

“Bilim ve onun ürünü olan teknolojiyi üretemeyen toplumlar bağımsızlıklarını, dolayısıyla mutluluklarını yitirirler”

Ord. Prof. Cahit ARF



Diğer Fermente Süt Ürünleri (BİYOYOĞURT-PROBİYOTİK YOĞURT)

Ali ÖZDEN

Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi, Gastroenteroloji Bilim Dalı, Ankara

Dünyada yoğurt üretiminde genel olarak kullanılan yoğurt bakterilerinin (*Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*) endüstriyel özellikleri vardır. Bu nedenle bu bakteriler ile fermentasyon sağlanarak elde edilen yoğurtlarda tüketilinceye kadar geçen sürede asitlik daha yavaş gelişir. Depolama süresinin uzun olması önemli bir avantajdır. Fakat *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus bulgaricus* yararlılık ve metabolizma açısından *Lactobacillus acidophilus* ve bifidobakteriumlar kadar özellikli değildir.

Dünya piyasalarında bulunan yüzlerce çeşit süt ürünü gözden geçirilirse çoğunun laktik asit fermentasyonu yöntemi ile üretildiği görülür.

Sütün yoğurda dönüşümünde fermentasyonu sağlayan Laktik asit bakterilerinin bir kısmı mezofil, bir kısmı ise termofil grupta yer almaktadır. Bazı türlerin terapötik özellikleri de bulunmaktadır. Yani bazı türlerin insan sağlığı üzerinde olumlu, yararlı etkileri vardır. Bir başka ifadeyle hastalıklardan koruyucu ve hastalıkları sağaltıcı etkileri vardır.

Son yıllarda sindirim kanalında bulunan barsak orijinli bakteriler ile üretilen fermente süt ürünlerinin insan sağlığı ve beslenmesinde çok yararlı olduğu konusunda yayınlar yapılmaktadır. Bu da insan orijinli fermentasyon bakterileri ile üretilen yoğurtların pazarda önemli bir yer almasına yol açmaktadır.

İnsanın doğal barsak florasında bulunan mikroorganizmalarla üretilen süt ürünlerinin yararlılığının daha fazla olduğunu bildiren yayınlar her geçen gün artmaktadır. İnsan orijinli yoğurt içinde olan bu bakteriler üst gastrointestinal sistem koşullarından etkilenmeden canlı kalarak barsağa kadar ulaşabilmekte ve barsakta kolonize olabilmektedir (*L. acidophilus*, *L. bifidus* ve diğerleri).

1980'li yıllarda birçok araştırmacı asidophilus ve bifidus ile üretilen süt ürünlerinin sağlık yönünden daha yararlı olduğunu bildirmişlerdir. Bu ürünlerin metabolizma yönünden L (+) laktik asidi yüksek oranda içerdiği, aynı zamanda barsak enfeksiyonlarından koruduğu, mide, karaciğer hastalıkları üzerinde olumlu etkiler gösterdiği bildirilmiştir.

Bazı araştırmacılar da anti-kolesterolik ve antikarsinojenik etkilerinin de olduğunu gündeme getirmişlerdir.

İnsan sağlığı üzerinde olumlu özelliklere sahip *L. acidophilus*, *L. bifidus* 1900 yılında izole edilmiştir. *L. acidophilus*, çubuk şeklinde, hareketsiz, gram (+), katalaz (-), anaerob ya da fakültatif anaerob bir bakteridir. Homofermantatif olup, sütte %0,3-1,9 oranında DL Laktik asit üretebilmektedir. Optimum 37 °C'de, pH 5,5-6'da ürer. Bifidobakteriler ise uniform veya dallanmış, çubuk şeklinde, gram (+), katalaz (-), anaerobik ve hareketsiz bakterilerdir. Optimum gelişme ve üreme 37-43 °C ve pH 6,5-7'dedir. Bifidobakteriler L (+) laktik asit üretirler.

Bu yararlı bakteriler (*L. acidophilus*, *L. bifidus*) probiyotik ürünlerin üretilmesinde yer almaya başlamıştır (Bioyoğurt; *S. thermophilus* + *L. acidophilus*), (Bifioyoğurt; *S. thermophilus* + *L. bifidus*), (Biyogarde; *S. thermophilus* + *L. acidophilus* + *L. bifidus*).

LACTOBACILLUS ACIDOPHILUS İLE YAPILAN SÜT ÜRÜNLERİ

1) Acidophilus'lu Süt (Reform Yoğurt)

Sadece *Lactobacillus acidophilus* saf kültürü ile üretilen bir süt ürünüdür. İlk kez 1920 yılında Amerika Birleşik Devletleri'nde üretilmiştir. Acidophilus'lu süt uzun yıllar gastro-

intestinal rahatsızlıkların tedavisinde kullanılmıştır. İkinci Dünya Savaşı'nda antibiyotiklerin kullanıma girmesiyle ortaya çıkan antibiyotiğe bağlı diyarelerin tedavisinde de Acidophilus'lu süt kullanılmıştır. Bu ürünün 1 gramında 10-100 milyon canlı bakteri bulunur. Acidophilus'lu sütün tadı beğenilmediği için üretimi ve tüketimi zaman içinde azalmıştır. Henneberg 1934 yılında normal yoğurt florasına *Lactobacillus acidophilus* ilave ederek yoğurt üretmiş, fakat halk bu yoğurdun değerini anlamadığı için maalesef tutunamamıştır.

2) Bioyoğurt

Asidophilus'lu sütün tadı beğenilmediği için yeni arayışlara girilmiştir. Bioyoğurt *L. acidophilus* + *Streptococcus thermophilus* + *Lactococcus subsp. lactis*'in kombine fermentasyonu ile elde edilen süt ürünüdür. Süte ısıtılmadan önce şeker, kültürle beraber aroma maddeleri (limon, çilek vs) ilave edilir. Tadı beğeni kazanmıştır.

3) Acidophilus Yoğurdu

Amerika, Avustralya, Almanya'da üretilmektedir. *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* + *Streptococcus thermophilus* yoğurt kültürüne ilave olarak *Lactobacillus acidophilus* kültürü kullanılır. Tüketime hazır ürünün 1 ml'sinde 20-50 milyon *Lactobacillus acidophilus* bulunur.

4) Aco Yoğurt

Lactobacillus acidophilus'un gelişimi için özel besin maddeleri ilave edilmiş süte, normal yoğurt kültürü ile %0,25 liyofile barsak orijinli *Lactobacillus acidophilus* kültürü katılarak, 42 °C'de inkübasyona tabi tutularak elde edilen yoğurttur. Tüketime hazır bu ürünün 1 ml'sinde 30 milyon civarında *Lactobacillus acidophilus* bulunur.

5) Acidophilus bifidus Yoğurt

Mayalanma derecesine (42 °C) kadar indirilmiş süte yoğurt kültürü (*L. bulgaricus*, *S. thermophilus* ve *Lactobacillus acidophilus* + *Bifidobacterium bifidum* kültürleri) katılarak elde edilen yoğurttur.

Tüketime hazır ürünün 1 ml'sinde 10-30 milyon *Lactobacillus acidophilus* ve 10-30 milyon *Bifidobacterium bifidum* bulunur.

Lactobacillus acidophilus ve *Bifidobacterium bifidum*'un sağlıklı yaşam için gerekliliği birçok araştırmacı tarafından bildirildiğinden *L. acidophilus* ve *B. bifidum*, *B. longum* süt

ürünlerinde, pasta, peynir, tereyağ gibi ürünlerde birçok ülkede yer almaktadır.

Lactobacillus acidophilus'un özellikleri

Lactobacillaceae familyasının *Lactobacillus* genus'unda gram (+) bir bakteridir. Bu bakteri literatürde *Bacillus acidophilus*, *Mycobacterium lacticum* ve *Thermobacterium intestinal* olarak ta isimlendirilmiştir. Çubuk şeklinde 0,6-0,9 mikron kalınlığında, 1,6-6 mikron uzunluğundadır. Optimum 37 °C'de üremektedir. *Lactobacillus acidophilus* barsak orijinli bir bakteri olduğundan genellikle süt emen çocukların dışkılarından izole edilir.

Lactobacillus acidophilus bakterisinin özellikleri;

- Dayanıklı bir bakteridir. Üst gastrointestinal kanaldan salimen geçerek ince barsak ve kolona ulaşarak kolonize olabilir.
- Laktik asit üretir ve kolon florasını düzenler.
- Acidophilin adı verilen bir antibiyotik üretir ve bu nedenle antibakteriyel özelliği vardır (*E. coli* ve diğer patojenlere etkilidir).
- *Lactobacillus acidophilus* antibiyotiklere ve mide barsak salgılarına dayanıklı olduğundan barsaklara kolayca adapte olur ve kolonize olur.
- Barsak florasını düzeltmek için çeşitli barsak hastalıklarında yıllardır kullanılmaktadır.

BİFİDOBACTERİ'LERLE YAPILAN SÜT ÜRÜNLERİ

Bifidobacteri ile ilk süt ürünü 1906'da Fransa'da Tissier tarafından üretilmiştir. Bu süt ürünüde *Bifidobacterium bifidum* kültürü kullanılmıştır.

1) Bifidus Süt

Bifidobakterilerle üretilen ilk bebek ürünüdür. İlk kez 1948'de Mayer tarafından Almanya'da üretilmiştir. Günümüzde mayalanma derecesine kadar soğutulmuş sütte *Bifidobacterium bifidum*, *Bifidobacterium longum* kültürü %10 oranında katılır. Kullanıma hazır üründe pH 4,3-4,7'dir ve 1 gramında 10-100 milyon arasında bakteri vardır. Bifidus sütünün hazmı kolay olup mide barsak hastalıklarında, karaciğer rahatsızlıklarında, kabızlıkta hala kullanılmaktadır.

2) Bifidus Yoğurt

Almanya, Japonya, Amerika dahil bir çok ülkede üretilmektedir. Süte yoğurt kültürü yanısıra *Bifidobacterium bifidum* ve *Bifidobacterium longum* kültürü ilave edilir ve 42 °C'de inkübasyonda tutularak yoğurt elde edilir.

3) Biogard

İlk kez 1968'de Almanya'da üretilen bir süt ürünüdür. İnsanlardan elde edilen *Bifidobacterium bifidum*, *Lactobacillus acidophilus* yanı sıra *Streptococcus thermophilus* bakterileri kullanılır. Bu bakterileri içeren kültürle elde edilen yoğurdun tüketime hazır şeklinde 1 ml'de 10-100 milyon *L. acidophilus*, 1-10 milyon *Bifidobacterium bifidum* bulunur. Bu üründe oluşan laktik asidin %85-95'i L (+)'dir. Bifidobakteriler ile üretilen birçok süt ürünü mevcuttur. Bifidobakteriler genellikle diğer laktik asit (süt asidi) bakterileri ile birlikte kullanılmaktadır.

Bifidobakterilerin Özellikleri

Bifidobakterilerden, *Bifidobacterium bifidum* 1980'de Tissier tarafından izole edilmiştir. Lactobacillaceae familyasından *Bifidobacterium* genus'unda bulunan bu bakteriler birçok genus içinde yer almıştır. Anne sütü ile beslenen bebeklerin kolonunda hakim olan bakteridir ve floranın yaklaşık %99'unu oluşturduğunu bildiren yayınlar vardır. İnsanlardan, hayvanlardan, bal arılarından olmak üzere birçok bifidobakter türü izole edilmiştir.

İnsanlardan izole edilen bakteriler;

- *Bifidobacterium bifidum*
- *Bifidobacterium infantis*
- *Bifidobacterium breve*
- *Bifidobacterium adolescentis*
- *Bifidobacterium angulatum*
- *Bifidobacterium catenulatum*
- *Bifidobacterium pseudo catenulatum*
- *Bifidobacterium dentim*

Son yıllarda bu bakterilerin özellikleri ve insan sağlığı üzerine olan yararları konusunda yoğun çalışmalar vardır. Bifidobakteriler gram (+), sporsuz, çubuk şeklinde, içinde metilen mavisi ile boyanan granüller bulunan, anaerobik bakterilerdir. Optimum 37-41 °C'de ürerler. Optimum pH ise üreme

için 6,5-7 dir. İnsandaki türlerinin hepsi glikoz, galaktoz, laktoz, özellikle fruktozu karbon kaynağı, amonyağı da azot kaynağı olarak kullanırlar.

- Mide asidine, pankreas dış sekresyonuna ve safraya dirençli olduklarından harap olmadan ince barsağı ve kolona geçerek kolonize olma şansları yüksektir.
- Bu bakteriler epitele yapışmak veya kolonizasyon için patojen bakteriler ile yarış içine girerler. Bunlar patojen mikroorganizmalar ile ortamdaki besin maddelerini kullanımda da yarış halindedirler.
- Bifidobakteriler metabolik olaylar sürecinde asetik asit, laktik asit, azda olsa formik asit oluşmasına neden olurlar. Ürettikleri asitler ortamdaki pH'ı düşürür. Böylece kalevi ortamda gelişen, arzu edilmeyen bakterilerin üremesine mani olurlar. Asetik asidin gram negatif bakterilere karşı antagonist etkisi laktik asitten daha güçlüdür.
- Kolon florasındaki mikroorganizmalar antibakteriyel faktörler üretirler. Bu maddeler *E. coli*, Salmonella, Shigella, Staphylococcus ve Bacillus genusları dahil bir çok bakterinin üremesini inhibe ederler. Böylece patojenlerin kolonize olmalarını önlerler.
- Bifidobakteriler nitratları nitritlere indirgeyen mikroorganizmaların üremesini önlerler.
- Gastrointestinal enfeksiyonlara karşı koruyucu etki gösterirler.

Bu özelliklerden dolayı Bifidobakterilerden *B. bifidum*, *B. longum*, *B. breve*, *B. infantis* bebek gaitasından izole edilerek bazı fermente süt ürünlerinin üretiminde kullanılmıştır. Son yıllarda yeni Bifidobakteri suşları da devreye girmiş ve yeni süt ürünlerinin üretiminde kullanılmaktadır.

KIMIZ

Kimiz, kısarak sütünden elde edilen fermente bir süt ürünüdür. Eski Türkler kımızı bir Tanrı içeceği olarak kabul etmişlerdir. Günümüzde Orta Asya'da Türkçe konuşan ülkelerde yaygın şekilde tüketilmektedir. Türkler beşikten mezara kadar geçen süreçte hep kımız içerler.

Kimiz doğal içecek olarak tüketilmesinin yanısıra Türk toplumlarında birçok hastalığın sağlığında kullanılmaktadır. Bu nedenle tifo, paratifo, dizanteri, tüberküloz gibi hastalıkların sağlığında yaygın şekilde kullanılmıştır. Kimiz ayrıca

halsizlik, depresyon, kabızlık gibi rahatsızlıklarda ve ihtiyarlıkta da kullanılmaktadır.

İlham, neşe, dinçlik, cesaret veren bu içecek günümüzde Asya'nın yanı sıra batı dünyasında da tüketime sunulmaktadır.

Atalarımızın keşfettiği bu içecek ülkemizde üretilmemektedir. Bu konuya öncelikle bilim çevreleri ilgi göstermelidir.

M. Ö. 5. yüzyılda yaşamış olan Herodot, Saka Türklerinin kırmızı ürettiğini bildirmiştir. Çinli tarihçi Si-Ma-Cyen (M. Ö. 140-80) Hunların kırmızı içtiğini eserlerinde yazmıştır.

Fransız Wilhelm Rubrikas 1253 yılında ziyaret ettiği Tatar halkının yaşadığı bölgede kırmızı yapıldığını, içildiğini ve kırmızının nasıl yapıldığını eserinde yazmıştır. Ayrıca kırmızının insan sağlığına etkisi, sarhoş edici özelliği, düretik etkisi konusunda da eserinde bilgiler vermiştir.

Rus ordusunda görev yapan İskoçyalı Con Griv, ülkesine dönünce Edinburg Düküne kırmızı konusunda bir rapor sunmuştur. Daha sonra Rusların kırmızıya ilgi duyduğu görülür ve konu ile ilgili çalışmalar birbirini izler.

Günümüzde Kırgız, Özbek, Kazak, Tatar, İdil, Ural Türkleri, Moğollar, Sibirya'da Yakut'lar, Rus halkları yoğun şekilde kırmızı tüketmektedirler. Özellikle son yıllarda endüstriyel kırmızı üretiminde bir artış görülmektedir.

Kimiz oluşumu sürecinde fermantasyonu gerçekleştiren mikroorganizmalar laktozu ve proteinleri parçalayarak bir çok yararlı maddeyi oluştururlar (laktik asit, etil alkol, CO₂, amino asitler vs). Kırmızı tüketime hazırlandıktan sonra da fermantasyon devam ettiğinden içerik değerleri sabit değildir.

Kimiz'in gastrointestinal kanalda motiliteyi artırıcı etkisi yanısıra enfeksiyonlardan koruyucu ve sağlıktıcı etkisi de vardır. Kimiz yorgunluğu giderir, rahatlatır, mutluluk verir. Bunlar yüzyılların bilgi birikiminin sonucu oluşan kanılardır. Daha sonra yapılan klinik çalışmalarda dispepsi ve iştahsızlıkta da yararlı olduğu saptanmıştır.

Kimiz 19. yüzyılın ikinci yarısı ve 20. yüzyılın birinci yarısında Rusya'da Tbc, bronşit, akut ve kronik hepatit, depresyon sağlığında kullanılmıştır. Rusya'da kırmızı ile tedavi temelli kurulmuş sanatoryumlar 100 yıl hizmet vermişlerdir.

Kimiz'in barsak florasını düzenlediği, antibakteriyel özellik taşıdığı kolon pH'ını düşürerek patojen bakterilerin kolonizasyonuna olanak vermediği gösterilmiştir.

Kımız üretildikten sonra bir hafta içinde tüketilmelidir. Bir günlük kıımızda alkol %1,05 iken dört günlük kıımızda %2,4 dür. Kıımız hafif sarhoşluk vermekle birlikte insana yaşam gücü ve sevinci de vermektedir. Kıımız uyku bozukluklarında hem etkilidir, hem de dingin uyanmayı sağlar.

Kıımız kıırak sütününden elde edilir. İnek sütü içeriği kıırak sütüne benzer hale getirilerek de kıımız üretimi yöntemleri geliştirilmiştir.

	Laktoz%	Yağ%	Protein
Kıırak sütü	6,2	1,9	2,5
Kadın sütü	7	4	0,9
İnek sütü	4,7	3,7	3,4
Keçi sütü	4,8	4,5	2,9
Deve sütü	5	2,5	3,6

Kıırak sütününde total proteinin %50'sini laktalbumin, laktoglobulin oluşturur. Bu özellikleri nedeniyle kıırak sütü kadın sütüne en yakın süttür.

Kıırak sütününden kıımız yapımında *Saccharomyces lactis*, *Lactobacillus delbrueckii*, *Lactobacillus acidophilus* kültürleri kullanılmaktadır.

KEFİR

Kuzey Kafkasya orijinli inek, koyun ve keçi sütününden yapılan fermente bir süt ürünüdür. Rusya, İskandinav ülkeleri, Macaristan, Polonya, Çekoslovakya gibi ülkelerde her yıl milyonlarca ton kefir tüketilmektedir. Son yıllarda ülkemizde de kefir üretimi gündeme gelmiştir. Evlerde kişisel ihtiyaç olarak üretilen kefirin yerini endüstriyel kefir üretimi alacak gibi görünmektedir. Tüketimi teşvik etmek gerekir.

Kefir; sütün kefir daneleri ile fermentasyonu sonucu ilk kez Kafkasya'da Elbrus dağları eteklerinde üretilmiştir. Kefir danesine "Peygamber darısı" denmektedir ve 1-2 mm'den 3-6 mm'ye kadar değişen boyutlarda olup mini karnabahara benzer. Kefir danesi polisakkarit, az miktarda da yağ ve kazein içerir. Mikroorganizmalar dane içinde simbiosis halinde yaşamaktadırlar. Süte katılan bu danelerden mikroorganizmalar süt ortamına geçerek fermentasyonu gerçekleştirirler. Kefir danelerinde laktik asit, asetik asit bakterileri ve mayalar mevcuttur. Bunlar;

1) Mezofil homofermantatif streptokoklar

Streptococcus lactis subsp. cremoris

Streptococcus durans

2) Lactobaciller

Lactobacillus brevis

L. delbrueckii subsp bulgaricus

Lactobacillus kefir

Lactobacillus casei

3) Lökonostoklar

Leuconostoc mesenteroides

Leuconostoc dextranicum

4) Asetik asit bakterileri

Acetobacter aceti

Acetobacter rasens

5) Mayalar

Kluyveromyces marxianus subsp. marxianus

Torulaspota delbrueckii

Saccharomyces cerevisiae

Candida kefir

Koliform bakteriler doğal olarak kefir mikroflorası tarafından inhibe edilirler. Shigella ve Salmonella gibi patojenler kefir kültüründe üreyemezler.

Kefir serinletici bir içecektir. Etil alkol oranı orta sertlikteki kefirde %0,7 iken çok sert kefirde %1,1'dir. Kefirin gençleştirici, dinginleştirici, uyku düzenleyici etkileri yanı sıra, sindirimi kolaylaştırıcı, sinirsel rahatsızlıkları giderici böbrek ve kalp fonksiyonlarını, kan basıncını düzenleyici etkileri olduğuna inanılmaktadır.

Kefirin gençlik ve uzun yaşamın sırlarını taşıdığına ait yaygın bir inanış vardır.

Kefirde bulunan mikroorganizmalar tarafından laktik asit, antibiyotikler, birçok bakterisid ajan üretilmektedir. Böylece birçok patojen mikroorganizmanın inhibisyon ve yıkımında etkilidir.

Kefir immunsistemin güçlenmesinde ve regülasyonunda etkili olacak faktörlerin oluşumunu sağlamaktadır.

Kefirin kanser gelişimini de önleyebileceğini gösteren hayvan çalışmaları vardır. Kefirin antiapoptotik etkisinin olduğu ileri sürülmektedir.

Kefirin intestinal permeabilityyi azaltarak gıda alerjisinin gelişmesine mani olacağı bildirilmektedir.

Günümüzde kefirin antioksidant, anti-mutajenik, anti-inflamatuar etkisini ortaya koyan çalışmalar mevcuttur.

Kefirde bulunan laktik asit bakterilerinin bazı suşlarının kan lipidlerine ve kan basıncını düzenleyici-düşürücü etkisi olabileceği bildirilmiştir.

YOĞURT MİKROFLORASI

20. yüzyılın başlarında mikrobiyolojinin tam yetişkin evresine girememiş olması nedeniyle yoğurt mikroflorası üzerinde yapılan çalışmalar farklı sonuçlar vermiştir. Ayrıca farklı ülkelerde üretilen yoğurtların mikroflorasında da farklı laktik asit bakterileri, mantar ve küflere rastlanmaktaydı. Fakat tüm yoğurtlarda hakim flora *Lactobacillus bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus* idi.

Metchnikoff (1904-1907) Bulgar yoğurtlarında *Bacillus bulgaricus*, cocci ve mantar saptamıştır.

Grigoroff (1905) yoğurtta *Bacillus A (L. bulgaricus)*'yı gösterdi. Granülsüz olanın *L. bulgaricus*, granül içeren basilin ise *L. bulgaricus*'un varyantı olduğu daha sonra ortaya kondu.

Maze (1905) *Streptobacillus lebenis*, *Streptococcus lebenis* saptamıştır.

Guerbet 1906 yılında Paris yoğurdunda *Streptobacillus lebenis*, *Bacillus lebenis*, *Streptococcus lebenis*, Diplococci, *Saccharomyces lebenis*, *Mycoderma lebenis*'i tespit etmiştir.

Fuhrmann (1907) Streptobacilli, Streptococci, *Saccharomyces*, Luerssen ve Kühn (1908) Sofya yoğurdunda *Bacillus bulgaricus*, granül içeren bacillusları, Diplostreptococci, mantar tespit etmişlerdir.

Kuntze (1908) ise yoğurtta *Bacillus bulgaricus*'un yanısıra granül içeren basiller, Diplostreptococci, mantar saptamıştır.

Orla-jensen (1919-1943) granül içeren *Thermobacterium bulgaricum*, granül içermeyen *Thermobacterium jugurt*, *Streptococcus thermophilus* tespit etmiştir.

Dr. Refik Saydam Türk yoğurtları üzerinde yaptığı çalışmalarını 1925 yılında "Revue Générale des Questions Laitieres" dergisinde yayınladı.

Dr. Refik Saydam Bulgarlara mal edilen bakterilerin aslında Türk yoğurtlarında da bulunduğunu ortaya koyar, saptadığı

bakteriler uniform Bacilluslar, granül içeren ve içermeyen Bacilluslar, Streptococci (*Str. lactis*, *Str. thermophilus*) mantardır.

İzmen Üresin de 1930'lu yıllarda Silivri yoğurdu üzerinde yaptığı araştırmalarda benzer sonuçlar elde etmiştir.

Rogosa ve Sharpe 1959 yılında aşağıdaki Lactobacilli klasifikasyonunu önermiştir. Bu klasifikasyonda Genus Lactobacillus üç subgenera'ya ayrılmıştır.

Subgenus	Species
Thermobacterium	<i>Lb. helveticus</i> <i>Lb. jugurti</i> <i>Lb. bulgaricus</i> <i>Lb. lactis (Lb. caucasicus)</i> <i>Lb. acidophilus</i> <i>Lb. leichmannii</i> <i>Lb. delbrueckii</i> <i>Lb. salivarius var. salivarius</i> <i>Lb. salivarius var. salicinius</i>
Streptobacterium	<i>Lb. lantarum</i> <i>Lb. casei var. casei</i> <i>Lb. casei var. rhamnosus</i> <i>Lb. casei var. alactosus</i>
Betabacterium	<i>Lb. fermenti</i> <i>Lb. buchneri</i> <i>Lb. brevis</i> <i>Lb. cellobiosus</i> <i>Lb. viridescens</i>

Rasic ve Mitic 1962 yılında Yugoslavya'nın farklı bölgelerinden elde ettikleri yoğurt örneklerinden 103 Lactobacilli suşu elde etmişlerdir. Bu suşların %70'i *Lb. bulgaricus* ve %30'u *Lb. jugurti*'dir. Bir suş ise *Lb. helveticus* olarak değerlendirilmiştir.

Benzer bir çalışmada Bulgaristan'da yapılmıştır. Bulgaristan çalışmasında *Lb. jugurti*, *Lb. helveticus*, *Lb. fermenti*, *Lb. plantarum*, *Lb. casei rhamnosus*, *Lb. acidophilus* olmak üzere 125 suş izole edilmiştir (1963). Orijinal yoğurt mikroflorası *Lb. bulgaricus*'un yanısıra diğer Lactobacillus türlerinin suşlarını içerebilmektedir.

İlk araştırmacılar orijinal yoğurtlarda mantarlara da rastladıklarını bildirmişlerdir. Bu mantarlar yoğurt oluşumu sürecinde az da olsa etanol husule getirerek yoğurdun aromasına katkıda bulunabilirler. Mantarların yoğurdun temel florasında yer aldığını söyleyemeyiz. Çevremizde mantarlar yaygın şekilde bulunduğundan yoğurda bulaşmaları için sonsuz fırsat vardır. Bu fırsat yoğurdun hazırlanışından tüketilinceye kadar geçen süreçte varlığını devam ettirir.

Birçok araştırmacı orijinal yoğurtlarda süt, mantar ve küfüne rastladıkları için bunları yoğurdun sekonder florası olarak algılamışlardır. Sousa ve Uden 1958'de yoğurt örneklerinde *Candida pseudotropicalis* (*Torula cremoris*), *Candida krusei* (*Mycoderma casei*) ve *Candida mycoderma* izole etmişlerdir. Bu mantarlar +3 °C'de bile yoğurtta çoğalabilmektedirler.

Candida pseudotropicalis ısıya 65 °C'de 2 dakika, *Candida crusei* 75°C'de 1 dakika, *Candida mycoderma* 45 °C'de 1 dakika ısıtmaya dayanmaktadırlar.

Candida pseudotropicalis CO₂ ve az miktarda alkol üretir (Laktozdan) bu nedenle yoğurdun kalitesini etkiler.

Candida krusei ve *Candida mycoderma* oksidatif organizma olmaları nedeniyle yoğurttaki laktik asidi CO₂ ve H₂O'ya okside ederler.

Rasic ve Mitic (1962) orijinal yoğurttan süt küfü *Geotrichum candidum* (eski adı, *Oospora lactis*, *Oidium lactis*) izole etmişlerdir. Mantarlar ve küf yoğurdun dayanıklılığını azaltarak bozulmasına neden olurlar. Modern yoğurt üretimi bu tip

kontaminasyonlara fırsat vermemektedir.

Orijinal Yoğurt Florasının Yapısı

Orijinal yoğurt florası *Streptococcus thermophilus* ve *Lb. bulgaricus*'tan oluşmakta ise de diğer laktik asit bakterilerine bazen de mantarlara ve süt küflerine rastlanabilmektedir.

1) Essansiyel mikroflora

Streptococcus thermophilus

Lactobacillus bulgaricus

2) Non-Essansiyel Mikroflora

- Homofermantatif laktik asit bakterileri (*Str. thermophilus* ve *Lb. bulgaricus* dışındakiler).

- Heterofermantatif laktik asit bakterileri, CO₂, alkol husule getirerek yoğurdun kalitesini bozarlar. Özellikle bu bakteriler arttığı zaman, laktik asit üreten Streptococcuslar ürün düşük derecede depolanınca yoğurdun asiditesini arttırırlar.

Son zamanlarda bazı laktik asit bakterilerini essansiyel yoğurt florasına (*Str. thermophilus* ve *Lb. bulgaricus*) ekleyerek probiyotik yoğurtlar üretilmektedir. İlave edilen bu laktik asit bakterilerinin kolonda ve ince barsakta kolonize olarak yararlı etkiler ortaya koymasına amaçlanmaktadır. Bu türler başlıca;

a) *Lactobacillus acidophilus*

b) *Lactobacillus bifidus* (yeni adı: *Bifidobacterium bifidum*)

Çeşitli Fermente Süt Ürünlerinin Üretiminde Kullanılan Mikroorganizmaların Ekolojisi

TÜR	EKOLOJİSİ
<i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i>	Süt, süt ürünleri
<i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>lactis</i>	Süt, peynir, tahıl lapaları
<i>Lactobacillus acidophilus</i>	İnsan, hayvan barsağı, insan ağız florası, vajina
<i>Lactobacillus helveticus</i>	Ekşi süt, peynir, peynir suyu
<i>Lactobacillus casei</i> subsp. <i>casei</i>	Süt, ekşi hamur, peynir, insan barsağı, vajina, lağım pisliği
<i>Bifidobacterium bifidum</i>	Yeni doğanın dışkısı
<i>Bifidobacterium infantis</i>	Anne sütü ile beslenen bebek dışkısı
<i>Streptococcus thermophilus</i>	Süt ve süt ürünleri
<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i>	Çiğ süt, süt ürünleri, kurutulmuş gıdalar, bitkiler
<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i>	Süt ve süt ürünleri
<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> biovar. <i>diacetylactis</i>	Çiğ süt, süt ürünleri
<i>Leuconostoc mesenteroides</i> subsp. <i>cremoris</i>	Süt ürünleri, sebzeler
<i>Leuconostoc mesenteroides</i> subsp. <i>dextranicum</i>	Süt ürünleri, süt, meyve sebzeler

3) Bulaşa bağlı flora

Mantarlar, küfler

Koliform bakteriler

Arzu edilmeyen diğer organizmalar

Maya; Doğada yaygın olarak bulunan tek hücreli mantardır (unicellular fungi). Tomurcuklanarak çoğalır. Ekonomik açıdan çok önemlidir. Alkol, alkollü içkiler ve ekmek üretiminde kullanılır. *Saccharomyces cerevisiae* açığa çıkardığı enzim ile şekeri, alkol ve karbondioksite dönüştürür. Mayalar protein ve vitamin kaynağı olarak kullanılır.

Küf (mold); Filamentous fungi iplikli, lifsi mantar.

Yoğurt Florasına Diğer Laktik asit Bakterilerinin İlave Edilmesi

- 1) Yararlı dost bakterilerin barsakta kolayca kolonize olmaları için yoğurt essansiyel florasına (*Str. thermophilus* ve *Lb. bulgaricus*) ilave edilir (*Lb. acidophilus* veya *Lb. bifidus* ya da her ikisi birden). Bir başka seçenek olarak da yoğurt florasındaki bakterilerden biriyle örneğin *Str. thermophilus* ve *Lb. acidophilus* ya da *Lb. bifidus* ile veya her ikisiyle hazırlanmış fermente süt ürünleri hazırlanmaktadır (bioyoghurt). *Str. lactis var. taette* ile Bifyoghurt, *Lb. acidophilus* ile Biogarde üretilmektedir.
- 2) Yoğurdun fizyolojik ve nutrisyonel değerini arttırmak için vitamin sentezleyen (özellikle B kompleks vitaminleri) yararlı, dost bakteri suşları ilave edilmektedir. *Propionibacterium shermani* B₁₂ vitamini, *Leuconostoc*'un özel suşları B₁₂ ve riboflavin, *Lb. acidophilus*'un özel suşları Niacin, Askorbik asit ve B₁₂ üretmektedirler.

3) Yoğurdun kalitesini arttırmak için bazı laktik asit bakteri suşları kullanılmaktadır.

a) *Str. diacetilactis*, *Leuconostoc* suşları (her ikisi de diacetyl ve acetion üreterek aromayı iyileştirirler).

b) *Str. lactis var. taette* yoğurdun sertliğini iyileştirir.

LAKTİK ASİT BAKTERİLERİNİN (YOĞURT BAKTERİLERİNİN) NUTRİSYONEL İHTİYAÇLARI

Laktik asit bakterilerinin gereksinimleri oldukça kompleksdir. Özellikle gereksinimi olan bir çok amino asidi, vitaminleri, büyüme ile ilgili faktörleri sentezleyebilecek bir enzim sisteminde sahip değillerdir. Bu nedenle gereksinimlerinin bir kısmını dış dünyadan temin etmek zorundadırlar. Laktik asit bakterileri doğada yaygın olarak bulunmakla birlikte yine de sınırlıdır, çünkü her yerde gereksinimlerini bulma olasılıkları yoktur. Suda bu bakteriye hiç rastlanmamıştır ve suda çoğalmamaktadır. Fakat süt, süt ürünlerinde, meyve, sebze ve bazı bitkilerde laktik asit bakterilerine her zaman rastlanmaktadır.

Laktik Asit Bakterilerinin Üremesini Hızlandıran Bazı Maddeler

NÜKLEİK ASİT DERİVELERİ	YAĞ ASİTLERİ
Adenin	Asetik Asit
Hypoxanthine	Oleik Asit ve diğer doymamış yağ asitleri
Guanin	Lipoic Asit
Thymin	
Thymidine	
Diğer desoxyribosidler	

Laktik Asit Bakterilerinin (Yoğurt Bakterilerinin) Nutrisyonel İhtiyaçları

GEREK SINİM	BESİN
Enerji kaynağı	Laktoz ve diğer fermente olabilir karbonhidratlar
Karbon Kaynağı	Laktozun ve diğer fermente olabilir karbonhidratlar
Azot kaynağı	Süt proteinleri, peptidler, aminoasitler
Mineraller	Süte gereksinimi olan mineraller vardır
Vitaminler ve ilişkili büyüme faktörleri	Biotin, Niacin, Thiamin, Pantotenik Asit, Pyridoxin, Folik Asit, Vitamin B ₁₂ <i>Lb. bulgaricus</i> için Riboflavin <i>Lb. jugurti</i> için Pridoxal <i>Lb. acidophilus</i> için folik asit <i>Lb. bulgaricus</i> için orotik asit (formik asit stimülasyonu için) CO ₂ havadan temin edilir. Yoğurt bakterilerinin çoğalması için gereklidir. <i>Lb. bulgaricus</i> 'un çoğalmasını kükürt içeren cystein uyarır.

Yoğurt bakterilerinin çoğalması için gerekli olan besin maddeleri sütte yeterli miktarda mevcuttur. Özel durumlar dışında süte ilave besin maddeleri konulmasına gerek yoktur.

SÜT VE SÜT ÜRÜNLERİNDE ANTİBİYOTİK

İneklerde görülen mastitis (meme iltihabı) tedavisinde kullanılan antibiyotikler süte geçmektedir. Süte geçen antibiyotikler yoğurt üretimi esnasında yoğurt bakterilerinin de üremesini inhibe etmektedir. Bu nedenle de yoğurt oluşmamaktadır. Özellikle *Streptococcus thermophilus* çok duyarlıdır. Fakat antibiyotikler ile karşılaşma antibiyotiklere rezistans kazanılmasına da neden olmuştur. Yoğurt bakterilerinin antibiyotiklere direnç kazanması önemli bir toplum sağlığı problemini de gündeme getirmiştir. Antibiyotik rezistansı kazanan yoğurt bakterilerinin bazı karakterlerinde de değişiklikler görülmüştür. Özellikle laktik asit üretiminde azalma, aroma maddelerinin üretiminde azalma, antibiyotik rezistansı gelişen laktik asit bakterilerinde görülür.

Antibiyotik rezistans yoğurt bakterilerinin geliştirilmesi, antibiyotik tedavisi görmekte olan insanlarda kullanımı gibi özel durumlarda yer alabilir. Bunun dışında rezistans suşlarla yoğurt üretimi toplum sağlığı açısından sorunlar yaratır, antibiyotik içeren sütün yoğurt üretiminde kullanılmasını teşvik eder. Oysa antibiyotik içeren sütün insanlar tarafından kullanılması yasaklanmıştır. Sütte bulunan antibiyotik yıkım ürünleri de direkt veya indirekt toksik etki de gösterebilir. Antibiyotikler antimikrobial ajanlar olarak mikrobiyolojik doğaya zarar verecekleri gibii insanda da mikroflorada değişime neden olurlar. Antibiyotik kullanımı zorunluluğu ortaya çıktığı zaman da direnç sorunu ile karşılaşılacaktır.

Hayvan yetiştiriciliğinde, veteriner hekimlikte antibiyotik kullanımı nedeniyle antibiyotik atıkları içeren besinlerle beslenenlerde salmonella gibi bakterilere karşı antibiyotik rezistansı görülmektedir.

SÜTTE DEZENFEKTAN VE DETERJAN ARTIKLARI

Dezenfektanlar Laktik asit bakterilerinin çoğalmasını ve gelişimini inhibe ederler. Chlorin bileşikleri (hypochlorit vs.) lodophorlar, quarternary ammonium bileşikleri, Dodecyl-di-(amino ethyl)- glycine hydrochlorid bileşikleri gibi.

Deterjanlar da yoğurt bakterilerinin çoğalmasını inhibe edebilirler. Bu nedenle son yıllarda ticari süt üretiminde kontro-

lü zorunlu hale gelmiştir.

LAKTİK ASİT FERMANTASYONU

Fermantasyon (Fermentation), mikro organizmaların ürettiği enzimlerin (Enzim, Ferment = Ayrıştırıcı) etkisi ile kompleks maddelerin oksidatif ayrıştırılmasıdır. Fermantasyona yol açan mikro organizmalar; bakteriler, mayalar ve küflerdir. Karbonhidratlardan genellikle mayalar aracılığı ile etil alkol husule gelmesine Alkolik Fermantasyon, Aerobik koşullarda alkolün bakteriyel oksidasyonu ile asetik asit teşekkülüne Asetik Asit Fermantasyonu denir. Laktik Asit Fermantasyonu ise bakterilerin (Laktik asit bakterileri; Lactobacillus, Bifidobacterium, Streptococcus) etkisi ile karbon hidratlardan laktik asit oluşmasıdır. Sütün ekşimesi, yoğurdun oluşması bakterilerin etkisi ile olmaktadır. Laktik asit fermantasyonu süten yoğurt elde etmenin de esasını teşkil etmektedir.

“*Heterotrophic bacteria*” organik besinlerini sentez etme yeteneği olmayan mikro organizma enerji gereksinimi için gerekli organik gereksinimleri çevreden sağlar. Çoğunlukla karbonhidratlardan oluşan kimyasalların biyolojik oksidasyonu ile elde edilen enerji ile yaşamlarını ve çoğalmalarını sağlarlar. Aerobik oksidasyon (respirasyon) karbonhidratların dehidrojenasyonu ile karakterizedir (Sitokrom enzim sistemi aracılığı ile). Anaerobik oksidasyon (fermantasyon) ise karbonhidratların dehidrojenasyonu ise sitokrom enzim sistemi kullanılmaksızın gerçekleşir. Laktik asit bakterileri sitokrom enzim sistemine sahip olmadıklarından enerji gereksinimlerini fermantasyon yoluyla sağlamaktadırlar. Bazı laktik asit bakterileri ise enerji ihtiyaçlarını kısmen flavo-protein respirasyonu ile sağlarlar. Laktik asit bakterisi, temel enerji kaynağı olarak laktozu kullanır. Laktoz, laktik asit bakterileri tarafından direkt olarak fermentatif işlemde kullanılamaz. Laktoz'un önce laktaz veya “Beta-galactosidase” enzimi aracılığı ile glukoz ve galaktoza parçalanması gerekir. Laktaz bir endoenzim olduğu için laktozun önce bakteri hücresine girmesi gerekir.

Laktoz'un başlangıçta bakteri hücresine alınıp laktaz ile glukoz ve galaktoza parçalanması esas yol olmakla birlikte *Str. lactis*'in laktozu a) Laktaz enzimi ile hidrolize uğratarak glukoz ve galaktoza parçaladığı gibi, b) Laktoz dehidrogenaz enzimi ile oksidasyona uğratarak “lactobionate”a çevirdiği daha sonrada enzimatik yıkım ile “gluconate” ve “galaktoz”u açığa çıkardığı gösterilmiştir.

Glukoz birçok enzim aracılığı ile laktik asite fermente olmaktadır. Bu süreçte hexokinaz, fosfoglukomutaz, fosfoheksoz izomeraz, fosfoheksokinaz, aldolaz, triosefosfat izomeraz fosfoglyseraldehide dehidrogenaz, diphosfogliserik defosforilaz, fosfogliseromutaz, enolaz, fosfopyruvat defosforilaz, laktik dehidrogenaz enzimleri adım adım Laktik asit teşekkülü ile sonlanır. Sonuç olarak kısaca;

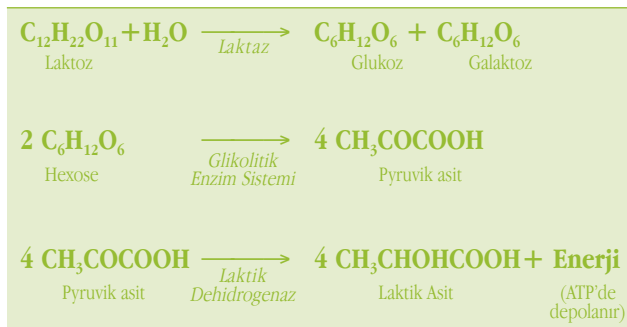


Galaktoz direkt olarak fermente olmaz, önce reaksiyonu hızlandırıcı Uridine-diphosphate-glucose (UDPG) varlığında "galactowaldenase" aracılığı ile glukozla çevrilir.



Galaktoz laktik asit bakterileri tarafından glukoz ve diğer şekerlerden daha zor fermente edilir. Bu nedenle yoğurta glukozdan daha çok miktarda galaktoz bulunur.

Galaktozun yıkımında bakteriyel suşların enzimatik farklılıklarının, suşların adaptif enzim sentezleme yeteneklerinin farklı olmasının da rolü olabilir.



Laktik Asit Teşekkülü

Süt şekerinden (Laktöz) laktik asit teşekkülü önemli oranda Meyerhof-Emden yoluyla teşekkül eder. Bu yolun yanı sıra farklı iki fermentasyon şekli de devreye girebilir. 1) Non-oksidatif ve 2) Oksidatif arayol

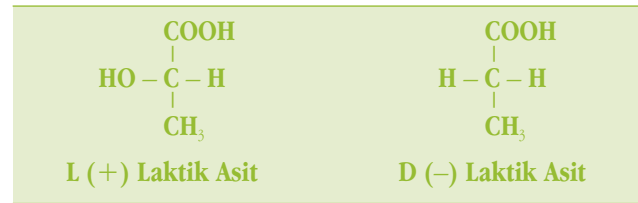
1) Non-oksidatif yol homofermantatif laktik asit bakterileri tarafından kullanılır.

2) Oksidatif yol heterofermantatif laktik asit bakterileri tarafından kullanılır.

Homofermantatif bakteriler Meyerhof-Emden şematik yolunu kullanırlarsa da kültür şartları, kültür pH'sı, ısı, atmosferik koşullar ana yoldan küçük bir sapma (yan bir yola girme) mümkündür. Bu yan ürünlerin oluşumu bakımından önemlidir. Homofermantatif laktik asit bakterileri temel olarak laktik asit üretirler. Fermente ettikleri şekerin %85-98'ini laktik asite çevirirler, az miktarda da diğer yan ürünler meydana gelir. Heterofermantatif laktik asit bakterileri ise eşit miktarda laktik asit ve yan ürünleri sentezler. Bu yan ürünler etanol, asetik asit, karbondioksit, gliserol ve diğer ürünlerdir. Yoğurt bakterileri laktik asit bakterilerinin homofermantatif grubundadır. Fermente şekerden %95'e kadar varan oranda hatta bazen daha fazla laktik asit üretirken az miktarda yan ürün açığa çıkar.

Laktik asit bakterilerinin ürettiği laktik asitin konfigürasyonu, optik özellikleri bakımından farklılıklar gösterir. Bu bakteriler enzim sistemlerinin özellikleri veya farklılıkları nedeniyle L (+) laktik asit, D (-) laktik asit ve DL laktik asit husule getirirler.

Asimetrik bir karbon atomuna sahip olması nedeniyle Laktik asit'in optik özelliklerine göre 2 izomeri vardır. Polarize ışığı sağa çevirirse (+), sola çevirirse (-) olarak işaretlenir. DL racemic (inaktif) laktik asidi ifade eder. Yani eşit miktarda Levo ve Dextro çeviren laktik asit var demektir. D ve L ise glyceraldehide ile mukayese edilince yapısal konfigürasyonunu ifade eder.



Streptococcus special, *Lb. casei* ve *Lb. bifidus* → L (+) laktik asit.

Lb. salivarius → L (+) ve DL laktik asit

Lb. bulgaricus, *Lb. lactis*, *Lb. leichmanii* ve *Lb. delbrueckii* → D (-) bazen de DL laktik asit, *Leuconostos citrovorum* ve *dextranicum* → D (-) *Leuconostos citrovorum*'un L (+) laktik asit üreten suşları da vardır.

Lb. acidophilus, *Lb. jugurti*, *Lb. helveticus*, *Lb. plantarum*, *Lb. fermenti*, *Lb. brevis*, *Lb. buchneri*, *Lb. cellobiosus*, *Lb. viridescens*, DL laktik asit üretirler. Pediococci çoğunlukla DL laktik asit nadiren de L (+) laktik asit üretir.

Taze yoğurt *Str. thermophilus* ve *Lb. bulgaricus*'un karışımı bir kültürle yapılır. Bu yoğurt %50 L (+) laktik asit, kalanı ise D (-) laktik asit içerir. Yoğurt yaşlandıkça laktik asit içeriği artar ve izomer oranları değişir. L (+) laktik asit oranı %50 ya da daha da düşer. L (-) laktik asit ise artar. D (-) laktik asit yoğurdun hazırlanması sürecinde ve depolanma periyodunda artar.

L (+) laktik asidin yoğurtta bulunması besinsel açıdan önemlidir. Çünkü insan vücudunda L (+) laktik asit üretildiği için o da metabolize edilebilir.

Laktik asit fermentasyonunda sütte bulunan laktoz tamamıyla kullanılmaz. Çünkü laktik asit miktarı arttıkça yoğurt bakterilerini aksi yönde etkiler ve fermentasyonu sınırlar. Genellikle sütteki laktozun %20-30'u fermente olur, bazen biraz daha fazlası fermente edilebilir. *Str. thermophilus* %0,8'e kadar laktik asiti tolere ederken *Lb. bulgaricus* ve *Lb. jugurti* %1,7-2,7'e kadar tolere edebilmektedir. Bunun üzerindeki değerlerde laktik asit yoğurt bakterilerinin çoğalmasını inhibe eder. Yoğurtta genellikle laktik asit miktarı bakterilerin tolere edebilecekleri sınırın altındadır. Ayrıca yoğurdun soğutulması yoğurt bakterilerinin çoğalmasını ve gelişimini inhibe etmektedir.

Laktik Asit Fermantasyonunda Husule Gelen Yan Ürünler

Yan ürünler yoğurda spesifik bir tat ve aroma katkısı sağlarlar. Karbonyl bileşiklerden acetaldehide en çok, onu aceton, butanone-2, diacetyl ve acetion izler. Acetaldehide özellikle *Lb. bulgaricus* suşlarına diacetyl ve acetion ise *Str. thermophilus* suşlarına bağlı üretimdir. Acetone ve butanone-2 ise her ikisi tarafından da üretilmektedir. Bunların çoğu laktozdan üretilmektedir. Belki çok az bir kısmı diğer süt içeriklerinden de üretilmiş olabilir.

Uçucu yağ asitlerinden en çok asetik asit (Laktik asit ise volatil değildir) onu formik asit, caproic, caprylic, capric, butyric, propionic ve isovalerik asit üretimi izler. Bunların bazıları laktozdan, bazıları da muhtemelen proteinlerden ve yağdan üretilmektedir.

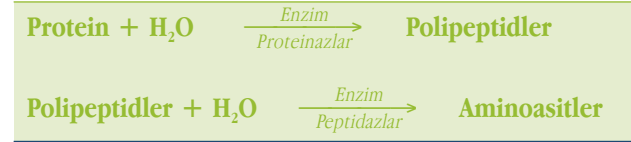
Etanol üretiminde her iki yoğurt bakterisinin metabolik aktivitesi rol oynamaktadır.

Taze her ml yoğurtta 200-1000 milyon canlı bakteri vardır.

Yoğurt üretimi sırasında sütte bulunan Laktoz dışı maddelerde husule gelen kimyasal değişiklikler

Sütte bulunan proteinler, yağ, vitaminler ve diğer maddeler yoğurt üretimi esnasında kimyasal değişikliklere uğramaktadır. Proteinlerin yıkımı; süt proteinleri 19 farklı aminoasitten oluşan kompleks moleküllerdir. Bu proteinler yoğurt bakterileri tarafından besin maddesi olarak kullanılmak üzere parçalanırlar.

Açığa çıkan aminoasitler bakteri hücrelerinin gereksinimlerinin sentezi için kullanılır. Ayrıca deaminasyon (amino grubu-



nun-NH₂ atılması) ve dekarboksilasyon ile (carboxyl grubunun-COOH atılması) yıkıma uğrayarak birçok işlerde (oksidasyon, reduksiyon) kullanılacak ürünler ortaya çıkar.

Sınırlı sayıda mikro-organizma; küfler, "Genus Bacillus"un spor husule getiren türleri, Clostridium, Genus, Pseudomonas'ın ve Proteus'un türleri ile az sayıda başka türler proteinleri parçalayacak güçlü enzim sistemlerine sahiptir. Laktik asit bakterileri (*Str. liquefaciens* hariç) genellikle zayıf proteolitik aktiviteye sahiptirler.

Laktik asit bakterilerinin proteolitik aktiviteleri

Laktik asit bakterilerinden Thermobacterialar (*Lb. bulgaricus*, *Lb. asidophilus*, *Lb. helveticus*) en fazla proteolitik aktivite gösterir, onları Streptobacterilerden (*Lb. casei*) ve *Lactic streptococci* (*Str. lactis* ve *Str. cremoris*) izler.

Yoğurt bakterilerinin proteolitik aktivitesi

Lb. bulgaricus ve *Lb. jugurti* diğerleri ile mukayese edildiği zaman sütte yüksek proteolitik aktivite gösterir. Kazeini parçalayarak aminoasitlerin oluşmasına neden olurlar. Buna karşılık *Str. thermophilus* proteinleri parçalamak için hiç aktivite göstermez. Simbiyotik ilişki nedeniyle *Lb. bulgaricus*, *Str. thermophilus*'un gereksinimi olan aminoasitleri özellikle valin'i açığa çıkararak onun çoğalmasına katkıda bulunur. Buna

karşılık *Str. thermophilus* sütte az miktarda bulunan üreyi parçalayabilmektedir (diğer streptococcuslar ve *Lb. bulgaricus* üreyi parçalamaz).

Lb. bulgaricus güçlü proteolitik aktivitesi nedeniyle ihtiyacından fazla aminoasit oluşumuna neden olur. Bu fazlalık *Str. thermophilus* tarafından kullanılır, kalanı da yoğurtta serbest aminoasitler olarak bulunur. Böylece proteinden aminoasit oluşumu ve bakterilerin gereksinimi arasında bir denge vardır.

Yoğurtta serbest aminoasitler ve peptidler

Taze sütte serbest aminoasit miktarı oldukça azdır (5,12-8,32 mg/100 ml). Keçi, inek, koyun sütünden yapılan yoğurtlarda (33,19 mg, 23,61 mg, 18,23 mg/100 ml) ise süte göre oldukça fazladır.

Yoğurt üretimi sürecinde bazı aminoasitlerin deaminasyonu sonucu az miktarda da olsa "Ammonia" teşekkül eder.

Yoğurt bakterilerinin lipolitik etkisi

Yoğurt bakterileri lipaz enzimi ile sütte bulunan yağı hidrolize ederek yağ asitleri ve glycerole parçalarlar. Yıllarca laktik asit bakterilerinin lipaz aktivitesi olmadığı varsayılmıştır. Yoğurt bakterilerinin azda olsa lipaz aktivitesine sahip olduğu birçok çalışma ile ortaya konmuştur, çünkü yoğurt yapım sürecinde yağ asidi ve serbest yağ asitleri paterni değişmektedir. Laktik asit fermantasyonu ve aminoasitlerin enzimatik metabolizması sonucu azda olsa uçucu yağ asitleri oluşur.

Yoğurt üretimi sürecinde vitamindeki değişimler

Sütteki B₆ ve B₁₂ vitamininin %50'den fazlası sütün ısıtılması ve yoğurt bakterilerinin tüketimi nedeniyle yoğurt yapımı sürecinde azalır. Aynı şekilde C vitamininin de %80'den fazlası azalır. Buna karşılık bakteriyel üretim nedeniyle folik asit, folinik asit, choline artar. Diğer vitaminlerde ise ufak değişiklikler izlenir.

Yoğurdun saklanması sürecinde Vitamin A, Vitamin B₁₂, folik asit, folinik asit, C vitamini progressif olarak azalmaktadır.

Diğer maddeler

Yoğurt üretimi sürecinde sitrik asit azalırken laktik asit, asetik asit artmaktadır. Daha az miktarda da olsa formik asit, suksi-

nik asit, fumarik asit artmaktadır. Hippurik asit ise tamamen kaybolur.

Fermente süt ürünlerinde laktik asit bakterisi kullanıldığı için orotik asit azalırken nükleotidler artmaktadır.

Kalın barsak mikroflorası

Kalın barsak florasında 500'den fazla bakteri türü olduğu düşünülmektedir. Kolonda pH 7'nin üstündedir. Kolon florasının bir kısmının fermantasyon yapan bakterilerden oluştuğu ve bunların laktik asit fermantasyonuna yol açtığını biliyoruz. Fermantasyon yapan bakterilerden Bifidobakteriler ve *Lb. acidophilus* önemlidir. Memedeki çocukların barsak florasının %80'ini anaerob süt asidi bakterileri oluştururken yetişkinlerin florasının ise %30-40'ını oluşturmaktadır.

Barsak Florasının Metabolizma ve Besinler Üzerine Etkisi

1) B₁₂ ve K vitamini sentez edilir.

2) Bakteriler dijesyonda görev yapacak enzimleri sentezleyerek ortama sunar. Kolon florasındaki bakteriler, kolona gelen atık materyalde bulunan laktoz, sakkaroz, nişasta, sellüloz ve proteinleri dijesyona uğratacak enzimleri sentezleyip salgırlar.

3) Bakteri hücrelerinin içindeki enzim vs. çeşitli ürünler üzerine etki ederler. Bu enzimler safra tuzlarını parçalarlar.

Yani; Kolik Asit → Desoksi kolik asit (Bakterisid)

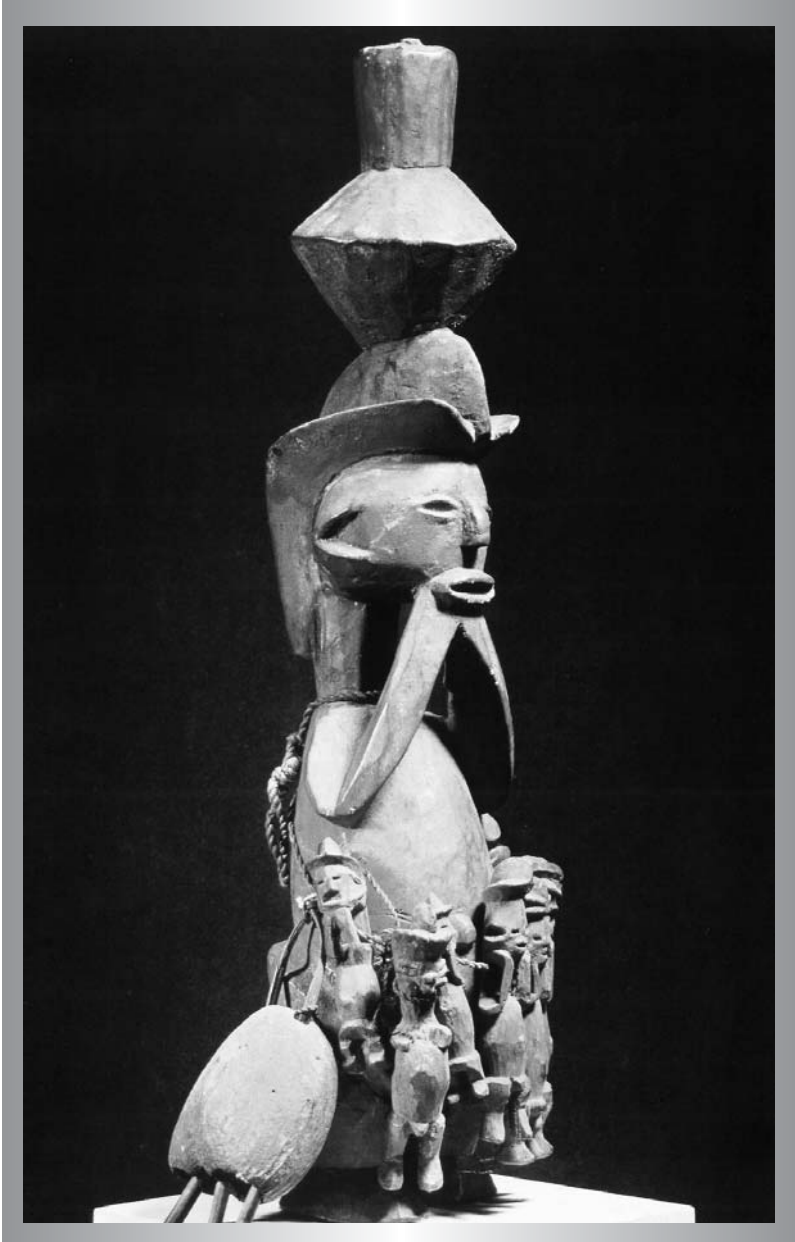
Bu bakteriyel enzimlerin kollesterolü de parçaladığını biliyoruz. Bakteriyel orijinli bu enzimlerin safra pigmentlerini de hidrolize uğrattıklarını biliyoruz. Bakteriyel enzimler proteinleri ve aminoasitleri (triptofan) parçaladıkları gibi üreden de amonyak açığa çıkarmaktadırlar. Kolona gelen lipitleri lipaz aktiviteleri ile parçalamaktadırlar (hidroliz). Kolonik florada bulunan bakteriler bazı ilaçları da metabolize etmektedirler (antibiyotikler vs)

4) Floranın Fizyolojik Etkileri

- Anaerobik flora karbonhidratlardan kısa zincirli yağ asitleri oluşturarak (özellikle Butirik asit) kolon epitelinin temel enerji kaynağını sağlamış olurlar.
- Kolonik hücre yenilenmesini uyarırlar
- Motiliteyi uyarırlar.
- Patojenik veya potansiyel patojenlerin üremesini sınırlarlar. Antagonistik etki yaparlar.

KAYNAKLAR

1. Rasic JL, Kurmann JA. Yoghurt 1978; Staempfli-Cie AG Bren.
2. Yaygın H. Kefir ve özellikleri III. Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu 1994; 246-52, 1995- Ankara.
3. Özden A. Gastrointestinal sistem ve prebiyotik – synbiotik. Güncel Gastroenteroloji 2005; 9; 124-33.
4. Adolfsson O, Meydani SN, Russel RM. Yoghurt and gut function. Am J Clin Nut 2004; 80: 245-56.
5. Turan I, İltar T. Kafkas dağlarından günümüze kefir. Güncel Gastroenteroloji 2007; 11: 65-75.
6. Yaygın H. Yoğurt teknolojisi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fak. Gıda Teknolojisi
7. Brockaert IJ, Walker WA. Probiotics and chronic disease. J Clin Gastroenterol 2006; 40: 3: 270-4.
8. Bottazzi V. Functional fermented milks. New Nealth Benefits Elite Communication Milano.
9. Rambaud JC, Buts JP, Corthier G, Flourie B. Gut microflora. John Libbey.
10. Danone Nutritopics 2005-33; Fermented milks throughout the world.
11. Özden A. Yoğurt ve sağlıklı yaşam. Güncel Gastroenteroloji 2007; 11: 166-78.



İLKEL TIP

Kongo'da Babungana fetiş. İlaç çantası ve birçok minyatür figür, gücünü artırmak amacıyla eklenmiş. Museum für Völkerkunde, Berlin