

SÜTÜN BİLEŞİMİ VE ÖZELLİKLERİ

Süt, dişi memeli hayvanların yeni doğurdukları yavrularını besleyebilmek üzere, süt bezlerinde farklı sürelerde salgılanan, içinde yavrunun kendini besleyecek duruma gelinceye kadar almak zorunda olduğu bütün besin maddelerini yeterli miktarda bulunduran bir sıvıdır. Hayvanların yaşadığı çevre koşullarına göre sütlerinin bileşimi de farklılık gösterir. Örneğin doğum ağırlığının iki katına 9 günde ulaşan köpek sütünün protein oranı % 7.3, 180 günde ulaşan insan sütünde sadece % 1.6'dır.

Süt beslenme uzmanları tarafından temel gıda maddesi olarak kabul edilir. Kalsiyum, fosfor ve riboflavin (vit B2) açısından önemlidir. Yaşamsal önemi olan amino asitleri ve yağ asitlerini bünyesinde bulundurur. Sadece sütte bulunan bileşenler; laktoz, süt yağı, kazein, laktoalbümin ve laktoglobülinlerdir. Sütün enerji değeri bileşimine göre farklılık gösterir. 1 litre % 3 yağlı içme sütü 615 kcal enerji verir.

Bileşimindeki maddeler ve özellikleri nedeniyle süt koruyucu bir gıdadır. Süt proteini amfoter özelliği nedeniyle asit ve baz buharlarını tamponlayabilir, zehirli ağır metalleri bağlar. Bu nedenle kimya endüstrisi, kömür ocakları havagazı fabrikaları ve kazan dairelerinde çalışan işçilere yasal düzenlemelerle zehirlenmelere karşı korumak amacıyla sürekli süt ve yoğurt verilir.

SÜTÜN BİLEŞİMİ

Süt genel olarak aşağıdaki bileşenlerden oluşur. Bileşimi başta alındığı hayvanın türüne bağlı olmak üzere pek çok faktöre göre değişim gösterir. Çizelge 1'de sütün genel bileşimi yer almaktadır.

Genel olarak protein ,yağ şeker gibi temel kimyasal bileşenler büyük miktarda yer alır. Ancak küçük miktardaki bileşenlerin de sütün özelliklerine katkısı büyüktür. Örneğin vitaminler besin değeri açısından önem taşır, enzimler çeşitli reaksiyonları katalize eder, bazı minör bileşenler sütün duysal niteliklerini etkilerler. Laktoz sütün tek karbonhidratıdır, glikoz ve galaktozdan oluşan bir disakkarittir. Sadece sütte bulunur, beyin ve sinir gelişimi için önem taşır.

Süt yağının büyük bir kısmı kompleks yapıda trigliseridlerden oluşur. Yapıdaki yağ asitlerinin zincir uzunluğu(2-20 karbonlu) ve doymuşluk ve doymamışlık oranı (0-4 çift bağlı) değişkendir. Diğer lipid bileşenleri fosfolipid, kolesterol, serbest yağ asitleri, mono ve digliseridlerdir.

Proteinlerin % 80 i kazeinden oluşmuştur. Kazeinler; α S1, α S2-, β -, ve κ -kazein olarak 4 çeşittir ve fosforlu bileşiklerdir. Proteinlerin diğer % 20 lik kısmını serum proteinleri (β -lg) oluşturur. Süt ayrıca çok sayıda minör proteinleri ve enzimleri de içerir.

Na, K, Ca, Mg, Cl ve fosfat sütteki temel mineral maddelerdir, ayrıca çok sayıda iz elementler mevcuttur. Süt tuzları kısmi iyonize halde bulunabilir. Başta sitrat olmak üzere çok sayıda organik asitler iyon veya tuz halde bulunur. Bunların dışında sütte iz miktarda çok sayıda bileşen de bulunmaktadır.

Sütte suyun dışındaki toplam bileşenler kurumadde olarak isimlendirilir. Diğer bileşen ayrımları; süt yağsız kurumadde ve kurumadede yağdır. Sütün kimyasal bileşimini besin değerini önemli ölçüde etkiler. Ayrıca sütte birtakım mikroorganizmalar bulunabilir. Bunlar sütün kimyasal reaksiyonlarını ve duyuşal niteliklerini etkiler.

Çizelge 1. İnek sütünün ortalama bileşimi

Bileşenler	Sütteki ortalama miktar (%w/w)	Değişim genişliği (%w/w)	Kurumadede ortalama miktar (%w/w)
Su	87.10	85.30-88.70	—
Süt yağsız kurumadde	8.90	7.90-10.00	—
Kurumadede yağ	31	22-38	—
Laktoz	4.60	3.80-5.30	36
Yağ	4.0	2.5-5.5	31
Protein	3.3	2.3-4.4	25
kazein	2.60	1.70-3.50	20.00
Mineral maddeler	0.70	0.57-0.83	5.40
Organik asitler	0.17	0.12-0.21	1.30
Diğer bileşenler	0.15	—	1.20

Çiğ Süt: Hayvandan muntazam aralıklarla ve tam olarak sağılan, soğutulan, içerisinde herhangi bir bileşeni alınmayan veya içerisine herhangi bir madde ilave edilmeyen, önceden herhangi bir işleme tabi tutulmayan (ısıtma gibi) ve işlenmek üzere fabrikaya gönderilen süttür.

Kazeinli Sütler: Toplam proteinin en az 3'te 2'sini kazeinin oluşturduğu sütlerdir. İnek, koyun, keçi sütleri gibi. Kazeinli sütler yüksek ısıya dayanıklıdır. Asitler ve mide salgıları ve mayalarla iri taneli pıhtı verir dolayısıyla hazmı zordur.

Albuminli Sütler: Albumin ve globulin toplamı protein miktarının 3'te 1'inden fazlaysa bu süt albuminli sütler grubuna girer. İnsan, at, eşek köpek, domuz sütü gibi. Bu sütler yüksek ısıya daha az dayanıklıdır. Asitler ve mide salgıları ve mayalarla daha ufak taneli ve yumuşak pıhtı verir, hazmı kolaydır.

Kolostrum (Ağız Sütü):

Süt vermeye başlayan memenin ilk ürününe kolostrum adı verilir. Doğumdan hemen sonra 5-7 gün içerisinde salgılanır. Sarımtırak-kahverengimsi ya da kırmızımtırak renge, anormal bir kokuya ve tuzlumsu acı bir tada sahiptir. Özgül ağırlığı normal süttten daha yüksek, 1.079 gr/ml civarındadır. Mikroskop altında yapısında bazı parçacıklar, epitel hücreleri, kolostrum cisimcikleri görülür. Ağız sütü özellikleri açısından kana benzerlik gösterir. Bu şekilde plasental dönemde kanla beslenen yavrunun süt ile beslenme dönemine uyumlu geçişi sağlanır.

Çizelge 2. Ağız sütünün (kolostrum) bileşimi

Doğum sonrası süre (gün)	Kurumadde (%)	Yağ(%)	Kazein(%)	Albumin ve globulin(%)	Laktoz(%)	Kül(%)
0	33.6	6.5	5.6	16.9	2.1	1.4
1	15.6	3.6	4.2	2.6	4.2	1.0
2	13.7	3.7	3.9	1.2	4.5	-
4	14.2	4.5	3.3	0.9	4.7	0.9
6	13.0	3.7	2.8	0.8	4.8	0.9
Normal süt	12.4	3.4	3.0	0.5	4.6	0.8

Ağız sütleri belirli bir bileşim göstermez zaman ilerledikçe bileşim sürekli değişir. Normal sütle karşılaştırıldığında kurumadde, kazein albumin, globulin ve mineral maddelerce zengin fakat yağ ve şekerce fakirdir.

Kolostrum özellikle protein fraksiyonlarınca zengindir. Kolostrumun en büyük özelliği globulin miktarının çok yüksek olmasıdır. %17 civarındaki globulin da antikorların taşınmasında görev yapmaktadır. Özellikle protein fraksiyonları açısından zengindir. Bunlardan immünoglobulinler bağışıklık kazandırma özelliğinde olduklarından yavrunun dış etkilere ve hastalıklara karşı direnç kazanmasını sağlarlar. Kolostrumdaki bağışıklık maddelerinin miktarı annenin laktasyon sayısına büyük ölçüde bağlılık gösterir. Bunlardan yararlanma, buzağı yaşı ilerledikçe hızlı bir biçimde azalma gösterir. Magnezyum tuzları ile katalaz, peroksidaz amilaz ve lipaz gibi enzimler açısından zengindir. Vitamin ve antikor miktarları oldukça yüksektir. Özellikle A vitamini normal sütteki miktarın 20 katına çıkabilmektedir. İnek ağız sütlerinde asitlik 18 °SH'ya çıkabilmektedir. Bu nedenle doğumu izleyen bir haftalık sürede sağılan sütün kullanılmaması ve yavruya verilmesi mutlak gereklidir.

FARKLI TÜR SÜTLERİN BİLEŞİMİ VE ÖZELLİKLERİ

Sütler alındığı hayvanın adı ile anılır. Sadece süt sözcüğü temel süt kaynağı olarak kabul edilen inek sütlerini kapsar. Çünkü ticari olarak üretimi yapılan pek çok ürünün hammaddesi inek sütüdür.

Koyun Sütü

Koyun sütünün kurumadde oranı inek sütünden % 50 oranında daha fazladır. Protein yağ ve mineral maddeler açısından zengindir. Doğal asitliği daha yüksektir, sonradan oluşan asitlik biraz yavaş gelişir. Titrasyon asitliği 8-12 SH, yoğunluğu 1.030-1.045 g/ml dir. Kendine özgü ağır tadı ve kokusu vardır. Bu nedenle içme sütüne uygun değildir. Proteinin % 80'i kazein oluşturur, kazeinli sütler grubundandır. Kazein ve yağ oranı yüksek olduğundan peynir, yoğurt, tereyağı ve kazein üretiminde tercih edilir. Pıhtılaşmak için daha fazla peynir mayasına ihtiyaç gösterir. Yağ asitleri kompozisyonu inek sütünden farklıdır. Süt yağındaki lesitin miktarı daha fazla yağ globüllerinin çapı büyük, riboflavin açısından zengin C vitamini ve nikotinik asit

miktarı düşüktür. Kurumadde ve yağ oranı fazla olduğundan İnek sütüne oranla sindirimi daha güçtür.

Çizelge 3. Çeşitli tür sütlerin ortalama bileşimi (%)

Süt Türü	Kurumadde	Süt yağı	Protein	Laktoz	Kül
İnsan	12.4	3.8	1.0	7.0	0.2
İnek	12.6	3.7	3.4	4.7	0.7
Manda	17.2	7.4	3.5	5.4	0.8
Koyun	19.3	7.4	5.5	4.8	1
Keçi	13.2	4.5	3.2	4.1	0.8
Kısırak	11.2	1.9	2.5	6.2	0.5
Deve	13.6	4.5	3.6	5	0.7
Fil	23.4	14.3	4.9	3.4	0.8
Eşek	12	1.8	2.5	6.1	0.5
Köpek	24.9	10.5	12.2	1.3	0.9
Ada tavşanı	30.6	10.5	15.5	2	2.6
Kedi	17.9	3.3	9.1	4.9	0.6
Fare	30.9	14.8	11.8	2.8	1.5
Domuz	20.5	8.8	7.3	3.3	1.1
Ren geyiği	33.3	16.9	11.5	2.8	1.4
Balina	37.5	22	12	1.8	1.7

Keçi Sütü

Keçi sütü ortalama bileşim bakımından inek sütüne benzerlik göstermekle birlikte, fizikokimyasal niteliklerindeki bazı farklılıklar nedeniyle inek sütünden daha değerli olarak düşünülmektedir. Bu özelliğiyle de; bebekler, yaşlılar ve süt veren kadınların beslenmesinde kullanılmaktadır. Keçi sütünün bazı özellikleri bu bağlamda inek sütünden farklılıkları aşağıda sıralanmıştır:

Taze keçi sütünün asitliği 6.4-10 SH, yoğunluğu 1.028-1.041 g/ml dir. İnek sütüne göre daha yüksek oranda küçük çaplı yağ globülleri bulundurması süt proteinlerinin özellikle de α s1 kazeinin kalitatif ve kantitatif açıdan farklılıklar göstermesi daha kolay sindirilebilmesini sağlamaktadır.

Keçi sütü kısa ve orta zincirli tekli ve çoklu doymamış yağ asitleri (kaproik, kaprilik, kaprik) bakımından zengindir. Bu bileşenler emilim ve metabolizma bozuklukları,

kolesterol problemleri, ve yetersiz beslenme bulguları sergileyen hastalarda tedavi edici nitelikler taşımaktadır. Bu bileşenler aynı zamanda keçi sütünün kendine has ağır kokusuna da neden olmaktadır. Kötü bakım ve ağıl koşullarının olduğu durumlarda bu koku ve tat süt ve ürünlerde daha belirginleşir.

Keçi sütünde kadın sütüne göre daha yüksek miktarda esansiyel yağ asitleri bulunmakta, bu da emziren kadınlar açısından önem taşımaktadır.

Keçi sütü ürünlerinin endüstriyel ölçekte üretimini kısıtlayan başlıca faktör, laktasyon döneminin 6-7 ay arasında değişmesi ve bu nedenle üretimin mevsime bağlılık göstermesidir.

Keçi sütü bileşim açısından inek sütüne yakın değerlere sahiptir. Karoten miktarı az ve A vitamini diğer süt türlerinden 2-3 kat fazla olduğundan rengi daha beyazdır. Peynir mayasıyla daha kolay pıhtılaşır. Yağ globülleri küçük olduğundan kaymak bağlaması zordur. Bu özellikleri nedeniyle sindirim güçlüğü çekenler ve bebek beslenmesinde tercih edilir. B12 vitamini ve demirce fakir olduğundan uzun süre keçi sütüyle beslenenlerde kansızlık görülebilir.

Manda Sütü

Manda; gerek bakım ve beslenmesinin kolaylığı yönünden gerekse sütünün besleyici özelliklerinin bulunması nedeniyle önemli bir türdür. Fakat bir dönem dünya süt üretiminin % 10'unu oluşturan manda sütü, küresel iklim değişikliği nedeniyle mandaların yaşam alanı olan sulak alanların giderek azalması, mandaların düşük süt verimi ve uzun süren buzağılama döneminin olması nedeni ile giderek azalmaktadır. Manda sütünün özellikleri aşağıda sıralanmıştır.

- 1) Mandalar, karotenin tamamını A vitaminine çevirdikleri için sütlerinin rengi, diğer sültere oranla daha beyazdır. Karoten içermezler ve A vitamini içeriği daha yüksektir.
- 2) Manda sütü proteini inek sütüne göre daha çok kazein, daha çok albumin ve globulin içerir. Bileşimindeki proteinli maddelerin yaklaşık % 77'si kazein olduğu için, kazeinli sülter grubuna girmektedir. Manda sütü proteinlerinden özellikle serum proteinlerinin ısıya karşı direnci inek sütü proteinlerinden daha yüksektir. Bu durum manda sütünün ve ürünlerinin daha fazla ısıl işleme

dayanmasını sağlamaktadır. Maya ile pıhtılaşma süresi de, inek sütlerine göre daha kısadır .

- 3) Manda sütünün yağ oranı (% 7-8) inek sütüne (% 3-4) göre yaklaşık 2 kat fazla olmasına karşın, manda sütünün kolesterol değeri (%43 daha az), inek sütüne göre önemli ölçüde daha düşüktür. Bu durum yağ globüllerinin çapının küçük olması dolayısıyla çoklu doymamış yağ asitlerince zengin olmasından kaynaklandığı bildirilmektedir.
- 4) Mineral madde içeriği açısından da manda sütü inek sütünden daha üstündür. Örneğin kalsiyum, demir ve fosfor içeriği inek sütüne göre daha fazladır. Çeşitli biyo-koruyucu maddelerin (immunoglobulinler, laktoferrin, lizozim, laktoperoksidaz) manda sütünde daha fazla olması, özel diyetlerde ve sağlıklı gıda hazırlamada bu sütü inek sütüne göre daha üstün duruma getirmektedir.
- 5) Ürünlere işleme uygunluğu açısından manda sütü daha üstündür. Yağ oranının ve kurumaddesinin daha fazla olması tereyağı ve süttozu gibi ürünlerin üretiminde randımanı artırmaktadır. Ayrıca manda sütünden üretilen peynir, yoğurt, süt tozu gibi ürünler daha beyaz renklidir. Manda sütü kreması kahvede kullanmak için inek sütü kremasına göre daha uygundur.

Deve Sütü

Deve; sıcak havadan, su ve yem kaynaklarının azlığından çok fazla etkilenmeyen hayvanlar oldukları için, özellikle kurak ve çok sıcak iklime sahip olan bölgelerde yaşayanlar için ineklere göre daha iyi bir gıda kaynağı olarak görülmektedir. Deve sütünün bazı fizikokimyasal özellikleri dolayısıyla tereyağına ve peynire işlenmesinin oldukça güç olduğu, dondurma üretiminde kullanımının mümkün olduğu ancak daha çok fermente ürünlere işlendiği belirtilmektedir. Deve sütünün en belirgin özelliği inek sütünden 3-5 kat fazla C vitamini içermesidir. Deve sütü ayrıca esansiyel olan çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) açısından da diğer büyükbaş hayvanların sütlerine kıyasla daha zengindir. Ayrıca deve sütünün asitliği inek sütüne göre çok daha yavaş geliştiği için, oda sıcaklığında daha uzun süre bozulmadan muhafaza edilmesi mümkün olabilmektedir.

Eşek Sütü

Anne sütüne yakın bileşime sahip olması nedeniyle eşek sütüne son yıllarda artan bir ilgi doğmuştur. Eşek sütü inek sütünden daha düşük oranda yağ, protein, inorganik tuz ve daha yüksek oranda laktoz içermektedir. Çok düşük miktarda yağ içermekle birlikte yağ asitlerinin omega 3 ve omega 6 gibi çoklu doymamış yağ asitlerinden oluşmuştur. Proteinlerin yaklaşık % 35-50 si serum proteinlerinden oluşmuştur ve daha az β -laktoglobulin ve fazla α -laktalbumin ve imminoglobulin bulunmaktadır. Bu haliyle inek sütü alerjisine sahip bireyler için alternatif bir besin olarak düşünülebilir. Lizozim ve laktoferrin gibi doğal inhibitörler yönünden zengindir ve bu haliyle antimikrobiyel madde olarak görülmektedir. Vitamin ve mineral yönünden zengin olduğundan dolayı kozmetik ürünlerinin üretiminde kullanılmaktadır. Ayrıca bileşiminde bulunan biyoaktif bileşikler nedeniyle sindirim kalp-damar hastalıklarının tedavisinde de kaynak olarak düşünülebilir.

Kısrak Sütü

Kısrak sütünün su ve laktoz oranı inek sütüne göre daha yüksek olduğundan mavimsi-beyaz renkte görünür ve daha tatlımsıdır. Protein, laktoz ve mineral madde açısından insan sütüne yakındır. Yağ miktarı az olduğundan kalori değeri düşüktür. Yağ globüllerinin çapı küçük olduğundan geç kaymak bağlar. Pepton, peptid ve serbest amino asitler açısından daha zengindir. Ayrıca C vitamini miktarı oldukça yüksektir. Doğu Avrupa ve Orta Asya ülkelerinde “Kımız” adı verilen fermente ürün üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır.

İnsan Sütü

Kadın sütünün teknolojik olarak kullanılması söz konusu değildir. Ancak insan beslenmesinde kullanıldığı için önem taşımaktadır. Kurumadde açısından inek sütüne yakındır. İnek sütünden farklı olarak laktoz oranı yüksek, mineral madde ve protein oranı düşüktür. Asitlik derecesi inek sütünün yarısı kadardır. Asit ve peynir mayasıyla pıhtılaşma yetenekleri iyi değildir. Proteinin % 53'ü kazeinden , % 47'si albuminden oluşmuştur. büyük bir kısmını serum proteinleri oluşturur ve albüminli sütlerdendir. Yağ globüllerinin çapı daha küçüktür. Midede daha yumuşak ve küçük taneli pıhtı oluşturduğu için sindirimi kolaydır.

SÜTÜN MİKTAR VE BİLEŞİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Sağımdan sonra meydana gelen değişiklikler genellikle mikrobiyolojiktir. Sütün kimyasal bileşimi soğutma, depolama ve uygulanan teknolojik işlemlerle değişebilir. Ayrıca; hastalık tedavisinde kullanılan ilaçlar, antibiyotik, pestisit, deterjan ve dezenfektan kalıntıları, gebelik ve kızgınlık durumu, kuruda kalma süresi ve vücut salgıları da etkilidir. Çiğ sütün bileşimini sağımdan önce ve sağım sırasında etkileyen faktörler şunlardır:

1)Hayvanın ırkı

Süt verimi ve bileşimdeki maddelerin oranları ırka bağlıdır. Aynı ırkın farklı bireyleri arasında bile farklılıklar bulunabilir. Bu nedenle ıslah çalışmaları ile yağ oranı yüksek süt veren ırklar geliştirilmiştir.

2)Laktasyon:

Laktasyon süresince laktoz oranı genelde sabittir. Ancak yağ ve protein laktasyonun ilk 3 ayında düşer ve sonlara doğru artış gösterir.

3)Hayvanın yaşı:

Hayvan yaşlandıkça metabolizma da zayıflama başladığından süt sentezleme yeteneği belirli ölçüde kaybolur. Sonuçta kurumadde oranında bir miktar azalma gözlenir.

4)Hayvanın sağlık durumu:

Hayvanın sağlık durumu ve hastalıklar hayvanın zayıflamasına ve verimin düşmesine neden olur. Meme enfeksiyonu (mastitis) gibi bazı hastalılarda ise sütün bileşimi değişir. Mastitis enfeksiyonunda mikroorganizmalar alveollere geçer. Süt üreten hücrelerin yağ, protein, laktoz sentezleme yetenekleri zarar görür. Sütte meydana gelen diğer değişimler: Ozmotik basıncın belli seviyede tutulması gerektiğinden kanda oluşan bazı iyonlar süte geçer ve sütteki klor miktarı artar. Aynı zamanda laktoz miktarında azalma görülür. Klor miktarının artışıyla birlikte sütün elektrik geçirgenliği artar. Kısmen zarara uğramış dokular serum proteini formuna geçerek onların miktarını artırır. Katalaz enzimi miktarı ve viskozitede artış meydana gelir. Sütün asitliği azalır. Mastitis teknolojik açıdan da problemler yaratır. Sütün peynir ve

yoğurt mayası ile pıhtılaşması güçleşir ve randıman azalır. Bu hastalığa neden olan mikroorganizmalar: *Streptococcus agalactiae*, *Streptococcus disagalactiae*, *Streptococcus salivarius*, *Staphylococcus aureus*, *Corynebacterium pyogenes*, *Clostridium perfringens*, *Aerobacter aerogenes*.

5)Sıcaklık (mevsim)

Genellikle 5 ile 20C sıcaklıkta optimum verim elde edilir. Özellikle yüksek sıcaklıkla birlikte bağıl nem oranı da yüksek olunca yağ oranında azalmalar görülür.

6)Sağım zamanı ve sağım şekli

Bir hayvanın süt verimi günlük sağım sayısının artırılması ile artış gösterir. Ortalama günde 3 kez sağım yapılmalıdır. Tekniğine uygun sağım ile hayvanın memesine süt bezlerine etki eden masaj gibi görev yapar ve verimi artırır. Sağım sırasında sütün tamamen alınması önemlidir.

7)Yem

Sütün sentezlenmesi sırasında gerekli maddeler kan aracılığıyla vücuttan alınır. Eğer bu maddeler sürekli olarak hayvana verilmezse hayvan gerekli maddeleri kendi vücudundan karşılar ve giderek zayıflar. Bir süre sonra verim iyice azalır ve bileşim fakirleşir. Hayvanların yemden yararlanma yeteneği genetik bir özelliktir. Bazıları yemi daha iyi süte ve ete çevirirler. Yeşil yemler, mısır ve buğday kepeği ayçiçeği küspesi süt verimini artırır. Kolza ve susam ise verimi azaltır.

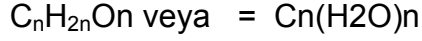
8)Hayvanın psikolojik durumu ve bakım

Gelişmiş ülkelerde verimi artırmak amacıyla sessiz ahır ortamı sağlanmakta, hatta sinirleri yatıştırıcı müzik kullanılmaktadır. Yetersiz kötü bakım, gürültü ve haşaratın verdiği rahatsızlık verimi azaltmaktadır.

LAKTOZ

KARBONHİDRATLAR

Karbonhidratlar; bitkilerin fotosentez ile ürettikleri, enerji kaynağı olarak kullanılan C, H, O elementlerinden oluşan organik bileşiklerdir. Genel formülleri aşağıdaki gibidir.



Bitkiler, güneş enerjisini kullanarak karbondioksit ve suyu şekere dönüştürür. Fotosentez yapamayan diğer canlılar hücre içinde kullanarak enerji elde ederler. Fotosentezle üretilen karbonhidratların bir kısmı protein yağ ve diğer organik maddelere kısmı ise polisakkarit olarak adlandırılan şeker polimerlerine dönüştürülür. Hayvanların temel maddesi proteinler, bitkilerin ise karbonhidratlardır. Karbonhidratlar bitki ve hayvan organizmasında genellikle **glukoz** şeklinde bulunur. Diğer bir ifadeyle laktoz, sakaroz, maltoz, nişasta, glikojen ve selüloz gibi belli başlı karbonhidratların yapı taşında glikoz bulunur.

Genel olarak karbonhidratlar bitkiler tarafından basit organik maddelerden sentezlenirken, karbonhidratlardan sadece laktoz ve glikojen hayvan organizması tarafından sentezlenir.

Karbonhidratlar hem gıdaların temel bileşiminde bulunurlar hem de gıdaların duyuşal ve tekstürel özelliklerini etkilemek amacıyla dışardan ilave edilirler. Gıdadaki fonksiyonları; tatlandırıcı, jelleştirme, kıvam artırıcı, stabilizer, kalori azaltıcı, yağ ikame maddesi olarak, aroma ve renk maddelerini tutucu ve besinsel lif şeklindedir.

Sınıflandırma

Molekül ağırlıkları glukoz ve früktoz gibi düşük molekül ağırlıktan başlayıp, amilopektin ve selüloz gibi çok büyük molekül ağırlığa kadar değişir. Bu polimerlerin bazıları tek bir şekerden oluşabildiği gibi (glukoz), bazı kompleks karbonhidratlar çeşitli şekerlerin yanı sıra protein, lip ve fenolik maddeleri de içerebilir.

Karbonhidratlar değişik şekillerde sınıflandırılır.

- a) Bitkisel olanlar: tüm şekerler, nişasta, selüloz
- b) Hayvansal olanlar: laktoz, glikojen

Kimyasal yapılarına göre:

- a) Monosakkaritler: trioz, tetroz, pentoz, heksoz,
- b) Disakkarit: laktoz, sakaroz, maltoz, sellobiyoz
- c) Oligosakkaritler: Rafinoz
- d) Polisakkaritler:
Homopolisakkaritler: nişasta, selüloz, inulin, agar, pektin
Heteropolisakkaritler: Arap zankı

Kimyasal yapılarına göre diğer bir sınıflandırma

- a) Şeker olmayan karbonhidratlar
Polisakkaritler: nişasta, selüloz, glikojen

- b) Şeker olanlar karbonhidratlar

Monosakkaritler (basit şekerler): glukoz, galaktoz, früktoz

Diskkaritler (oligosakkaritler) (bileşik şekerler): laktoz, maltoz, sakkaroz

Şekerler

- a) Değişik derecelerde tatlı,
- b) kristal yapıda,
- c) suda gerçek çözelti oluşturur
- d) alkolde çözünür

Şeker olmayan polisakkaritler

- a) genellikle tatsız
- b) Amorf yapıda
- c) Yüksek molekül ağırlıklı
- d) Sulu etil alkolde çözünmez
- e) Suda kolloidal çözelti oluşturur

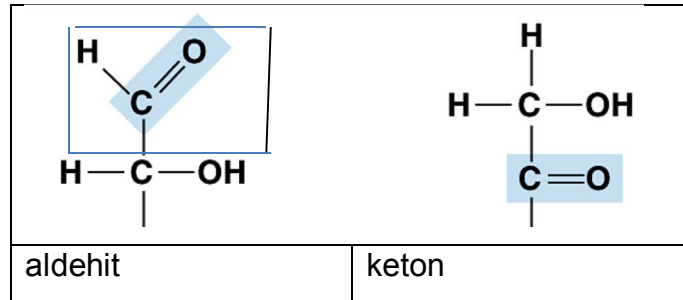
1. Monosakkaritler

En basit şekerlerdir. Yapılarındaki karbon atomları düz (ana) zincir şeklinde birbirlerine bağlanmıştır. Zincir uzunluğu (karbon sayısı) 2-8 arasında değişir. Monosakkaritler hidrolize olmazlar çünkü en küçük birimlerdir. Yapıdaki karbon atomlarının bir tanesine çift bağla oksijen (C=O) bağlanmıştır ki buna karbonil grubu denir. Diğer atomların herbirine ise bir hidroksil (-OH) grubu bağlıdır.

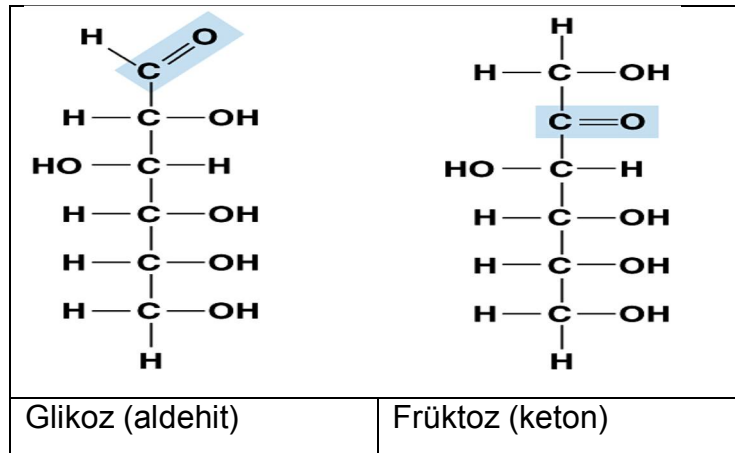
Kimyasal yapıları açısından

Aldehit türevi (aldoz): Karbonil grubu karbon zincirinin bir ucunda ise monosakkarit aldehit/aldoz'dur.

Keton türevi (ketoz): Karbonil grubu monosakkarit zincirinin başında değil de herhangi bir yerde bulunuyorsa bu monosakkarit bir keton/ketoz'dur.



Zincir uzunluğu fazla olan monosakkaritlerde karbonil (C=O) ve primer alkol (CH₂OH) grubu arasına çok sayıda "H-C-OH / CHOH" grubu girer.



Monosakkaritler C atomu sayısına göre aşağıdaki şekilde adlandırılır;

2 C atomlu – diöz (aldodioz/ketodioz)

3 C atomlu – triöz

4 C atomlu – tetroz

5 C atomlu – pentoz

6 C atomlu – heksoz

7 C atomlu – heptoz

8 C atomlu – oktoz

9 C atomlu – nanoz

Genel olarak doğada bulunan monosakkaritler 5 (pentoz) veya 6 (heksoz) karbon atomu içerirler. Pentozlara örnek olarak arabinoz ve ksiloz (aldo-pentoz) verilebilir.

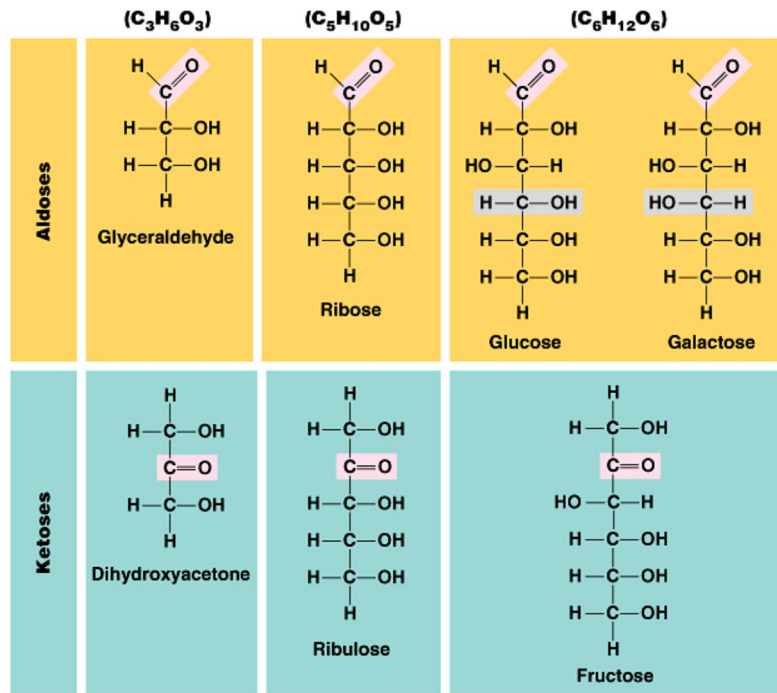
Süt için özellikle heksozlar önem taşır. Örneğin;

Aldo-heksoz → Glukoz, mannoz, galaktoz

Keto- heksoz → früktoz, sorboz

D-glukoz üzüm şekeri ve dekstroza olarak bilinir. Bir çok meyvede ve kanda bulunur. Sütte 60 mg/L kadar glukozla rastlanmıştır.

Monosakkaritlerin 1. Karbon atomunda yer alan aldehit grubu fonksiyoneldir ve bu durum şekerlere **indirgen bir özellik** kazandırır.



Asimetrik karbon

Molekül yapılarının 3 boyut içerisinde incelenmesi **stereokimya** olarak isimlendirilir. Bu kısım atomların uzayda bir molekül içerisinde birbirlerine göre nasıl düzenlenmiş olduklarını araştırır. Moleküllerin uzaydaki yerleşimi izomerizm kavramı ile ilgilidir.

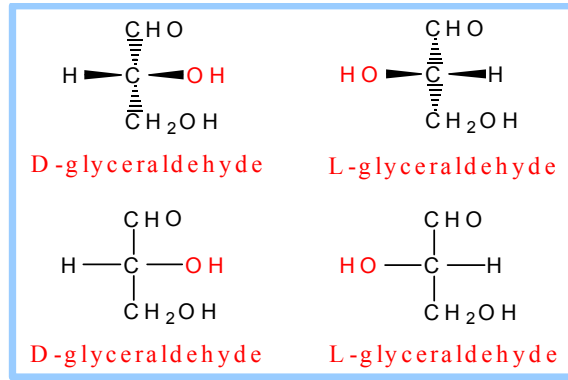
İzomerizm: Molekül formülleri ve molekül ağırlıkları aynı, yapısal formülleri farklı olan moleküllere izomer denir. İzomerlerde atomların düzeni ve molekülün kimyasal özellikleri de farklılık gösterir. İzomerler kapalı formülleri aynı açık formülleri farklı olan bileşenlerdir.

*Genel olarak; polarize ışığın yönünü değiştiren maddeler **optikçe aktif maddelerdir** bu maddelerde **asimetrik C atomu** bulunur.*

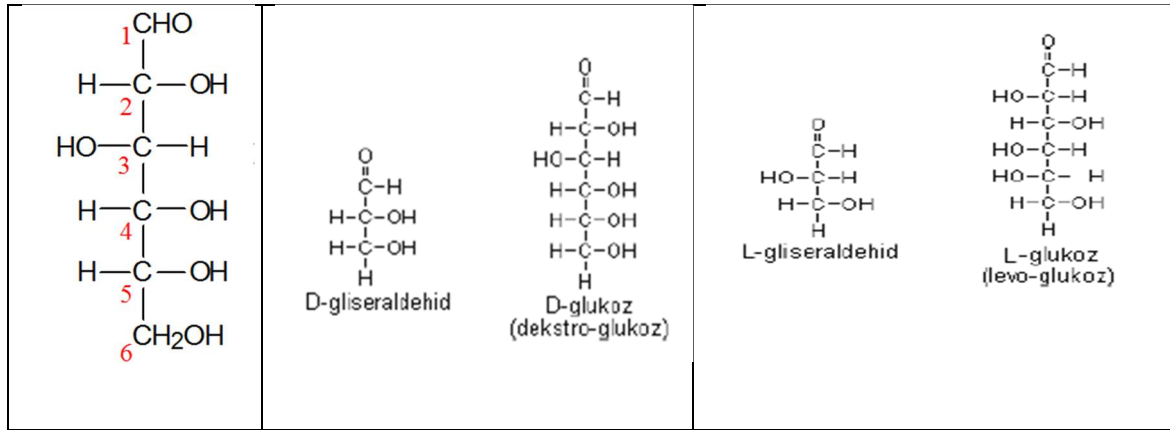
Tüm monosakkaritler yani basit şekerler asimetrik karbon atomu içerirler. Glukozun 2., 3., 4. Ve 5. Karbon atomları asimetrik karbon atomlarıdır.

$$\text{İzomer sayısı} = 2^n = 2^4 = 16$$

Şekerlerin D- veya L- olarak isimlendirilmesinde gliseraldehit temel kabul edilir ve diğer şekerlerin bundan türediği varsayılır.



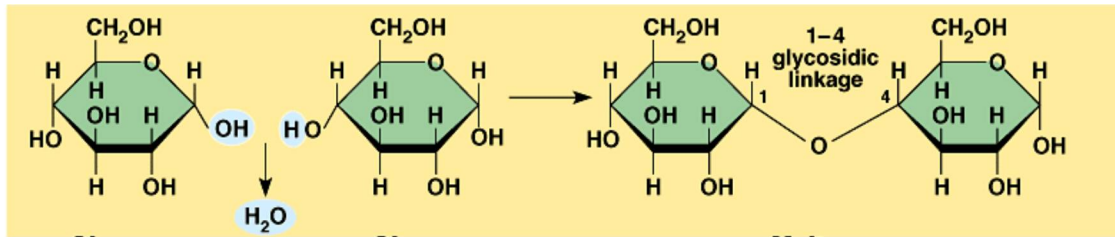
Genel olarak isimlendirmede örneğin glukozda; aldehit veya keton grubuna en uzak olan ya da primer alkol grubuna en yakın olan asimetrik karbon atomuna bağlı hidroksil (OH) grubunun bize göre sağda bulunması şekerin D- izomerini, solda bulunması L-izomerini belirtir.



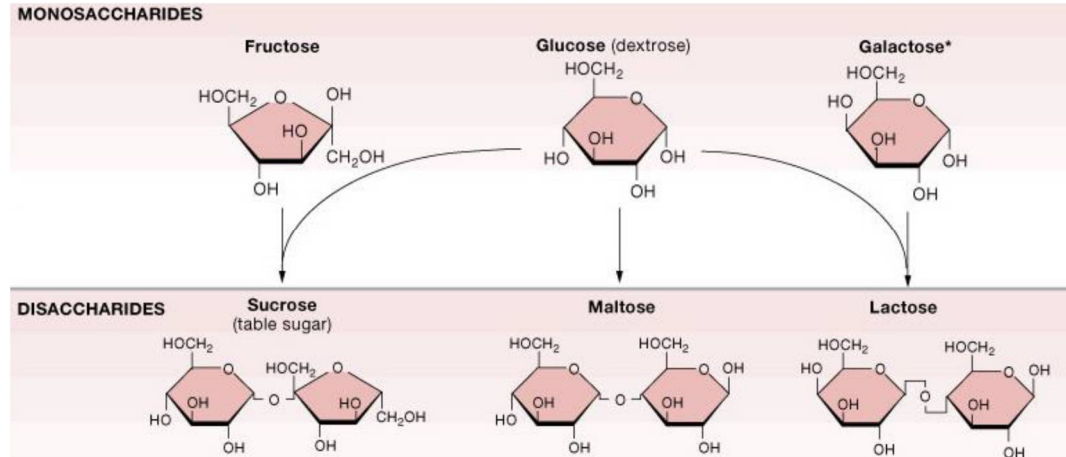
2. Disakkaritler (Oligosakkaritler)

Yapılarında 2-10 adet basit şeker bulunduran bileşiklerdir. İki monosakkaridin bir glikozidik bağ ile birleşmesi (su çıkması) sonucu disakkarit meydana gelir. Hidrolizasyonla oluşan monosakkarit sayısına göre; disakkarit, trisakkarit, tetrasakkarit olarak isimlendirilir. Disakkaridi oluşturan monosakkaritler aynı veya farklı olabilir. Disakkarit oluşurken, monosakkaritler fonksiyonel özelliklerini koruyorsa disakkarit de aynı özelliğe sahip olacaktır. Serbest karbonil grubu içeren oligosakkarit indirgen tersi durumda indirgen olmayan oligosakkarit olarak düşünülür.

Aşağıda 2 mol glikozdan maltoz (malt şekerinin) oluşumu görülmektedir.



Monosakkaritlerden disakkarit oluşumu aşağıda şematize edilmiştir.



3. Polisakkaritler

Polisakkaritler çok sayıda monosakkaridin birleşmesiyle oluşan yüksek moleküllü maddelerdir. Şekere benzemezler. Basit sınıflandırmada

1. **Çözünemeyen polisakkaritler:** birkilerin yapı maddesini oluşturan selüloz örnek verilebilir.
2. **Yedek (depo) polisakkaritleri:** Basit şekerlerin yedek maddeleri olarak kabul edilir. Nişasta ve glikojen en iyi örnektir.

LAKTOZ

Laktoz doğada sadece sütte bulunur. Laktoz sütün tek karbonhidratıdır Glukoz ve galaktozdan oluşan bir disakkarittir. Gebelik ve emzirme döneminde az miktarda kan ve idrarda da bulunabilir. İnek sütündeki miktarı %4.7-4.8 civarında olup, süt kurumaddesinin yaklaşık 1/3'ünü oluşturur. Diğer tür sütlerde miktarı yaklaşık aynıdır ancak kadın ve kısırak sütlerinde bir miktar fazladır. Sütte tek karbonhidrat olmakla birlikte, laktoz dışında çok az miktarda azot içeren oligosakkaritlerle, glukoz ve galaktoz da bulunabilir.

Laktoz sütte gerçek çözelti halinde bulunur. Miktarı normal koşullarda çok az değişkenlik gösterir. Sadece meme hastalıkları nedeniyle sapmalar görülebilir. Bu nedenle sütün laktoza bağlı fiziksel özelliklerinde de önemli değişimler görülmez.

Laktozun miktarı sütün donma ve kaynama noktalarını, özgül ağırlığını ve ozmotik basıncını etkiler. Sütün donma ve kaynama noktası oldukça sabittir. Ancak süte yapılan hileler bu özelliklerin değişmesine neden olur. Buna bağlı olarak süte hile yapıp yapılmadığını donma ve kaynama noktası değişimlerinden anlayabiliriz.

Laktozun özgül ağırlığı 20C de 1.59-1.54 arasında, molekül çapı 6.7×10^{-4} ile 10^{-3} mikron arasındadır.

Laktozun Biyosentezi

Laktoza sadece süt bezlerinde rastlandığından sadece memede sentezlendiğini göstermektedir. Laktozun oluşumunda memede bulunan glukozdan da yararlanılmaktadır. Glukoz galaktozun yapıtaşıdır ve meme bezlerinde glukozun bir kısmı galaktoza dönüşür. Bu iki monosakkarit bir çok kimyasal olay sonucu laktozu oluşturur. Kan memeden her geçtiğinde kan şekerinin yaklaşık %20 si meme tarafından tutularak laktoz sentezlenmesinde kullanılır. Ancak sütteki şeker miktarı kan şekerine oranla çok yüksektir. Kan şekerinde 0.06g/100g iken, sütte 4.80g/100g.

Normal koşullarda laktozun sütteki miktarı oldukça stabildir. Mevsim ve laktasyon periyoduna bağlı olarak miktarında bir miktar artış olabilir ama azalma görülmez. Yemleme laktoz miktarı üzerinde etkili değildir. Hayvan yetersiz beslendiğinde karaciğerdeki glikojen deposundan gereken glukoz alınarak laktoz sentezlenebilir. Ancak memede anormal bir durum olursa laktoz sentezinde aksaklık görülür ve miktar azalır. Mastitis hastalığında meme normal faaliyet göstermediği için laktoz sentezinde aksaklık görülür.

Ozmotik basınç ve laktoz

Sütün ozmotik basıncı çok dar bir sınır içerisinde değişir. Bu basınç kan ve vücudun diğer sıvılarına ait basınca oldukça yakın bir değer gösterir, diğer bir ifadeyle dengededir. Sütün ozmotik basıncı ile donma noktası arasında yüksek bir korelasyon vardır. Donma noktası % 50 den fazla oranda laktozun etkisi altındadır. Ozmotik basıncı etkileyen diğer faktör Na^+ , K^+ ve Cl^- iyonları miktarıdır.

Laktoz miktarındaki azalma sütteki ozmotik basıncı olumsuz yönde etkiler ozmotik basıncın dengelenmesi için daha fazla miktarda Na ve Cl iyonu süte geçer. Sonucunda sütün tadı değişir. Adı azalır tuzlumsu ve acı tat hakim olur. Sütteki laktoz

miktarının sadece meme hastalıklarıyla nedeniyle azalmasından faydalanılarak hastalık teşhis edilebilir. Sütteki laktoz ve klorür miktarı “Koestler Değeri” ile adlandırılan bir ilişki vardır. Şu şekilde belirtilir:

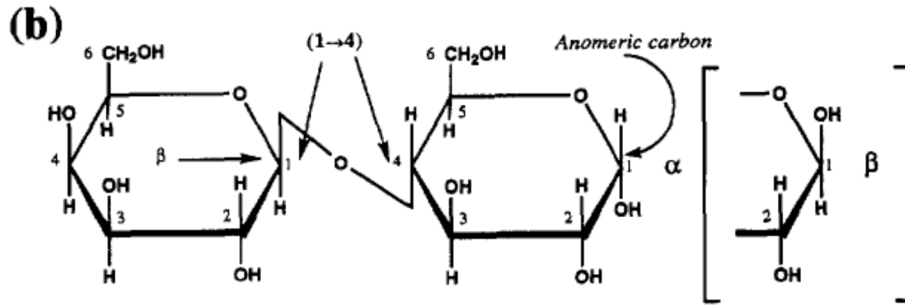
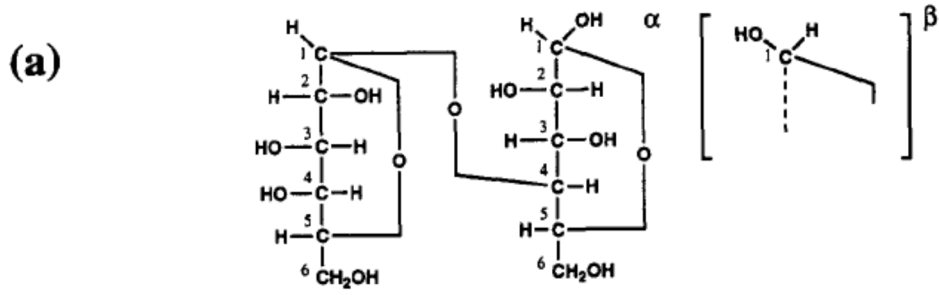
$$\text{Koestler Değeri (KD)} = \frac{\text{Klorür (\%)}}{\text{Laktoz (\%)}} = \frac{0.11}{4.7} \times 100 = 2.30$$

Normal sütlerde 2.30 olan koestler değeri mastitisli sütlerde 3'e doğru yükselir. Hastalığın çok ileri aşamalarında 5.60'a çıktığı da olur.

Laktozun kimyasal yapısı

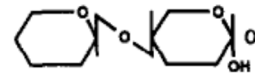
Laktoz bir disakkarittir hidrolize olduğunda α - D- glukoz ve β D-galaktoza parçalanır. Laktozu oluşturan glukoz ve galaktoz, galaktozun aldehit grubu ile birbirine bağlanmıştır.

Laktoz, glikoz ve galaktozun birleşerek 1 molekül suyun ayrılmasıyla meydana gelir. Bu birleşme sırasında glukozun 4. Karbon atomu ile galaktozun 1.karbon atomu oksijen köprüsü bağlandığından laktoz, β -1-4- galaktozido-glukoz olarak isimlendirilir. Glukozdaki indirgen özellik yani aldehit grubu laktozda da yer almaktadır.



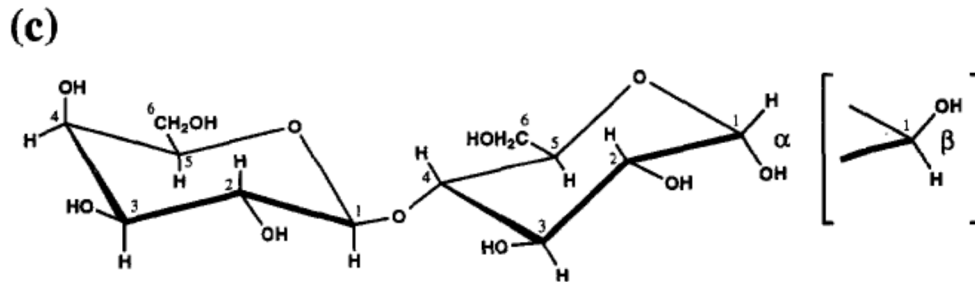
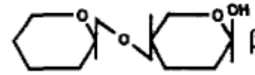
Lactose

O-β-D-Galactopyranosyl-(1→4)-α-D-Glucopyranose : α-Lactose



Galactose $\xrightarrow{\beta(1 \rightarrow 4)}$ Glucose

O-β-D-Galactopyranosyl-(1→4)-β-D-Glucopyranose : β-Lactose



α-laktoz ve β-laktozun farklı gösterim şekilleri (a) Fischer projeksiyon (b) Haworth projeksiyon (c) yapısal gösterim

Laktozun çeşitleri

Laktoz sütte çözünür halde ve fiziksel özellikleri açısından α - laktoz ve β – laktoz olmak üzere 2 izomer halde bulunur. Fiziksel özellikleri birbirinden farklıdır. Kimyasal farklılık ise glukozun 1. Karbon atomunda bulunan OH grubunun yeridir. α - laktoz da glukozun 1. Karbon atomundaki OH grubu sağda yer almaktadır. ve β – laktoz da ise OH grubu solda yer almaktadır.

Ne α -laktoz ne de β -laktozun saf çözeltisi bulunmaz. Çünkü laktoz suda çözündürüldüğünde bir kısım α -laktoz β -laktoza, bir kısım β -laktoz da α -laktoza dönüşür. Örn 0°C de α -laktoz oranı %37.75 β -laktoz oranı %62.25 dir. İkisi arasında bir denge vardır ve bu denge **K** ile ifade edilir.

$$K = \frac{\beta - \text{laktoz}}{\alpha - \text{laktoz}} = \frac{62.25}{37.75} = 1.65$$

Laktoz izomerlerinin suda çözünme yetenekleri farklıdır. 25C de 100 gram su içerisinde α -laktoz 8.4 gram, β -laktoz 13.3 gram çözünür. Sıcaklığın artışıyla izomerlerin çözünme oranı da artar. Örneğin 90°C de; 100 gram su içerisinde α -laktoz 60 gram, β -laktoz 83.9 gram çözünür. β - izomerin her koşulda çözünürlüğü α - izomerden daha fazladır.

Laktoz çözeltisi içerisinde her zaman az miktarda da olsa aldehit formunda laktoz bulunur. Çünkü α -laktoz ile β -laktoz arasında denge aldehit formu aracılığıyla oluşur. Genel olarak sıvı süt ürünlerinde içerisinde laktoz 3 formda bulunur;

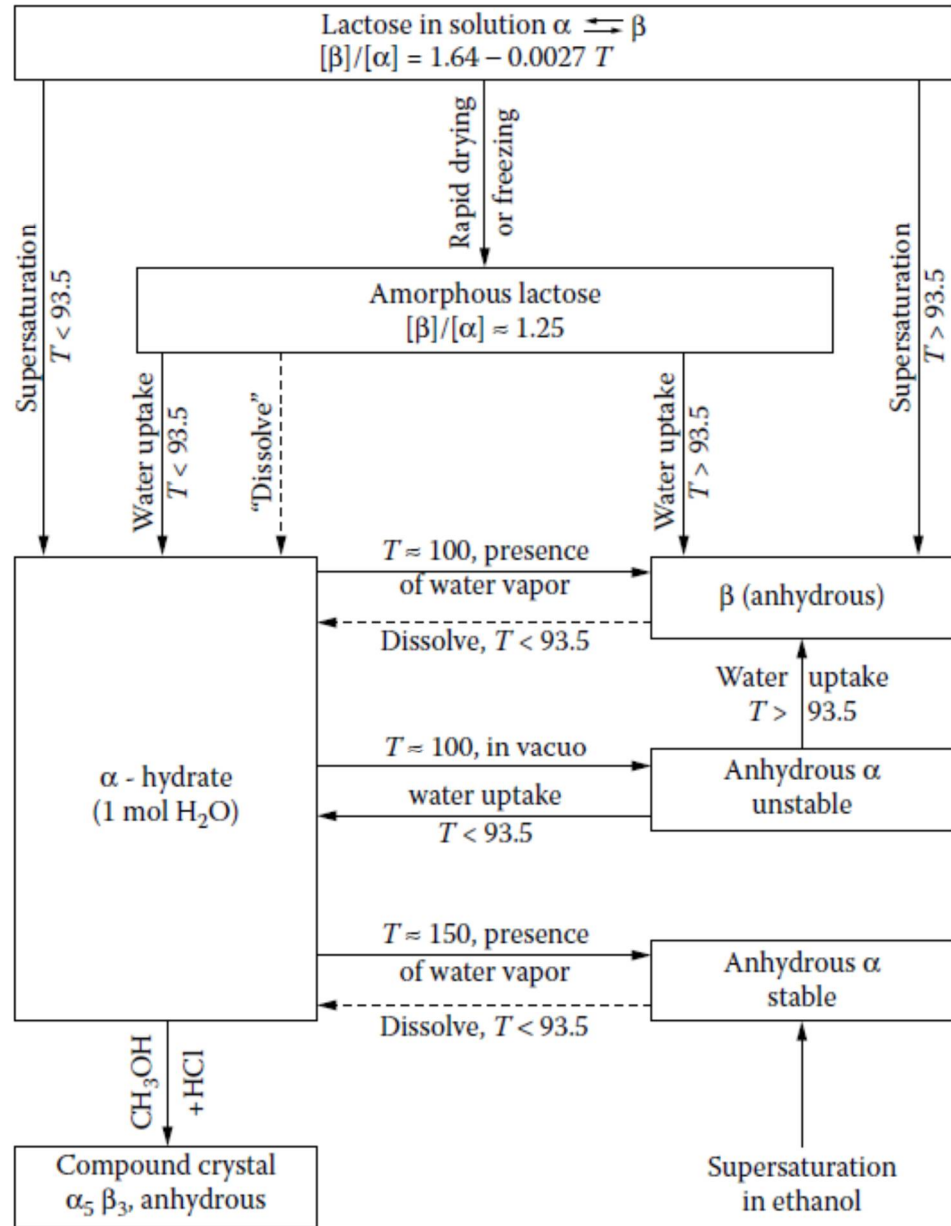
- a) α -laktoz hidrat
- b) β -laktoz anhidrit
- c) aldehit formunda laktoz

α -Laktoz

Aşırı doymuş laktoz çözeltisi 93.5°C'nin altında herhangi bir sıcaklıkta ısıtılırsa bir molekül su ayrılarak kristalize olur. Oluşan bu bileşenin özgül ağırlığı 1.54, erime noktası 201.60°C'dir ve **α -laktoz monohidrat** ($C_{12}H_{22}O_{11}.H_2O$) olarak isimlendirilir.

α -laktoz monohidrat suda aza çözünür ve dil üzerinde kumumsu bir his bırakır. Sudaki çözeltisi mutarotasyon olayı gösterir ve 16°C'deki özgül çevirme derecesi

+89.4' den yavaş +55.5'e değışir. Laktoz 80°C/15 dak. Tam bir mutarotasyon gerçekleşir ve iki izomer arasında denge sağlanır.



Laktozun farklı formları T=sıcaklık (°C)

β-Laktoz

Aşırı doymuş laktoz çözeltisi 93.5°C'nin üzerinde ısıtıldığında, katı kristal oluşumu görülür. Oluşan bu bileşenin özgül ağırlığı 1.59, erime noktası 252.2°C'dir ve β -**laktoz anhidrit** ($C_{12}H_{22}O_{11}$) olarak isimlendirilir. Özgül çevirme derecesi +35°'dir. 93.5°C'nin altında oldukça stabildir. Laktoz püskürtme yöntemiyle üretilen sütteozlarında β -laktoz formunda bulunur.

Amorf Laktoz

Normal koşullarda laktoz higroskopik olmadığından bazı ilaçların kaplanması kullanılır. Ancak sütteozu bazen nem çeker ve çözünübilirliği zorlaşır. Bu durum laktozun sütteozunda amorf formda bulunmasından kaynaklanır. Camımsı laktoz (laktoz camı) veya konsantre şurup olarak da anılır.

Amorf laktoz: kristal içermeyen α - laktoz ve β - laktozun aşırı doymuş çözeltisi

Amorf laktoz, kurutma sırasında, laktoz çözeltisinden suyun ani sıcaklık artışıyla uzaklaştırılmasıyla oluşur. Diğer bir ifadeyle; kurutma sırasında kristalizasyon için yeterli süre verilmez ise aşırı doymuş laktoz çözeltisinden buharlaşma ya da dondurulma yoluyla suyun çok hızlı bir biçimde uzaklaştırılması sonucu amorf laktoz oluşur. Amorf laktoz oluştuğu anda

$$[\beta\text{-laktoz}] : [\alpha\text{-laktoz}] = 1.25$$

Ortam rutubeti % 3'ün altında olduğunda, amorf laktoz stabildir. Nem oranı % 8'e yükselirken stabilite zayıflar ve sıcaklığa da bağlı olarak ortamdan nem alınarak α -laktoz ve β -laktoz kristal forma dönüşür. Bunun nedeni amorf laktozdaki buhar basıncı yeterli olmadığından havadaki nem ile dengede kalamayıp havanın rutubetini alması ve higroskopik özellik kazanmasıdır.

Diğer Kristal formlar

A-laktoz monohidrat ısıtılmaya devam edildiğinde 100°C'nin üzerinde β -laktoz anhidrite dönüşür. Laktozun bu formu 93.5°C nin altında çözünerek α -laktoz monohidrata dönüşür.

100°C'de ve vakum altında kristal suyunu kaybeden α -laktoz, stabil olmayan α -laktoz haline dönüşür, buna α -laktoz anhidrit adı da verilir. Bu şekildeki susuz formun

pratikte hiçbir önemi yoktur çünkü 93.5°C nin altında havadan nem alarak α -laktoz monohidrat, 93.5°C nin üzerinde ise suyunu tamamen kaybederek β -laktoz anhidrit haline dönüşür. nem çekerek altında

150°C'de α -laktoz monohidratın ısıtılması ile stabil α -laktoz anhidrit (S-Laktoz) oluşur. Doymuş alkol çözeltisi ile α -laktoz monohidrattan S- α -laktoz anhidrit hazırlanabilir.

α -laktoz monohidrat %1-5 HCl içeren 10 kat fazla ağırlıktaki metanol ile çalkalandığında, kısmi mutarotasyon meydana gelir. Bunun sonunda oluşan karışımdaki α : β oranı 5:3 ve birleşmiş kristal α_5 : β_3

Çizelge 1. Laktozun başlıca kristal formları ve oluşma koşulları

Kristal formu	Oluşma koşulları
α -hidrat	Aşırı doyurma, <93.5°C
β -anhidrit	Aşırı doyurma, > 93.5°C
Amorf	Püskürterek ya da vals yöntemi ile hızlı bir kurutma
α -anhidrit, higroskopik	100°C'de vakumda dehidrasyon
α -anhidrit, stabil	150°C'de su buharı varlığında kurutma veya alkol çözeltilerinde aşırı doyurma

LAKTOZUN ÖZELLİKLERİ

1) Çözünürlük

Suda β -laktoz, α - laktozdan daha iyi çözünmektedir.

Sulu çözeltilerde laktozun α - ve β - izomeri arasında sıcaklığa bağlı bir denge mevcuttur.

- 1) α -laktoz hidratın suda çözünmesiyle doymuş α -laktoz çözeltisi meydana gelir
- 2) çözülmüş olan α -laktozun bir kısmı β -laktoza dönüşür
- 3) Bu olayla α -laktozun doyma noktası aşağı çekildiğinden bir kısım α -laktoz daha çözünebilir
- 4) Bu işlem çözeltinin her iki izomer (α - ve β -) bakımından doymuş olduğu ana kadar devam eder.
- 5) Ve böylece her iki izomer arasında denge sağlanmış olur.

6) Buna göre laktozda bir başlangıç ve bir de toplam/son çözünürlük seviyesi vardır ve belirli sıcaklık aralığında laktozun aşırı doygun çözelti yapma yama eğilimi vardır. Bu durum laktozun kristalizasyonu ile yakından ilgilidir.

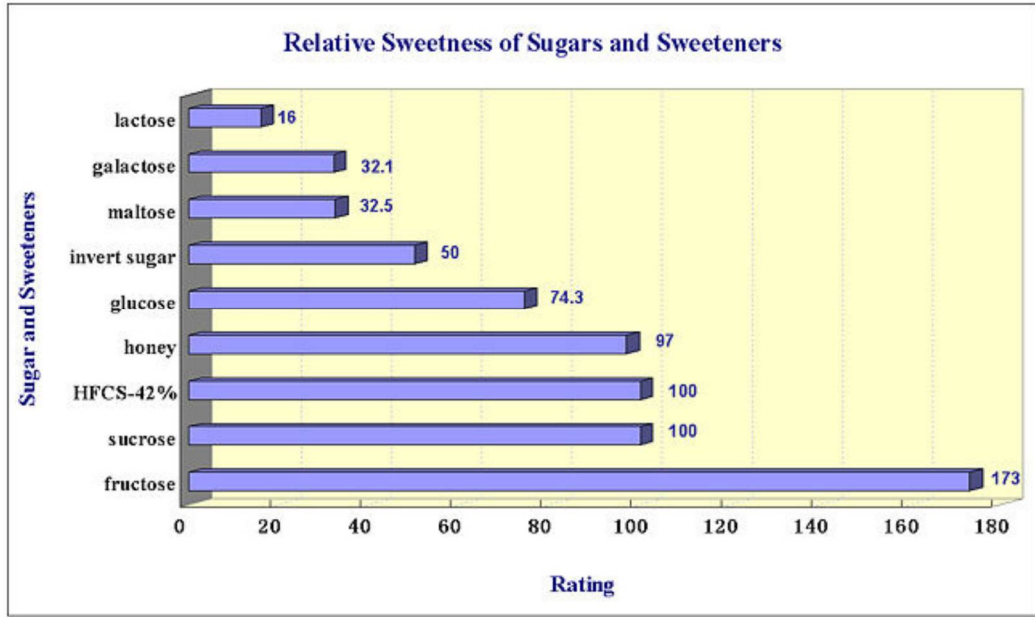
Sıcaklık artışı her iki izomerin çözünürlüğünü artırır ancak bu artış α -laktozda daha fazladır. Sıcaklığın fazla yükselmesi dengenin sağlanması için geçme süreyi kısaltır hatta başlangıç ve son çözünürlük seviyeleri birbirinden ayırt edilemeyebilir.

2) Tatlılık

Laktoz, glukoz ve früktoza oranla daha az tatlıdır. İzomerler arasında β -laktoz, α -laktoza oranla 1.05-1.22 kez daha az tatlıdır. Laktozu oluşturan monosakkaritler laktozdan daha tatlıdır. Bu nedenle laktoz şurubu üretileceği zaman önce hidrolize edilip monosakkaritlerine parçalanır böylece daha fazla tatlılık elde edilir.

Çizelge 2. Değişik tatlandırıcı maddelerin tatlandırma gücü

Tatlandırıcı	Tatlandırma gücü
Sakaroz	1.0
Früktoz	1.2
Glikoz	0.69
Galaktoz	0.72
Maltoz	0.35
Laktoz	0.27
Hidrolize laktoz	0.70
Rafinoz	0.22
Glikoz şurubu 60 DE	0.5
Glikoz şurubu 45 DE	0.4
Glikoz şurubu 30 DE	0.33
Ksilitol	0.7
Mannitol	0.5
Sorbitol	0.5
Laktitol	0.4
Sakarin	yaklaşık 500
Siklamat	yaklaşık 35
Aspartam	yaklaşık 200
Asesülfam-K	yaklaşık 200

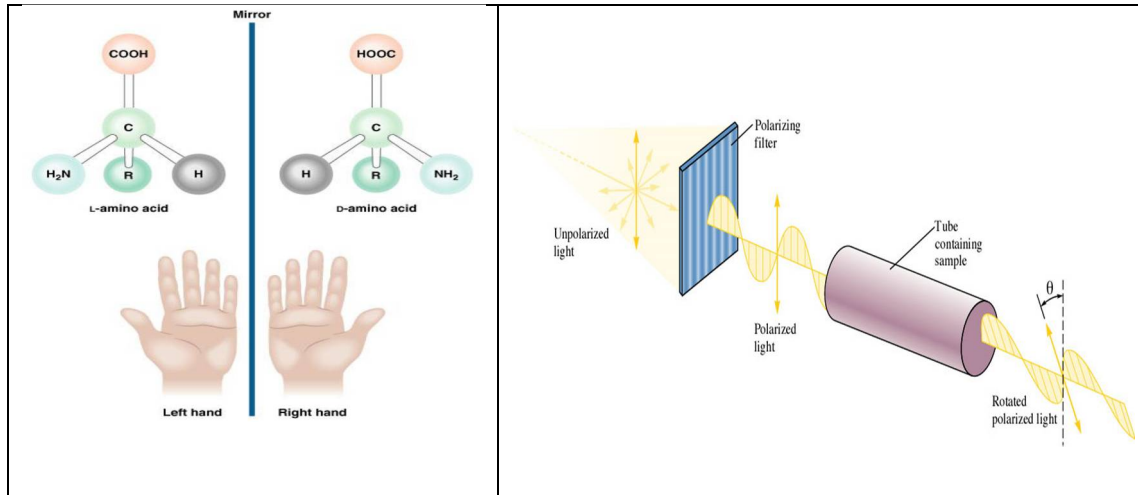


Bazı tatlandırıcıların tatlandırma güçleri

OPTİK AKTİVİTE

a) Polarizasyon

Tüm canlı organizmalarda karbon atomu temel yapıyı oluşturur ve 4 bağ yapar. Eğer bir karbon atomuna 4 farklı atom veya molekül bağlı ise buna asimetric karbon atomu adı verilir. Bunu belirtmek için C atomunun sağ üst köşesine yıldız konur. Bu tür bileşikler biri diğerinin ayna görüntüsü olan iki tür molekül oluştururlar. Ayna simetrisinde olan bu iki molekül birbiri üzerine çakışmaz. Örneğin sağ el ve sol ellerimiz ayna simetrisine sahiptir. Eldivenin çorabın sağ teki sola uymaz. Asimetric karbon atomuna aynı zamanda kiral karbon atomu da denir. Asimetric karbon atomunun bulunması moleküle optik aktivite kazandırır. Bu tür farklılık optik izomerliktir.



Optik aktiviteyi değerlendirmek için tek düzlemde titreşen polarize ışık kullanılır. Normal ışık polarize değildir, yani her düzlemde titreşir. Ama normal ışık bazı özel prizmalardan (mineral CaCO_3) geçirilerek tek düzlemde titreşen polarize ışık elde edilebilir. Polarize ışık, laktik asit veya şeker çözeltileri gibi optik bakımdan aktif bileşikler (asimetrik karbon atomu) içeren bir çözeltiden geçirilirse çözeltinin özelliğine göre sağa veya sola doğru kırılmaya uğrar. Çözelti polarize ışığı saat yönünde çevirirse, ışık sağa kırılmışsa, **sağa çeviren (Dekstrarotator, D +)**, tersi yönde çevirirse, sola kırılmışsa, **sola çeviren, (Levarotator L -)** bileşik olduğu kabul edilir. Birbirinin ayna görüntüsü olan bileşiklere **Enantiyomerler** denir. Işığın sapma açısını bulmaya yarayan aletlere polarimetre denir.

Optikçe aktif bileşenlerin ışığı çevirme dereceleri aşağıdaki özelliklere bağlıdır:

- Çözünen madde konsantrasyonu,
- Polarize ışığın geçtiği boru uzunluğu,
- Ölçüm sıcaklığı,
- Dalga boyu,
- Çözücü madde

Polarimetrik ölçümler genellikle 20°C 'de ve 589.59 nm dalga boyunda (Na ışığının D-düzlemindeki dalga boyu) yapılır. Özgül çevirme derecesi $[\alpha]_D^{20}$ şeklinde gösterilir.

Ölçüm işleminde içerisinde 1 gram madde bulunan 1 cm³ çözelti 1 dm uzunluğundaki borudan faydalanılır. Ölçümlerde sıcaklık, dalga boyu, polarimetrenin boru boyu sabit olduğundan çözeltinin çevirme gücü sadece konsantrasyona bağlı olacaktır.

Çizelge 3. Bazı şekerlerin özgül çevirme dereceleri

Şeker	$[\alpha]_D^{20}$	Şeker	$[\alpha]_D^{20}$
sakkaroz	+ 66.5°	α -laktoz	+88°
Glukoz	+52.8°	β -laktoz	+34°
Galaktoz	+81.5°	dengede	+52.5°

b) Mutarotasyon

Optik çevirmenin zamanla değişmesi olayına mutarotasyon adı verilir. Yeni hazırlanan laktoz çözeltisiyle inceleme yapıldığında çevirme açısı başlangıçta bir süre değişir ve zamanla sabitleşir. α -laktoz hidrat ve β -laktoz anhidritin çevirme dereceleri farklıdır. Çözeltide denge sağlanıncaya kadar değişiklik devam eder, denge sağlanınca da son değerini bulur. Çözelti içerisinde özgül çevirme derecesi +88° olan α -laktoz, +34° olan β -laktoza dönüştükçe çevirme derecesinde azalma meydana gelir. İzomerler arasında denge sağlanınca karışımın derecesi izomerler arasında bir değerde sabit kalır. Karışımda β -laktoz miktarı fazla olduğundan çevirme derecesi de onunkine yakın bir değerde olacaktır.

Laktozun iki izomeri arasındaki 70°C de ve pH 9.0 da çok hızlı oluşur. Sıcaklık bu değeri etkiler. Sıcaklık arttıkça çevirme derecesi azalır.

Çizelge 4. Sıcaklığa bağlı laktozun özgül çevirme dereceleri

Sıcaklık (°C)	0	20	40	60	80	100
Özgül çevirme derecesi(°/g/dm)	53.0	52.5	51.2	50.5	48.3	46.9

Polarimetre ile laktoz tayini yapılırken ortamda diğer optikçe aktif maddenin bulunmaması gerekir. Bu nedenle ortam proteinlerden arındırılır. Katı üründeki laktozun önce çözelti haline getirilmesi gerekir. Ancak bu sıradada mutarotasyona

dikkat edilmesi gerekir. Süt ve PAS da laktoz dengede olduğundan protein uzaklaştıktan hemen sonra ölçüm yapılmalıdır.

Çizelge 5. Laktozun bazı özellikleri

Özellik	α -laktoz hidrat	β -laktoz anhidrit
Erime noktası (°C)	202	252
Özgül çevirme derecesi($[\alpha]_D^{20}$)	+89.4°	+35°
Suda çözünürlük (g/100ml, 20°C)	7	50
Özgül ağırlık (20°C)	1.54	1.59

LAKTOZUN KİMYASAL TEPKİMELERİ

Şekerler belirli koşullar altında kimyasal değişimlere uğrarlar. Laktoz süt ve ürünlerinin yapısında diğer bileşenlerle beraber bazen onlardan da etkilenerek çözelti halinde bulunur. Sütün işlenmesi sırasında değişen ortam koşulları (sıcaklık, pH) laktozda değişime neden olur. Bu değişimler ürünleri de olumlu/olumsuz yönde etkiler. Kimyasal değişimler laktozun fonksiyonel grupları üzerinde meydana gelir

- ✓ Glukozun 4 ve galaktozun 1 karbon atomları arasındaki eter köprüsü
- ✓ Glukozun aldehit grubu
- ✓ Galaktozun hidroksil grubu
- ✓ Üretim sırasında koşullara göre karbon atomları arasındaki bağlar

Hidrolizasyon

Laktozu glikoz ve galaktoza parçalanması

- Mineral asitlerle
- Laktaz enzimiyle
- İyon değiştiricide

a) Mineral asitler

Sitrik asit gibi zayıf organik asitler laktoza karşı etkisizdir. Hidrolizasyon için hidroklorik asit sülfirik asit gibi kuvvetli mineral asitler ve hızlı hidrolizasyon için yüksek sıcaklık gerekir. Mineral asitlerin olumsuz yönü; renk değişimi, acı tat ve kötü

kokunun meydana gelmesidir. Bu işlem % 10 luk laktoz çözeltisinin pH sı 1.2 ye ayarlanarak 1 saat süreyle 150°Cde bekletilerek gerçekleştirilebilir.

Asitle hidrolizden laktoz şurubu yapımında faydalanılır. Glukoz ve galaktozun laktozdan daha tatlı olması nedeniyle bu yöntem tercih edilir. Oksijen köprüsünün seyreltik asitlere karşı dirençli olması sonucu mideden parçalanmadan geçer ve barsaklarda parçalanarak kokuşma yapan bakterilerin gelişimine engel olur.

b) Laktaz (β -Galaktozidaz) enzimiyle hidrolizasyon

Laktaz enzimiyle hidrolizasyonun pratik olarak daha olumlu sonuçları vardır. Oluşan bileşenler; süt şekerinin daha tatlı algılanmasını sağlar, daha kolay çözünür, daha kolay fermente olan ve memelilerin ince barsağında doğrudan sindirilebilen forma dönüşür. Böyle laktozu hidrolize edilmiş ve peyniraltı suyundan daha yeni ve farklı ürünlerin üretilmesine olanak sağlar.

β -galaktozidaz enzimi; hayvanların sindirim sistemlerinde, bazı bitkilerde bulunur. Ayrıca mikroorganizmalar tarafından da sentezlenen mikrobiyal formları da mevcuttur. *Kluyveromyces lactis*, *kluyveromyces fragilis* gibi mayalardan; *Aspergillus niger*, *Aspergillus oryzae* küfleri ve *Bacillus stearothermophilus* bakterisinden elde edilen ticari formlar süt sanayiinde kullanılmaktadır. Mayalardan elde edilen ticari preparatlar 6.0-6.5 pH aralığında 45°Cde aktivite gösterirler. % 1-5 konsantrasyonundaki enzim çözeltisi 40°C de 1 saat içerisinde kendi ağırlığının 7 katı oranda laktozu hidrolize eder

c) İyon değiştirici

Laktozun iyon değiştiricide hidrolizi için polisitirol reçinesinden faydalanılır. Sulfonize edilmiş polisitirol reçinesi ile laktoz çözeltisi iyon değiştiricide tepkimeye sokulur. Sulfonik asit kuvvetli asit olduğundan mekanizma kuvvetli mineral asitlerde olduğu gibidir. Hidroliz sırasında bazı yan ürünler oluşabilir bunlar da uygun bir şekilde ortamdan ayrılabilir.

Oksidasyon

okside eden maddelerin konsantrasyonuna ve reaksiyon koşullarına bağlı olarak laktoz okside olur. Laktozun en kolay okside olan kısmı glukozun **aldehit grubudur**.

Orta güçteki maddeler bile aldehid gruplarını okside ederek karbondioksit ve suya dönüştürür. İlerleyen aşamalarda laktobiyonik asit ve laktonlar oluşur. Laktozun oksidasyonundan faydalanılarak miktar belirlenebilir. Burada indirgeyici ajan olarak Fehling A ve Kloramin T çözeltisi kullanılır. (Laktoz Fehling çözeltisini Cu okside indirger ve miktar tayini yapılır. Laktozu tam olarak indirgeyen maddeler;

potasyum permanganat
demir sülfat, sodyum sülfat
çinko oksidin katalitik etkisiyle güneş ışığı

Yeterli miktarda hava ve protozoalar veya diğer bakteriler yardımıyla biyolojik oksidasyon da gerçekleşebilir. Biyolojik oksidasyonda laktoz tam okside olur ve son ürün olarak karbondioksit ve su açığa çıkar. Asidik oksidasyonda örneğin seyreltik nitrik asit kullanılarak zamk asidi (Tetra hidroksi –adipin asidi) oluşur. Diğer okside edici bileşenler aşağıda yer almaktadır.

Okside edici bileşik	Parçalanma ürünü
Konsantre nitrik asit	Şarap asidi oksalik asit
Potasyum permanganat	Karbondioksit ve su
Periyodat	Formaldehit, karınca asidi
Fehling çözeltisi	Laktobiyonik asit
Brom suyu	Laktobiyonik asit

Redüksiyon

Genel olarak karbonhidratlar yapılarındaki karbonil ve hidroksil gruplarının etkilenmesi ile poliollere (şeker alkoller) indirgenir. NaBH₄ (sodyum borhidrat) ve sodyum amalgam gibi maddeler elektrolitik veya katalitik olarak uyarılmış hidrojen karbonil gruplarını kendilerine karşılık gelen alkollere indirger.

D-Glukoz  D-sorbitol meydana gelir.

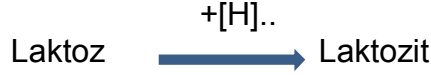
D-fruktoz  D-sorbitol D-mannitol

Laktozun da indirgenmesi sonucu “alkol laktozit” 4-(β-D-galaktopiranosil)-d-sorbit oluşur. Kullanılan yöntemler:

-elektrolitik yol

-Yüksek basınçlı (120 atü) hidrojenin katalitik etkisi

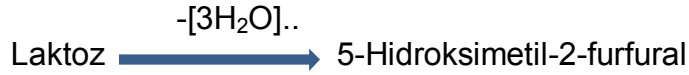
-Yüksek sıcaklık



Laktozitin elde edilmesinde en fazla kullanılan yöntem elektrolitik redüksiyondur. Bu yola glukozdan sorbit elde edilebilir. Benzer şekilde 120 atü ve 145°C gibi yüksek basınç ve sıcaklıklarda laktozu laktozite, onu da sorbite indirgemek mümkündür.

Dehidratasyon

Çeşitli faktörlerin (ısı, basınç, asit ve alkali) etkisiyle organik bir bileşikten parçalanma sonucu suyun ayrılması işlemidir. Sıcaklığın etkisiyle D-glukozdan 3 molekül su ayrılarak



Laktoz eğer çözelti halindeyse; pH değeri parçalanmayı etkiler. Alkali ortamda laktozun parçalanması asit ortama oranla çok daha kolay ve hızlı olur. Örneğin alkali bir çözeltiden laktoz üretimi sırasında; ısı işlem yardımıyla proteinler uzaklaştırılırken ısı işlemi laktozu parçalama tehlikesi mevcuttur. Bu nedenle PAS nun asitliği nötrlenirken dikkatli olunmalı ve pH'nın asla 7 nin üzerine çıkmamasına özen gösterilmelidir. Asidik ve hafif alkali çözeltinin ısıtılmasıyla oluşan bileşikler;

5-Hidroksimetil-2-furfural (kahverengini oluşturan)

Asetol

Karınca asidi

Katı (kristal) laktozun ısıtılması sonucu “**glukozan**” olarak anılan dehidratasyona uğramış şekerler oluşur. Bu işlem sırasında önce 130°C ye kadar α -laktoz hidrat, hidrat suyunu verir. 150C de dehidratasyon sonuncu laktoz parçalanır ve glukozun yapısından 3 molekül su ayrılır. Sonuçta sarı-kahverengi renk lakto karamelin tipik tat ve kokusu algılanır. Glukozanların yanısıra çok farklı yapıda polimer ürünler de oluşur.

Prolizasyon

Katı laktozda sıcaklık daha da artırılınca laktozda tamamen parçalanma meydana gelir. Bu olaya “**proliz**” veya “**prolizasyon**” denir. Gaz formunda maddeler uçar geriye sadece şeker kömürü kalır.

MAİLLARD REAKSİYONU

Isıl işlem uygulamaları süt ve ürünlerinde laktoz ve proteinler arasında bir etkileşime kimyasal reaksiyonlara neden olur. Bu etkileşimle ürünün besin değerinde ve duyuşal niteliklerinde olumsuz değişimler görülür. Yarıyışlı lisinde kayıpla, lezzette istenmeyen değişimler renkte esmerleşme görülür. Bu olay “**enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonu / Maillard Reaksiyonu**” olarak anılır.

Maillard reaksiyonunun mekanizması

Reaksiyon bir amino asidin serbest amino grubu ile bir şeker (aldoz/ketoz) arasında meydana gelir. Toplam reaksiyon 3 aşamada tamamlanır.

1. 1. Aşama (Erken maillard Reaksiyonu Aşaması)

Başlangıçta, proteinin α -amino grubundaki azot ile indirgen şekerdeki (laktoz) karbonil karbonu ile tepkimeye girerek su kaybıyla birlikte ilk aşamada Schiff bazını hemen arkasından da laktozilamini oluşturur. Laktozilamin sulu çözeltilerde kolaylıkla hidrolize olması nedeniyle tepime geri dönüşlüdür. Laktozilamin hafif asidik çözeltide **Amadori bileşiği** olarak isimlendirilen **1-amino-1-deoksi-2-ketoz** a dönüşür. Oluşan

bu bileşik renksiz ve biyolojik değeri yoktur. Renk ve lezzette bir değışiklik olmaz ancak gıdanın besin değeri azalır.

2. 2. Aşama (İleri Maillard Reaksiyonu Aşaması)

İkincil aşamada (dehidrasyon aşaması) amadori bileşğinin parçalanması aşamasıdır. Reaksiyonlar asidik, nötral veya alkali koşullarda gerçekleşme durumuna göre farklı ürünler oluşur. Amadori bileşikler ya 3 molekül H₂O kaybederek furfurallara (HMF) veya 2 molekül su kaybederek redüktonlara dönüşür. Amadori bileşğinden aldehit gruplarının ayrılmasıyla (dealdolizasyon) asetol, diasetil gibi füzyon ürünleri oluşur. Ayrıca amino asitler ile dikarbonil bileşiklerinin kaynaşmasıyla Strecker aldehitleri meydana gelir.

3. Aşama (Son Aşaması)

Bu aşamada furfuraller, füzyon ürünleri, Strecker aldehitleri gibi karbonil bileşikler yüksek molekül ağırlıklı bileşenler dönüşür. Ortamda aminler bulunursa doymamış esmer renkli melanoidin pigmentleri meydana gelir. Sütte lizin kalıntıları bulunacağı için melanoidinler yer alacaktır. Ayrıca final aşamasında yarayışlı lizin kaybının daha fazla olduğu belirtilmektedir.

Süt ve ürünlerinde laktozun karbonil grubu ile lizin amino asidinin özellikle ε-amino grupları arasında Maillard reaksiyonu oluşur. Isıl işlemin yoğun olmadığı normal sütte reaksiyon Amadori aşamasında durur. Amadori aşamasında meydana gelen “ε-laktulosil-lizin” sindirim enzimleri tarafından parçalandığı için biyolojik olarak kullanılmaz ve sütün besin değeri azalmış olur. Koyulaştırılmış süt ve sütozunda reaksiyonun ileri aşamaları da meydana gelebilir. Farklı ürünlerde lizin kaybı çizelgede görölmektedir.

Çizelge 6. Bazı ürünlerde lizin kaybı

Ürün	Bağlanan lizin (%)
Pastörize süt	0-3
UHT süt	0-3
Süttozu (püskürtme yöntemi)	0-3
Şekerli koyu. Süt	0-3
Şişede sterilize süt (klasik Steriliz.)	10-15
Koyulaştırılmış süt	15-20
Süttozu (vals yöntemi)	20-75

Yüksek sıcaklık maillard reaksiyonu için önemli bir faktördür. Vals yöntemiyle kurutulan süttozlarında kayıp % 75 kadar yükselmektedir. Isıtma işlemi laktozda kalite indeksi olarak kullanılabilecek değişimlere yol açar. Laktozun izomeri olan laktuloz ısıtılmış sütte meydana gelir. Süt örneğinde laktuloz tayini ile sütün pastörize, UHT veya klasik yöntemle tayin edilip edilmediği belirlenebilir.

Süt ve ürünlerinin **depolanması sırasında** da lizin kaybı olabilir. Örneğin 30°C de 14 ay süreyle depolanan UHT sütlerde lizin kaybı %30 bulunmuştur. Depolama sıcaklığı da kayıp üzerinde oldukça etkilidir.

Rutubet oranı maillard reaksiyonunu etkileyen faktörlerdendir. Reaksiyon $a_w=0.3-0.7$ arasında maksimum hızda gerçekleşir. Süttozunda 0.2 den düşük bir su aktivitesi değeri esmerleşme reaksiyonunu açısından bir problem yaratmaz ancak 0.6-0.7 civarındaki su aktivitesi değerlerinde reaksiyon hızı maksimumdur. PAS da süttozundan daha düşük ($a_w=0.44$) değerlerde maksimum hıza ulaşılır. Bunun nedeni de amorf laktozun kristal forma ulaşmasıyla ilintilidir.

Maillard Reaksiyonunun Süt Teknolojisi Açısından Önemi

- 1) Rengin esmerleşmesi çözünürlüğün azalması süttozunda önemli sorunlar yaratır.
- 2) Ürünlerde kötü tat ve koku hissedilir. Kötü koku füzyon ürünleri ve Strecker aldehitlerindeki uçucu bileşenlerden kaynaklanır.
- 3) Üründeki amino asitler ve esansiyel bileşenler zarar görür. En fazla etkilenen lizin amino asididir. Laktoz oranı yüksek olan PAS nun kurutulmasında ve

bebek mamasına uygulanan kurutma işleminde lizin kaybı daha fazla olur. Maillard ürünleri sindirim sistemindeki kalsiyum, magnezyum, çinko gibi mineral maddelerin kaybını artırır.

- 4) İmidazol ve N-nitrozo türevlerinin oluşumuyla toksidite artar.
- 5) Su oluşumu nedeniyle su aktivitesi artar.

LAKTOZUN FERMANTASYONLARI

Mikroorganizmalar canlı kalabilmek ve çoğalabilmek için enerjiye ihtiyaç duyar. Enerjiyi karbonhidratları fermente ederek sağlarlar. Karbonhidratların m.o. lar tarafından parçalanmasına “**glikoliz**” adı verilir. Laktoz bu işlemi gerçekleştiren mo ya bağlı olarak 5 farklı şekilde fermente edilebilir.

- 1) Laktik asit fermentasyonu
- 2) Bütirik asit fermentasyonu
- 3) Propiyonik asit ermentasyonu
- 4) Alkol fermentasyonu
- 5) Asetik asit fermentasyonu

Aşağıdaki özellikler açısından laktozun fermentasyonundan yararlanılır;

Süt kalitesinin belirlenmesi

Fermente süt ürünlerinin üretimi

Laktik asit üretimi

Süt ve ürünlerinin vücuttaki metabolizmasında

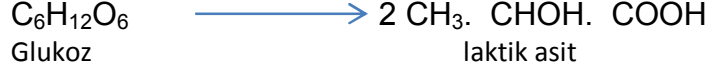
Tek hücre proteini, alkol, amonyum laktat gibi yan ürünlerin üretimi

Bazı mo ların ayırt edilmesi ve faaliyetlerinin durdurulmasında

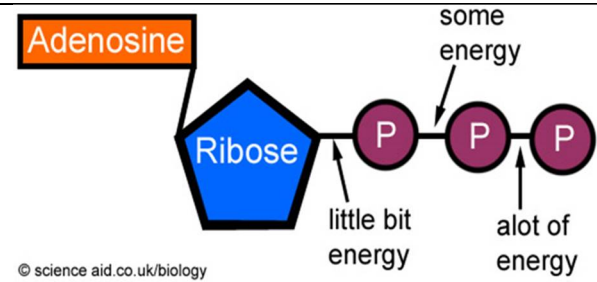
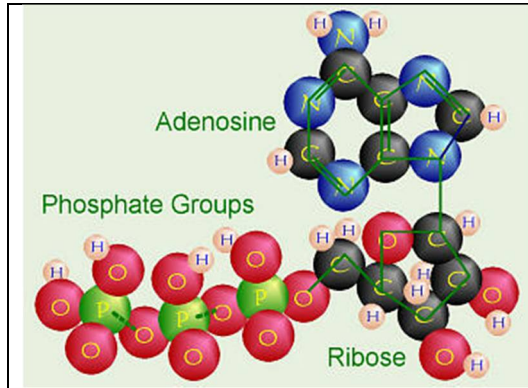
Fermentasyon

Karbonhidratların anaerobik koşullarda çeşitli mo lar tarafından küçük moleküllü bileşiklere parçalanmasıdır. Burada hidrojen oksijenle değil de ortamda bulunan başka bir madde ile birleşir. Daha geniş bir şekilde ifade edilirse; **Organik bileşiklerin hem elektron alıcısı hem de vericisi görevini üstlendikleri metabolik bir işlemdir.** Bunun sonucunda hem indirgenmiş, hem de yükseltgenmiş ürünler

oluşur. Fermentasyon (anaerobik solunum) sonucunda oluşan düşük molekül ağırlıklı bileşiklerin ortalama oksidasyon durumları başlangıçtaki substratla aynıdır, ancak toplam enerji içeriği daha düşüktür. Aerobik solunumda ise substrat (karbonhidrat) dehidrojenize olur açığa çıkan hidrojen oksijenle birleşir. Örnekler aşağıda yer almaktadır.



Fermentasyonu gerçekleştiren mikroorganizmalar ; fakültatif ya da zorunlu anaeroblardır. Fermentasyondaki reaksiyonlar ile substrat düzeyinde meydana gelen fosforilizasyon (ara üründen ADP ye fosfat grubu aktarımı) sonucu ATP üretilir.

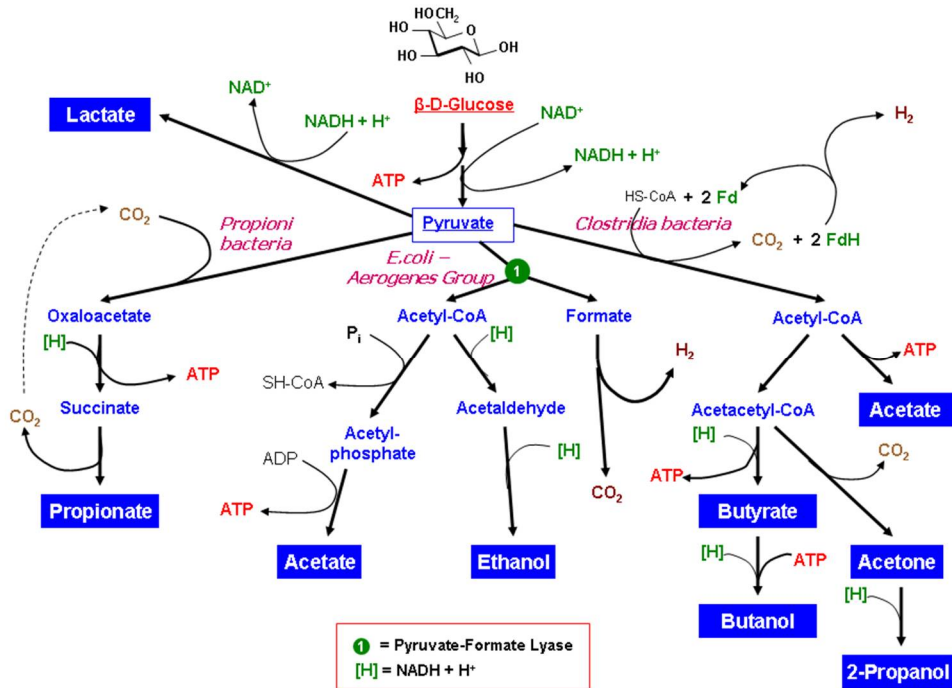


Fermentasyonla sağlanan enerji bunu gerektiğinde dışarı salabilecek olan bileşenler içerisinde kimyasal olarak tutulur. Bu bileşenlere örnek olarak; riboza bağlı adenosin asiti sistemlerinde yer alan fosfat bileşikleridir. Adenozine 2 veya 3 fosfat molekülü bağlanır. Enerjice zengin bağlar herhangi bir reaksiyonda parçalanır, ya da bir fosfat grubu ayrıldığında enerji açığa çıkarken moleküle bağlanması için enerji gerekir. Aşağıdaki şekilde ATP nin su ile parçalanması sonucunda açığa çıkan enerji 1 mol ATP 7.80 kcal dir.



Anaerob koşullarda laktoz glukozu parçalandığında, ATP aracılığıyla glukozdan enerji açığa çıkar. Açığa çıkan ya da kazanılan enerji, 2 ATP/mol glukoz olup çok azdır. Aerob koşullarda şekerin CO₂ ve H₂O'ya parçalanması sonucu ise 38 ATP/mol glukoz gibi yüksek bir değerdir.

Mikroorganizmaların besin maddelerini parçalamaları temelde benzerdir. Kas dokularında, bakteri hücresinde, veya mayalarda glikoz parçalanırken **pirüvik asit** oluşuncaya kadar aynı ara ürünler meydana gelir. Her üç şekilde de glukoz en yaygın en bilindik fermentasyon (iz) yolu **Embden-Meyerhof-Parnas** iz yoluna göre pirüvata kadar parçalanır. Bundan sonra da ortamdaki mevcut enzimlere göre de farklı fermentasyonlar ve farklı ürünler oluşur.



Laktozun fermentasyonları (pirüvattan değişik ürünlerin oluşumu)

Laktik asit fermentasyonu

Pirüvik asit (pirüvat) $\xrightarrow{\text{Laktik asit bakterileri}}$ laktik asit

Propiyonik asit fermentasyonu

Propiyonik asit bakterileri
Pirüvik asit (pirüvat) → propiyonik asit

Alkol fermentasyonu

mayalar
Pirüvik asit (pirüvat) → etanol

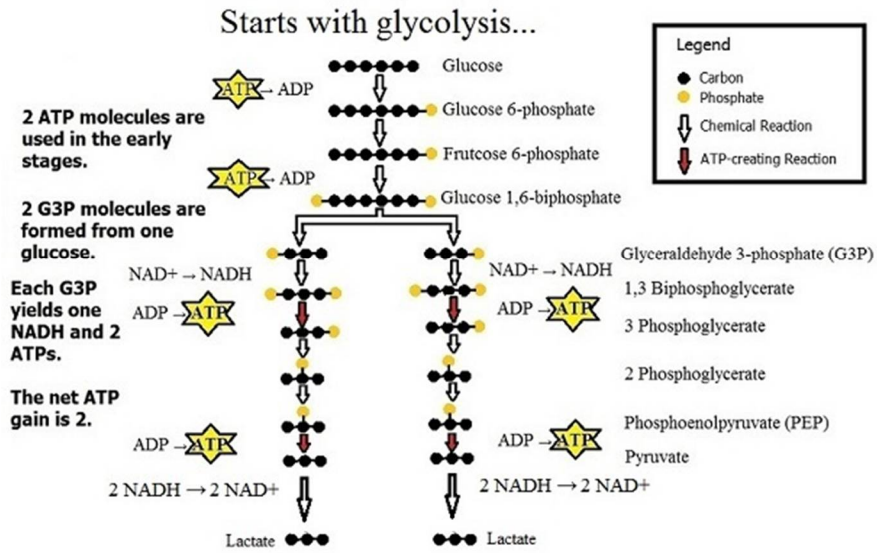
Bütirik asit fermentasyonu

Clostridium türü bakteriler
Pirüvik asit (pirüvat) → aseton + butanol

Coli aerogenes bakteriler
Pirüvik asit (pirüvat) → asetik asit + etanol + aseton + butandiol

LAKTİK ASİT FERMENTASYONU

Lactate Fermentation



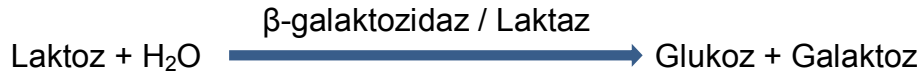
...ends with lactate (lactic acid) formation.

Laktik asit bakterileri (lab) ihtiyaçları olan enerjiyi sadece laktozun fermentasyonundan karşılarlar. Lab; fermentasyon sonunda meydana gelen ürünlere göre 2 gruba ayrılır:

Laktik asit bakterileri	Fermentasyon tipi
-------------------------	-------------------

Homofermentatif LAB	Homolaktik asit (saf) laktik asit fermentasyonu
Heterofermentatif LAB	Heterolaktik laktik (karışık) laktik asit fermentasyonu

Laktoz hiçbir mo tarafından direkt olarak kullanılmaz.

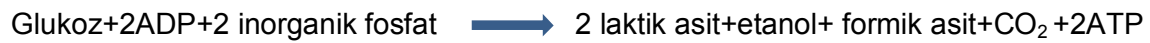


Ortamdaki mikroorganizmalar uzaklaştırıldığı veya faaliyetleri durdurulduğu zaman fermente olmayan laktoz hiçbir değişikliğe uğramadan kalır. Çünkü meydana gelen laktik asit ortamın asitliğini o derece artırır ki bir süre sonra laktik bakteriler faaliyet gösteremez ve laktozun bir kısmı fermente olmadan kalır. Koşullara göre % 10-30 laktoz fermentasyon ile parçalanır. Streptokoklar % 0.8-1.0 asitliğe, laktobasiller % 1.5-2.0 asitliğe kadar dayanıklılık gösterirler.

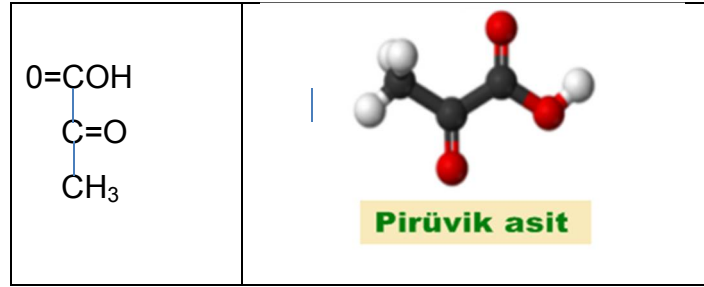
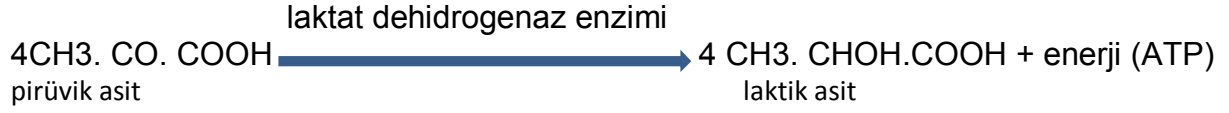
Homolaktik fermentasyonda; başlıca ürün laktik asit olup % 85-90 oranında laktik asit meydana gelir.



Heterolaktik fermentasyonda laktik asidin yanı sıra fazla miktarda diğer fermentasyon ürünleri de meydana gelir.



Tüm laktik asit fermentasyon tepkimeleri sırasında 1 molekül laktozdan 4 molekül laktik asit meydana gelir. Laktik asidin oluşumu tek bir aşamada olmayıp bir çok ara reaksiyonları ve enzimleri içeren reaksiyon zinciridir. Reaksiyonda ara ürün pirüvik asit laktat dehidrogenaz enzimi etkisiyle laktik aside parçalanır. Pirüvik asit oluşuncaya kadar olan 9 ara reaksiyon aşamaları tüm fermentasyonlarda aynıdır. 9. Aşama fosfopirüvik asitten pirüvat kinaz enzimi aracılığıyla pirüvik asit oluştuktan fermentasyon tipine göre farklı enzimler ve farklı ürünler meydana gelir.



LAKTİK ASİT

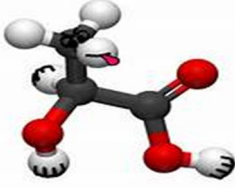
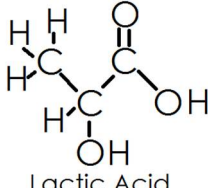
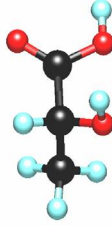
Laktik asit; renksiz, kokusuzekşi tatda, higroskopik şurup kıvamında bir sıvıdır.

Laktik asit ($\text{CH}_3.\text{CHOH}.\text{COOH}$) asimetrik karbon atomuna sahiptir. 2 nolu karbon atomuna 4 farklı grup bağlanmıştır. Fermentasyon sonucunda insan organizmasında hızlı ve kalıntı bırakmadan metabolize olan **L(+)** laktik asit ve daha yavaş metabolize olan **D(-)** laktik asit olarak 2 izomeri mevcuttur. D(-) laktik asidin bir kısmı metabolize olmadan idrarla dışarı atılır. FAO WHO günlük maksimum D(-) laktik asit alımını 60mg/kg ağırlık olarak sınırlandırmıştır. L(+) için herhangi bir sınırlama yoktur. *Streptococcus* türleri % 1 kadar D-laktik asit, *Streptobacterium* lar % 1.5 D –laktik asit üretirler. *Thermobacterium* lar 40°C de %3 L-laktik veya inaktif (DL) laktik asit üretirler. L. Lactis, Str. Thermophilus, Bifidobacterium bifidum L(+) laktik asit, Lb bulgaricus, Lb lactis, Leuconostoc grubu D(-) laktik asit üretir. D- ve L- laktik asit miktar ve oranları aşağıdaki faktör. Bağlıdır.

- 1) Kullanılan starter kültür ve oranları
- 2) Ürünün son asitliği
- 3) Süt türü
- 4) Ürünün depolama süresi
- 5) Fermentasyon sırasındaki sıcaklık

Laktik asit

- saf olarak bulunmaz,
- kaynama noktası 122°C, erime noktası 16.8°C
- su ve alkol ile karışabilir eterde erir
- su buharı ile uçmaz

	$C.OOH$ $H.C.OH$ $C.H_3$ D(-) Laktik asit	$C.OOH$ $HO.C.H$ $C.H_3$ L (+) laktik asit
	 Lactic Acid	

Laktik asidin fizyolojik ve biyolojik özellikleri

- 1) Ca, P, Fe emilimini artırır
- 2) Sindirim salgılarının salgılanmasında uyarıcı etki yapar
- 3) Midedeki gıdaların sindirim sisteminde ilerlemesini sağlar
- 4) Süt proteinlerini pıhtılaştırarak daha kolay sindirilmelerini sağlar
- 5) Solunum sırasında vücut tarafından enerji kaynağı olarak kullanılmalarını sağlar
- 6) Ürünlerin raf ömrünü uzatır
- 7) Süt ürünlerinin kendilerine özgü lezzetin oluşmasında önem taşır

Laktik asit diğer sanayii dallarında da kullanılır;

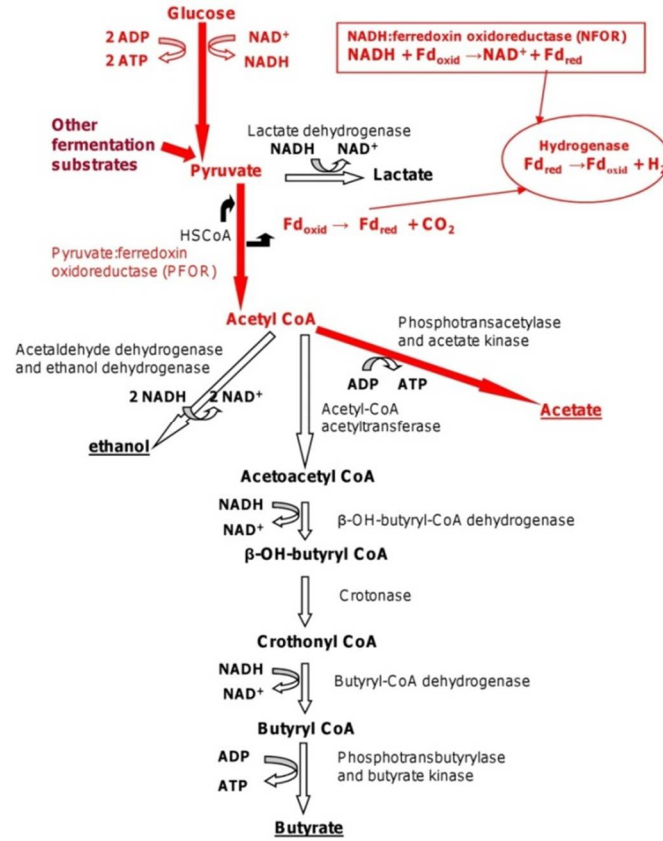
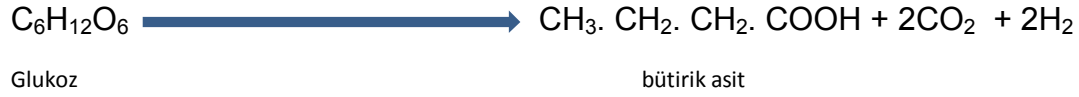
- 1) Tekstil sanayiinde yün ve deri boyamada
- 2) Gıda sanayiinde limonata ve esans yapımında
- 3) Antiseptik olarak ağız sularında ve sabun imalatında

BÜTİRİK ASİT FERMENTASYONU

Bütirik asit bakterileri temiz olmayan ekipman, toprak ve silaj gibi ortamlardan süt ve ürünlerine bulaşır. Bu grupta bulunan *Clostridium* türü bakteriler pirüvik asitten anaerobik koşullarda bütirik asit, asetik asit, n-butanol, aseton ve etanol gibi çeşitli ürünleri oluşturur.

Cl. acetobutylicum pirüvik asidi bütirik aside parçalar, bunun yanında hidrojen ve karbondioksit oluşur. 1 mol glukozdan bir mol bütirik asit oluşur. Reaksiyon süresince 1 mol glukozdan 3 mol ATP oluşur. Fermentasyonda; Asetil-CoA, β-hidroksibutiril-CoA, Krotonil CoA, ve sonuçta Butiril CoA oluşumuyla reaksiyon tamamlanır.

Temel ürün bütirik asit olmakla birlikte az miktarda asetik, formik ve propiyonik asit de meydana gelir.



Bütirik asit fermentasyonu sonucunda açığa çıkan yağ asitleri ürünün tat ve kokusunu olumsuz etkiler. Ayrıca olucan gazlar da yarık ve çatlaklara neden olur. Peynirde geç şişme kusuru bütirik fermentasyon sonucu oluşur. Engellemek için alınacak önlemler:

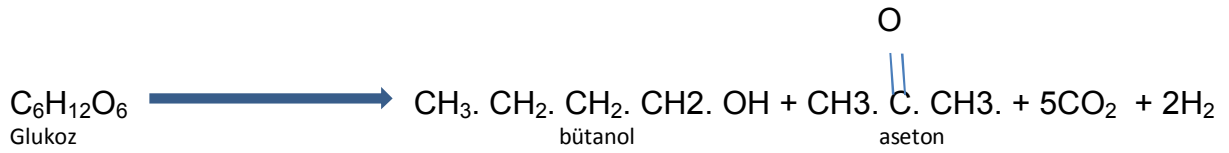
- 1) Düşük sıcaklıkta depolama
- 2) Yüksek tuz konsantrasyonu
- 3) Baktöfugasyon

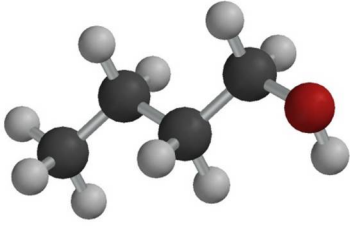
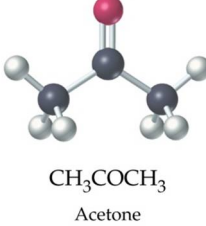
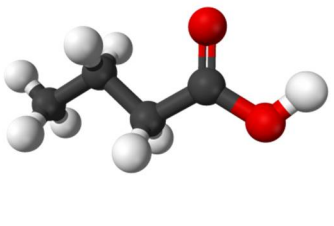
4) Kazan sütüne nisin ve lizozim enzimi ilavesi

Süt teknolojisinde sorun yaratan bütirik asit bakterileri; *Cl. butyricum*, *Cl. tyrobutyricum*, *Cl. lactoacetophilum* dur. Bakteriler % 3-5 tuz konsantrasyonunun üzerinde faaliyet gösteremezler ayrıca *L. lactis* in oluşturduğu antibiyotik çalışmalarını engeller.

Bütanol ve aseton oluşumu

Butirik asit fermentasyonu sırasında ortam koşulları uygun olduğunda ve pH 4.50 e düştüğünde bütirik asit fazlalığında aseton ve bütanol oluşur. Butirik asit fermentasyonunun en belirgin önemli miktarda CO₂ ve H₂ oluşumudur.



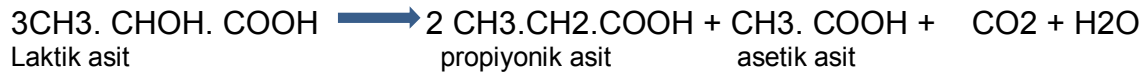
		
bütanol	CH ₃ COCH ₃ Acetone	Bütirik asit

PROPIYONİK ASİT FERMENTASYONU

Propiyonik asit fermentasyonu duysal ve yapısal kusurlara neden olduğundan istenmez. Glikolizle oluşan laktik asit daha sonra propiyonik asit, asetik asit, karbondioksit ve suya parçalanır. Fermentasyon, propiyonik asit bakterileri tarafından gerçekleştirilir. Propionibacterium türleri İsviçre tipi sert peynirlerin olgunlaşmasında laktik asit bakterileriyle birlikte yapı ve lezzet oluşumunda rol oynarlar. Ayrıca sütlü içeceklerde B12 vitamin kaynağıdır ve süt yağında oksidatif bozulmayı azaltmaya katkıda bulunurlar. Söz konusu bakteriler; piruvat ve laktatları kullanarak bazı uçucu asitler ve CO₂ oluşturarak peynirin tat ve aromasını etkiler. Laktik asit bakterileri de laktik asit oluşturur ve hafif proteolize neden olurlar. Tat ve aroma dengesi için bileşenler arasında belirli bir oran olmalıdır.

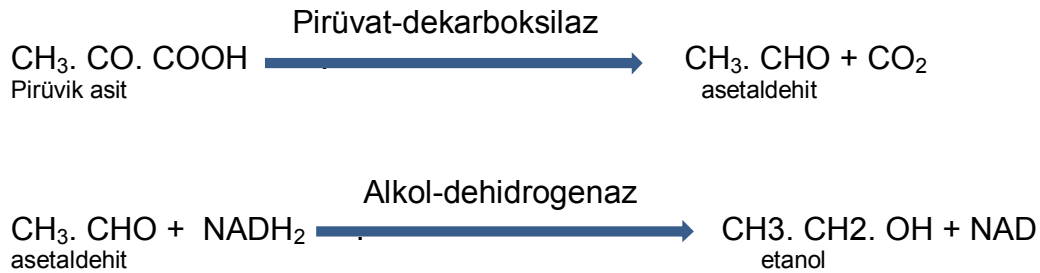
Propiyonik asit: asetik asit: karbondioksit = 2: 1: 1

Lb. bulgaricus, *Lb. helveticus* ve *Str. thermophilus* arasında sınırlı simbiyotik ilişki vardır. Peynirde aynı zamanda göz oluşumu da önemlidir. Göz oluşumu için; bakteri suş ve türleri, ortam sıcaklığı, peynir pH'sı, kazeinin proteoliz düzeyi önemlidir.



ALKOL FERMENTASYONU

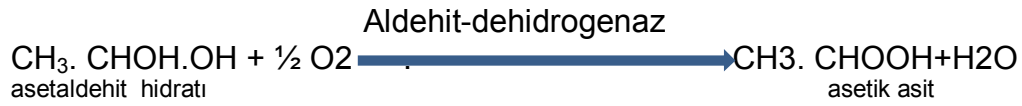
Laktoz EMP yoluyla pirüvik asite parçalandıktan sonra heterofermantatif LAB nin ürettiği enzimler ve özellikle mayalar etkisiyle alkol ve karbondioksit parçalanır. Pirüvik asit önce "pirüvat dekarboksilaz enziminin etkisiyle asetaldehit ve CO₂ e parçalanır. Fermentasyon süresince oluşan CO₂ nin kaynağı bu aşamadır. Enerji kaynağı olan ve hidrojen akseptörü gibi davranan NAD hidrojen kaybeder ve alkol-dehidrogenaz enzimi yardımıyla asetaldehiti etanole indirger.



Temiz olmayan koşullarda üretim sırasında alkol fermentasyonu kendiliğinden oluşur. Parçalanma ürünleri süt ürünlerinin aromasını olumsuz etkiler bu nedenle istene bir reaksiyon değildir. Ancak kontrollü koşullarda kefir ve kırmızı gibi ürünlerde alkol fermentasyonu istenir. Asetaldehit tipik yoğurt tadının, CO₂ de ferahlatıcı aromanın oluşumunda etkindir.

ASETİK ASİT FERMENTASYONU

Privük asit asetaldehite indirgendikten sonra, bünyesine su alarak asetaldehit hidratı oluşturur. Daha sonra ortamda oksijen varlığında oksijene 2 hidrojen vererek aldehit –dehidrogenaz enzimiyle asetik asiti oluşturur. Bu reaksiyon aerobik koşullarda gerçekleşen oksidasyon ve dehidrasyon reaksiyonlarıdır. Glukozu parçalayan en önemli sirke asidi bakterileri *Acetobacter* türleridir. Anaerobik koşullarda ise sirke asidi bakterileri asetaldehitten asetik asit ve etanol oluştururlar. Asetik asit fermentasyonu süt teknolojisinde istenmeyen reaksiyondur.



Laktozun Fermantasyon Ürünleri

Laktozun laktik asit ve alkol fermentasyonu ile pek çok ürün elde edilmektedir. Temel ürünlerin dışında aşağıdaki ürünler de elde edilmektedir:

- 1) **Peyniraltı suyundan tek hücre proteini üretilmesi:** *Kluyveromyces fragilis* ile fermente edilir.
- 2) **Alkol üretimi:** Laktozun % 86 sı alkole dönüşür.
- 3) **Peyniraltı suyundan yanıcı gaz üretimi:** Anaerobik ortamda fermentasyon ile elektrik jeneratörlerinde kullanılan özel bir yakıt elde edilir.
- 4) **Amonyum laktat üretimi:** Peyniraltı suyundan *Lb. bulgaricus* ile laktik asit ve amonyum laktat üretilir.
- 5) **Yağ üretimi:** *Candida curvate*, *Trichosporon cutaneum* kullanılarak peyniraltı suyundan yağ asitleri (oleik, linoleik, palmitik, stearik) üretilir.
- 6) **Sitrik asit üretimi:** Peyniraltı suyunun *Aspergillus niger* ile fermentasyonu sonucu elde edilir.

LAKTOZUN BESLENME VE FİZYOLOJİK ETKİLERİ

Laktoz önemli bir karbonhidrat kaynağı değildir (tatlılığı az), enerji ihtiyacı için fazla dikkate alınmaz. Ancak, yapısında yer alan galaktoz, beyin dokusunun ve

glikolipidlerin kaynağını oluşturur. Beyin gelişiminin tüketilen laktoz miktarına bağlı olduğu belirtilmektedir.

Süt ve ürünleriyle alınan laktoz, barsaklardaki kalsiyumun Emilimini düzenler. Laktoz mideden geçerken hemen hemen hiçbir değişikliğe uğradan barsaklara geçer. Diğer şekerlerin tersine galaktoz, sindirim sisteminde formunu uzun süre muhafaza eder. Barsaklardaki yüksek laktoz konsantrasyonu hidrolizasyona karşı bir direnç oluşturur ve çok yavaş bir şekilde absorbe olur. Bu durum barsaklardaki asidik fermentasyonun sürekliliğini sağlar. Asidik ortam kalsiyum ve fosfordan yararlanma için çok uygun bir ortam oluşturur. Laktoz burada direkt etkili değildir, bu etki laktik asitle gerçekleştirilir. Laktik asit barsaklarda asidik ortam oluşturarak kalsiyumun Emilimini artırır. Aynı zamanda magnezyum ve fosfordan yararlanmayı da olumlu yönde etkiler. Bu durum gençlerin ve hamile bayanların beslenmesinde önemlidir.

Barsak florasındaki asidik ortam, kokuşma yapan proteolitik bakteriler üzerinde antiseptik etki yapar ve bu tür bakterilerin gelişmesini önler. Böylece toksik maddelerin oluşması da engellenmiş olur.

Laktozun yağ metabolizması üzerinde de etkilidir. Süt yağı ve laktoz birlikte kullanıldığında, tek başına yağ tüketimine göre daha olumlu sonuçlar alınmıştır.

Laktoz belli derecede zayıflama diyetlerinde de etkindir. Laktoz diğer karbonhidratlara oranla daha az değerlendirilir ve yağ birikimine engel olur. Laktoz ve Ca-laktat verilen farelerde daha az yağ birikimi görülmüştür.

Laktoz intoleransı olan bireyler laktozun sayılan özelliklerinden faydalanamazlar. Ancak yoğurt, ayran, kefir gibi ürünlerde laktik asit olduğundan bu tür ürünlerin tüketimi önerilir. İçme sütü gibi ürünlere laktaz enzimi ilave edilerek laktoz hidrolize edilir ve bu şekilde tüketim önerilebilir.

LAKTOZUN KULLANIM ALANLARI

Tıpta

Kan basıncını azaltmak, kabızlığı ve diyeti önlemek amacıyla kullanılır. Ozmotik basınç üzerinde de etkilidir.

Eczacılıkta

Tabletlerde dolgu maddesi olarak, midede parçalanmaması nedeniyle hapların kaplanması, kapsül olarak kullanılır. Penisilin gibi bazı antibiyotiklerin üretilmesinde besin maddesi olarak kullanılır.

Gıda Sanayiinde

Tatlılığının az olması ve yapıyı düzeltmesi nedeniyle pek çok gıda maddesinde katkı maddesi olarak kullanılır.

Şekerli ve unlu ürünlerde, instant içeceklerde, toz çorbalarda, soslarda ve et ürünlerinde, koyulaştırılmış süt üretiminde laktozdan yararlanır.

Tat ve aroma maddelerini absorbe ettiğinden dolayı krokan, kahve, kakaolu ürünlerle beraber çikolata ve pralin üretiminde kullanılır.

İndirgen şeker ve proteinlerle reaksiyona girdiği için ürünlerde sarımsı kahverengimsi renk bazı fırın ürünlerinde kullanılır.

Mayalar laktozdan kolayca yararlanamadığı için fırıncılık ürünlerinin raf ömrünün uzatılmasında yararlanır.

Bebek mamalarında, özel diyet ürünlerinin hazırlanmasında, laktoz şurubu üretiminde kullanılır.

SÜTÜN MİNERAL MADDELERİ

Sütte katyon ve anyonlardan oluşan birçok mineral maddeler bulunur. Mineral maddeler aşağıdaki fonksiyonlardan dolayı önem taşır.

- 1) Vücudun fonksiyonlarına katıldığı için **beslenme fizyolojisi** açısından
- 2) Isıl işlemler karşısında pıhtılaşmayı önlediği için **sütün fiziksel stabilitesi** açısından
- 3) Süt ve ürünlerinde oluşan biyokimyasal reaksiyonlarda **katalitik etki** bakımından

Sütteki mineraller bazen süt tuzları ve süt külü olarak da ifade edilir.

Süt tuzları: Sütteki tüm metal iyonlarını, organik ve inorganik anyonları kapsar. Bu tanıma göre iyonize gruplar içeren ve katyonlarla tuz benzeri bileşikler içeren süt proteinleri de girebilir.

Süt külü: sütün suyu uçurulduktan sonra, yakılan inorganik maddelerin oluşturduğu beyaz renkli kalıntıdır. Yakma sonunda;

Oksitler ve karbonatlar; organik tuzdan ve sitratlardan

Fosfat ve sitratlar; proteinlerdeki kükürt ve fosfordan

Karbonatlar; organik maddeler yanarken oluşan CO₂ den kaynaklanır.

Süt tuzlarının büyük bir kısmı serum içerisinde çözünmüş halde, bir kısmı da kolloidal halde veya yağ globüllerine absorbe edilmiş halde bulunur.

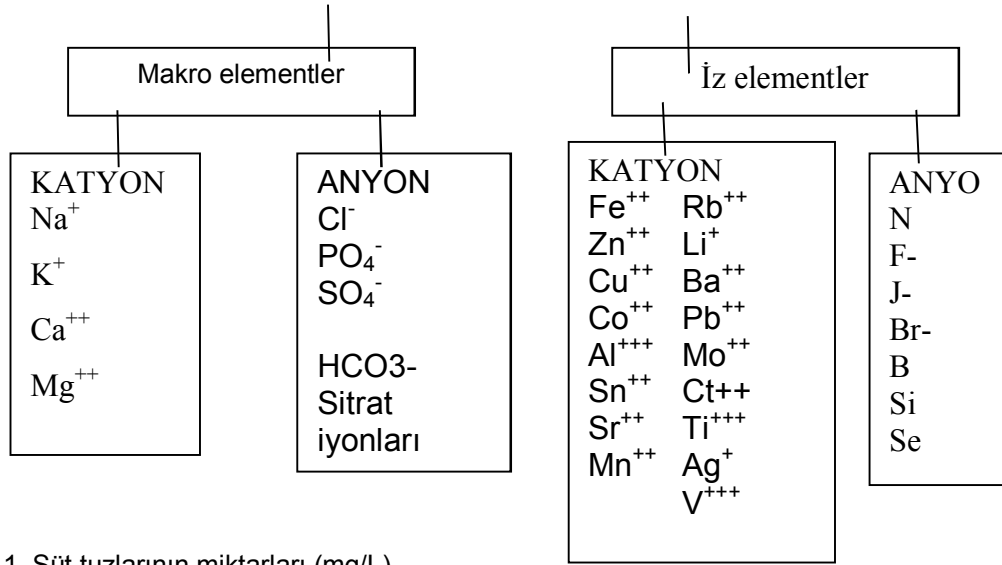
SÜTTEKİ MİNERALLER VE MİKTARLARI

Miktarlar açısından makro ve iz elementler olarak iki gruba ayrılır. Her bir iyon konsantrasyonu; 100 ml sütte miligram, litrede miliekiyalan ya da yüzdesel olarak ifade edilir

Mineral maddeler sütte klor, flor, fosfor asidi, kükürt asidi, limon asidi gibi anyonlarla bileşik oluştururlar. Katyon ve anyonların karşılıklı etkileriyle sütün tuz sistemi oluşur.

Minerallerin toplam miktarı oldukça sabittir. Çok az orandaki değişiklik bile tuz sisteminde önemli kabul edilir. Diğer süt bileşenleri gibi tuzlar da kandan meydana gelir. Ancak filtre sistemi nedeniyle ikisi arasında miktarsal farklılık vardır.

İyonlar önem sıralarına göre aşağıdaki gibidir.



Çizelge 1. Süt tuzlarının miktarları (mg/L)

Bileşenler	Ortalama değer	Değişim genişliği
Sodyum	500	350-600
Potasyum	1450	1350-1550
Kalsiyum	1200	1000-1400
Magnezyum	130	100-150
Toplam Fosfor	950	750-1100
İnorganik fosfor	750	
Klorid	1000	800-1400
Sülfat	100	
Karbonat(CO ₂ olarak)	200	
Sitrat (sitrik asit olarak)	1750	

Makro elementler ve Önemi

Beslenme açısından makro elementlerin tamamı, organizmanın büyümesi ve gelişmesi için mutlak gereklidir. Özellikle Ca ve P kemikler için önemlidir. 1 litre süt; yetişkinler için gerekli 0.8 gr Ca ve 0.9 gr P ile çocuklar için gerekli 1.2 gr Ca içerir. Süt proteinlerinde **kolloidal stabilite**nin korunmasında etkilidir.

Sütün tampon kapasitesi üzerinde etkilidirler. Ortamdaki mikroorganizmalara karşı, sağımdan sonra süt pH'sının belli bir süre sabit kalması tuzların **tamponlayıcı etkisine** bağlıdır. Oluşan laktik asitteki hidrojen iyonları, hidrojen tuzlarının çözünürlük dengesine katılmakta ve denge konumundaki anyonlar tarafından bağlanmaktadır. Böylece H⁺ iyonlarında bir artış görülmemekte ve sütün pH değeri

anyonların hidrojen iyonlarını tamponlayabileceği süreye kadar sabit kalmaktadır. Sütün tampon sistemine; karbonatlar, fosfatlar, ve sitratların çözünürlük dengesi katkıda bulunur.

Mineraller, kazein ve peynir mayasıyla pıhtılaşma özellikleri üzerinde etkilidir. Kalsiyum iyonları kazein misellerinin yüzeyine absorbe edilerek hidrat zarını dolayısıyla, kollidal kazeini kuvvetlendirir. Kazein misellerinin büyüklüğü Ca miktarına bağlıdır ve Ca sütün uzaklaştırıldığında kazein alt misellere parçalanmaktadır. Bağlanamayan veya ortamda fazla olan kalsiyum, fosfat ve sitratlarla kollidal veya kompleks oluşturarak kazein partiküllerinin büyümesine neden olur. Sütün peynir mayasıyla pıhtılaştırılması sırasında da enzimle parçalanmış olan kazein misellerinin jel oluşturmaya yardımcı olur ve pıhtılaşmayı kolaylaştırır. Ca ortamdan uzaklaştırıldığında pıhtılaşma önlenir.

Kalsiyum

Kalsiyum konsantrasyonundaki en ufak bir değişiklik sütün tuz dengesine ve toplam kolloidal fazına etki eder. Kalsiyumun etkili olduğu olaylar:

1. Kazein misellerinin büyüklüğü buna bağlı olarak da sütün rengi etkilenir. Kalsiyumla kompleks oluşturan maddelerin süte ilavesi miselleri parçalar aynı zamanda sütün renginin açılmasına neden olur. Çiğ sütteki bulanıklık ise yağ taneciklerinin dağılmasından kaynaklanır.
2. Peynir pıhtısında; kitlenin doku ve yapısına etki eder, tebeşirimsi yapı kusuru kalsiyumla ilgilidir.
3. Eritme peyniri üretiminde eritme tuzları; kalsiyum, kalsiyum fosfat, kalsiyum sitratı bağlayarak kırılkan ve sert olan kalsiyum kazeinatı daha yumuşak yapılı ve yağın içerisinde kolayca emülsiyeye olabilen bir forma dönüştürmektedir. Böylece eritme peynirinin karakteristik yapısı oluşmaktadır.
4. Şekerli ve şekersiz sütlerde uzun süre depolama sonucu görülen çökelti kalsiyumdan kaynaklanır.
5. Süttozunun çözünürlüğünün azalması kalsiyumla ilgilidir.

Sitratların önemi

Sütteki sitrat miktarı ortalama % 0.2 civarındadır. Çok az miktarda serbest sitrik asit şeklindedir. Sitrik asit sulu çözeltilerde kristal haldedir. Aynı katyon yükünde 3 farklı

tuzu bünyesine bağlayabilir. Kalsiyum sitratın çözünürlüğü ısıyla azalır. Buna pek az tuzda rastlanır. Önemi;

Sütün tampon özelliğinin parçasıdır.

Tuz dengesiyle ilgilidir. Sütte kalsiyum ve magnezyumla kompleks oluşturur. Isıtma soğutma dondurma gibi fiziksel işlemlerde kazeinin topaklaşmasını önler.

Fermente ürünlerde aroma oluşumunun başlangıç maddesidir.

İz Elementler ve Önemi

Sütteki iz elementler çoğunlukla iyon şeklindedir ve tuz oluştururlar. Miktarları çok az olduğundan spektrometrik olarak incelenir. Genelde mg / kg seviyesinden az olanlar iz element olarak kabul edilir. Çizelgede görülenlerin dışında; baryum, lityum, Vanadyum, gümüş, titan, stronsiyum da belirlenmiştir.

İz elementlerin miktarı üzerinde yemlemenin etkisi vardır. Laktasyon dönemine göre miktar değişebilir. Kontaminasyon sonucu bazı metaller süt geçer ve gerçek miktarı değiştirebilir. Bazı iz elementler hayati öneme sahiptir ve mikro besin elementleri olarak isimlendirilir. **Mikro besin elementleri: Demir, Bakır, kobalt, çinko, iyot**

İz elementlerin **biyokimyasal olarak önemi**

1. Mikro besin elementleri beslenme fizyolojisi açısından önem taşır, B12 vitamini içindeki kobalt gibi
2. Enzimlerin bileşimlerinde bulunurlar, Fe katalaz ve peroksidazın yapısında yer alır.
3. Enzimler üzerinde aktivatör ve inhibitör olarak etkilidir.
4. Süt ve ürünlerdeki bir takım kimyasal reaksiyonlarda yer alır ve kalite kusurlarına neden olur. Örn Cu süt yağının otooksidasyonuna neden olur.

İz elementlerin süt enzimleriyle ilişkisi

İz elementler sütteki enzimlerin koenzimlerin (prostetik grup) yapısında bulunur. Örn; molibden ksantinoksidaz enziminin yapısında yer alır. Bunlar ayrıca enzimlerin aktivitesinde de etkilidir. Örn: Mg⁺⁺, Mn⁺⁺, Co⁺⁺, Zn⁺⁺ alkali fosfatazın aktivitesini artırır.

İz elementlerin miktarı arttığında kimyasal ve biyokimyasal reaksiyonlarda katalitik rol oynar ve yüksek miktarlarda olumsuz etkide bulunur. Bakır miktarının (>10⁻⁵ mol) artışı süt yağında askorbik asitte otooksidasyona neden olur. Bu nedenle bakırdan yapılmış alet ve ekipmanların sütle teması kesilmelidir. Ancak Emmental peynirinde

laktik asit fermentasyonunu propiyonik asit fermentasyonu lehine değiştirir. Bu durum da olumlu etki olarak g r lmektedir.

M NERAL MADDELER N F ZİKOK MYASI

Sütün Tuz Dengesi

Süt içerisindeki her iyon iyonlaşmamış moleküllerle denge halinde bulunmaktadır. Tuzlar % 100 iyonlaşmış kuvvetli baz ve asitten oluştuğu için, tuzları meydana getiren iyon kombinasyonları; Na⁺, K⁺, SO₄⁺⁺, Cl⁻ iyonları sütte tamamen serbest hidrat şeklinde bulunmaktadır.

Zayıf asitlerin, fosfatların, sitratların, karbonatların tuzları ise pH değerine bağlı olarak farklı biçimde iyonlaşırlar. Fosforik asidin tuzları (Ca) 3 farklı şekilde iyonlaşabilir.

Fosfat= Ca₃(PO₄)₂

Hidrojenfosfat = CaHPO₄

Dihidrojenfosfat= Ca(HPO₄)₂

Zayıf asitlerde  z n rl k sabitelerinden yararlanılarak süt (sulu  z lti) ortamındaki iyon dağılımı belirlenebilir. Ve yine  z nme sabitesine bakarak;

Her bir iyonun sütteki miktarının tuzların  z n rl ğ n  belirten değerden daha yüksektir

Tüm katyonların miktarı anyonlardan daha fazladır, dolayısıyla iyon n tralitesi kavramı yoktur denilebilir.

Yukarıdaki durum değerlendirildiğinde; farklı (tuz) dengesinin olduğu ortaya çıkmaktadır. Kalsiyumhidrojen fosfat tamamen iyonlaşamaz yani gerçek  z lti halinde değildir. Ancak sütte  z nmeyen kısımdan dolayı herhangi bir tortuya da rastlanmadığına göre bu kısmın sütte kolloidal şeklinde bulunduğunu düşünülür. Böylece sütte ** z n r faz** ve **kolloidal faz** olmak üzere iki farklı faz ortaya çıkmaktadır. Sütteki tuz sisteminde temel anyon ve katyonlardan kalsiyum, magnezyum, fosfat ve sitratlar sütün hem  z n r fazında(gerçek  z lti), hem de kolloidal fazında (kolloidal  z lti) yer alırlar. Diğer taraftan  z nm ş ve kolloidal fazlar arasında da bir denge mevcuttur ve denge kuralları geçerlidir.  rn; gerçek  z ltideki iyonların bir kısmının uzaklaştırılmasıyla denge kolloidal fazdan iyonik faza doğru kayar.

Bir  z lti içerisinde katyonların miktarı anyonlardan daha fazla olduğunda, [iyon n tralitesi bozulduğunda] katyonların bir kısmı proteinlerin anyonları ile birleşir ve

onlarla çözünür kompleks bağlar meydana getirir. Sütte de böyle bir durum söz konusudur. Sütte de özellikle fosfat ve sitratlar kompleks oluşturmaya çok uygundur. Sütte kalsiyum ve magnezyumun bir kısmı dissosiyeye olmamış, fosfat, sitrat ve bikarbonatlara bağlı (Ca Citr^- , CaPO_4^- , Ca HCO_3^+). kompleks yapı halinde bulunur.

Bunların çözünebilir fazdaki oranları;

Kalsiyum ve magnezyum: % 35 iyonik form, % 55 sitratlara bağlı, %10 fosfatlara bağlı durumda

Fosfatlar: %51 birincil (H_2PO_4^-), %39 sekonder (HPO_4^{2-}), % 10 Ca ve Mg'a bağlı

Citrat: % 14 tersiyer (Sitrat $^{3-}$), % 1 sekonder (Hsitrat $^{2-}$), % 85 Ca ve Mg'a bağlı

Aşağıdaki çizelgelerde süt tuzlarının sütün çözünebilir ve kolloidal fazlarında dağılım oranları verilmiştir.

Çizelge 2. Süt tuzlarının dağılımı

Bileşenler	Konsantrasyon (mg L^{-1})	Çözünebilir fazda (%)	Kolloidal fazda (%)
Sodyum	500	92	8
Potasyum	1450	92	8
Klorid	1200	100	-
Sülfat	100	100	-
Fosfat	750	43	57
Sitrat	1750	94	6
Kalsiyum	1200	34	66
Magnezyum	130	67	33

Sütün tuz dengesi aşağıda belirtildiği üzere 3 şekilde oluşur:

- 1) Gerçek çözünen
- 2) Kolloidal çözünen
- 3) Proteinlere bağlı çözünen

Böylece katyon ve anyonların kendi aralarında, bunların kolloidal fazdaki tuzlarla , sitrat gibi çözünebilen komplekslerle ve kazein kompleksiyle aralarında dinamik bir denge oluşmaktadır. Birbirine bağlı bu dengeler kalsiyum ve magnezyum iyonlarına tampon oluştururlar. Herhangi bir nedenle konsantrasyonda meydana gelen bir azalma durumunda diğer dengeleri kendi yönüne çekerek iyonların bir önceki konsantrasyonlarını korumaya yardımcı olur.

Kalsiyum Fosfat

Sütün içerisinde termodinamik veya kinetik yönden denge halinde bir miktar kalsiyum fosfat tuzu bulunmaktadır. Bunlar farklı fonksiyonlara sahiptir ve dikalsiyum fosfat, okta ve amorf kalsiyum fosfat olarak sıralanabilir.

Sütün temel kolloidal tuzu kalsiyum fosfattır. Kolloidal fazdaki toplam süt tuzlarının % 66'sını kalsiyum ve % 57'sini fosfatlar oluşturduğu için kolloidal inorganik tuzlar denilince kolloidal kalsiyum fosfat (CCP) düşünülmektedir. Fakat miktarları daha az da olsa bir miktar sodyum, potasyum, magnezyum, çinko ve sitrat da kolloidal fazda yer alabilmektedir. Sütün içindeki CCP, kazein miselleriyle yakın ilişkilidir. Bu nedenle bu kolloidal partiküller, misellar CCP olarak da isimlendirilir. CCP'nin dışındaki diğer tuzlar da (Na, K, Mg ve sitrat) kazeine bağlı formda bulunabilmektedir. Miktar vermek gerekirse; 100 gram kazein (kuru) 7 gram tuz bağlayabilmektedir. Kalsiyum için bu değer 10^5 gram kazein için 1160 gram olarak verilmektedir. Kazein fraksiyonlarının tuz bağlama kapasiteleri birbirinden farklılık göstermektedir. Bu bakımdan bir sıralama yapıldığında Ca^{+2} ve Mg^{+2} iyonları için $\alpha_{s1} > \beta > \kappa$ -kazein şeklinde gerçekleşmiştir.

Kazein misellerinin yüzeyi ve yüzeydeki iyon dağılımları misellerin pıhtılaşma ve topaklaşma reaksiyonlarında etkilidir. Kazein miselleri negatif yüzey potansiyeline sahiptir ve 1 nm kalınlığında iyon bulutu ile çevrilmiştir. Misellerin en dışında bulunan saç görünümdeki katman κ -kazeininin makropeptidlerinden oluşmuştur.

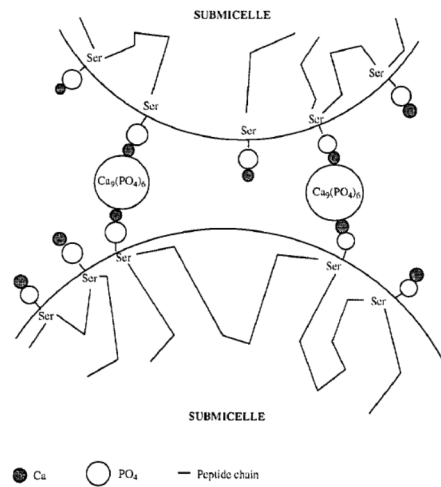


Figure 5.10 Association of colloidal calcium phosphate ($Ca_3(PO_4)_2$) with the serine phosphate groups of casein (from Schmidt, 1982).

Kazein misellerinin kalsiyum fosfat köprüleriyle bağlanması

TUZ DENGESİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Katkı maddeleri ilavesi

Süt ürünlerinin üretimi sırasında süte; tuzlar, asitler, alkaliler ilave edilebilir. Peynir üretiminde pıhtılaşma özelliklerini iyileştirmek amacıyla, kalsiyum tuzları, koyulaştırılmış sütte raf ömrünü uzatmak ve depozit oluşumunu engellemek için fosfat ve sitrat tuzları ilave edilebilir. Bu katkılar sütteki iyon dengesini değiştirir. Sütte asitliğin artmasıyla misellerdeki kalsiyum ve fosfatın çözünmesine sonuçta da Ca^{+2} ve Mg^{+2} iyonlarının kazeine bağlanma oranını azaltır. Ayrıca; düşük pH değerlerinde HPO_4^{-2} nin $\text{H}_2\text{PO}_4^{-1}$ 'e dönüşümünde azalma görülür. Diğer bir ifadeyle zayıf asitlerde iyonlaşmayı azaltır ve Ca^{+2} miktarını artırır. Yüksek pH değerlerinde de $\text{H}_2\text{PO}_4^{-1}$ 'e HPO_4^{-2} e dönüşür ve kalsiyum fosfatlar çökmeye başlar sonuçta Ca^{+2} miktarında azalma görülür.

Piro-, poli-,meta- gibi fosfat türevlerinin süte ilavesi viskoziteyi artırır fakat sütün beyazlığını azaltır. Bunlar konsantre süte ilave edildiğinde jelleşme ve pıhtılaşma önlenir. Tüm bu maddelerin süt yerine hayvanın yemine ilave edilmesi de stabiliteyi etkiler.

Süte sitrat ilavesi Ca^{++} etkiler. Hemiyonik kalsiyum hem de koloidal kalsiyum fosfatın konsantrasyonunu azaltır. Çözünebilir fosfat ve çözünebilir kalsiyum miktarını artırır, pH yı yükseltir.

Konsantrasyon

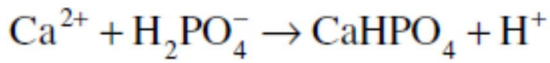
Sütün konsantre edilmesiyle tüm bileşenlerde olduğu gibi süt tuzlarında da oransal olarak artışa neden olur. Taze sütte belirli tuzlarda doygunluk olduğundan, konsantre işlemiyle de tuz dengesi gerçek çözelti fazından kolloidal faza doğru kaymaya başlar. Konsantrasyon sonucu kalsiyum fosfat oluşumu ile eş zamanda pH düşmesi ve çözünmüş iyon miktarlarında artış görülür. Genel bir ifadeyle hem çözünen hem de kolloidal fazdaki madde miktarları artmaktadır. Özellikle Ca^{+2} nin artışı kazeinin stabilitesini artırır. Bunların ürüne yansması şekerli koyulaştırılmış sütlerde oda sıcaklığında 6 pH civarında tri-kalsiyum sitrat kristalleri oluşumu görülür. Engellemek için süte disodyum fosfat ilavesi veya düşük sıcaklıkta depolama önerilir.

Sıcaklık

Sıcaklığın artışıyla genellikle çözünürlük artar, ancak kalsiyum fosfat ve kalsiyum sitratta çözünürlükte azalma görülür. Sütün belli sıcaklıkta belli süre tutulması dengeyi kollidal faza doğru iter. Bu durumda süt çözünür kalsiyum fosfata doymuş durumdadır. Bu durumda kazein miselleriyle kısmi birleşme görülür.

Soğutma sırasında da eriyebilir kalsiyum ve fosfat konsantrasyonunda artış meydana gelir. Düşük sıcaklıklarda reaksiyonun geri dönüşümü daha kolay olur ve iyonik denge kurulabilir. Ancak tekrar ısıtılma işlemi uygulandığında reaksiyon tamamlanmaz

Sütün ısıtılmasıyla çözünebilir kalsiyum ve fosfor miktarlarının azalması sonucu sütün pH değerinde hafif düşme görülür. Sütte asitlik artar.



Ancak soğutma işlemi uygulanırsa serbest Ca²⁺ miktarındaki azalma durur hatta bir miktar artabilir. Bu miktarlar uygulanan sıcaklık derecesine büyük ölçüde bağlıdır. Eğer süt 90°C lere yükseltilmişse kalsiyum fosfat presipite olur. Sterilizasyon sıcaklıklarında anyon ve katyonlarda meydana gelen kayıplar daha fazladır. Bu kayıplar Mg üzerinde fazla iken Na ve K miktarlarında önemli bir değişim görülmez. .

MİNERALLERİN MİKTARINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER

İrkin etkisi

Jersey sığırları Holstein sığırlarına oranla sütlerinde kalsiyum, fosfor ve klor bulundurur.

Türün Etkisi

Mineral maddenin miktarı ve çeşidi memelinin türüne göre belirgin farklılık gösterir. İnek sütü diğer türlerle karşılaştırıldığında daha fazla çeşitte ve oranda mineral içermektedir.

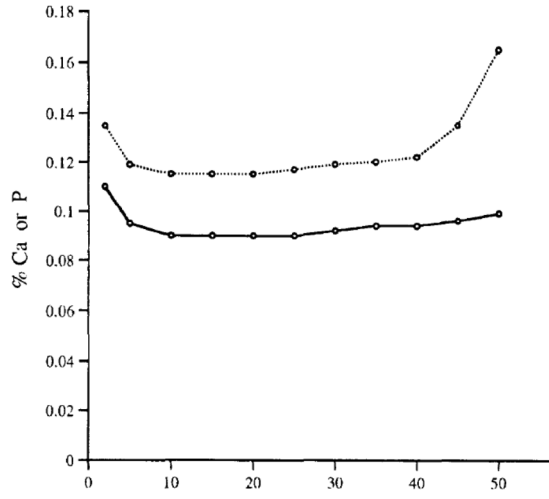
Koyun sütü; potasyum, kalsiyum, demir ve fosfor yönünden diğer sütlerden daha zengindir. Ancak iyot, bakır, kobalt, mangan, çinko, flor içermez.

Anne sütü; genel olarak tüm mineralleri az oranda içerir. Kobalt bulunmaz, bakır, çinko ve flor yönünden zengin olduğu söylenebilir.

Keçi sütü; magnezyum bakımından diğerlerinden daha zengindir. Demir ve klor miktarı dikkati çekecek kadar azdır. Kobalt, çinko, flor, iyot bulunmaz.

Laktasyonun etkisi

Toplam kalsiyum konsantrasyonu laktasyon döneminin başında ve sonunda en yüksek değerdedir. Laktasyonun ortasıyla ilgili bir ilişki bulunmamıştır. Fosfor miktarı laktasyon ilerledikçe biraz artma eğilimindedir. Kolloidal kalsiyum ve inorganik fosfor laktasyon başında minimum değerde iken sonlara doğru en yüksek değerine ulaşır.

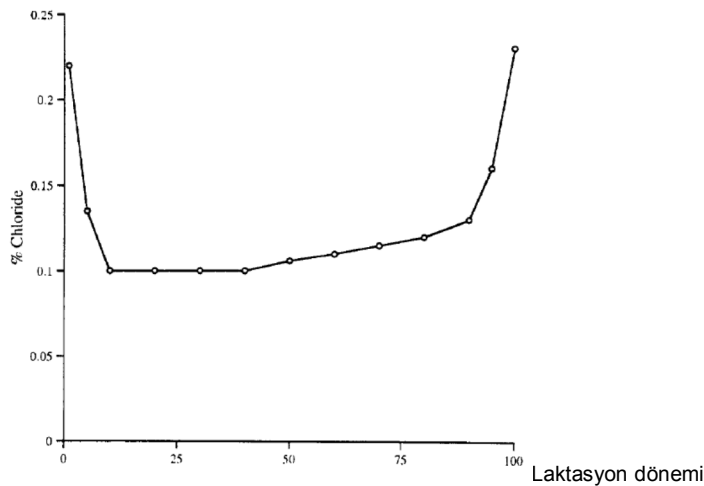


Laktasyon dönemi (hafta)

Laktasyon döneminde Ca (---) ve P (___) miktarındaki değişimler

Mastitisin etkisi

Enfeksiyonun nedeni ve ciddiyetine göre mineraller kantitatif değişiklikler gözlenir. Mastitisle birlikte pH, sodyum, ve klor miktarları artarken, potasyum, molibden, toplam ve çözünür fosfor miktarlarında azalma görülür. Bunların yanı sıra; sütün iz elementlerinde meydana gelen değişmelerle süt yağında oksidasyon meydana gelebilir.



Laktasyon döneminde klor miktarındaki değişim

Beslenme ve mevsim değişiklikleri

Kötü beslenme, sodyum potasyum klor miktarını azaltır. Mineral dengesi için yemlere katkı yapılması olumlu sonuç verir. Ancak bu da sütün teknolojik özelliklerini ve stabilitesini olumsuz etkiler. Günümüzde mineral miktarını ayarlamak için besin katkıları kullanmak yerine hayvanın vücudunda hormonal değişiklik yapılması gibi konular üzerinde durulmaktadır.

SÜTTE BULUNAN YABANCI MADDELER

Süt değişik nedenlerle kontaminasyona açık bir gıdadır. Sütün bileşiminde doğal olarak bulunmayan çeşitli kaynaklardan süte bulaşan yabancı maddeler bulunabilmektedir. Doğal olarak sütün bileşiminde bulunmayan, işlenmesi sırasında ilave edilmeyen, ancak çeşitli kaynaklardan bu süt ve ürünleriyle birlikte yenilip içilen maddeler “**süte bulaşan yabancı maddeler**” veya “**kalıntı ve kontaminantlar**” olarak ifade edilir. Bu kaynaklara örnek olarak; hayvanların merada beslenmesi sırasında topraktan, otlardan ve havadan bulaşan pek çok madde ve endüstriyel atıklar, hayvan beslenmesinde kullanılan bazı maddeler, sürü hayvancılığında hastalık kontrolünde kullanılan bazı ilaçlar ve yemlerden süte geçen bazı maddeler, temizlik ve dezenfeksiyon sonrasındaki bazı kalıntılar verilebilir. Ancak diğer taraftan; teknoloji gereği kullanma zorunluluğu olmayan hile veya haksız kazanç elde etme gibi nedenlerle süte katılan maddeler için de genelde aynı ifade kullanılmakta birlikte hatalı olduğu ve kapsam dışı bırakılması gerektiği düşünülmektedir. Aslında bu gibi maddeleri “**hile amacıyla katılan yabancı maddeler**” şeklinde kullanılması gerekir. Süte bulaşan yabancı maddeler insan sağlığı açısından tehlikeli olduğundan dolayı pek çok ülkede üründeki miktarı yasal düzenlemelerle sınırlandırılmıştır.

1. Antimikrobiyel bileşenler

Sütte antibiyotik kalıntılarının bulunması, ekonomik, teknolojik ve insan sağlığı açısından önem taşımaktadır. Süt hayvanlarında kullanılma nedeni.

1. Enfeksiyon hastalıklarının tedavisinde enjeksiyon veya içme suyuyla verilebilir
2. Enfeksiyon tehlikesinin olduğu dönemlerde; tehlikenin olduğu, üretimin yoğun yapıldığı veya nakiller sırasında yada laktasyon bitiminde kullanılabilir. Buna stratejik uygulama adı verilir.
3. Hastalıkların klinik düzeye erişmesini engellemek için ve sürü içerisinde yayılmasını engellemek için belirli zamanlarda uygulanır
4. Yemlerden yararlanma oranını artırmak; büyüme hızını ve süt verimini artırmak amacıyla kullanılır. Buradaki doz çok düşük miktarlardadır.

Antibiyotikler bakteriler üzerine etkisi iki şekildedir;

- bakterinin gelişmesini ve çoğalmasını engelleyen bakteristatik etki
- bakteriyi öldüren bakterisid etki

Süt hayvanlarında başta penisilin olmak üzere pek çok antibiyotik mastitis tedavisinde kullanılmaktadır. *Micrococcus* ve *Streptococcus* türleri meme içindeki süt kanallarına yerleşerek meme bezlerinin iltihaplanmasına neden olmaktadır. Kullanılan antibiyotiğin % 30-80'i doku tarafından absorbe edilmekte, geri kalanı kan ve lenf yoluyla süte ulaşarak dışarı atılmaktadır.

Mastitis tedavisinde penisilin dışında; streptomisin, klortetrasiklin, oksitetrasiklin, basitrasin, kloramfenikol, neomisin, polimiksin, subtilin, klormisitin kullanılmaktadır. İlaç doğrudan meme yoluyla ya da damar, kas, ağız yoluyla verilmektedir. İkinci şekilde verilenin çok az miktarı süte geçmektedir.

Genel bir kural olarak antibiyotik tedavisi uygulanan bir hayvanın sütünün tedaviyi izleyen **4 gün** süresince kullanılmaması gerekir.

Antibiyotiğin süte geçme/sütte bulunma oranları aşağıdaki faktörlere bağlıdır

1. Hastalığın durumu: sağlıklı hayvanlara verilen antibiyotik daha kısa sürede dışarı atılır.
2. Antibiyotik çeşidi: örneğin penisilinde 72-92 saat süreyle süte geçmeye devam eder.
3. Sağım sayısı: İlk sağımlarda geçiş daha fazla olur. Genel olarak enjeksiyondan sonra 10 dakikayla 4 saat arasında antibiyotiğin süte geçişi başlamaktadır.
4. Antibiyotik dozu
5. Veriliş şekli: Memeden verilenlerde kas, damar, ve ağız yoluyla verilenlerden daha fazladır.
6. Mevsim: Hastalıkların arttığı kış ve ilkbahar aylarında miktar daha fazladır.

Antibiyotikli sütlerin yarattığı sorunlar

1. Sağlık açısından duyarlı insanlarda alerjik reaksiyonlara neden olmaktadır
2. Antibiyotikli sütü sürekli tüketim sonucunda insanlardaki mikroorganizmalar antibiyotige karşı direnç kazanmamaktadır.

3. Süt teknolojisinde peynir yoğurt, tereyağı gibi ürünlerin üretiminde ve sütlerin kalite kontrolünde problemler ortaya çıkmaktadır

-Yoğurt bakterileri *Lb bulgaricus* ve *Str thermophilus* antibiyotiklere karşı çok duyarlıdır. Bakteriler arasındaki simbiyoz ilişki bozulmakta asitlik gelişimi yavaşlayarak inkübasyon süresi uzamaktadır.

-Peynir teknolojisinde antibiyotikli sütler üretim aşamasında önleyebilecek ölçüde değildir. Ancak olgunlaşma döneminde bazı kalite bozukluklarına neden olmaktadır. Peynir üretiminde başlangıçtaki ısıtma işlemi sırasında antibiyotiklerin tamamı inaktif hale gelmedikleri için peynir sütüne ilave edilen starter bakterilerinin faaliyetini yavaşlatır. Bunun sonucunda yeterli asitlik gelişimi sağlanamaz, peyniraltı suyu pıhtıdan yeterince ayrılmaz ve pıhtıda fazla su kalarak yumuşak peynir elde edilir. Diğer taraftan gerek işleme gerekse olgunlaşma sırasında antibiyotiğe dirençli bakteriler ortama hakim olarak tat ve yapı bozukluklarına neden olur. Örneğin koliformlar çoğalarak gaz oluşturur. Ayrıca sert peynirlerde olgunlaşma sırasında antibiyotiğe daha dirençli olan tereyağ bakterileri ortama hakim olarak delik ve çatlakların oluşmasına neden olur. Bazı laktik asit bakterileri faaliyetleri sonucunda sütte doğal olarak antibiyotik oluşturabilir. Bunlardan nisin özellikle tereyağ asidi fermentasyonunu engelleyebilmektedir.

-Tereyağ üretiminde kullanılan bakteriler de *Str. Cremoris*, *Str. Citrovorum*, *Stri paracitrovorum* antibiyotiklerden etkilenir. Asitlik gelişimi yavaşlar, yayıklama süresi uzar, tat ve aroma maddeleri yeterli miktarda oluşmaz.

-Diğer kurutulmuş ve koyulaştırılmış ürünlerdeki antibiyotik kalıntısı konsantre hale geleceğinden halk sağlığı açısından da sakıncalar ortaya çıkar.

-antibiyotikli sütlerde mikroorganizma üzerindeki etkisi nedeniyle mikroorganizma test sonuçları yanıltıcı bilgi verir. Sütte kalan antibiyotik fosfataz testine engel olur. Pastörize olmuş süt penisilin ve tetrasiklin etkisiyle mavi renk verir ve hiç pastörize olmamış gibi işlem görür.

Önlemler

1. Sorun yaratmaması için antibiyotikli sütler hiç işletmeye sokulmamalıdır.
2. Süte uygulanan ısıtma işlemin derecesine göre aktivite bir miktar azaltılabilmektedir. Örn 72C/15 saniye'lik ısıtma işlemi penisilinin %8 ini, sterilizasyon ise % 50'sini inaktif hale getirmektedir.

3. Soğukta bekletilen sütlerde antibiyotik kalıntılarının azaldığı belirtilmiştir. Örneğin 4C/7gün bekletilen sütlerde penisilinde % 37 azalma meydana gelmiştir.
4. Antibiyotik içeren yalpi süt krema seperatöründe ayrıldığında krema ve yağsız süte eşit oranda penisilin geçtiği belirlenmiştir.

2. Radyoaktif madde kalıntıları

Bazı elementlerin radyoaktif izotopları sütte hatta hemen hemen bütün gıdalarda bulunur. Atom reaktörlerinden, nükleer denemelerden, santrallerden ve silahlardan doğaya bulaşan (toprak, bitki, su) oradan da hayvana ve sonra da süte bulaşan maddelere “radyoaktif madde kalıntıları” denir. İki çeşit radyoaktivite vardır:

Doğal radyoaktivite: Gezegenler arası boşlukta bulunan doğal radyonükleidlerin oluşturduğu radyasyon, çevrede insan vücudunda doğal olarak bulunanlardır. Bunların bulaşanlar ile ilgisi yoktur.

Doğal olmayan radyoaktivite:

- günlük yaşantımıza girmiş olan TV, röntgen cihazı gibi cihaz ve eşyalardan yayılan radyoaktif madde kalıntıları (önemsiz)
- nükleer deneme, santral ve atom reaktörlerinden yayılan ve radyoaktif serpinti olarak da isimlendirilen kalıntılar (önemli)

Nükleer bir patlamada parçalanma ürünleri çok yükseklerle çıkar, hava akımlarıyla yayılır ve yağışlarla yeryüzüne inerek; toprağa, bitkilere, havaya ve suya bulaşır. Bu yollarla hayvanın solunum, sindirim organlarının mukozası tarafından absorbe edilip, kan yoluyla vücuda ve süt bezlerine bulaşır.

Bu maddelerin parçalanma hızı önemlidir. Bazı tanımlar bulunmaktadır.

Fiziksel yarılanma süresi: İzotopun miktarının yarıya inmesi için geçen zamandır

Biyolojik yarılanma süresi: Vücuda alınan radyoaktif maddenin yarısının doğal yollarla vücuttan atılacağı zamandır. Beslenme açısından önemlidir. Atom bombası testleri radyoaktif Sr ve I, nükleer reaktör kazaları da Cs kontaminasyonuna neden olur.

Çizelge 1. Sütte bulunan önemli radyoaktif elementler

Element	Kritik organ	Sütte bulunduğu yer	Yarılanma süresi	
			Fiziksel	Biyolojik
⁸⁹ Sr	Kemik	En az %80 kazein miselleri, kalanı serum fazında	52 gün	≈ 50 yıl
⁹⁰ Sr	Kemik	En az %80 kazein miselleri, kalanı serum fazında	28 yıl	≈ 50 yıl
¹³¹ I	Tiroid bezi	Serum (≈ % 7si yağda fazında)	8 gün	≈ 100 gün
¹³⁷ Cs	Kas	serum	33yıl	≈ 30 gün

Sr vücutta kalma süresi en uzun elementtir ve Ca ile aynı özellikleri gösterdiğinden sütte ve ürünlerinde fazla miktarda bulunur. Tüm gıda maddeleriyle alınan Sr un % 38'i süt ürünleriyle alınmaktadır. Sütte iyodun büyük bir kısmı çözünmüş iyodür halinde bulunur. Cs sütteki durumu K⁺ ve Na⁺ gibidir.

Süte bu maddelerin bulaşma ihtimali varsa en iyi çözüm radyoaktif element konsantrasyonunun düşük olan ürünlere işlenmesidir. Tereyağında Ca ve K miktarı az olması Sr ve Cs tereyağına az miktarda geçeceğini gösterir. Tereyağına sütteki Sr % 1i Cs da % 2'si geçer. Sr, Ca ile ilgili olduğundan peynire sütteki Sr'un % 45-83'ü geçer.

Kontamine olmuş sütün temizlenmesi için; iyon değiştiriciler ve elektrodiyaliz kullanılabilir. Potasyum perklorat gibi bağlayıcı maddeler yeme karıştırılabilir veya kalsiyum fosfat süte ilave edilebilir.

3.Ağır metaller

Süt ve ürünleri farklı kimyasal yapılarda toksik ve toksik olmayan metal iyonları içerir. Bunlar doğal olarak mera beslenme tekniklerinden ve endüstriyel ve insan aktivitesinden oluşan kontaminasyondan kaynaklanmaktadır. Gıda Güvenliği

açısından en önemli elementler As, Cd, Pb, Hg, Sn dır. Ancak beslenme açısından normal konsantrasyonlarda Cu, Fe, Se, ve Zn da önem taşımaktadır.

Ağır metallerin olumsuz etkileri;

Kurşun: nörofizyolojik gelişme

Kadmiyum:nefrotoksik

Civa:sinir zehiri, nefrotoksik

Arsenik:kanserojen

Krom: genotoksik

Selenyum: sinir zehiri

Kontaminasyon kaynakları

-Süt ve ürünlerinin konulduğu alet ekipmanlar, kazanlar, tekneler vs. Burada Metal iyonlarının geçişi; yüzeyde meydana gelen kimyasal tepkimeler ve metal yüzeyindeki elektron alışverişidir. rnlerdeki laktik asit de korozyonu hızlandırmaktadır.

-Kullanma suyu da iyi bir bulaşma kaynağıdır. Kullanma suyunda bulunabilecek Fe miktarı 0.3 mg/Lt olarak sınırlandırılmıştır.

-Yemlerin yüksek/aşırı düzeyde metalle kontaminasyonu

Kontaminasyonun nlenmesi için;

1. Endüstriyel retim bölgeleri ile tarıma dayalı endüstri bölgeleri ayrılmalıdır
2. Maksimum konsantrasyonun üzerinde metal iyonu içeren yemler imha edilmelidir
3. Süt ve ürünleri sadece inert yüzeylerle temas etmelidir.

4. Temizlik ve dezenfektanlar

Deterjanlar süt ve ürünlerinin temas ettiği yerdeki her türlü kiri temizlemek, dezenfektanlar ise sütün üretiminden ambalajlanmasına kadarki aşamada temas ettiği her türlü yüzeyin mikroorganizmalardan arındırılması için kullanılan kimyasal maddelerdir. Bu işlemden sonra yüzeyden temizlik ve dezenfektan maddeler etkili bir biçimde uzaklaştırılmadığı zaman kalıntıları süte de geçer. Temizlik sadece üretim

birimlerinde değil, aynı zamanda çiğ sütün üretimi, depolama, taşıma ve pazarlama sırasında da uygulanır.

Yüzeydeki dezenfektan kalıntısı yüzeyle temas ettiği zaman süte de bulaşmaktadır. Bu kalıntılar özellikle laktik asit bakterilerinin gelişmelerini olumsuz yönde etkilemektedir. Bu nedenle temizlik ve dezenfeksiyondan sonra su ile yapılan durulamayı sıcak su ve buhar izlerse daha olumlu bir sonuca ulaşılabilir.

Çizelge 2. Bazı dezenfektan madde kalıntılarının laktik asit bakterileri üzerine etkisi

Dezenfektan madde	Laktik asit bakterilerinin	
	Faaliyetini engelleyen konsantrasyon (ppm)	Faaliyetini inhibe eden konsantrasyon (ppm)
Dörtlü amonyum bileşikleri	5-30	50-100
Klorlu bileşikler	10-200	200-750
Hidrojen peroksit	1-10	40-150
İyodoforlar	2-50	50-100

Bu konuda süte geçmesi muhtemel olan kalıntı miktarını en aza indirmek için alınacak önlemler sıralanmıştır

1. Suları yumuşatmak için daha uygun bileşikler geliştirmek
2. Temizleyiciler için yeni formülasyonlar geliştirmek
3. Daha etkin sanitasyon yöntemleri
4. Kullanılan alet ekipmanları geliştirerek köşe malzemelerin kullanılmaması yönünde önlemler
5. Hem ekipmanları hem de temizleyici maddeleri doğru kullanım

5.Pestisitler

Tarımsal faaliyetlerde haşere ve zararlıları öldürmek, hastalıklarla mücadele etmek amacıyla kullanılan kimyasal bileşiklere pestisit, süt ve ürünlerine bulaşan ilaç kalıntılarına da pestisit residüleri adı verilmektedir. 6 grupta incelenebilir

- 1) İnsektisit: haşereleri öldürenler
- 2) Fungisit: paraziter mantarlar

- 3) Hetbisit: zararlı otlar
- 4) Molluskisit. Yumuşakçaları öldürenler
- 5) Nematosit. Parazitlere etkin
- 6) Rodentisit. Kemirgenlere karşı

Tarımda 1940 lı yıllara kadar zararlılara karşı arsenik, nikotin kükürt ve bakırlı ilaçlar kullanılmıştır. Daha sonra DDT ve organik fosforlu bileşikler kullanılmaya başlanmıştır. Pestisitlerden beklenen haşerelere karşı gösterilen toksik etkinin insan ve hayvanlarda görülmemesi gerekir. Kalıntıların insan sağlığı için zararlı olduğu kesin olarak ispatlanmıştır.

Pestisidlerin toprakta uzun süre özelliklerini koruduğu belirlenmiştir. Örn; DDT 10 yıl, dieldrin, 8 yıl, lindan 6.5 yıl toprak içinde etkinliğini sürdürmektedir. Suda çözünenler idrar ve dışkı ile dışarı atılmaz, yağda çözünenler ise yağlı dokularda depolanır.

Süt ve ürünlerinde direkt olarak pestisit kullanımı söz konusu değildir. Süt hayvanları pestisiti genellikle yemle alırlar. Kan yoluyla süte oradan da insanlara geçer. İlacın kullanım koşullarına göre toprakta kalan kalıntı patates pancar gibi bitkilerin yumrularında ve yaprakta birikir.

- Meradaki yem bitkilerinde, kaba ve kesif yemde, içme suyunda pestisit bulunabilir.
- Ayrıca pestisitle bulaşık tarımsal ürün atıklarının yem olarak kullanılması yataklık olarak kullanılan samanın hayvanlar tarafından yenmesi, deri yoluyla hayvan vücuduna giren pestisit kalıntıları süte oradan da insana bulaşır.
- Ahırdaki parazitler için ilaçlama yapıp hemen hayvanların ahıra alınması veya içerdeyken ilaçlama yapılması deri yoluyla hayvana kalıntı geçer
- Hayvan parazitleriyle mücadele için kullanılan ilaçlar da kana geçerek bulaşmaya neden olur.
- Kompozit süt ürünlerinde kontamine katkı maddesi kullanımı da bulaşmaya neden olmaktadır (örn çilekli yoğurt)

Süte uygulanan teknolojik işlemler pestisit kalıntıları üzerinde fazla etkili değildir. Eğer süte bulaşmışsa üründe de mutlaka olacaktır. İnsanlarda kronik zehirlenmeler ve çevre kirliliği yönünden özellikle bu konunun sıkı denetlenmesi gerekmektedir.

FAO/WHO teşkilatına bağlı komitelerden Kodeks Alimentarius komisyounun pestisit ve ilaç kalıntıları alt komiteleri tarafından süt ve ürünlerinde 85 adet pestisit belirlenmiş ve bunların kalıntı düzeyleriyle ilgili sınırlamalar getirilmiştir.

6.Mikotoksinler

Mikotoksinler, insan ve hayvanlarda mutajenik, kansirojenik, teratojenik, akut ve toksik etki gibi patolojik değişikliklere neden olan küf metabolitleridir. Süt ve ürünleri mikotoksin kontaminasyonuna en duyarlı gruptur. Aflatoksin M1 ve aflatoksin B1 en önemli süt kontaminantı mikotoksinlerdir. Kontaminasyon 2 şekilde gerçekleşir

İndirek kontaminasyon

Kontamine yemlerin süt sığırlarınca tüketimi ile oluşur. Aflatoksin B1 *Aspergillus flavus* ve *Aspergillus paraciticus* tarafından uygun sıcaklık su aktivitesi ve besin gereksinimi koşullarında yem ve yem katkısı olarak kullanılan tarımsal ürünlerde (yağlı tohumlar, hububat, kurutulmuş hindistan cevizi) sentezlenir. Sütte ise B1'in 4 hidroksi türevi olan M1 meydana gelir. Bu nedenle tüzük ve yönetmeliklerde aflatoksin düzeyleriyle ilgili sınırlamalar getirilmiştir.

Direkt kontaminasyon

Süt ürünlerinin kontaminasyonudur. Özellikle de peynirin hem olgunlaşmada yararlanılan hem de istenmeyen küfle kontaminasyonu sonucu oluşan aflatoksinlerdir. *Penicillium roqueforti* (mavi damarlı peynir/blue cheese) ve *Penicillium camemberti* (beyaz küflü peynir) 'nin belirli suşları küfle olgunlaştırılan peynirlerde kullanılmaktadır. Bu tip peynirlerde mikofenolik asit, rokfortin, siklapiazonik asit gibi mikotoksinlere rastlanmıştır. Ayrıca peynirlerde *Penicillium* ssp. türleri tarafından salgılanan okratoksin A, penisilik asit, patulin diğer mikotoksinlerdir. Bunların dışında *Aspercillus versicolor* tarafından sentezlenen sterigmatosistin de sert peynirlerde rastlanan bir kontaminanttır. Yemlerde ayrıca fusarium toksinlerinden fumonisin B1 ve B2 bulunabilir.

Yemler ve süt ürünlerindeki maksimum aflatoksin miktarı için Avrupa lkeleri ve ABD arasında farklı bildirimler bulunmaktadır. Uyum sağlanması için Kodeks Alimentarius Komitesince sütteki aflatoksin M1 miktarı 0.5 µg/kg olarak belirlenmiştir.

Yem ve süt ürünlerdeki aflatoksin bulaşmasını önlemek için öncelikle kf gelişiminin engellenmesi ve faktörlerin kontrol alınması gerekmektedir. Yem hammaddeleri ve süt ürünlerinin üretiminin her aşaması, taşıma ve depolama kontrol altına alınmalı, sürekli ölçümler yapılmalıdır.

7. Çevresel kontaminantlar

Poliklorludibenzo-*para*-dioksinler (PCDD), poliklorludibenzofuranlar (PCDF) ve poliklorlubifeniller (PCB) dioksin ve dioksin benzeri maddeler olarak adlandırılır.

Poliklorlu bifenil bileşikleri (PCB) değişik oranlarda klor içeren vücutta biriken, evre kirliliğine yol açan, kalıcı organik kirletici maddelerdir. PCB'ler kokusuz, tatsız, berrak ile açık sarı arası renkli viskoz sıvılardır. Transformatör ve kondansatörler için yalıtım sıvısı, elektronik ekipmanların PVC kaplamalarında dengeleyici katkı maddesi olarak, pestisitlerde, hidrolik sıvılarında, contalarda, yapıştırıcılarda, ağaç cilalarında, boyalarda, karbonsuz kopya kâğıtlarında kullanılır. Toprak, su ve hava gibi çevresel kaynaklarda bulunup hem gaz fazında hem de aerosollerle atmosferik taşınım yoluyla çevreye yayılmaktadır. Süt ve ürünlerindeki önemi süt yağının PCB lerle kontamine olmasından kaynaklanmaktadır. Süte bulaşma kaynakları; yemler, balya ipleri, silo örtüleri, ahşap koruyucu ajanlar, süt sağım makinelerinde kullanılan vakum yağları, diğer süt alet ve ekipmanlarında kullanılan gres yağı gibi kaynaklardır.

8.Nitrat kontaminasyonu

Süt ve ürünlerinin nitrat, nitrit ve nitrozaminlerle kontaminasyonu sağım öncesi ve sağım sonrası süt ürünlerinin üretimi yoluyla gerçekleşmektedir. Bulaşma kaynakları aşağıda yer almaktadır:

- 1) Nitrat peynirde geç şişmeyi önlemek amacıyla bazı ölkelerde süte katılmaktadır. Hollanda da bazı peynirlerde 15 g/100kg düzeyinde potasyum nitrat kullanımına izin verilmektedir.
- 2) Bazı ölkelerde temizleme işlemlerinde nitrik asit kullanılmaktadır. Özellikle boru hatlı süt taşıma sistemlerinde sütteki kalıntı nitrat miktarı artmaktadır.
- 3) Nitrozaminler ise peynir ve kurutulmuş süt ürünlerinin üretimi sırasında parçalanma ürünü olarak ortaya çıkmaktadır.
- 4) Nitrozaminler bazı veteriner ilaçlarının etken maddesidir
- 5) Nitrat bazlı herbisit ve insektisitler bir diğer bulaşma kaynağıdır
- 6) Yem bitkileri ve su bulaşma kaynağıdır