

KGP 231 SÜT TEKNOLOJİSİ

SÜTÜN FİZİKOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ

- Sütün fizikokimyasal özellikleri sütün bileşiminde yer alan maddelere, bu maddelerin konsantrasyonuna, serum içerisinde dağılım durumlarına göre farklılık gösterir.
- Bu özellikler, bileşendeki maddelerin miktarında oluşan değişimler ve bunun neden olduğu hareket arasındaki ilişki açısından önemlidir. Bu sayede ölçülebilir büyüklükler aracılığı ile maddenin durumu belirlenebilir.
- Örneğin:
 - ✓ Süte su katılması (Sütün kurumaddesinin azaltılması) sütün özgül ağırlığı, donma noktası gibi bazı özelliklerinin ölçülebilir düzeyde değişmesine neden olur. Ölçülen bu değerler sütün kalitesi hakkında önemli ipuçları verir.

Sütün Rengi

- Süt ışığı geçirmeyen kalsiyum kazeinat gibi koloidal maddeler ile ışığı yansıtan süt yağı globüllerinin etkisiyle porselen beyazı renginde algılanır.
- İneklerin yeşil yemlerle beslendiği dönemlerde sütün renginin sarımsı olması ise, yemlerle alınan ve süt yağı ile ilişkili olan karotenden (A vitamini provitamini) ileri gelmektedir.

- Yağı alınmış ve kuru maddesi az olan sütlerin rengi mavimsidir.
- Süte hile amacıyla su katılması da sütün mavimsi renginin artmasına neden olur.
- Sütün pıhtılaştırılmasından sonra alta kalan peyniraltı suyunun yeşilimsi sarı rengi ise riboflavinden kaynaklanmaktadır.
- Sütün renginin bazen hafif kırmızımsı olmasına ise değişik yemler veya meme rahatsızlıklarında süte kan sızması neden olabilmektedir.

Sütün Tat ve Kokusu

- Normal süt ağızda hafif tatlımsı hoş bir tat bırakır. Bunda süt şekerinin, süt yağının ve mineral maddeler arasındaki dengenin önemli bir payı bulunmaktadır.
- Meme hastalıklarında ve laktasyon sonunda süt biraz tuzlumsu bir tat alır.
- Pancar yaprakları, bozuk silaj ve fiğ gibi yemlerin çok miktarlarda verilmesi sonucu süt hoşa gitmeyen acı bir tat alır.
- Sütün pastörizasyonu veya UHT işlemi sonunda hafif bir pişmiş tat ortaya çıkar.

- Taze ve normal sütün kendisine has bir kokusu bulunmaktadır.
- Süt çevrenin koku maddelerini çok kolay alabilen ve tutabilen bir özelliğe sahiptir.
- Koku ve lezzet maddelerini bünyesinde toplayan unsur sütün yağ kısmıdır.
- Hayvanın hormon durumundaki bozulmalar ve memesindeki rahatsızlıklar da sütün kokusunu etkileyebilmektedir.

Yoğunluk

- Yoğunluk, belirli bir hacmin ağırlık olarak ifadesidir. Değişik maddelerin karşılaştırılması veya herhangi bir maddede oluşan değişikliği belirlemek amacıyla kullanılır.
- Yoğunluk (d)= Ağırlık (m)/ Hacim (v)

- Özgül ağırlık ise (d_t^T) bir maddenin T °C derecedeki ağırlığının (m) aynı hacimdeki ve t °C'deki suyun ağırlığına (m) oranıdır. Diğer bir ifadeyle o maddenin sudan kaç kez ağır olduğunu gösterir ve birimsiz olarak ifade edilir. Genellikle 4, 15 ve 20 °C'deki suyun yoğunluğu esas alınır. +4 °C'deki 1 ml suyun ağırlığı 1.000 g olduğu için belirlenen yoğunluk değeri özgül ağırlık olarak ifade edilir.

- Sütteki yüksek yağ oranı sütün yoğunluğunu azaltır. Sütteki proteinler, laktoz ve mineral maddelerdeki artığında sütün yoğunluğu artar. Sütünün yoğunluğu süte yapılan hilelerin belirlenmesinde önemli bir kriterdir.
- Sütün yoğunluğu bileşiminde yer alan tüm maddelerin etkisi ile değişiklik gösterir. Bu nedenle yoğunluk oldukça değişkendir. Sütün yoğunluğu bileşimine bağlı olarak (20 °C'de) 1.027- 1.035 g/ml arasında değişir.

Süt Çeşidi	Yoğunluk (g/ml)
İnek sütü	1.028-1.037
Koyun sütü	1.033-1.042
Keçi sütü	1.032-1.040
Manda sütü	1.028-1.038

Süt teknolojisi açısından önemli süt türlerinin 20 °C'deki yoğunluk değerlerinin değişim sınırları

- Sütte yoğunluk tayini için genelde piknometre yöntemi kullanılır. Ancak bu yöntem uzun bir süre gerektirir. Çabuk sonuç almak için laktodansimetre derecesinden (LD) yararlanılır. Süt için öngörülen laktodansimetrelerde 1.020-1.045 g/ml yoğunluk aralığı mevcut olup, pratik olması için baştaki 1.0 atılmıştır.

- Örneğin laktodansimetre 29.5 değerini gösterdiğinde bu sütün yoğunluğu $d = 1.0295$ g/ml demektir. Bu durum aşağıdaki şekilde de formüle edilebilir:

- $d = (1000 + LD) / 1000$

- Normal olarak ölçümün 20°C 'de yapılması gerekir. Ancak bunun 5°C altı veya üstü de ölçüm yapılabilir. Bu durumda bir düzeltme yapılması gerekir. Sıcaklık yüksek olduğunda her 1°C artış için 0.2 LD ilave edilir, düşük olduğu takdirde 0.2 LD çıkarılır.

- Örneğin;
- Okunan LD=32.0
- Sütün sıcaklığı =18 °C
- Öngörülen sıcaklık= 20 °C
- Fark=-2 °C
- Düzeltme faktörü= $-2 \times 0.2 = -0.4$
- Düzeltilmiş LD= $32.0 - 0.4 = 31.6$
- $d = (1000 + 31.6) / 1000 = 1.0316 \text{ g/ml}$

Yüzey Gerilimi

- Yüzey gerilimi, bir sıvının yüzeyini 1 cm² büyütmek amacıyla yapılan işi belirten bir değerdir.
- Süt yağı, süt proteinleri ve serbest yağ asitleri sütün yüzey aktivitesini oluşturan unsurlardır. Kazein oranının yükselmesiyle yüzey gerilimi azalır.

Viskozite

- Bir akışkanın viskozitesi veya akışkanlığı iç sürtünmenin bir ölçüsüdür. Emülsiyon halindeki süt yağı ile kolloidal haldeki protein nedeniyle sütün viskozitesi suyun yaklaşık 2 katı kadardır.
- Sütün viskozitesi 20⁰ C'de 2.0 cp 'dir. Ve bileşime bağlı olarak değişmektedir.
- Viskoziteye en çok süt proteinleri etki etmektedir. Ayrıca yağ miktarı ve yağ globüllerinin büyüklüğü ve süte yapılan işlemlerden homojenizasyon viskozite üzerinde önemli bir etkiye sahiptir.
- Homojenizasyonla yağ globülleri parçalandığından ve dolayısıyla yüzey arttığından homojenize süt normal süte oranla daha yüksek bir viskoziteye sahiptir.
- Sıcaklık viskoziteyi düşürür.

Sütün Asitliği

- Süt sağıldığı zaman hafif asidik bir reaksiyon gösterir.
- Sütün doğal asitliği olarak nitelendirilen bu asitlik birinci derecede kazein fosfat ve sitratlardan ikinci derecede de albumin, globulin ve karbondioksitten ileri gelmektedir.
- Su ve soda gibi maddeler sütün asitliğini düşürür. Asitliğin gelişimi süt tadını değiştirdiği gibi sütün işlenmesini ve özellikle yüksek sıcaklıklarda ısıtılmasını zorlaştırır. Asitlik gelişirse oda sıcaklığında sütün yapısı değişir ve pıhtılaşıır.

- Sütün doğal asitliği sabit kalmaz. Başta laktik asit bakterileri olmak üzere bazı asit üreten bakteriler süt şekerini laktik asite parçalayarak asitliğin artmasına neden olurlar. Söz konusu asitlik sonradan olduğuundan bu asitliğe **sonradan meydana gelen asitlik** veya **gelişen asitlik** adı verilir. Titrasyon yöntemiyle yapılan bu asitlik tayininde sütün doğal ve gelişen asitliği birlikte tespit edilir. Bu asitliğe ise **toplam asitlik** veya **titrasyon asitliği** denir.

Toplam asitlik = Doğal asitlik + Gelişen asitlik

- Süt teknolojisinde asitlik çoğu kez **Soxhlet- Henkel Derecesi** veya kısaca **⁰SH** olarak ifade edilir. **Soxhlet- Henkel Derecesi:** 100 ml sütün asitliğini nötrale etmek için kullanılan 0.25 N NaOH'in ml cinsinden ifadesidir.
- Yeni sağılmış bir inek sütünün titrasyon asitliği 6.4-7.0 ⁰SH veya % süt asidi cinsinden % 0.14-0.16 arasındadır. ⁰SH 'nin 5'in altında olması ise normal kabul edilmez.

- Gerek mikrobiyel ve gerekse diğer değişmelerde asitliğin dissosiye olan kısmı önem taşır. Dissosiye olan kısım hakkında ise en doğru sonucu pH değerinden anlamak mümkündür. Ancak **pH ölçümü** ile ortamdaki serbest hidrojen iyonlarının miktarı ve aktivitesi hakkında bilgi elde edildiğinden bu asitliğe **aktüel asitlik** denilir.

- Süt teknolojisinde pH ölçümü asitliğin gelişebileceği her durumda tespit edilmelidir. Çünkü pH değeri ürün kalite ve randımanı hakkında çok kıymetli ipuçları verir.
- **Yeni sağılmış sağlıklı inek sütü** **pH 6.6-6.8**
- **Yeni sağılan süt pH 6.8< mastitis hastalığı/ süte nötralize edici madde katıldığı şüphesi**
- **pH 6.5> ağız sütü şüphesi / aşırı derecede asitlik artışı ve işlemede sorun yaratacak demektir.**

Elektrik İletkenliği

- Sütün elektrik iletkenliği birçok çözültü gibi bileşimindeki iyon miktarlarıyla yakından ilgilidir.
- Özellikle sütün bileşimindeki klor ve sodyum iyonları elektrik iletkenliğinde önemli rol oynarlar.
- Hasta hayvanlarda klor miktarının fazlalığına paralel olarak sütün elektrik iletkenliği oldukça fazla artış gösterir.

Sütün Ozmotik Basıncı

- Süt, bileşimindeki **laktoz ve mineral maddeler** gibi gerçek çözelti meydana getiren ögelerin etkisiyle belirli bir ozmotik basınç gösterir.
- Sütün ozmotik basıncı hemen hemen sabit olduğu için, bunu etkileyen laktoz ve tuzların değişmesiyle değişiklik gösterir.

Sütün Isı Kapasitesi

- Bir maddenin ısı kapasitesi 1 gr veya 1 kg'lık miktarının ısısını 1 derece yükseltmek için gerekli olan kalori miktarını gösteren değerdir.
- Sütün bileşimine bağlı olarak ısı kapasitesi de değişmektedir.
- Sütün ısı kapasitesi artan yağ oranı ile artmaktadır.

Refraktometre İndeksi

- Refraktometre indeksi, çözeltilerin ışık kırma gücünü belirtir. Süt bileşimindeki yağ ve protein nedeniyle ışığı geçirmez. Yağ globülleri ışığı büyük ölçüde geri yansıtır. Bu yüzden refraktometre indeksi ölçülmeden önce sütün yağının alınması gerekir.
- Genel olarak yağsız kuru maddenin artmasıyla kırılma indeksi artar.
- Süte katılan su miktarının belirlenmesinde sütün refraktometre indeksinden de yararlanılır.
- Yağı alınmış, yani yağsız sütün refraktometre indisi 1.3440-1.3480 arasında değişir.

Sütün Donma ve Kaynama Noktası

- Sütteki laktoz ve mineral maddeler önemli etkide bulunmaktadır.
- Her iki bileşimin içeriğine bağlı olarak sütün yaklaşık DN – 0,540 °C ve KN 100.16 °C'dir.
- Sütün donma noktasına protein ve yağ oranının herhangi bir etkisi yoktur.
- Donma noktası sütte oldukça sabit olduğu için, bu değer süte yapılan hilelerin özellikle de süte karıştırılan suyun miktarı hakkında bilgi vermesi bakımından önemlidir.

Sütün Tampon Özelliği

- Süt tampon bir çözeltilerdir. Sütün pHsını değiştirmek için önemli miktarda asit veya baz ilave etmek gerekir. Tampon etkisi protein, fosfat, sitrat ve CO₂'ten kaynaklanır.

Sütün Kaymak Bağlama Gücü

- Kendi haline bırakılan bir süt, yüzeyinde belli bir süre sonra çoğu yağdan oluşan bir kaymak tabakası meydana getirir.

SÜTÜN FABRİKAYA KABULÜ

- Çiğ sütün işletmeye kabul edilmesi; kalitesinin değerlendirilmesi, süt miktarının belirlenmesi ve ekipmanların temizlenip dezenfekte edilmesi olarak üç aşamada gerçekleşmektedir.

Süt Kalitesinin Belirlenmesi

- Çiğ sütler, fabrikaya kabul edilme aşamasında kalite sınıflarına ayrılmaktadırlar. Bu işlem üretim planlamasının yapılabilmesi, sütün hangi ürünlere işleneceğinin belirlenebilmesi ve aynı zamanda da kaliteli ham madde üretimini desteklemek açısından önemlidir.

- Süt, üreticiden alınırken çiftliklerde veya toplama merkezlerinde ilk kontrolü yapılmakta (platform testleri), ardından kaliteyi belirlemeye yönelik kontroller işletmenin laboratuvarında gerçekleştirilmektedir. Ancak süt hiçbir denetim yapılmadan işletmeye gelmişse platform testlerinin de işletmede süt kabulü sırasında yapılması gerekmektedir.
- Eğer sütün normal renk, tat, koku ve görünüşünde bozulma varsa ve bu bozulma, ürün kalitesini olumsuz önde etkileyecek düzeyde ise süt reddedilir. Çiğ sütün kalitesinin belirlenmesi amacıyla yapılması gereken kontroller aşağıda verilmiştir.



- Türk Gıda Kodeksi Çiğ Süt ve Isıl İşlem Görmüş İçme Sütleri Tebliği'nde ve Türk Standartları Enstitüsü tarafından hazırlanan çiğ sütlere dair standartlarda çiğ sütlerin taşınması gereken özellikler belirtilmiştir. Buna göre;
 1. Çiğ süt doğal niteliğini ve bileşimini bozacak yabancı madde içermemeli,
 2. Tüberküloz ve brucella hastalığı tespit edilmiş hayvanlarla birlikte aynı sürüde bulunan sağlıklı hayvanlardan elde edilmiş sütler, ancak ısıtılardan sonra süt ürünlerinin üretiminde kullanılmalı,
 3. Standardize edilmemiş çiğ inek sütünde donma noktası – 0.520°C'den fazla olmamalı,
 4. Çiğ sütlerin bileşimi Tablo 1'de verilen değerlerde olmalı,
 5. Mikrobiyolojik ölçütleri ise Tablo 2'de verilen değerlere uygunluk göstermelidir.

	PROTEİN En az (% m/V)	ASİTLİK Süt asidi (% m/V)	YOĞUNLUK En az (m/V)
İNEK	2.8	0.135-0.20	1.028
KOYUN	3.1	0.160-0.35	1.028
KEÇİ	2.8	0.150-0.28	1.026
MANDA	5.5	0.140-0.22	1.028

Tablo 1.1: Çiğ sütün bileşimi

Özellikler	Değerler			
Toplam canlı bakteri sayısı 30°C'da (ml'de)	≤100 000 adet ^{a)}			
	n	c	m	M
<i>Staphylococcus aureus</i> , 1 ml'de	5	2	100	500
Salmonella	5	0	25ml'de bulunmamalı	

^{a)} Ayda en az iki numune ile iki aylık bir periyodun geometrik ortalaması

n: Numune sayısı (adet),

m: Bakteri sayısı için kabul edilebilir eşik değeri, (kob/ml; g) eğer tüm numunelerdeki bakteri sayısı m'yi geçmemişse sonuç yeterli sayılır.

M: Bakteri sayısı için en fazla sınır değer (bir veya daha fazla numunede c bakteri sayısı m'den daha fazla ise sonuç olumsuz sayılır.

c: Numune grubu içinde izin verilen maksimum sınırın M altında olması istenen numune sayısı (Diğer numunelerdeki bakteri sayısı m veya daha az ise numune olumlu sayılır.)

Özellikler	Sınırlar
Yoğunluk, (g/cm ³), en az	1,028
Donma noktası, en yüksek	-0,520 °C
Kir, mg/100 mL, en çok	6
Resazurin deneyi, 1 saatte gelişen renk	Mavi , erguvanî veya koyu pembe renge kadar açılan renklerde olmalı
Fosfataz deneyi	0,5 mL'si en az 0,05 mg fenol değerinde fosfataz aktivitesi göstermeli
Mastitis testi	Negatif

Tablo 3.2: Çiğ sütün fiziksel, enzimatik ve biyolojik özellikleri

Özellikler	En az
Protein, % (m/v), en az	2,8
Asitlik (süt asidi),% (m/v), en az	0,135
en çok	0,200
Yağ,% (m/v) en az	3,5
Yağsız kuru madde, % (m/v) en az	8,5
İnhibitör Madde	Bulunmamalı
Okside edici maddeler	Bulunmamalı
Karbonat ve formaldehit	Bulunmamalı

Tablo 3.3: İnek sütünün kimyasal özellikleri

2. Süt Miktarının Belirlenmesi

- Fabrikaya gelen süt miktarı ya tartılarak kg cinsinden ya da hacim ölçümü yapan sayaçlar yardımıyla lt cinsinden belirlenmektedir. Süt ağırlığının belirlenmesinde süt alım terazisi veya kantar kullanılmaktadır.

- 1. Eğer süt, işletmeye ggmlerle gelmişse; ggmler mekanik bir taşıma düzeneği ile işletmenin içine getirilmekte ve kantarın kefesine boaltılmaktadır. Kefe dolduğunda ibrenin gösterdiği miktarı kaydedilmekte ve süt silo tankına pompalanmaktadır.
- 2. Diğer bir yöntem ölçüm (tartım) tankı sistemidir. Bu sistemde, ölçüm tankı ayaklarının altına, ölçüm sonucunu gösteren ve kumanda panosuna elektriksel sinyal gönderen hassas uyarıcılar yerleştirilmiştir. Uyarıcıların sinyalleri, tanka dolmakta olan sütün ağırlığı ile orantılı olarak artmakta ve süt alımı tamamlanınca ya da tank dolunca, kumanda panosundan süt miktarı belirlenmektedir.

- 3. Eğer sût işletmeye tankerlerle getirilmişse tartım işlemi bŸyŸk kantarlarda yapılmaktadır. Bu tip kantarlar işletme binasının içinde ayrı bir bŸlmeye ya da bina dışındaki bir kulŸbeye yerleştirilmektedir. Kantarda araç hem doluyken hem de sût boşaldıktan sonra tartılmakta ve aradaki fark sût miktarı olarak kaydedilmektedir.
- 4. Tankerlerle getirilen sŸtŸn miktarı, doğrudan hacim Ÿlen sayaçlardan geçirilerek de belirlenebilmektedir. Ancak sayaç sŸtŸn yanı sıra, Ÿzellikle ŸrŸnŸn çalkalanması sırasında sistemde oluşan havayı da ŸltŸęŸnden yanlış sonuç elde edilebilmektedir. Bu sorunu gidermek amacıyla sisteme sayaçtan Ÿnce bir hava alma Ÿnitesi (deaeratŸr) yerleştirilmektedir.

3. Çiğ Sütün Depolanması

- İşletmeye alınan çiğ süt, büyük hacimli dikey tanklarda (silolarda) depolanmaktadır. Bu tankların hacimleri yaklaşık 25.000 – 200.000 litre arasında değişmektedir. Küçük silo tankları genellikle işletmenin içine büyük olanlar ise dışına yerleştirilmektedir. Dışarı yerleştirilen silo tankları çift cidarlı olup arada izolasyon katmanı içermektedir. Ayrıca bu tankların bir de karıştırma sistemi bulunmaktadır.
- Tanklarda ayrıca sıcaklık göstergesi, pnömatik seviye göstergesi, doluluk seviyesi karıştırıcının altında olduğu zaman karıştırıcıyı durduran, ancak karıştırıcının üstüne çıktığında karıştırıcıyı çalıştıran bir elektrot sistemi, taşmayı önleyen ve tankın tavanına yerleştirilen elektrot ile tankın tamamen boşaldığını gösteren ve tankın en alt noktasındaki boşaltma kısmına yerleştirilen alt seviye kontrol elektrodu bulunmaktadır.

- Eğer işletmeye gelen çiğ süt soğutulmamış ise öncelikle soğutulması gerekmektedir. Soğutulmuş olarak depolanan bu sütlerin mümkün olduğunca kısa süre içinde üretime alınması gerekmektedir. Yukarıda bahsedilen kalite ltleri belirlenen sütler, özelliklerine göre farklı tanklarda depolanmaktadır.
- Kısaca fabrikaya gelen sütlerin çeşitli kalite kontrol testleri yapıldıktan sonra standart değerlere uygun olan sütlerin önce miktarı ölçülür. Alınan sütler **plakalı soğutucudan** geçirilerek 5 C'nin altında soğutularak çiğ süt depolama tankına gönderilir. Süt daha sonra klarifikatrden geçirilerek kaba pisliklerinden arındırılırlar. Süt işletmede hemen pastörize edilmeyecekse arzu edilmeyen gelişmelerin olmaması için **termizasyon** denilen (63-65 C'de 15 sn) ısıl işlemden geçirilir ve soğukta bekletilir. Bu işleme n pastörizasyon denilmektedir.

- **KAYNAKLAR**

- Demirci, M., Gündüz, H. 2000. Süt Teknoloğunun El Kitabı. Hasad Yayıncılık, 190sayfa.
- Metin, M. 2009. Süt Teknolojisi,Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları,802 sayfa.
- Metin, M.2010. Süt ve Mamülleri Analiz Yöntemleri, Ege Üniversitesi Ege Meslek Yüksekokulu Yayınları, İzmir, 439 s.
- Üçüncü, M. 2010. Süt ve Mamulleri Teknolojisi, Meta Basım,571 s, İzmir.