

Yoğurt Nedir?

Ali ÖZDEN

Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi, Gastroenteroloji Bilim Dalı, Ankara

Yoğurt sütün bakteriyel fermentasyonu ile oluşan semisolid (yarı katı) bir üründür. Laktik asit fermentasyonuna uğramış bir süt ürünü olan yoğurt genellikle inek, dişi koyun, keçi, manda, ren geyiği sütünden yapılır. Bu memeli hayvanların sütündeki yağ, karbonhidrat, protein miktarındaki farklılıklar nedeniyle yapılan yoğurtların da özelliklerinde farklılıklar olması doğaldır.

Türk Gıda Kodeksi Fermente Sütler Tebliğine (Tebliğ no: 2001/21) göre “yoğurt; *Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus* fermentasyonu ile meydana gelen koagüle ürün’dür” şeklinde tanımlanmaktadır.

Ülkemizdeki gıda maddeleri tüzüğüne göre; en az 90°C’de yarım saat ısıtılıp mayalanma derecesine kadar soğutulmuş süte yoğurt mayası katılarak fermentasyona tabi tutulması sonucu elde edilen özel kıvamdaki süt ürününe “yoğurt” denir.

Araştırmalar yoğurt üretiminde fermentasyon için en uygun bakterilerin *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* olduğunu ortaya koymuştur.

Diğer mikroorganizmaların üretimde kullanılmasının uygun olmadığı, çünkü bunların yoğurdun tat,

aroma ve görünümünü bozdukları ve kısa sürede ekşimeye yol açtıkları tespit edilmiştir. Birçok ülkede ve Türkiye’de bu iki mikroorganizma dışında bakterinin normal yoğurt üretiminde kullanılması önerilmemektedir. Saf yoğurt kültürü, sadece *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus* bakterilerini içeren kültürdür. Bu bakteriler dışındaki maya ve bakteriler yoğurtta istenmeyen özelliklerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır.

Yoğurt Kültürü

Normal yoğurt üretiminde *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* suşları tercih edilir. Yoğurt mayasında (kültür) bu iki suş birlikte ve eşit oranda kullanılmaktadır. Orta derecede asit oluşturmalarının yanısıra fermentasyon sürecinde iyi çoğalırlar ve üründe (yoğurt) raf ömrü süresince de canlı kalmaları oranı da oldukça iyidir.

Yoğurt piyasaya verildiğinde her gramında 10^7 canlı bakteri bulunmalı ve raf ömrü süresince de bu değer sabit kalmalıdır (yaklaşık 28 gün).

Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus:

Bu bakteri literatürde ilk kez 1904 yılında yer almaktadır. Delbrueckii, Bulgaristan’dan getirttiği yoğurtlarda tespit etmiştir. Bu bakteriye literatürde *Bacteri-*

um bulgaricum, *Bacillus bulgaricus*, *Thermobacterium bulgaricum*, *Lactobacillus bulgaricus* isimleriyle rastlanmaktadır.

Türk yoğurtları üzerinde araştırma yapan Türk bilim adamı Refik Bey, 1924 yılında yayınladığı çalışmasında yoğurtlardan elde ettiği bu bakteriye Türk Yoğurt Basili (*Bacille du Yourt Turc*) adını vermiştir. Günümüzde bilim dünyası bu bakteriyi ilk tanımladığı ismiyle (*Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*) kabul etmektedir.

Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus 10-30 mikron uzunluğunda 0,7-2 mikron kalınlığında, çubuk şeklinde gram pozitif bir bakteridir. Bu bakteriler 22-52,5°C'de, bazıları 60°C'de, optimum olarak ise 42-43°C'de faaliyet gösterirler. 63°C'de 30 dakika canlı kalabilir, 70°C'nin üstünde harap olurlar.

Yoğurtlardan elde edilen farklı *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* suşlarının farklı asitlik meydana getirdiği (pH 6,45-5,8 arası) gösterilmiştir. Bu bakteri ile fermentasyon sürecinde az miktarda ethanol, asetaldehid, aseton, butanon-2 ve çok az da asetoin üretilmektedir.

Streptococcus thermophilus

S. thermophilus gram pozitif, 0,7-0,9 mikron çapında yuvarlak bir bakteridir. Diplokok veya streptokok şeklinde bulunurlar. Optimum olarak 37-42°C'de faaliyet gösterirler (çoğalma vs). Bu bakteri 10°C'de çoğalamaz. 63°C'de 30 dakika ısıya dayanıklıdır. Bu bakterinin yol açtığı fermentasyon esnasında diasetil, asetaldehit, ethanol, aseton, butanonoz gibi uçucu aroma maddeleri ortaya çıkar. Bu bakteri antibiyotiklere ve özellikle penisiline karşı duyarlıdır.

Laktik Asit Teşekkülü

Yoğurt üretimindeki en önemli biyoşimik olay *S. thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*'un süt şekerinden (laktöz) laktik asit üretmesidir. Bir molekül laktözden iki molekül laktat oluşur. *S. thermophilus*, L-laktat, *Lb. delbrueckii subsp. bulgaricus* D-laktat üretir. L pozitif oran yoğurttaki laktik asidin %40-70'ini oluşturmaktadır. Laktik asit kazein miçellerini destabilize ederek süt proteinlerinin koagüle olmasına neden olur. Böylece

yoğurdun oluşması, jel formasyonuna geçiş sağlanır. pH 5,1-5,2'de destabilizasyon başlar, pH 4,6 civarında sütün koagüle olması tamamlanır.

Çoğu yoğurtta nihai pH 4,2-4,4 arasındadır. Bazı yoğurtlarda üretim farklılığından nihai pH 4'ün altındadır. Laktik asit pH'ı düşürdüğü için istenmeyen mikroorganizmalar (patojen ve bozuşmaya neden olacak) ile kontaminasyonu da önler. Yoğurt üretiminde arzu edilen nihai pH'ya ulaşıncaya koagüle olan süt ürünü süratle 4-10°C'de soğutulur, böylece fermentasyon olayı durdurulur.

Fermentasyon sürecini başlatan yoğurt bakterilerinin popülasyonları fermentasyon sürecinde 100-10.000 kat artar. Süt yoğurda dönüştüğünde bakteri miktarı 10⁹/ml'ye kadar ulaşabilir. Fermentasyon sonucunda nihai üründe-yoğurtta özel bir tat ve aroma oluşur.

Yoğurt oluştuktan sonra asit oluşumu (Post asidifikasyon)

Fermentasyon durdurulduktan sonra ürün (yoğurt) düşük ısıda 4-6°C'de 20-40 gün (ortalama 28 gün) depolanabilir.

Yoğurttaki kültür bakterilerinin asit üretme kapasiteleri devam etse de 4°C'de çok düşüktür. Muhafaza edilen ortamda ısı arttıkça asidifikasyon artmaktadır. Postasidifikasyon yoğurt yapımında kullanılan bakteri suşlarına bağlı olarak farklılık göstermektedir. Depolama sürecinde 28 günden sonra asidite belirgin şekilde artmaktadır.

Yoğurt Bakterilerinin Ortak Yaşamı (Symbiosis)

Normal yoğurt *S. thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* suşlarının kombinasyonunun sütü fermente etmesiyle oluşur. Yapılan araştırmalar bu iki bakterinin "symbiosis" halinde birbirlerinin gelişmesi için gerekli bazı maddeleri meydana getirdiklerini ortaya koymuştur. Böylece daha hızlı çoğalabilmektedirler. Bu birliktelik her iki tür için de yararlıdır. Her biri bir veya daha çok madde oluşturarak (sütte bulunmayan) birbirlerinin çoğalmasını sağlarlar.

Çok az proteolitik aktiviteye sahip olması nedeniyle *S. thermophilus*'un çoğalması sınırlıdır. Çünkü başlangıçtaki ortamda (süt) çoğalması için gerekli ami-

noasitler ve peptidler yetersizdir. *Lb. delbrueckii subsp. bulgaricus* membran proteazına sahip olduğu için sütteki kazeinden küçük peptidler ve aminoasitler oluşturur. İntrasellüler peptidazlara sahip olan *S. thermophilus*, bu peptid ve aminoasitleri kullanır ve formik asit ile CO₂ üretir. Bunlarda *Lb. delbrueckii subsp. bulgaricus*'u stimüle eder. Formik asit purinlerin (adenin vs) sentezinde rol oynar. Böylece inkübasyon sürecinin başlangıç evresinde *S. thermophilus* 3-4 kat daha fazla üremiş olmaktadır. Sonra oluşan laktik asidin etkisiyle *S. thermophilus*'un faaliyeti yavaşlamakta *Lb. delbrueckii*'nin üremesi çoğalmaktadır. Lactobasillerin üremesi için ortamın asit olması gerekmektedir. İnkübasyon sürecinde önce *S. thermophilus* sonra *Lb. delbrueckii subsp. bulgaricus* laktik asit üretmektedir.

Sütte doğal olarak formik asit bulunur. Sütte bulunan ürenin üreaz (bakteride) ile dekarboksilasyonundan açığa çıkan CO₂ aspartik asit sentezinde rol oynar.

Proteolizis

Yoğurt üretiminde kullanılacak bakteri seçiminde bir diğer kriter de proteolitik aktivitedir. *S. thermophilus* suşlarının proteolitik aktivitesi zayıftır, bazen ise hiç yoktur (proteaz negatif). Bu yalnız başlarına yoğurt kültürü olarak kullanıldıklarında sınırlı çoğalmalarını ve sütün asidifikasyonunda sınırlı rol oynadıklarını izah etmektedir. Çünkü sütte orijinal olarak peptidler ve aminoasitler yetersiz miktarda bulunur. Proteaz negatif bakterilerin sınırlı asidifikasyon etkileri vardır. Aksine *Lb. delbrueckii subsp. bulgaricus* çok daha fazla proteolitik aktiviteye sahiptir. Kazein'i hidrolize ederek küçük peptidlerin ve aminoasitlerin açığa çıkmasına neden olur. Bakteriler bunları hücrelerine alarak metabolizmalarında kullanırlar. *Lb. bulgaricus* hem kendisinin hem de *S. thermophilus*'un üremesini böylece sağlamış olur.

Yoğurdun Oluşumu Sırasında (Fermentasyon) Sütte Meydana Gelen Değişimler

Mikroorganizmalar beslenebilmek için hücre dışına salgıladıkları enzimler ile (ekstrasellüler) ortamdaki büyük moleküllü besin maddelerini parçalarlar. Daha sonra bu besin maddelerini hücre içine alırlar.

Alınan besin maddeleri hücre içindeki (intrasellüler) enzimlerle parçalanmaya devam eder. Mikroorganizmalar hücre içine aldıkları besin maddelerinden protein, lipit, enzim, polisakkarit gibi birçok maddenin sentezini gerçekleştirirler.

Enzimlerle besin maddelerinin parçalanmasına *katabolizma*, mikroorganizma içinde yeni maddelerin sentezlenmesine *anabolizma* denir. Bu kimyasal olayların tümüne *metabolizma* denir. Metabolik süreçte birçok enzim görev alır. Her enzim metabolik olaylarda bir basamağı katalize eder. Birçok nedene bağlı olarak enzim sentezinde azalma, yükselme görüleceği gibi enzim aktivitesinde de değişim gözlemlenir. Enzim aktivitesinde ve enzim sentez hızındaki değişikliklere bağlı olarak biyokimyasal olaylar zincirinde de farklılıklar ortaya çıkmaktadır.

Yoğurt ve benzeri süt ürünlerinin insan sağlığı üzerine olan olumlu etkileri kanıtlandıkça yoğurt üretimi ve tüketimi de tüm toplumlarda artmaktadır. Yoğurt bakterilerinin eseri olan yoğurt, kullanılan kültür, süt, teknoloji, katkı maddelerinin de etkisiyle birbirlerinden detayda farklılıklar arz edebilir. Bu durum bazen yararları açısından çok önemli olabilmektedir. Bu nedenle konuyla ilgili araştırmalar yoğurt üretim teknolojisinde yeniliklerin yaşanmasına olanak verecektir.

Sütün mayalanması sürecinde yoğurt bakterileri çıkardıkları enzimlerle sütün içeriğindeki laktozu, proteini, yağı parçalayarak yeni kimyasalların oluşumuna yol açarlar. Bakteri hücresi içerisinde de yeni maddeler sentez olur. Bu süreçte ortamdaki (süt) bazı maddeler azalırken bazıları artmaktadır.

YOĞURDUN OLUŞUMU SÜRECİNDE SÜTÜN KİMYASAL BİLEŞİMİNDEKİ DEĞİŞMELER

(Fermentasyonun Sütte Etkisi)

1) Karbonhidrat Metabolizması: Sütteki laktoz'un (süt şekeri) %20-30'u laktik asit bakterileri tarafından fermentasyona uğratılır. Majör son ürün laktik asittir. Yoğurttaki fermentasyon ürünlerinin %95'inden fazlası laktik asittir. Yoğurttaki niha-

i laktik asit oranı %0,7-1,2'dir. Laktik asit L(+) ve D(-) izomerlerinin karışımıdır. Her izomerin miktarı kullanılan kültüre göre değişmektedir. Genellikle total laktik asitin %50-70'i L(+) izomeri temsil eder. Laktoz konsantrasyonundaki azalma daha da artacaktır. Çünkü yoğurtta bulunan canlı bakteriler, -galaktosidaz aktivitesine sahip olduklarından duodenumda da yoğurttaki metabolize olmayan laktoz fraksiyonunu metabolize etmeye devam edecektir. İnce barsaklarda, safra bakterisi hücrelerinin permeabilitesini artırır, böylece laktozun bakteriye girişi ve hidrolizi kolaylaşır.

Fermentasyon sürecinde oligo ve polisakkaritlerin yanı sıra aroma maddelerinden asetaldehit, diasetil, asetoin, aseton da oluşur. Benzoik, formik, suksinik, fumarik asitler artarken, hippurik asit, orotik asit azalır.

2) Protein Metabolizması: Fermentasyon sürecinde süt proteinlerinin %1-2'si hidrolize uğrar ve peptidler, aminoasitler, amonyak, asetaldehit oluşur.

3) Lipit Metabolizması: Yağlar az da olsa lipolize uğrar, yağ asitleri açığa çıkar.

4) Vitaminler: Fermentasyon öncesi pastörizasyon yapıldığı için bu işlemde B₆, B₁₂, folik asit parçalanır, bu nedenle vitaminler azalır. Oysa ısıya dayanıklı (thermostable) vitaminlerin (niacin, pantothenik asit) seviyesi sabit kalır. Fermentasyon sürecinde bazı laktik asit bakterileri B vitaminlerini ve önemli miktarda folat üretirler. *Lb. bulgaricus* folik asidi kullanırken, *S. thermophilus* folik asit üretir. Fermentasyon sonrası yoğurt soğuk depolama evresinde bulunduğu periodda bazı vitaminler özellikle B₁₂ ve folik asit azalmaktadır.

5) Mineraller: Kalsiyum-fosfor-kazeinat kompleksi fermentasyon sürecinde stabilize olur. Bu nedenle iyon halindeki mineraller artar. Yoğurt da süt gibi mükemmel bir kalsiyum ve fosfor kaynağıdır. Kemik gelişimi için yoğurt-süt inanılmaz derecede önemli bir kaynaktır. Süt te, yoğurt ta potasyum için kıymetli bir kaynaktır. Yoğurt yapılırken süte, süt tozu ilave edildiğinden birim bazında yoğurt mineraller bakımından daha zengindir.

6) Diğerleri: Nükleotidlerin oranı fermentasyondan sonra artar. Üreden formik asit, CO₂ oluşur. Fermentasyondan sonra antimikrobial ve antikanser maddelerin oluştuğu saptanmaktadır.

Fermente süt ürünlerine (yoğurt vs) fermentasyondan sonra ısıl işlem yapılırsa 65°C'nin üzerinde ısı uygulanması ısıya duyarlı vitaminlerin azalmasına yol açar. Enzimatik aktivite de azalır. β-galaktosidaz aktivitesi anlamlı şekilde düşer.

Yoğurt Bakterilerinin Laktoz Metabolizması:

Yoğurt bakterileri gelişebilmeleri ve üreyebilmeleri için sütteki besin maddelerinden yararlanırlar. Yoğurt bakterileri özellikle *L. bulgaricus* ve *S. thermophilus* çoğalmak ve gelişmek için gerekli enerjilerini karbonhidratların fermentasyonundan sağlarlar.

S. thermophilus; laktoz, sakkaroz, glukoz, fruktoz kısmen de matoz ve rafinozu parçalar. *Streptococcus*

Yoğurdun oluşumu sırasında artan ve azalan maddeler

Azalan Maddeler

Laktoz
Protein
Üre
Süt Yağı
Bazı Vitaminler
Bazı Organik Asitler (hippurik, orotik asit)

Artan Maddeler

Süt Asidi
Galaktoz
Glukoz
Polisakkaritler
Peptidler
Serbest Aminoasitler
Bazı Vitaminler (folik asit)
Bazı Organik Asitler (benzoik, fumarik, suksinik asit)
Bazı Nükleotidler
Aroma Maddeleri (aset aldehit, asetoin, diasetil)
Enzimler (β-galaksidaz, proteaz, peptidaz)
Bakteri popülasyonu

(Fermentasyon süresinde sütte olan değişiklikler)

thermophilus ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* disakkaritleri (Laktoz → Galaktoz + Glukoz) parçalamayı tercih ederler. Bu mikroorganizmalar anaerobtur. Aerobik koşullarda bir miktar gelişme gösterdiklerinden mikro-aerobik özellik taşırlar. Enerji kazanabilmek için anaerobik koşullarda laktozu katabolize ederler.

Laktoz (süt şekeri) bir disakkarit olup glukoz ve galaktozdan oluşur. Tabiatta sadece memelilerin sütünde bulunur. Farklı sütlerdeki laktoz içeriği fazla değişkenlik göstermez %4,5-%4,7 oranında bulunur. Laktoz metabolizması denildiği zaman laktozun önce glukoz ve galaktoza yıkılması sonra da glukoz ve galaktozun laktik aside dönüşmesi anlaşılır.

Streptococcus thermophilus ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*'un laktoz katabolizması hücre içinde gerçekleşir. Önce laktoz bakteri membranından bakteri hücresi içine geçer. Bu taşınma galaktosidaz permeaz ve laktoz fosfotransferaz enzimi (phosphoenol pyruvate: sugar phosphotransferase system) aracılığı ile olur (bunlar bakteri duvarında bulunan enzim sistemleridir).

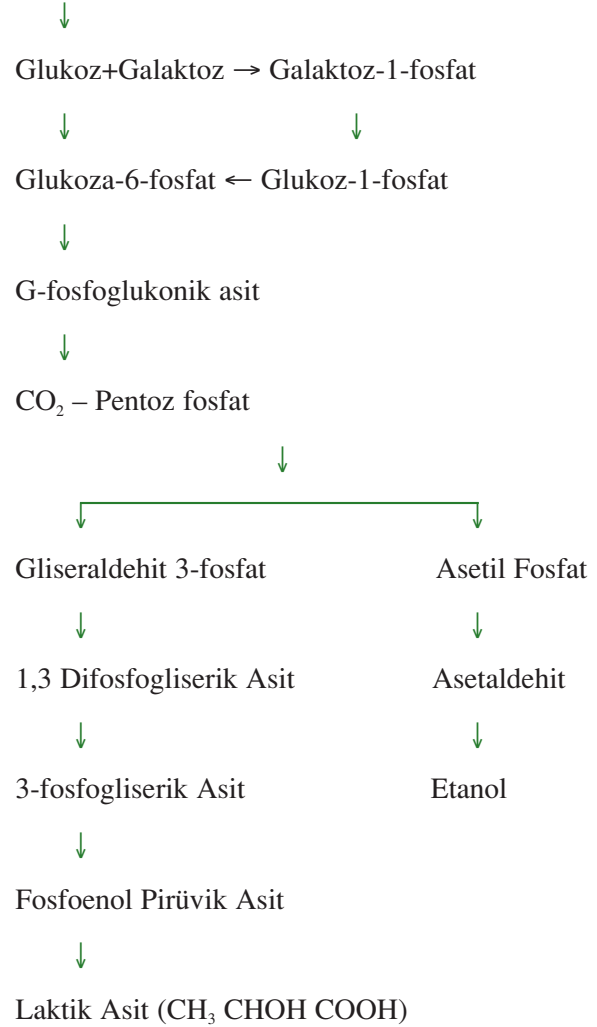
Her iki mikroorganizma da sahip oldukları β-galoksidaz enzimi ile laktozu D-glukoz ve D-galaktoz'a parçalar. Bunu takiben de glukoz ve galaktoz katabolizması başlar. Bazı *S. thermophilus* ve *L. bulgaricus* suşlarının hücre içinde galaktozu yeterince parçalamadığı görülmektedir. Bunun sonucu olarak galaktoz bakteri membranından çıkarak yoğurtta birikmektedir. Bu nedenle raf ömrü sürecinde laktik aside dönüşerek asitliği arttırmakta ve kaliteyi bozmaktadır. Arzu edilen galaktozun da bakteri içinde yıkılmasıdır. Bu nedenlerle ideal yoğurt bakteri suşları aramaya devam edilmektedir.

Süt asidi bakterileri (laktik asit bakterileri) laktoz, glukoz, galaktozu fruktoz difosfat (FDF) yolu ile veya Embten Meyerhof Parnes tarafından açıklanana EMP yolu ile metabolize ederler.

Hücre içine alınan laktoz önce glukoz ve galaktoza parçalanır sonra glukoz → glukoz-6-fosfat'a sonra tagatoz 6-fosfata, o da tagatoz 1-6 difosfata dönüşür. Daha sonra değişik birçok enzimin adım adım etkisi

ile gliseraldehit 3-fosfat, 1-3 gliserdifosfat, 2-fosfogliserat, fosfoenol pürivik asit oluşur. Fosfoenol pürivik asitten pruvat ve daha sonra da laktik asit oluşur.

LAKTOZ



Genel anlamda fermentasyon, kompleks organik bir maddenin, mikroorganizmaların çıkardığı enzimlerin etkisi ile değişmesi, parçalanmasıdır. Yoğurt bakterileri süt şekerini (laktoz) fermente ederek süt asidi (laktik asit) ve diğer farklı maddelerin oluşmasına yol açarlar. Bu süreçte ortaya çıkan enerjiden de yararlanırlar.

Yoğurt kültürüne zaman zaman üretim merkezlerinde diğer laktik asit bakterileri bulaşabilir. Bunlar laktozu heterofermentatif olarak fermentasyona uğratabilirler. Fermentasyon hegzomonofosfat yolunu da

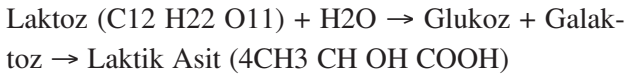
izler ve istenmeyen miktarda yan ürünler oluşur (alkol vs).

Bazı laktik asit bakterileri ortamdaki karbohidratları kullanarak hücre dışı polisakkarit (dextran) sentezleme yeteneğine sahiptirler (S. mutans, S. bovis, Leuconostoc mesenteroides).

Yoğurt bakterilerinden S. thermophilus ve L. bulgaricus'un da yapışkan polimer biyosentezi yapabileceği bildirilmektedir. Bakteri hücresi membranından süte geçen glukoz, glukozil transferaz enzimi varlığında yapışkan polimere dönüşme olasılığı vardır.

Laktöz Fermentasyonunda Laktik Asit (Süt Asiti) Oluşumu

Laktaz



Laktik asidin insan metabolizmasında büyük önemi vardır. Kalp kasları için vazgeçilmez bir enerji kaynağıdır. Laktik asit; karaciğer, böbrek, iskelet kasları, beyin tarafından da kullanılır.

Laktözün fermentasyonu sonucu laktik asidin farklı formları (izomer) meydana gelebilmektedir. Bunlar L(+), D(-) ve DL(±) laktik asit izomerleridir. L(+) laktik asit polarize ışığı sağa çevirir. DL(±) laktik asit ise optik olarak inaktiftir. İnsan vücudunda muhtemelen D(-) laktik asidi parçalayacak spesifik bir enzim yoktur. Bu nedenle hidroksi asit oksidaz enzimi ile çok yavaş olarak parçalanır. İnsanda D(-) laktik asit metabolizması yük oluşturmaktadır. Birçok ülke çocuk besinlerinde D(-) laktik asidin bulunmasını istememektedir.

Sütün yoğurda dönüşmesi sürecinde hangi tip laktik asidin meydana geleceği fermentasyon için kullanılan mikroorganizmalara bağlıdır. L. bulgaricus %100 D(-), S. thermophilus %100 L(+), Bifidobacterium bifidum %95 L(+) laktik asit üretmektedir. DL(±) laktik asit üreten bakteriler arasında L. acidophilus, L. helveticus, L. yoghurtiiyer alır.

Tüketicilere daha fazla L(+) laktik asit içeren yoğurt sunmak amaçlanmaktadır. Lactobacillus bulgaricus

yerine Lactobacillus acidophilus ve Lactobacillus bifidus mikroorganizmaları kullanılarak daha yumuşak tada sahip yoğurtlar üretilmektedir. Yurtdışında S. thermophilus ve L. acidophilus kullanarak (Bioyoğurt), S. thermophilus ve L. bifidus (Bifiyoğurt), S. thermophilus, L. acidophilus, ve L. bifidus kullanılarak (Biyogarde) da yoğurt üretilmektedir.

S. thermophilus ve L. bulgaricus ile üretilen yoğurtlarda toplam laktik asidin %47-75'i L(+) iken L. bulgaricus yerine başka bakteri kullanıldığı zaman bu oran %57-95 arasındadır.

Yoğurt bakterileri homofermentatif bakteriler grubundandır. Laktöz fermentasyonu ile meydana geldikleri maddelerin yaklaşık %95'ini laktik asit oluşturur. Bu fermentasyonun sonunda az miktarda asetaldehit, aseton, ethanol, asetoin, diasetil gibi karbonil bileşikler meydana gelir. Bunlar yoğurdun tat ve aromasını oluştururlar.

Sütün yoğurda dönüşmesinde açığa çıkan aroma maddeleri; 1) Laktik, pürivik, oksalik, süksinik asit gibi olmayanların yanı sıra uçucu organik asitler de oluşur (formik, asetik, propiyonik, butric asitler). 2) Karbonil Bileşikler; asetaldehit, aseton, asetoin, diasetil 3) Protein katabolizması sonucu açığa çıkan maddeler 4) Yağ, laktöz vs.

Yoğurdun Oluşumu Sırasında Proteinlerdeki Değişimler

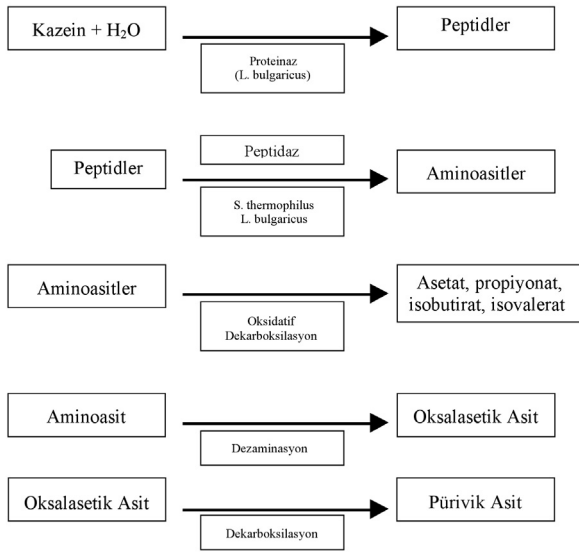
Normal yoğurt bakterileri zayıf proteolitik aktiviteye sahiptirler. Bu bakteriler yoğurdun oluşumu sırasında süt proteinlerini az miktarda (%1-2) hidrolize uğrattırılar.

Sütte, protein olarak kazein, laktoglobulin, laktoalbumin, proteaz, pepton olarak isimlendirilen küçük moleküllü suda çözünen maddeler mevcuttur. Proteinler, proteinaz etkisi ile polipeptidlere parçalanır, bunlar da peptidaz etkisi ile hidrolize olarak aminoasitler oluşmaktadır. Aminoasitler de amonyak ve çeşitli organik asitlere kadar parçalanabilirler.

Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus kuvvetli proteolitik etkiye sahip olup kazeini aminoasitlere kadar parçalayabilmektedir. Bu bakteri intra ve ekstra sellüler proteaz ve proteinaz enzimleri meydana

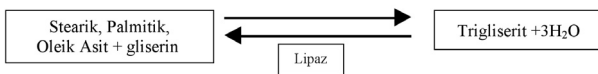
getirdiği halde *S. thermophilus* sadece intrasellüler enzim oluşturabilmektedir. *S. thermophilus*'un hücre zarı proteinaz aktivesine sahip değildir. *Lactobacillus bulgaricus* ve *S. thermophilus*'un simbioz ilişkisinde *L. bulgaricus*'un kazeinden açığa çıkardığı aminoasit ve peptidleri *S. thermophilus* hücre içine alarak parçalamaktadır. Bakterilerin proteolitik aktivitesi suşlara göre farklılık göstermektedir. Birçok yöntemle proteolitik aktivitesi yüksek mutant suşlar da elde edilebilmektedir.

Suda eriyen azotlu maddeler denildiği zaman peptidler, üre, aminoasitler, amonyak ve diyalize olabilen azotlu maddeler anlaşılır. Bu maddeler sütte çok az miktarda bulunduğu halde yoğurtta miktarları artmaktadır.



Yoğurdun Oluşumu Sürecinde Süt Yağındaki Değişimler

Süt içindeki yağa süt lipitleri de denir. Süt yağının %98-99'u trigliseritlerden oluşmaktadır.



Yeni sağılan sütün içinde doğal lipaz enzimi bulunmaktadır. Bu enzim pastörizasyon esnasında inaktif hale gelir. Küfler, pseudomonaslar ve diğer bazı mikrokoklar ve bakteriler intra, ekstra sellüler lipaz üretebildikleri için süt yağının hidrolize etmektedirler.

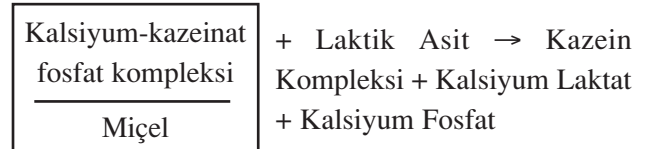
Yoğurt bakterileri sadece intrasellüler lipaz üretebildikleri için çok az lipolitik aktiviteye sahiptirler. Yoğurt bakterilerindeki lipolitik enzimler sitoplazma içinde bulunduğu için hücre zarı tahrip olduğu zaman açığa çıkarlar.

Yoğurdun oluşumu sırasında B₁, B₁₂, pantotenik asit, Vit. B₆ (pridoxin), biotin, B₂, Vit. C, Vit. A, karoten azalmaktadır. Folik asit ve kolin yoğurt bakterileri tarafından sentezlendiği için artmaktadır.

Yoğurdun Oluşumu

Sütte bulunan kazein koloidal durumda, miçel halinde bulunan bir proteindir. Kazein'in bu miçel yapısının bozulması süütün pıhtılaşmasına neden olur. Yoğurdun oluşumu sırasında pH 6,6'dan 4,4'e düşer ve süt yumuşak pıhtı oluşturur. Miçeller süt içinde koloidal haldedir. Miçellerde kalsiyum ve fosfat tuzları bulunduğu için kalsiyum ve fosfat kazeinat kompleksi şeklindedirler. Fosfat miktarı az olduğundan kazeinat miçellerine kalsiyum kazeinat kompleksi de denmektedir.

Yoğurdun oluşumu sürecinde süt bakterileri (laktik asit bakterileri) laktozu parçalayarak laktik asit oluşturmaya başlayınca laktik asit kazein fraksiyonlarını birbirine bağlayan kalsiyum ve fosfatları miçelden ayırarak kalsiyum laktat ve kalsiyum fosfat oluşturur. Asitlik ilerledikçe, pH düştükçe miçellerdeki bu maddeler azalır, pH 4,8 civarında fosfatın tamamı çözülmüş olur. Kazein fraksiyonları arasındaki bağlar koptuğu için kazein pıhtılaşır.



İnek sütü ile yoğurt yapıldığında pıhtılaşma pH 4,8 civarında başlar. Kazein en kolay pH 4,6-4,7 civarında pıhtılaşır. Sütün sıcaklığı arttıkça pıhtılaşma daha kolay olur. Yoğurt yapımında pıhtılaşma pH 4,5-4,6 civarında olmakta ve bu pH'da inkübasyona son verilmektedir.

Ülkemizde Yoğurt Üretimi

Türkler Asya steplerinden, Orta Asya'dan kopup gelirken Anadolu'ya kültürlerini de taşımışlardır. Hayvancılık Türkler'in yaşamının en önemli kısmını da oluşturmaktaydı. Başta süt olmak üzere hayvansal ürünleri değerlendirmekte önemli bilgi birikimleri vardı. Sütün değerlendirilmesi amacıyla ortaya çıkan "yoğurt" adı gibi bir "Türk" ürünüdür. Türkler'in Anadolu'ya girişi ile Anadolu halkları, Balkanlar'a girişiyle de Avrupa halkları yoğurt ile tanışmıştır. Hiçbir toplum onu sahibi olan Türkler kadar sevmemiştir. Diğer toplumlar tadı ve aroması nedeniyle yoğurda sıcak bakmamışlardır.

Ülkemizde kültürümüzün bir parçası olarak köylerde, kasabalarda hatta büyük yerleşim merkezlerinde "süt" uyutulur ve "yoğurt" olur.

Evlerimizde saf yoğurt kültürü değil saf olmayan kültür yani daha önce yapılan yoğurttan ayrılan ve içinde diğer bazı mikroorganizmaları da barındırma olasılığı olan kültür kullanılır.

Ülkemizde ticari amaçlı yoğurt üretiminin ne zaman başladığı konusunda kesin bilgi yoktur. İlk bilgi 1502'de Sultan II. Beyazıt tarafından çıkarılan "Bursa Belediye Kanunu"nda yer almaktadır. Burada süt üreticisi, toplayıcısı, satıcısı ve yoğurt üreticilerini ilgilendiren düzenlemeler mevcuttur. Uzun yıllar toprak kaplar içinde hazırlanıp pazarlanan yoğurdun 1870'li yıllarda Silivri'de daha büyük kaplarda üretilip İstanbul'da pazarlandığı görülmektedir. Ülkemizde herkes ihtiyacı olan yoğurdu evinde üretmekte ise de 1960'lardan sonra ülkemizde ticari yoğurt üretimi yükselen bir gıda sektörüdür. Fermente süt ürünleri üretiminde son yıllarda özel sektör öncülüğünde hızlı bir gelişim vardır.

Yoğurt Üretimi

Yoğurt, sütün yoğurt bakterileri (*S. thermophilus* ve *L. bulgaricus*) ile laktik asit fermentasyonuna uğratılması ile elde edilen kendine özgü tadı, kokusu, yapısı olan bir üründür. Evlerde ve küçük işletmelerde (mandıra vs) süt önce süzülür sonra kaynatılır daha sonra da mayalanma sıcaklığına kadar soğutulur (42-43 °C) ve maya (yoğurt bakterileri ya da bu bakteri-

leri içeren yoğurt) ilave edilir. Mayalanmış süt 42-43 °C'de 3-5 saat uyutulur (incubation). Böylece oluşan yoğurt sonra soğutulur (5-10°C) ve soğuk depoda muhafaza edilir.

Günümüzde ülkemizde de yavaş yavaş güncel teknolojiyi kullanan büyük işletmeler oluşmuş, süt ve süt ürünleri bilimsel yöntemlerle işlenmektedir. Bu kuruluşlar üreticiden aldıkları sütü soğutmalı araçlar ile ana işletmeye nakletmektedirler.

- 1) Çiğ süt içerdiği katı partiküllerden (yabancı madde: saman vb) arındırmak için önce filtre edilir veya süzülür.
- 2) +4°C altında depolanır.
- 3) Sütün kalite kontrolüne geçilir.
 - a) Total mikroorganizma sayısı, somatik hücre sayısı, titre edilebilir asidite saptanır.
 - b) Sütün yağ, nitrojen vs analizi antibiyotik içerip içermediği, içeriyorsa miktarı tayin edilir.
- 4) Süt yavaşça 60-65°C'ye kadar ısıtılır. Bu işlemden sonra bir günden fazla depolanabilir.
- 5) Fermentasyondan önce yapılacak işler;
 - a) Standardizasyon
 - b) Homojenizasyon
 - c) Isıl işlem (eğer süt hemen işlenmeyip depolanacaksa ön pastörizasyon)

a) Standardizasyon; Memeli hayvanların sütünün kalitesi beslenme tarzına, diyetine, mevsime, hayvanın süt verme perioduna bağlı olarak değişir. Bu nedenle yoğurt üretiminde, sütün yağ, protein içeriğinin standardize edilmesi gerekir.

Yağ içeriğinin standardizasyonu; Yağ standardizasyonu yapılacak ise süt fabrikaya gelince 40-45°C'ye kadar ya da 65-75°C'ye kadar ısıtılır. Santifügrasyon ile yağı alınır. Yağ alım işlemine 100 gr. sütte yağ içeriği 0,07 gramın altına ininceye kadar devam edilir. Sora üretilecek yoğurda göre (az yağlı-yoğurt içeriği %1'den az, tam yağlı %3,5, fazla yağlı %10) süte krema ilave edilerek ayarlama yapılır.

Protein içeriğinin standardizasyonu; Yoğurtta nihai aşamada minimum %2,8 protein bulunması gerekir. Protein içeriği farklı %2,8-4 yoğurtlar üretilmektedir. Yağsız kuru madde artırılması (süt tozu ilavesi veya evaporasyon ile suyun uçurulması) veya konsantre süt, kaymağı alınmış süt tozu, konsantre kesilmiş sütün suyu ilave edilerek standardize edilir. Şeker ilavesi; gerekli görülürse fermentasyondan önce %5-10 oranında şeker konabilir. Stabilizatör ilave edilebilir.

b) Homojenizasyon; Homojenizasyon yağ globullerinin boyutunu azaltmak için yapılır. Genellikle ısıtma işlemlerinden önce yapılır. Bu işlem sütün viskozitesini artırır. Yoğurdun stabilitesinin artmasına katkıda bulunur. Yoğurdun daha beyaz görünmesini sağlar. Homojenizasyon işlemi basınç altında gerçekleştirilir. Homojenizasyon ön ısıtma işleminden (60-70°C) sonra da yapılabilir.

c) Isıl İşlem; Isıtma işlemi iki amaç için yapılır. 1) Sütte doğal olarak bulunan mikrobiyal floranın çoğunu, patojen ve bozuşmaya neden olacak bakteriyi ortadan kaldırmak. 2) Yoğurdun fizik özelliklerini arttırmak (viskozite, su tutma kapasitesi).

Isıl işlemi sütte bulunan solubl proteinlerin %85'ini, β -Laktalbumin ve ,-Laktoglobulin'in tamamını denatüre eder. Böylece insolubl materyal artar, sütün pıhtılaşması mükemmel olur. Isıtma işlemi 70-85°C'de 2-3 dakikada tamamlanır. Sonra hızla mayalanma derecesine kadar (42-43°C) soğutulur içine yoğurt kültürü ilave edilir (Yoğurt kültürü; Streptococcus thermophilus ve Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus'un eşit orandaki 1/1 kombinasyonu 0,001-0,5 g/l).

6) Fermentasyon; Isıl işlemden sonra süt fermentasyon için uygun ısıya (38-45°C veya 42-43°C) kadar soğutulur. Uygun ısıya gelen süte yoğurt kültürü (maya) ilave edilir. Kaplara doldurularak 38-45°C'de 2-2,5 saat inkübasyona tabii tutulur (bazı ülkelerde 30°C'de 16-18 saat inkübasyon yapılmaktadır). Hedeflenen asiditeye ulaşıncaya ürünler soğuk odalara alınarak (4-10°C) fermentasyon durdurulur.

YOĞURT YAPIMI

Çiğ Süt



Seperasyon=süzme



4°C altında depolanır



Sütün kalite kontrolü



Standardizasyon

(Yağ oranının %0,5-3'e, kuru maddenin %14-16, proteinin %2,8-4'e standardize edilmesi. Şeker, stabilizatör ilave edilebilir)



Homojenizasyon (50-60°C)



Pastörizasyon

(75-80°C'de 2-3 dakika, 120°C'de 3-5 saniye)



Sonra +4°C'ye kadar soğutulur. Daha sonra fermentasyon için uygun sıcaklığa kadar ısıtılır (38-45°C)



Yoğurt bakteri kültürü ilave edilir



Mayalanma – İnkübasyon



Doğal (Naturel yoğurt)



Soğutma (4-6°C)

İnkübasyon periyodunda süt pH'ı 5,2-5 değerine ulaşınca çok hafif bir pıhtılaşma başlar. Isı kısılır, yoğurdun pH'ının 4,7 - 4,65'e düşmesi beklenir. Bu du-

rum gerçekleşince aktif soğutmaya geçilir. Sonra ürün 4-10°C’de muhafaza edilir.

7) Soğutmanın önemi; Yoğurt 38-45°C’de inkübe edilerek üretilmektedir. Soğutmanın temel amacı bakteriyel çoğalmayı ve enzimatik aktiviteyi hızla sınırlamaktır. Böylece yoğurttaki olası asitlik artışı kontrol altına alınmış olur. Soğutma aynı zamanda yoğurdun sertleşmesine ve aroma maddelerinin yoğurt içinde kalmasını sağlar.

Yoğurt Yapımı

Ön pastörizasyondan sonra yoğurt için hazırlanmış süt +4°C’ye kadar soğutulur. Sonra fermentasyon için gerekli olan sıcaklığa kadar ısıtılır, kültür ilave edilir. Aşılınmış süt (mayalanmış) kaplara konur. Fermentasyon olayı bu kaplarda gerçekleşir. İnkübatörde fermentasyon için uygun ısıda (38-45°C) hedeflenen asiditeye kadar (2-2,5 saat) bekletilir, bazen 4-5 saat beklemek gerekebilir. Sonra soğuk odaya alınır ve fermentasyon olayı durdurulur.

Fermentasyon sonrası doğal yoğurda meyve püresi karıştırılarak meyveli, doğala özdeş renklendirici ve doğal aroma maddeleri karıştırılarak aromalı yoğurtlar üretilmektedir.

Yoğurt Çeşitleri

Dünyada yoğurt üretimi 1990’lı yıllardan sonra her geçen gün hızla artmaktadır. Bunda sağlıklı yaşam için yoğurdun vazgeçilmez bir ürün olduğunun anlaşılması yanında yoğurt üretim teknolojisinin katkısıyla farklı tat ve lezzette ürünlerin tüketime sunulmasının da katkısı vardır. Günümüzde farklı özelliklere sahip çeşitli yoğurtlar üretilmektedir.

Sade yoğurt (naturel-doğal yoğurt); Sadece yoğurt bakterilerinin (S. thermophilus ve L. bulgaricus) faaliyeti sonucunda oluşan doğal tat, koku ve kıvamındaki yoğurt.

Aromalı yoğurt; Aroma maddeleri ilave edilmiş yoğurt.

Meyveli yoğurt; Yoğurt üretimi esnasında meyve püresi ilave edilerek üretilen yoğurt.

Şekerli yoğurt; Üretimde şeker ilave edilen yoğurt.

Reform yoğurt; Lactobacillus acidophilus’un tek başına kullanılması ile üretilen yoğurt.

Düşük asitli yoğurt; Lactobacillus Delbrückii subsp. Bulgaricus dışındaki lactobacillus ve Strrep. Thermophilus bakterileri fermentasyonu ile meydana gelen koagüle ürün.

Acidofilus yoğurt; S. thermophilus + L. bulgaricus + L. acidophilus / veya S. thermophilus + L. acidophilus kullanılarak elde edilen yoğurt.

Bioyoğurt; Lactobacillus bifidus (=bifidobacterium bifidum) ve Lactobacillus acidophilus kültürüyle üretilen yoğurt.

Dayanıklı yoğurt; uzun süre saklamak amacıyla süzmek, pişirmek, kurutmak vb yöntemlerle hazırlanan yoğurt.

Pişmiş yoğurt (Kış yoğurdu, tuzlu yoğurt); Fermentasyon faaliyetini durdurmak amacı ile yüksek derecede ısıtılarak üretilir.

Pastörize yoğurt; Mikrobiyolojik ve enzimatik bozulmaları azaltmak için pastörizasyona tabii tutulmuş yoğurt.

Yağsız yoğurt; Türk Gıda Kodeksi Fermente Sütler tebliğine göre yağsız yoğurt en fazla %0.15 oranında yağ içerir (az yağlı yoğurtta en fazla %1,5, yarım yağlı yoğurtta en az %1,5, yağlı yoğurtta en fazla %3, yağlı %3,5, tam yağlı yoğurt en az %3.8 süt yağı içerir).

Dondurulmuş yoğurt; Dondurulmuş yoğurt dondurma gibi tüketilebilir.

Zenginleştirilmiş yoğurt; Yağ, protein oranı artırılmış veya mineral, vitamince zenginleştirilmiş yoğurt.

Silivri yoğurdu; Yağlı koyun sütünden tepsilerde üretilmiş, koyu kıvamlı, bol kaymaklı yoğurt.

Tulum yoğurdu; Günlük yoğurtların tuzlanarak, tulumda biriktirilmesiyle elde edilen yoğurt.

Ayran; Yoğurda su katılarak veya kuru maddesi artırılmış süte yoğurt kültürü ilavesi edilerek içilebilir kıvamda hazırlanan fermente süt ürünüdür.

Dayanıklı ayran (fermentasyonu durdurulmuş ayran); Ayranın 120 -125°C'de 4-10 saniye tutulması ile, ayran uzun süre dayanıklı hale gelir.

Probiyotik Yoğurt

Probiyotik ağız yoluyla alındığı zaman kişinin sağlığı ve fizyolojisi üzerine olumlu etki yapan yararlı mikroorganizmalardır. Besinlerle alınan ve belli miktarlarda alındığında barsak florasını dengeleyip konakçının sağlığını olumlu yönde etkileyen canlı mikroorganizmalardır.

Probiyotik bakteriler genellikle enerjisini karbonhidratlardan sağlayan laktik asit bakterileridir (laktik asit üreten).

Probiyotik gıda; içerisinde raf ömrü sonuna kadar yeterli miktarda (10^8 cfu/gram) canlı probiyotik mikroorganizma içeren gıda olarak adlandırılmaktadır. Normal yoğurt bazı otöritelere göre probiyotik bir gıdadır, bazılarında ise normal yoğurt bakterileri (*S. thermophilus*, *L. bulgaricus*) probiyotik bakteri özelliklerini tam karşılamamaktadır.

Son yıllarda sindirim kanalında bulunan barsak orijinli bakterilerle üretilen fermente süt ürünlerinin insan sağlığı ve beslenmede yararları üzerinde önemle durulmaktadır. İnsan barsak florasında doğal olarak bulunan mikroorganizmalarla üretilen süt ürünlerinin yararlılığının daha fazla olduğu bildirilmektedir. Bu bakteriler üst gastrointestinal sistem koşullarından etkilenmeden canlı kalarak kolona kadar ulaşabilmekte ve kolonize olmaktadır (*Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium bifidum* ve diğerleri).

- Probiyotik bakteri suşu yalnız başına sütü fermente edebilir.
- Probiyotik bakteri suşu bir başka suşla (probiyotik veya non-probiyotik suş) birlikte sütü fermentasyona uğratabilir.
- Sütün fermentasyonu için klasik suşlar kullanılır, fermentasyondan sonra probiyotik suş ilave edilir. Bu tip bir yaklaşım probiyotik suşun sağlık üzerine etkisinin olup olmadığının ortaya konmasında önemlidir. Sütün fermentasyonu sürecinde ortaya çıkan metabolitlerin değil probiyotik suşun

etkisinin ortaya konmasına olanak verir.

Sütte ya da süt ürünlerinde geleneksel olarak çoğalan probiyotik bakteriler için olmamakla birlikte insan veya bitki orijinli diğer probiyotik bakteriler için sorun olabilir. Süt bakteri çoğalması için yetersiz, az besin maddesi (vitamin, peptidler, aminoasitler) içermektedir. Bu nedenle bazı özel suşların çoğalması için bazı maddelerin ilave edilmesi gerekebilir. Laktik asit bakterilerinin hepsi sütteki laktozu metabolize edemez. Bu nedenle probiyotik suşun çoğalması için glukoz ilave edilmesi gerekecektir. Sütte serbest aminoasitler de az miktardadır. Tüm bakteri türleri de duvarlarında (zar) kazein'i hidrolize edecek proteaz içermez. Bu bakteri suşları içine peptidler ve aminoasitler ilave edilmesi gerekir. Süt vitaminden de fakir olduğundan probiyotik suşlarının çoğalması için vitamin desteğine de gerek vardır.

Taze süt ürünlerinde probiyotik veya diğer suşların canlı kalabilmesi birçok farklı faktöre bağlıdır. A) Laktat üretimi b) pH'a duyarlılık c) Bakteriostatik veya bakterisidal madde üretimi d) Sütün oksijenasyonu

- Laktoz'un artması ve pH'ın düşmesi probiyotik suşun üremesini inhibe eder. Bazı suşlar pH'a çok duyarlıdır. Mide asidinden etkilenmeden barsaklara ulaşmaları için özel kapsüller içinde verilir. *Bifidobacterium* prebiyotikle (oligofruktoz) birlikte alınırsa canlı kalabilme şansı artmaktadır. O nedenle fermente süt ürününe de prebiyotik ilavesi önerilmektedir.
- Probiyotik bakteri suşları bakteriostatik veya bakterisidal maddeler oluştururlar, bunlar da üründeki diğer suşları inhibe edebilir.
- Fermente süt ürünlerinde kullanılan probiyotik türlerinden *Bifidobacteria* sıkı anaerobik bakteridir. Ortamda oksijen ve serbest radikallerin bulunmasına çok duyarlıdır.
- Laktik asit bakterilerinin çoğu çözülmüş, eriyik halindeki oksijeni, NADH-oksidad aracılığı ile oksijen perokside çevirirler. Bu madde ve serbest oksijen radikalleri oksijenden daha çok potent okside edicidirler. Bu nedenle laktik asit bakterileri

ve Bifido bakterinin birlikte kullanılması probiyotik bakterinin (bifidobacterium) canlı kalmasında problem yaratır.

- Süt ve süt ürünlerinin üretiminde deoksijenasyona önem verilse de paketlemede nadiren oksijene tamamıyla impermeable materyel kullanılır. Depolama ve raf ömrü süresinde peroksid husule gelebilir ve Bifidobacterium'un ölümüne neden olur.

Probiyotik içe ren süt ürünleri üretimi; bilgi, yüksek teknoloji ve özen gerektirir.

Yoğurdun Yapımında Kullanılan Stabilizatörler

Yoğurt üretiminde kullanılan stabilizatörler hidrokolloidler olarak tanımlanmaktadır. Süt ürünlerinde pıhtı sıklığını ve viskoziteyi arttırmak için kullanılmaktadır. Böylece yoğurdun suyunun (serumunun) ayrılması asgariye indirilmektedir. Stabilizatörlerin kıvam ve viskozite üzerine etkilerinde farklılıklar vardır. Stabilizatörler dallanmış uzun zincirli moleküllere sahiptir. Yapılarında negatif yüklü grupların bulunması ve yapılarındaki tuzların kalsiyum iyonlarını bağlama gücü nedeniyle sütteki maddeler ile kendi molekülleri arasında bir ağ yapı oluşturabilmektedirler. Böylece suyu bağlayabilmekte ve suyun sızmasına engel olabilmektedirler.

Doğal homojenize yoğurtta stabilizatör kullanımı Türk gıda kodeksine göre yasaktır. Meyveli ve aromalı yoğurtlarda kullanılabilir.

Yoğurt Yapımında Kullanılan Bazı Stabilizatörler

-Doğal Zamklar (Gum)

- a) Bitki salgıları (Gum Arabic, Gum Tragacanth, Gum Karaya)
- b) Bitki Ekstraktları (Pektinler)
- c) Bitki tohum ve unları (Guar Gum, Locust Bean Gum)

-Deniz Yosunu Ekstreleri

Agar, Alginatlar, Karragenan, Furcelleran

-Hububat Nişastaları

Buğday, mısır nişastası

-Hayvansal

Jelatin, Kazein

-Bitkisel

Soya proteini

-Modifiye Zamklar (Gum)

Sellüloz Türevleri

Karboksümetil Sellüloz

Metil Sellüloz

Hidroksietil Sellüloz

Hidroksipropil Sellüloz

Hidroksümetil Sellüloz

Mikrokristalin Sellüloz

-Bakteriyel Gumlar

Dekstran

Ksantan

Doğal Gum'lar:

Gum Arabic; Akasya ağaçlarının gövdesindeki çatlaklardan sızan tanecikler şeklindedir. Bu polimer hidrolize olduğunda L-arabinoz, L-ramnoz, D-galaktoz, D-glukuronik asit açığa çıkmaktadır. Suda hızla çözünür düşük viskoziteli çözeltiler oluşturur.

Gum Tragacanth; Ülkemizde de yetişen bodur ağaçların gövdesindeki yarıklardan salgılanır. Tragacanthin olarak adlandırılan çözünür bir fraksiyon ile bassorin adı verilen çözünemeyen bir fraksiyondan oluşmaktadır. Tragacanthin, D-galakturonik asit içeren karakterli polisakaritlerin kompleks bir karışımıdır. Zamk'ın hidrolizi sonucu D-galaktoz, L-fukoz (6-deoksi-L-galaktoz), D-ksiloz ve L-arabinoz oluşur. Bassorin ise, metillendirilmiş asidik bir polisakarittir.

Gum Karaya; Yüksek derecede su tutma yeteneğine sahip ve düşük pH değerlerinde çözünen bir polisakarittir.

Bitki Ekstreleri

Pektin; Bitkilerin hücre arasında ve hücre duvarında yer alır. Bitki dokularının çoğunda ve tam olgunlaş-

mamış meyvalarda suda çözünmeyen propektin şeklinde bulunur.

Bitki Tohumları; Guar gum ve Guaran, Hindistan ve Pakistan'da yetişen Leguminosae familyasına ait Cyanaposis tetragonolobus bitkisinin tohumlarından elde edilen bir polisakkaritin endospermidir. Guar gum bir galaktomannandır. Soğuk suda süratle suyu tutar ve visköz bir çözelti oluşturur.

Locus Beam Gum; Ceratonia siliqua bitkisinin tohumlarından elde edilen bir galaktomannandır. Bu bitki Ortadoğu ve Akdeniz yöresinde yoğun şekilde yetişir.

Doğal Yosun Ekstreleri

Agar; Rhodophyceae sınıfına ait bazı deniz yosunlarından ekstrakte edilen hidrofilik bir kolloiddir. Kuvvetle iyonize olabilen asidik bir polisakkaritin kalsiyum tuzudur. Ticari şekli kalsiyum iyonları yerine sodyum veya magnezyum iyonları içerir. Agar, soğuk suda çözünmez, kaynar suda çözünür. Çözelti 32-39°C'ye soğutulduğunda elastik bir jel oluşturur.

Alginatlar; Phaeophyceae sınıfından olan kahverengi alglerden ekstrakte edilmektedir. Ticari olarak kullanılan alginatlar ise genellikle büyük deniz yosunlarından (Macrocystis pyrifera) elde edilir. Alginatlar D-mannopyranosyluronic asit, L-gulopyranosyluronic asit birimlerini içerirler. Alginatlar katılaştırıcı ve jelleştirici maddeler olarak kullanıldıkları gibi emülgatör olarak da kullanılırlar.

Karragenan; İrlanda, İngiltere, Fransa ve İspanya kıyılarında yetişen yosunlardan ekstrakte edilmektedirler.

Furcelleran; Danimarka agarı, Danimarka denizinde bulunan kırmızı alglerden elde edilir. Bu gum 70-75°C'de erir. Viskozitesi 37°C'ye doğru artar 43°C'de en yüksek değere çıkar. Hidrokolloitlerin temel görevi; süt ürününi koyulaştırmak, jelleştirmek ve stabil hale getirmektedir.

Yoğurt Üretiminde Kullanılan Koruyucu Maddeler

Koruyucu maddeler, az miktarda kullanıldığı halde mikroorganizmaları öldüren ve onların faaliyetini önleyen insan sağlığı için zararsız olan maddelerdir.

Bunlar besinlerin muhafazası, pazarlanması sırasında antimikrobiyal etkileri ile bozulmayı önlerler.

Türk Gıda Kodeksi Fermente Sütler Tebliğine göre doğal yoğurtta koruyucu katkı maddesi kullanılması yasaktır.

En çok kullanılan koruyucular

- Sorbik Asit (kalsiyum, potasyum, sodyum sorbat)
- Benzoik Asit ve tuzları (Sodyum benzoat)
- Propiyonik Asit ve tuzları
- Formik Asit (Karıncaya asidi)

Gıda sanayinde en çok sorbik asit, benzoik asit ve tuzları kullanılır. Bunların asit ortamda etkinlikleri artar (pH 3'de %998, pH 5'de %36'dır). Sorbik asit maya ve küflere karşı özel etki gösterir. Benzoik asit mayalara, sorbik asit ise küflere özellikle Aspergillus niger penicilliumlara daha etkilidir.

Yoğurdun Muhafazası

Yoğurdun üretildiği ortam ve teknolojik koşullara bağlı olarak dayanıklılığı değişmektedir. Özellikle üretim sürecinde bulaşan bakteri, maya, küfler bozulmaya neden olmaktadır. Bu nedenle belli bir süre sonra yoğurt tüketilemeyecek hale gelir. Yoğurdun dayanıklılığını arttırmak ya da bu besin maddesinden gerektiği zamanda yararlanmak için yöntemler geliştirilmiştir.

a) Yoğurdun koyulaştırılması

- Torba yoğurdu
- Peskütan; yayık ayrıtı

↓ Buğday

Isıtma ve çöktürme

↓

Bez torbada süzme

↓

Tuzlama

↓

Küpe basma

b) Yoğurdun kurutulması = kurut

Yağsız yoğurt



Kaynatma



Soğutma (20-25°C)



Bez torbadan süzme



Tuzlama



Presleme-şekil verme



1-2 hafta güneşte kurutma

c) Yoğurdun pastörizasyonu ve sterilizasyonu

Pastörizasyon; 65-70°C'de 30-40 sn. veya 58°C'de 5 dk. yoğurt tutulur. Böylece *S.thermophilus* ve *L.bulgaricus* sayısı azalır, maya ve küfler ortadan kalkar.

Sterilizasyon; Yoğurt 65-85°C'de 2 atmosfer basınç altında sterilize edilir.

d) Yoğurdun dondurularak saklanması;

Dondurma -18°C ile -32°C arasında yapılır. Sonra -18°C'de saklanır, gerektiğinde çözülerek tüketilir. Yoğurt, altı ay dondurularak tüketim için saklanabilmektedir. Dondurulmuş yoğurdun çözülmesi buzdolabında +4°C'de yapılmalıdır.