

# SÜTÜN NİTELİKLERİ-2

# SÜT YAĞI

- ❑ Sütün kloroform, benzen ve eter gibi organik çözücülerle çözünen, fakat; suda çözünmeyen, hayvan vücudunda sentezlenen doğal bir besin ögesidir.
- ❑ Süt lipidlerinin % 97-98'ini oluşturan ve "süt yağı" olarak bilinen ana bileşeni **trigliseridler**dir.
- ❑ Triglisericidler; 3 değerli bir alkol olan gliserinin yağ asitleri ile birleşmesi sonucu meydana gelen esterleridir.

- Süt yağı; ekonomik açıdan sütün en değerli bileşenidir.
- Yağsız yada yağı azaltılmış süt ürünleri sert yapıda olmakta veya taneli kolay dağılabilen yapı kusurlarına sahip olabilmektedir.
- Süt yağının sahip olduğu kısa zincirli yağ asitlerinden ileri gelen hoş tat-kokusu süt ürünlerine üstünlük kazandırır.
- Bileşiminde yer alan esansiyel yağ asitleri ve yağda eriyen A, D, E ve K vitaminleri nedeniyle yüksek biyolojik değere sahiptir. Ayrıca sindirimi kolaydır.

- ❑ Süt yağı süt serumu içerisinde yağ globülleri şeklinde ve emülsiyon halinde dağılmıştır. Yağ globüllerinin çapları 0.1-40  $\mu\text{m}$  arasında ortalama 3-4  $\mu\text{m}$  civarındadır.
- ❑ Yağ globüllerinin çevreleri 5-10 nm kalınlığında fosfolipid-protein kompleksinden oluşan bir membran ile çevrilidir. Yağ globül membranı emülsiyon stabilitesini sağlar.
- ❑ Yağ globüllerinin emülsiyon stabilitesinde fosfolipid-protein kompleksinin yanı sıra, küreciklerin elektrik yüklerinin negatif olması da çok etkilidir.

# YAĞ ASİTLERİ

- Süt yağında 400 den fazla yağ asidi saptanmıştır.
- **Bütirik asit** süt yağı için karakteristiktir.
- Doymuş yağ asitleri oranı % 70, doymamış yağ asitleri % 40 düzeyindedir.
- Doymamış yağ asitleri süt yağının fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerinde daha fazla etkilidirler.
- Kısa zincirli yağ asitlerinin oranı yüksektir ve süt yağının koku ve tadını etkilerler.

## SÜT LİPİDLERİNDE MEYDANA GELEN DEĞİŞİMLER

- ❑ Süt yağının oksidasyonu
- ❑ Süt yağının hidrolizasyonu (Lipoliz)

## OKSİDASYON

- Doymamış yağ asitlerindeki çift bağların ya da yağların hidrokarbon zincirinde bulunan doymamış kısımların oksijen ile reaksiyona girmesi sonucunda hidroperoksitlerden malonaldehitlere kadar parçalanma ürünlerinin meydana gelmesine oksidasyon denir.
- Oksidasyon sonucunda, balığımsı, meyvemsi, yağlımsı, salatamsı, metalimsi tatlar oluşur.

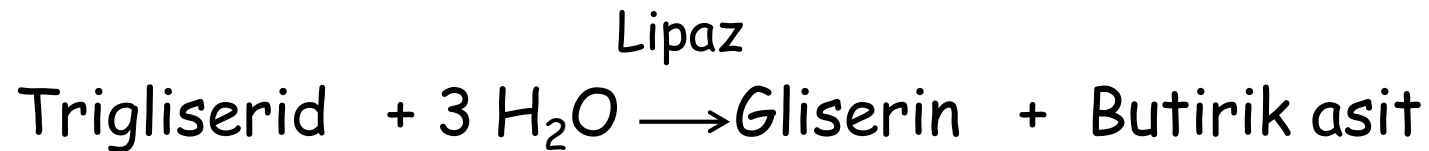
## Oksidasyonu Etkileyen Faktörler:

- O<sub>2</sub> varlığı
- Bakır gibi metal iyonların varlığı
- Doymamış yağ asitleri miktarı
- Ambalaj materyali
- Işık



# LİPOLİZ

Süt yağının enzimatik hidrolizasyonudur. Lipaz enziminin katalitik etkisi sonucu oluşur.



Palmitik asit

- ❑ Trigliseridlerin hidrolizasyonu sonucu serbest hale geçen küçük moleküllü yağ asitlerinin miktarına bağlı olarak **acılaşma** meydana gelmektedir.
- ❑ Süt ve ürünlerin özellikle tereyağının depolanacağı süreyi belirleyen bu olay **lipaz enziminin** aktivitesi sonucu oluşmaktadır.
- ❑ Lipoliz; doğal ve bakteriyel olmak üzere iki kaynaktan ileri gelmektedir. Sütte doğal olarak bulunan lipaz ısıya dayanıklı değildir. Pastörizasyon işlemi ile inaktif olmaktadır.

- ❑ Bakteriyel lipaz bazı bakteri, maya ve küfler tarafından üretilmektedir.
- ❑ Lipolizi önlemek amacıyla;
  - üretimin hijyenik koşullarda yapılması
  - kısa sürede ısıtma işlemi uygulanması
  - soğukta muhafaza edilmesi
  - pastörizasyondan önce mümkün olduğunca mekanik işlemlerden kaçınılması gerekmektedir.

# LAKTOZ (SÜT ŞEKERİ)

- Sütün esas karbonhidratıdır ve sadece sütte bulunur.
- Glukoz + Galaktoz = Laktoz (disakkarit)
- Meme hastalıkları durumunda miktarı azalır.
- Sütte **gerçek çözelti** halinde bulunur. Sütün özgül ağırlığını, donma ve kaynama noktasını, ozmotik basıncını etkiler.
- Midede değil laktaz enzimi ile bağırsaklarda parçalanır.

- Higroskopik (**nem çekici**) özelliktedir. Bu durum uzun süre depolanan bir ürün olan **süttozunda** fiziksel bozukluklara neden olarak, erime yeteneğini azaltır.
- Ayrıca dondurma ve koyulaştırılmış sütte sert ve iri laktoz kristallerinin varlığı yapı kusurlarına neden olur.
- Laktozu oluşturan galaktoz bebeklerde beyin ve sinir hücrelerinin oluşumu ve gelişimi için gereklidir.

- Vitamin sentezlenmesinde rol alır (B1, B2, B6)
- Laktoz kalsiyum ve fosforun vücuda daha kolay alınmasını sağlar.
- Kısa zamanda parçalanarak asitliğin artmasına ve böylece sütün bozulmasına neden olur.
- Yüksek ısı işlem gören sütün mamüllerinde renk ve tat değişikliklerine neden olur.

# Laktoz/ Isıl İşlem

- Sütün ısıtılması sonucu **Laktuloz** oluşur. Toksikolojik açıdan zararsızdır ve tıbbi amaçlarla kullanılmaktadır.
- Isıl işlem sonucu oluşan **Maillard reaksiyonu** laktoz ile proteinler arasında oluşan enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonudur.

- Ürünün görünüşünde özellikle renginde değişmeler olur. **Rengin esmerleşmesi**, çözünürlüğün azalması **süttozunda** önemli sorun yaratır.
- Üründe kötü lezzet meydana gelebilir.
- Süt mamüllerinin **besin değerinde azalma** meydana gelir. Yarayışlı lizin miktarında azalma görülür. Yüksek oranda laktoz içeren peynir altı suyunun kurutulmasında ve bebek mamalarına uygulanan kurutma işleminde lizin kaybı fazladır.



# LAKTOZUN FERMANTASYONLARI

- Laktoz hiçbir mikroorganizma tarafından doğrudan kullanılmaz. Laktoz bazı mikroorganizmaların etkisiyle aşağıdaki fermentasyonlara uğrayarak süt ve ürünlerinde olumlu/olumsuz değişimlere neden olurlar.

Fermentasyon; karbonhidratların anaerobik koşullarda çeşitli mikroorganizmalar tarafından küçük komponentlere parçalanmasıdır.

**Laktik asit fermentasyonu:** Laktozdan laktik asit bakterileri etkisiyle **laktik asit** oluşur. Yoğurt ve peynir üretiminde yararlanır.

**Alkol fermentasyonu:** Mayaların etkisiyle parçalanma reaksiyonları sonucunda **alkol** ve **karbondioksit** oluşur. Temiz olmayan koşullarda üretim sırasında alkol fermentasyonu spontan olarak meydana gelir. Ancak; kontrollü olarak kefir, kımız gibi fermente süt ürünlerinin üretiminde arzulanan bir olaydır. Ürünlere tipik ata-aroma kazandırır.

**Propionik asit fermentasyonu:** Genellikle duyusal ve yapısal kusurlara neden olduğu için süt teknolojisinde arzulananmayan bir olaydır. Laktik asit fermantasyonu sonucu meydana gelen laktik asitin propiyonik asit bakterileri tarafından parçalanması sonucu oluşan son ürünlerden birisi de **karbondioksittir**. Peynirde göz oluşumunda etkilidir. Ancak, Emmental peynirinde peynirin kendine özgü gzly yapısının oluşumunu sağlar.

**Butirik asit fermentasyonu:** *Clostridium* grubu bakteriler laktozu anaerobik koşullarda parçalarlar. Esas parçalanma ürünü butirik asittir. Açıĝa çıkan yağ asitleri süt mamüllerinde istenmeyen tat-aromaya neden olur. Ayrıca; açıĝa çıkan gazlar sonucunda üründe gözlü yapı oluşur, hatta şişmeler görülür. Peynirde «geç şişme kusuru» olarak isimlendirilen yapısal kusur butirik asit fermentasyonu sonucu oluşur.

# Mineral maddeler

**Makro elementler:** sodyum, potasyum, kalsiyum, magnezyum, klor, fosfor, sülfat, bikarbonat ve sitrat

**İz elementler:** demir, bakır, kobalt, çinko kurşun kalay, flor, iyot, brom, silisyum, selenyum ve bordur.

Sütte bulunan mineral maddelerin miktarı;

- süt veren hayvanın ırkına ve türüne,
- laktasyon durumuna,
- mastitisli olup olmamasına,
- beslenmesine,
- mevsime göre değişir.

- Sütün mineraller yönünden en önemli özelliđi yüksek oranda içerdiđi **kalsiyum**dur.
- Gıdaların kalsiyum açısından değerlendirilmesinde sadece içerdikleri kalsiyum miktarı değil, bundan yararlanma oranı da dikkate alınmalıdır.
- Fermente süt ürünlerinde laktik asitten dolayı kalsiyumdan yararlanma artmaktadır.

# MİNERAL MADDELERİN FONKSİYONLARI

- Vücudun yapısına ve fonksiyonlarına katıldıkları için beslenme fiziyojisi açısından önemli.
- Kalsiyum iyonları olmaksızın süt peynir mayasıyla pıhtılaşmaz ve peynir yapımı gerçekleşmez.
- Kalsiyum magnezyum iyonlarıyla fosfat ve sitratlar arasında bir denge vardır bu da kolloidal stabiliteyi sağlar. Denge bozulunca sütün ısıya dayanımı azalır, sterilize içme sütleri ve koyulaştırılmış sütlerin depolama ömrü kısalmır.
- Demir ve bakır süt yağının oksidasyonunda etkilidir.

# VİTAMİNLER

- Yaşam için gerekli olan vitaminlerin hemen hepsi sütte bulunur.
- $\beta$ -karoten (provitamin A) ve laktoflavin ( $B_2$ ) süt ürünlerinin karakteristik renklerinin oluşmasında etkilidir.
- Yeşil yemle beslenen hayvanların sütlerinde A vitamini ve  $\beta$ -karoten miktarı daha fazladır. Bu nedenle yazın üretilen tereyağlarının rengi daha sarıdır.



- ▶ Bazı vitaminler süt ürünleri için yararlı mikroorganizmaların gelişmelerini sağlarken bazı mikroorganizmalar da vitamin miktarını artırabilir. Örneğin kefirde B grubu vitaminlerin arttığı gözlenmiştir.
- ▶ Krema ve tereyağında, yağ oranı yüksek peynirlerde yağda çözünen vitaminler daha fazladır.
- ▶ E vitamini süt için özellikle süt yağı için etkili antioksidan bir maddedir. Uzun süre depolanan tereyağlarında E vitamini ürünün raf ömrünü uzatır.

## Çizelge 5. Sütün işlenmesi sırasında zarar gören vitaminler

| Etkileyen faktörler           | Zarar gören vitaminler   |
|-------------------------------|--|
| Yüksek sıcaklık               | B <sub>1</sub> , B <sub>12</sub> , C                                     |
| Oksijen                       | A, C, E  |
| Ağır metaller                 | C, A   |
| Işık (özellikle UV)           | A, B <sub>2</sub> , B <sub>6</sub> , C, E, K, nikotinik asit, folik asit |
| Depolama sırasında oksidasyon | A, E, K, C, B <sub>1</sub>   |

## Çizelge 6. Farklı ısı işlemler uygulanan sütte vitamin kayıpları (%)

| Isıl İşlemler        | Vitaminler     |                |                 |            |       |
|----------------------|----------------|----------------|-----------------|------------|-------|
|                      | B <sub>1</sub> | B <sub>6</sub> | B <sub>12</sub> | Folik asit | C     |
| Pastörizasyon        | 10             | 0-5            | 10              | 5          | 5-15  |
| Kaynatma             | 10-20          | 5-8            | 20              | 15         | 15-20 |
| UHT-sterilizasyon    | 5-15           | 10             | 10-20           | 10-20      | 10-20 |
| Klasik sterilizasyon | 30-40          | 10-20          | 80-100          | 40-50      | 30-50 |

# ENZİMLER

**Enzim;** organizma tarafından protein yapısında üretilen ve çok düşük miktarları bile, gerek hücre içinde ve gerekse hücre dışındaki biyokimyasal reaksiyonları gerçekleştiren spesifik organik maddelerdir. "Biyokatalizör" olarak adlandırılmaktadır. Diğer katalizörlerden kolloidal protein yapılarından dolayı duyarlılıkları ile ayrılmaktadır.

- Sütte bulunan enzimlerden bir kısmı kan veya süt hücrelerinden geçer bunlara "doğal enzim" denir.
- Ortamdaki bakteriler tarafından salgılanan enzimler ise "bakteriyel enzim" olarak adlandırılır.

**Katalaz:** Hidrojen peroksidi su ve oksijene parçalar. Bakteri faaliyetini engellemek için çiğ sütlere katılan hidrojen peroksidin zararsız hale getirilmesinde kullanılır, ağız sütleri ve **mastitisli sütlerde** miktarı yüksektir. Süt kökenli bir enzimdir.

**Lipaz:** Yağları hidrolize ederek serbest yağ asitlerini oluşturur. Sütün **doğal lipazı** pastörizasyon ile inaktif olurken, **bakteriyel lipaz** ısıya dayanıklıdır.

**Fosfataz:** Pastörizasyon kontrolünde kullanılır.

**Peroksidaz:** Hastalıklı hayvanların sütlerinde daha fazla bulunur. Kaynatmaya yakın sıcaklıklarda inaktif olduğundan yüksek ısı işlem uygulanmış sütlerle pastörize sütleri ayırt etmede kullanılır.

**Proteaz:** Proteini peptitlere parçalar dolayısıyla, peynir olgunlaşmasında rol oynar.

# SÜT GAZLARI

- Sütte % 5-8 oranında oksijen, karbondioksit ve azot bulunur, kan yoluyla süte karışır.
- Miktarı; sağım, işleme ve depolama koşullarına (çalkalama, soğutma, ısıtma, havalandırma) göre değişiklik gösterir.
- **Oksijen**; vitamin aktivitesini, bakteri faaliyetini ve oksidatif ransiditeyi etkiler.
- **Karbondioksit**; miktarı fazladır, mikroorganizma faaliyetleri sonucunda  $CO_2$  oluşur, bazı peynir çeşitleri ve kefirde  $CO_2$  önemlidir.

# ORGANİK ASİTLER

Sütte çok az miktarda laktik, bütirik, propiyonik, oksalik, orotik, pirüvik, sitrik ve ürik asit bulunur.

Sütün tampon sistemine ve ürünlerinde tat-aroma maddelerini oluşumunda etkilidirler.

Stafilokok ve koli bakterilerinin gelişmesini belirli ölçüde engellerler.



# Hormonlar

- Endokrin bezleri aracılığıyla salgılanır, kan ile süte geçer.
- Hormonlar sütün oluşumu ve sağım sırasında etkilidirler.
- Miktarı oldukça düşüktür (nano gram = $10^{-9}$  gram düzeylerinde).
- Sütte bulunan başlıca hormonlar; östrojen, prolaktin, progesteron, prostaglandin ve somatotropindir.

## Koruyucu maddeler (Antikorlar)

**Laktoperoksidaz:** Sütte bulunan bir enzimdir. Koliform grubu bakteriler, *Salmonella*, *Shigella*, *Pseodomonas* gibi bakterileri inhibe eder. Laktoperoksidaz-tiyosiyanat aktivitesi çiğ sütte soğutmaya alternatiftir.

**Lisozim:** Antibakteriyel enzimdir. Gram pozitif bakterilere karşı etkili, sert ve yarı sert peynirlerde *Clostridium*' un neden olduğu geç şişmeye etkilidir.

**Laktoferrin:** Demir bağlayan proteindir. Akut iltihaplı ineklerin sütlerinde miktarı artarak *Escherichia coli* ve diğer patojenleri öldürür.

**İmmünoglobülinler:** Bağışıklık maddesi olarak görev yaparlar.

## SOMATİK HÜCRELER

Sütün sentezlenmesi sırasında kandan gelen ve memenin epitelyum hücrelerinden ayrılan hücrelerdir.