MUC1 and MUCX, in Bovine Milk* C.Liu, A.K. Erickson, D.R.Henning
37. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030205731143>
38. Milk Fat Globule Membrane Proteome and Micronutrients in the Milk Lipid Fraction: Insights into Milk Bioactive Compounds Michele Manomi, Donata Cattaneo, Sharon Mazzoleni, Carlotta Giromini, Antonella Baldi and Luciano Pinotti
39. <https://www.mdpi.com/2624-862X/2/2/18>
40. Milk Lipoprotein Membranes and Their Imperative Enzymes Nissim Silanikove
41. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-0-387-74087-4_5
42. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814619306776>

43. <https://libguides.lindahall.org/fermentation>
44. The Flavor Potential of Milk Fat. A Review of Its Chemical Nature and Biochemical Origin I. E. KINSELLA, S. PATTON, and P. S. DIMICK, Lipids Laboratory
45. Unraveling the Complexity of Milk Fat Globules to Tailor Bioinspired Emulsions Providing Health Benefits: The Key Role Played by the Biological Membrane Christelle Lopez, Chantal Cauty, Fanny Guyomarc'h
46. <https://dairyprocessinghandbook.tetrapak.com/chapter/chemistry-milk>
47. <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/lipolysis>
48. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0958694605002591>
49. <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/lipolysis>
50. Oral Signals of Short and Long Chain Fatty Acids: Parallel Taste Pathways to Identify Microbes and Triglycerides Emily C. Hanselman, Nicholas J. Amado ve Paul A.S. Breslin <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7963269/>
51. Hilton C. Deeth , Gıda Biliminde Referans Modülü, 2019. <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/lipolysis>
52. https://www.google.com/search?sca_esv=0162a739e8c9f12e&q=Allosterik+aktivite+nedir%3F&sa=X&ved=2ahUKEwjntfo65SJAxWqVfEDHexsCTgQzmd6BAgdEAY&biw=1455&bih=703&dpr=1.1
53. <https://www.turito.com/blog/chemistry/allylic-carbon>
54. Oxidative Quality of Dairy Powders: Influencing Factors and Analysis Holly J Clarke, William P McCarthy, Maurice G O'Sullivan, Joseph P Kerry, Kieran N Kilcawley <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8534860/#sec3-foods-10-02315>
55. https://www.creative-biostructure.com/levels-of-protein-structure.htm?srsId=AfmBOoqIG4jUoJaKfudQ9_OoiQ_XzaCte_Rj2ppKPL-to3yUjBvPPAx4
56. <https://repositorium.uminho.pt/server/api/core/bitstreams/6981387e-6917-4c06-8665-6df38a24b58f/content>
57. https://www.researchgate.net/publication/273660161_Mineral_elements_in_milk_and_dairy_products
58. <https://amfep.org/about-enzymes/>
59. <https://agriculture.institute/milk-production-and-quality/oxidation-reduction-potential-milk-quality-shelf-life/>
60. <https://agriculture.institute/milk-production-and-quality/electrical-conductivity-of-milk/>
61. <https://agriculture.institute/milk-production-and-quality/buffering-capacity-of-milk/>
62. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9141425/>
63. https://www.kosfaj.org/archive/view_article?pid=kosfa-42-3-351