

FERMENTE GIDALAR

GİRİŞ

- Günlük hayatta tüketilen gıdaların çoğunu fermente gıdalar oluşturmaktadır.
- Fermente gıdaların raf ömrü aynı gıdaların üretiminde kullanılan hammaddelerin raf ömründen çok daha uzundur.
- Fermente gıdalar fermentasyonda rol oynayan mikroorganizmalarla direkt yada indirekt şekilde ilişkili karakteristik bir tat ve aromaya da sahiptirler.

GİRİŞ

- Bazı fermente gıdaların üretiminde kullanılan hammaddenin sindirilebilirliği fermentasyon işlemi sonrasında artar.
- Fermente gıdanın hammaddeye kıyasla vitamin oranı da yükselebilir.
- *Gari* gibi bazı fermente gıdalarda hammaddenin toksik etkisinin fermentasyon sonrası azalır.

GİRİŞ

- Dünyanın hemen hemen her yöresinde çok eski tarihlerden beri fermente gıdalar tabii fermentasyonla üretilmiş ve bu yolla üretilen gıdaların bozulmadan daha uzun süre saklanabildiği gözlenmiştir.
- Günümüzde et, süt, çeşitli hububatlar, meyve ve sebze gibi hammaddelerden dünyanın çeşitli yörelerinde çok farklı ve geleneksel özelliklere sahip fermente gıdalar üretilmektedir.

GİRİŞ

- Çeşitli gıdalarda fermentasyon sonucu besin değerinde olumlu değişimler meydana gelmekte ve özellikle esansiyel aminoasit miktarında artış söz konusu olmaktadır.
- Fermente süt ürünlerinin özellikle laktoz intoleransı olan kişilerin süt ürünlerini tüketebilmesine imkan tanımaktadır.
- Laktik asit bakterilerin immün sistemi stimüle ettiği, immunoglobulin A ve gama interferon üretimini destekleyerek insan vücudunun patojenlere karşı direncini ve laktik asit bakterilerinin antitümör aktivitesini artırdığı bildirilmektedir.

GİRİŞ

- Fermente gıdalarla birlikte sindirim sistemine alınan laktik asit bakterileri bağırsakta bulunan (3-glukuronidaz, azoredüktaz ve nitroredüktaz gibi) enzimlerin aktivitesinde bir azalmaya neden olur.
- Bu enzimler prokarsinojen maddeleri karsinojen yapıya dönüştüren enzimlerdir. Dolayısıyla söz konusu enzimlerin aktivitesindeki azalma antikarsinojenik etki oluşturur.

FERMENTE SÜT ÜRÜNLERİ

- Starter kültürlerle kontrollü fermentasyon yöntemlerinin henüz kullanılmadığı yıllarda fermente süt ürünleri tabii (spontan) fermentasyonla üretilmiştir.
- Ancak bu, gerek son ürünün mikrobiyolojik kalitesi ve gerekse üründe istenmeyen bazı kusurların ortaya çıkması açısından güvenilir bir fermentasyon yöntemi değildir.
- Fermentasyonda kullanılan starter kültürlerin metabolizması ve aktiviteleri ile ilgili çalışmalar arttıkça starter kültür kullanımı ile kontrollü şartlar altında üretim yaygınlaşmıştır.

FERMENTE SÜT ÜRÜNLERİ

- Fermente süt ürünlerinin üretiminde LABnin faaliyeti sonucu laktik asit üretimi, bazı ürünlerde ise laktik asit ve alkol üretimi söz konusudur. Bu ürünlerde fermentasyon bakterisi, küf, maya ve bu mikroorganizmaların kombinasyonları kullanılarak gerçekleştirilir.
- Laktik starter kültürler tarafından laktoz fermentasyonu sonucu üretilen laktik asit;
 - Ürüne asidik bir tat verir,
 - Özellikle peynir yapımında koagülasyona neden olur ve pıhtıya kendine özgü bir tekstür kazandırır.

FERMENTE SÜT ÜRÜNLERİ

- Ayrıca starter kültürlerin bir kısmı diasetil ve asetaldehit gibi bir takım uçucu aroma maddeleri, bazıları da alkol üretirler.
- Bazı starter kültürler özellikle belirli tip peynirlerin olgunlaşmasında önem taşıyan lipolitik ve proteolitik aktiviteye de sahiptirler.
- LAB'nin diğer bir işlevi ise oluşan asidik şartlar nedeniyle patojen ve bozulmaya neden olan mikroorganizmaların gelişmelerini önlemeleridir.

FERMENTE SÜT ÜRÜNLERİ

- Fermente süt ürünlerinin üretiminde birincil derecede laktik starter kültürler kullanılmaktadır (Tüm peynir çeşitleri, yoğurt, tereyağı, fermente yayıkaltı, fermente ekşi krema, kefir, kımız ve fermente sütlü içecekler).
- Süt sanayiinde kullanılan starter kültürler titre edilebilir asitliği laktik asit cinsinden %0,8-1 düzeyine çıkarmakta ve bu durumda ürünün pH'sı 4,3-4,5 civarına düşmektedir.

FERMENTE SÜT ÜRÜNLERİ

- Süt sanayiinde *Streptococcus*, *Lactococcus* türleri, heterofermentatif *Leuconostoc* türleri ve obligat homofermentatif ve fakültatif heterofermentatif *Lactobacillus* türleri peynir, yoğurt, tereyağı ve diğer fermente süt ürünlerinin üretiminde kullanılan laktik starter kültürlerdir.
- *Lactococcus*'lar süt sanayiinde kullanılan starter kültürlerin %90'ını oluşturmaktadır.
- Süt sanayiinde laktik asit bakterileri dışında kullanılan diğer bakteriyel kültürler arasında *Bifidobacterium*, *Propionibacterium* ve *Brevibacterium* türleri de yer almaktadır. Fermente süt ürünlerinin üretiminde kullanılan laktik starter kültürler ve bu kültürlerin fonksiyonları **Tablolarda** verilmiştir.

Tablo. Fermente süt ürünlerinin üretiminde kullanılan starter kültürler

Mikroorganizma	rn	üründe kullanılan mikroorganizmalar
Laktik starter kültürler Mezofilik 1. <i>L.lactis</i> ssp. <i>lactis</i> 2. <i>L.lactis</i> ssp. <i>diacetylactis</i> 3. <i>L.lactis</i> ssp. <i>cremoris</i> 4. <i>Leu.mes.</i> ssp. <i>cremoris</i>	Sert preslenmiş peynirler (Cheddar, Cheshire, Dunlop, Derby, Double ve Gloucester) Yarı-sert peynirler (Caerphilly, Lancashire, Gouda ve Edam) Tereyağı, yayıkaltı, ekşi krema	1,2,3,4,5 1,2,3,4 2,3,4
Termofilik 5. <i>E.faecium</i> 6. <i>S.thermophilus</i> 7. <i>L.bulgaricus</i> 8. <i>L. lactis</i> 9. <i>L.helveticus</i> 10. <i>L.casei</i> 11. <i>L.acidophilus</i> 12. <i>L.plantarum</i>	Yumuşak peynirler (Feta, Cottage v.s.) Dışı kfl peynirler (Camembert, Brie) İçi kfl peynirler (Roquefort, Blue Stilton, Danish Blue, Gorgonzola, Gammelost v.s.)	1,2,3,4 1,2,3,4,13 1,2,3,4,14

Tablo. Fermente st rnlerinin retiminde kullanılan starter kltrler

Kf ve mayalar 13. <i>P.camemberti</i> 14. <i>P.roqueforti</i> 15. <i>C.kefyr</i>	Pıhtısı pişirilen peynirler: a. Parmesan, Romano, Grana b. Emmenthal, Gruyere Yzeyinde yapışkanlık oluşan peynirler (Limberger, Brick tipi peynirler)	6,7,8,9,10,11,12 6,7,8,9,18 1,2,3,16
Diğer kltrler 16. <i>B.linens</i> 17. <i>B.bifidium</i> 18. <i>P.freudenreichii</i>	Ekşi krema, kltre edilmiş tereyağı ve yayıkaltı Yoğurt Teraptik yoğurt Kefir Kımız	2,3,4 6,7 6,7,11,17 1,4,7,10,11,15 ve <i>L.brevis</i> 1,6,7,15 ve <i>Torulopsis</i> spp.

Tablo. Fermente süt ürünlerinde kullanılan laktik starter kültürlerin fonksiyonları ve kullanıldığı rnler

Kültür	Fonksiyonu	Kullanılan rn
<i>Lactobacillus bulgaricus</i>	Asit, tat ve aroma	Bulgar tipi yayıkaltı, kefir,kımız, yoğurt, İtalyan ve İsviçre (Swiss) peynirleri
<i>Lactobacillus lactis</i> <i>Lactobacillus helveticus</i> <i>Lactobacillus acidophilus</i>	Asit	Acidophilus yayıkaltı
<i>Streptococcus thermophilus</i>	Asit	Emmental, Cheddar, italyan peynirleri ve yoğurt
<i>Lactococcus diacetylactis</i>	Asit, tat ve aroma	Ekşi krema, olgunlaşmış krema, tereyağı, peynir, yayıkaltı ve starter kültürler
<i>Lactococcus lactis ssp. lactis</i>	Asit	Kültüre edilmiş yayıkaltı, ekşi krema, cottage peyniri, değişik peynir eřitleri ve starterler
<i>Leuconostoc cremoris</i>	Tat ve aroma	Ekşi krema, olgunlaşmış tereyağı, kültüre edilmiş yayıkaltı ve starter kültürler
<i>Propionibacterium freudenreichii</i>	Tat, aroma ve gözenek oluşumu	İsviçre peynirleri (Emmental ve Gruyere)
<i>Enterococcus faecalis</i> <i>Enterococcus faecium</i>	Asit, tat ve aroma	Cheddar peyniri, yumuşak İtalyan peyniri bazı İsviçre peynirleri

FERMENTE SÜT ÜRÜNLERİ

- *Bifidobacterium* cinsine ait türler bebeklerin sindirim sisteminde, çeşitli hayvan ve insanların bağırsak mikrobiyotasında ve bal arılarında doğal olarak bulunur ve bu türler yoğurt, asidophilus sütü, bioyoğurt, biogarde, bifighurt, yakult ve miru-miru gibi fermente süt ürünlerinin üretiminde kullanılırlar.
- Bu tip ürünlerin üretiminde kullanılan türler *B.bifidum*, *B.longum* ve *B.infantis* ve *B.breve*'dir. *Bifidobacterium* cinsi bakterilerin gelişebildikleri optimum sıcaklık aralığı 37-41°C dir.

FERMENTE SÜT ÜRÜNLERİ

- Bütün *Bifidobacterium* türleri glikoz, galaktoz ve fruktozu fermente ederler ve CO₂ üretmezler ve bu türlerle üretilen fermente süt ürünleri karbonhidrat metabolizması sonucu laktik aside ilaveten asetik asit üretimi nedeniyle sirke tadına benzer bir lezzete sahiptirler.
- Bu tat özellikle *B.longum* ve *B.infantis* türleri tarafından oluşturulmaktadır.

FERMENTE SÜT ÜRÜNLERİ

- *Propionibacterium* cinsi içinde yer alan ve süt sanayiinde kullanılan en önemli tür *P.freudenreichii*'dir ve bu tür İsviçre peynirlerinin (Emmental ve Gruyere) üretiminde yaygın şekilde kullanılmakta, olgunlaşma sırasında gaz üretimi nedeniyle büyük gözeneklerin oluşumuna neden olmaktadır.

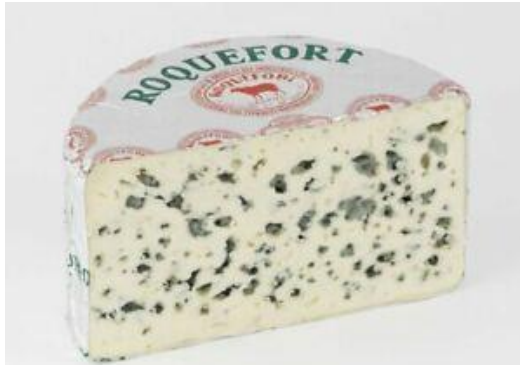


FERMENTE SÜT ÜRÜNLERİ

- Küf kültürleri ise genellikle peynir sanayiinde yarı-sert peynir çeşitlerinin üretiminde starter kültür olarak kullanılmaktadır. Peynir üretiminde kullanılan küf kültürlerinin en önemli işlevi peynire kendine özgü bir tat ve aroma kazandırmak ve pıhtı tekstürünü oluşturmaktır.
- Peynir sanayiinde kullanılan küf kültürleri renk ve gelişme karakteristiklerine bağlı olarak beyaz ve mavi küfler olmak üzere iki önemli gruba ayrılmaktadır.

FERMENTE SÜT ÜRÜNLERİ

- *Penicillium camemberti* yüzeyde gelişen bir türdür ve Camembert ve Brie peynirlerinin üretiminde kullanılmaktadır. Eski kaynaklarda sözü edilen *P.caseicolum*, *P.caseicola*, *P.candidum* ve *P. album* gibi *Penicillium* türleri artık son kaynaklarda , *P.camemberti* nin biyotipleri olarak kabul edilmektedir.
- Mavi küf olarak bilinen *P.roqueforti* ise mavi peynirler olarak adlandırılan Rokfor (Roquefort), Blue, Stilton, Danish Blue, Gorgonzola ve Mycella, Gammelost gibi peynirlerin iç kısımlarında gelişir. Bu küfün eskiden farklı isimlerle anılan biyotipleri ise *P.gorgonzolae* ve *P.stilton'*dır.



FERMENTE SÜT ÜRÜNLERİ

- Sınırlı da olsa dünyanın belirli bölgelerinde bazı geleneksel fermente ürünlerin üretiminde kullanılan diğer küf cinsleri Norveç'te olgunlaştırılmış yağsız süttten üretilen bir çeşit peynir üretiminde kullanılan *Mucor rasmusen* ve Japonya'da soya sütünden üretilen peynir çeşitlerinde kullanılan *Aspergillus oryzae* olarak sıralanabilir.
- Bunlara ilaveten Finlandiya'da üretilen bir süt ürünü Viili'nin üretiminde ise *Geotrichum candidum* kullanılmaktadır.

FERMENTE SÜT ÜRÜNLERİ

- Mayalar da laktik asit bakterilerinin yanısıra süt ürünlerinde laktik asit /alkol fermentasyonunun gerçekleştirilmesi amacıyla kullanılmaktadır. Özellikle kefir ve kımızda gözlenen fermentasyon tipi buna bir örnektir.
- Kefir üretiminde kefir granülleri kültür olarak kullanılır ve buradaki starter kültürler *Candida kefir* ve *Lactobacillus kefir*'dir. (*Candida kefir* veya *Kluyveromyces marxianus* yaygın maya).
- Buna ilaveten kefirin yoğurt kültürü, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactococcus lactis* ssp. *lactis*, *Leuconostoc* spp. ve *Saccharomyces cerevisiae* gibi kültürlerle de üretilebildiği bildirilmiştir.
- Kımız kültüründe LAB yanında *Torulopsis* türleri ve *Kluyveromyces marxianus* subsp. *lactis* bulunduğu bildirilmiştir.

PEYNİR

- Peynir fermente süt ürünlerinin çoğunda olduğu gibi laktik asit fermentasyonu ile üretilen bir üründür. Peynir üretimi genelde iki önemli aşamada gerçekleştirilir:
 1. Sütün laktik starter kültürlerle inokülasyonu: Bu aşamada kullanılan starter kültürler tarafından laktik asit üretilir ve süt proteini kazein, rennin enzimi ile koagüle edilir.
 - Peynir üretiminde genellikle *Streptococcus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc* ve *Lactobacillus* gibi laktik asit bakterilerinin değişik türleri kullanılmakla beraber, kullanılan starter kültürler pıhtıya uygulanan ısı işleme göre değişiklik göstermektedir.
 - Pişirilen pıhtılarda genellikle daha yüksek sıcaklıklara dayanıklı *Streptococcus thermophilus* yalnız başına starter kültür olarak kullanılırken, orta derecede ısı işleme tabi tutulan peynirlerin üretiminde *S.thermophilus* ve *Lactobacillus lactis* birlikte kullanılabilir.

PEYNİR

2. Peynir üretiminin ikinci aşamasında pıhtı süzülür, preslenir ve tuzlama işlemine tabi tutulur.
- Olgunlaştırılarak üretilen peynirlerde pıhtı belirli şartlar altında olgunlaşmaya terk edilir.
 - Dünyada mevcut 800'ün üzerindeki peynir çeşidinin hepsinde de ilk aşama pıhtı üretimidir ancak daha sonra peynire uygulanan ısıtma, presleme, tuzlama ve olgunlaştırma gibi işlemler peynir çeşidine göre farklılık göstermektedir.
 - Olgunlaşmış peynirlerin çoğu laktik asit bakterilerine ilaveten bazı bakteri ve küflerin metabolik aktivitesi sonucu olgunlaştırılırlar. Bu mikroorganizmalar üründe karakteristik özelliklerin oluşumuna katkıda bulunan sekonder mikrobiyota olarak adlandırılırlar.

Beyaz peynir üretim aşamaları



Tablo. Bazı peynir çeşitlerinin üretiminde kullanılan starter kültürler

<i>Peynir çeşidi</i>	<i>Özellikleri</i>	<i>Kullanılan kültürler</i>
Cottage	Olgunlaşmamış yumuşak	<i>Lactococcus lactis ssp. lactis, Lactococcus lactis ssp. cremoris, Leuconostoc citrovorum</i>
Brie, Camembert gibi peynirler	Olgunlaşmış, yumuşak	<i>Lactococcus lactis ssp. lactis, Lactococcus lactis ssp. cremoris, Lactococcus lactis ssp. diacetylactis, Leuconostoc citrovorum, Penicillium camemberti</i>
Caerphilly	Yarı-yumuşak	<i>Lactococcus lactis ssp. lactis, Lactococcus lactis subsp. cremoris, Lactococcus lactis ssp. diacetylactis Leuconostoc</i>

Tablo. Bazı peynir çeşitlerinin üretiminde kullanılan starter kültürler

Feta	Yarı-yumuşak	<i>Streptococcus thermophilus</i> <i>Lactobacillus bulgaricus</i> <i>Lactobacillus helveticus</i> <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i>
Limburger	Yarı-yumuşak	<i>Lactococcus lactis</i> ssp. <i>lactis</i> , <i>Lactococcus lactis</i> ssp. <i>cremoris</i>
Gouda	Yarı-sert	<i>Lactococcus lactis</i> ssp. <i>lactis</i> , <i>Lactococcus lactis</i> ssp. <i>diacetylactis</i> , <i>Leuconostoc</i>
Cheddar	Sert	<i>Lactococcus lactis</i> ssp. <i>lactis</i> , <i>Lactococcus lactis</i> ssp. <i>cremoris</i> , <i>Leuconostoc</i> spp.
Emmen tal	Sert, gözenekli	<i>Streptococcus thermophilus</i> , <i>Lactobacillus helveticus</i> <i>Lactobacillus lactis</i> , <i>Lactobacillus bulgaricus</i> , <i>Propionibacterium shermanii</i>
Parmesan	Çok sert	<i>Lactococcus lactis</i> ssp. <i>lactis</i> , <i>Lactococcus lactis</i> ssp. <i>cremoris</i> , <i>Lactobacillus bulgaricus</i> , <i>Streptococcus thermophilus</i>
Swiss	Olgunlaşmış, sert, gözenekli	<i>Streptococcus thermophilus</i> , <i>Lactobacillus helveticus</i> , <i>Lactobacillus bulgaricus</i> , <i>Propionibacterium shermanii</i>

Tablo. Bazı peynir çeşitlerinin üretiminde kullanılan starter kültürler

Roquefort tipi küflü peynirler (Gorgonzola, Stilton, Dan isli Blue)	Yarı-sert, olgunlaşmış	<i>Lactococcus lactis</i> ssp. <i>lactis</i>, <i>Lactococcus lactis</i> ssp. <i>diacetylactis</i>, <i>Lactococcus lactis</i> ssp. <i>cremoris</i>, <i>Leuconostoc</i> spp., <i>Penicillium roqueforti</i>
Mozzarella	Olgunlaşmamış yumuşak	<i>Lactococcus lactis</i> ssp. <i>lactis</i>, <i>Streptococcus thermophilus</i>, veya <i>Enterococcus faecalis</i> ve <i>Lactobacillus bulgaricus</i>
Provolone	Olgunlaşmış, sert, gözeneksiz	<i>Lactococcus lactis</i> ssp. <i>lactis</i>, <i>Streptococcus thermophilus</i>, veya <i>Enterococcus faecalis</i> ve <i>Lactobacillus bulgaricus</i>

PEYNİR

- Yarı-yumuşak ve yarı-sert peynirler arasında ise kurumadde açısından bir farklılık mevcuttur. Yarı-yumuşak peynirlerde %47-50 oranında kurumadde mevcutken, yarı-sert peynirlerde ise kurumadde oranı %53-55'e yükselmektedir.
- Taze peynir pıhtısında 5,0-5,2 arasında değişen pH patojenlerin ve bozulmaya neden olan mikroorganizmaların gelişmesini engellemekte ve ürünü bu mikroorganizmalardan korumaktadır.
- Bazı LAB az da olsa tat ve aroma maddeleri üretirler, proteolitik ve lipolitik aktiviteleri ise peynirin olgunlaşmasında yardımcı olur. Buna ilaveten laktik asit bakterilerinin gelişmesi Cheddar peynirinin aromasını oluşturan metantiol gibi sülfür bileşiklerinin indirgenmesi için gerekli olan oksidasyon-redüksiyon potansiyelini düşürür.

PEYNİR

- Geleneksel usulle peynir üretimi süte çevreden bulaşan LABnin fermentasyonu sonucu gerçekleştirilir.
- Günümüzde artık süt endüstrisinde çok büyük hacimlerde süt hızlı ve kontrollü fermentasyon yöntemleriyle peynire işlenmektedir.
- Fermentasyonun kontrollü bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için bulaşan LAB pastörizasyonla öldürülerek, peynir fermentasyonunda rol oynayan LAB inoküle edilmektedir.

PEYNİR

- Böylece kontrollü şartlar altında, başarılı bir fermentasyonla peynir pıhtısı oluşumu sırasında arzu edilen düzeylerde asit üretilirken tat ve aroma bileşikleri de oluşmaktadır.
- Starter kültürle fermentasyonun sanayide yaygın şekilde kullanılması standart kalitede ürünlerin üretimine imkan tanımaktadır.

PEYNİR

- Süt sanayiinde fermente ürünlerin üretiminde genellikle *Streptococcus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc* ve *Lactobacillus* türleri starter kültür olarak kullanılmaktadır.
- Bunlarda peynir üretiminde en yaygın şekilde kullanılan türler *Lactococcus lactis* ssp. *diacetylactis*, *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* *Lactococcus lactis* ssp. *cremoris* ve *Streptococcus thermophilus*'tur.

PEYNİR

- Bunlar homofermentatif ve glikoz fermentasyonu sonucu laktik asit üretirler.
- Bazı peynir çeşitlerinde kullanılan *Leuconostoc* türleri ise heterofermentatif ve fermentasyon sonucunda laktik asit, karbondioksit, tat ve aroma bileşikleri üretmektedirler.

PEYNİR

- *Lactobacillus* cinsi içinde de özellikle homofermentatif *L.lactis*, *L.bulgaricus*, *L.helveticus* ve *L.casei* türleri peynir üretiminde kullanılmaktadır.
- Peynir üretiminde kullanılacak starter kültürlerin seçiminde kültürün çalışılan sıcaklıkta istenen düzeyde asitliği, tat ve aroma maddelerini üretebilecek ve arzu edilen tekstürel özelliklere sahip pıhtıyı oluşturabilecek özelliklere sahip olmasına özen gösterilmektedir.

PEYNİR

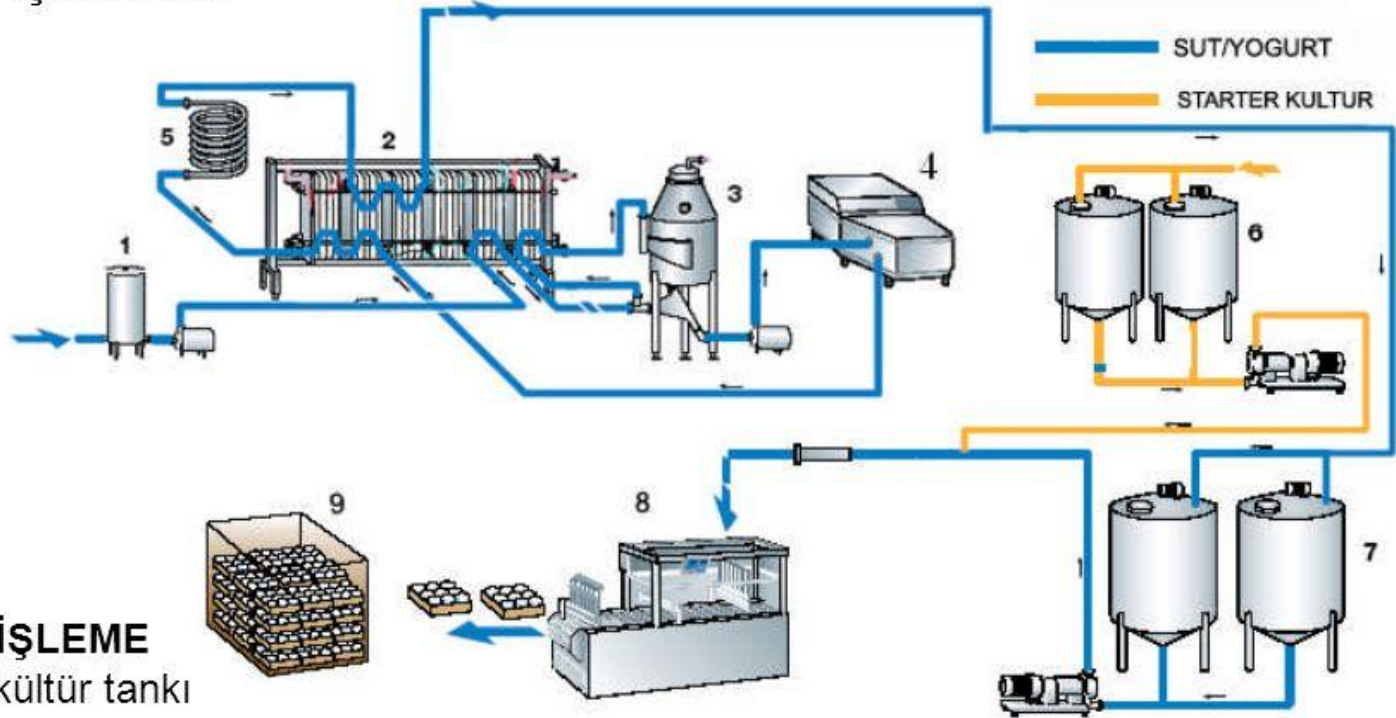
- Olgunlaştırılmış peynirler LAB ile fermente edilmekte, daha sonra hem bu bakteriler hem de diğer mikroorganizmalar tarafından olgunlaştırılmaktadır.
- Bu tip peynirlerde fermentasyonun ilk aşamasında *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* kazeinin koagülasyonu için belirli düzeyde asit üretmekte ve bu mikroorganizmaya *Lactobacillus casei* gibi diğer laktik asit bakterileri de eşlik etmektedir.
- Fermentasyon ilerledikçe *Lactobacillus casei* dominant hale geçmekte çevre şartlarına göre *Lactobacillus bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus* gibi diğer laktik asit bakterileri de mikrobiyotada yer almaktadır.

YOĞURT

- Yoğurt *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus bulgaricus*'un bire bir oranında karışık kültürüyle üretilen bir fermente süt ürünüdür.
- Yoğurt üretiminde fermentasyonda rol oynayan bu iki bakteri birbirleri üzerinde gelişmeyi destekleyici sinerjistik etkiye sahiptirler.
- Bu nedenle her iki mikroorganizma bir arada geliştirildiklerinde yalnız başlarına ürettikleri laktik asit ve aroma maddelerinden daha fazlasını üretmektedirler.

Set tipi yoğurt üretim akım şeması

1-5: ÖN İŞLEMLER



YOĞURT İŞLEME

6: Starter kültür tankı

7: Tamponlamatankı

8: Ambalajlama

9: İnkübasyon

YOĞURT

- Sinerjistik ilişki içindeki bu mikroorganizmalardan *Streptococcus*'lar fermentasyonun başlangıcında *Lactobacillus*'lara kıyasla daha hızlı gelişerek asitliği düşürürler.
- *Lactobacillus*'lar proteolitik aktiviteye sahiptir, süt proteininden **valin**, **histidin** ve **glisin** gibi aminoasitleri açığa çıkarırlar.
- Sütte peptidlerin ve serbest aminoasitlerin düşük düzeyde bulunması nedeniyle iyi gelişemeyen *Streptococcus*, *Lactobacillus* tarafından üretilen bu aminoasitleri kullanırlar.
- Buna karşılık *Streptococcus*'lar tarafından üretilen **format**, **pirüvat** ve **karbondioksit** ise *Lactobacillus* cinsi bakterilerin gelişmesini stimüle eder.

YOĞURT

- Yoğurt üretiminde kullanılan kültürlerin fonksiyonları aşağıdaki şekilde özetlenebilir:
 - Yoğurt üretiminde kullanılan bu mikroorganizmalar laktozdan laktik asit üreterek sütün pH'sını 6,3-6,5'den fermentasyon süresi sonunda 4,6'nın altına düşürmektedirler.
 - Yoğurda özgü karakteristik bir tat ve aroma üretirler.
 - Sert bir yoğurt pıhtısı oluşturarak son ürüne bir stabilite ve viskozite kazandırırılar.

YOĞURT

- Yoğurtta kullanılan starter kültürler tarafından üretilen en önemli aroma maddesi **asetaldehit**tir. Ancak asetaldehiti bu iki mikroorganizmadan hangisinin ürettiği kesin bir açıklık kazanmamıştır.
- Karakteristik tat ve aromaya sahip bir yoğurtta **23-41 mg/kg** düzeyinde asetaldehit bulunmalıdır.
- Tipik yoğurt aromasının oluşumunu destekleyen diğer bir madde **diasetildir**. Yoğurttaki miktarı yaklaşık 0,5 mg/kg dır.
- Bunların dışında yoğurtta az miktarlarda asetoin, asetik, formik, kaproik, kaprilik, kaprik, bütirik, propiyonik ve izovalerik asit gibi asitler ve uçucu yağ asitleri oluşmakta, bu maddeler de tipik yoğurt tat ve aromasını etkilemektedir.

YOĞURT

- Yoğurt fermentasyon sonrası pH'nın 3,8-4,2 civarına düşmesi nedeniyle patojen mikroorganizmalar için uygun bir ortam değildir. Bu nedenle yoğurttan kaynaklanan gıda zehirlenmesi vakalarına genellikle rastlanmamaktadır.
- Yoğurt üretiminde su oranı %25 oranında azaltılan süte %5 oranında süt tozu veya koyulaştırılmış süt ilave edil(ebi)ir.
- Daha sonra koyulaştırılmış süt 82-93°C'de 30-60 dakikalık bir ısı işleme tabi tutularak 45°C'ye soğutulur.
- Pastörize edilmiş süte %2 oranında starter kültür ilave edilerek 42-45°C'de 3-5 saat inkübasyona bırakılır ve inkübasyon süresi sonunda 5°C'ye soğutulur.
- Fermentasyon boyunca B vitaminleri metabolize edilir ve folik asit üretilir.

YOĞURT

- Fermentasyonunu tamamlamış bir yoğurtta titre edilebilir asitlik değeri toplumların damak alışkanlığına göre farklılık göstermekle birlikte bu değerler çoğunlukla %0,9-1,2 arasında değişmektedir.
- Ancak son üründe bu asitlik değerini elde edebilmek için titre edilebilir asitlik değeri %0,65-0,70 civarındayken fermentasyona son verilmelidir.

YOĞURT

- Titre edilebilir asitlik değeri fermentasyonun çok uzaması durumunda maksimum %4 düzeyine kadar çıkabilmekte bu durumda da *Lactobacillus* sayısının *Streptococcus* sayısına kıyasla çok daha yüksek düzeylere ulaştığı görülmektedir.
- Hijyenik şartlarda sağlıklı bir fermentasyonla üretilen yoğurt 5°C'de 1-2 haftalık bir raf ömrüne sahiptir

YOĞURT

- Yine klasik yoğurda benzeyen acidophilus ve bifidus ürünleri de son yıllarda tüketimi artan ürünlerdir. Bu tip ürünlerde kullanılan starter kültürler *Lactobacillus acidophilus* veya *Bifidobacterium* insan bağırsağında canlılığını koruyan ve çoğalabilen bakterilerdir.
- Bu bakterilerle üretilen asidofilus ve bifidus ürünlerinin bağırsak enfeksiyonlarını azaltmaları, antikarsinojenik aktiviteleri, laktoz kullanımını artırmaları, serum kolesterol düzeyini kontrol altında tutmaları nedeniyle sağlığa yararlı oldukları bilinmektedir.
- Tabloda *Lactobacillus acidophilus* ve *Bifidobacterium* türleri ile üretilen yoğurt tipi fermente ürünlerin üretiminde kullanılan kültürler yer almaktadır.

Tablo. *Lactobacillus acidophilus* ve *Bifidobacterium* türleri ile üretilen yoğurt tipi fermente süt ürünleri ve bu ürünlerin üretiminde kullanılan starter kültürler

Ürün	Mikroorganizma
Bifighurt	<i>Bifidobacterium bifidum</i> ve <i>Streptococcus thermophilus</i>
Biogarde	<i>Bifidobacterium bifidum</i> , <i>Lactobacillus acidophilus</i> , <i>Streptococcus thermophilus</i>
Bifidus yoğurdu	<i>Bifidobacterium bifidum</i> veya <i>Bifidobacterium longum</i> , <i>Streptococcus thermophilus</i> , <i>Lactobacillus bulgaricus</i>
Proghurt	<i>Lactococcus lactis</i> ssp. <i>lactis</i> , <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> , <i>Lactobacillus acidophilus</i> ve/veya <i>Bifidobacterium bifidum</i>
Acidophilus yoğurdu	<i>Lactobacillus acidophilus</i> , <i>Lactobacillus bulgaricus</i> , <i>Streptococcus thermophilus</i>
Biogurt	<i>Lactobacillus acidophilus</i> , <i>Streptococcus thermophilus</i>

TEREYAĞI, YAYIKALTI VE EKŞİ KREMA

- Tereyağı, yayıkaltı ve ekşi krema gibi süt ürünleri pastörize edilmiş süt veya kremanın laktik starter kültürlerle istenen düzeyde asitlik oluşuncaya kadar fermentasyona bırakılmasıyla üretilir.
- Tereyağı üretiminde krema %30-33 yağlı olarak standardize edilir ve pastörize edilir. Daha sonra krema 16-21°C'ye soğutularak %4 oranında karışık kültür inoküle edilir.
- Tereyağı üretiminde asit üreten *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* ve/veya *Lactococcus lactis* ssp. *cremoris* kültürleri, tat ve aroma üreten türler olarak da *Leuconostoc mesenteroides* ssp. *cremoris* ve/veya *Leuconostoc dextranicum* ve *Lactococcus lactis* ssp. *diacetylactis* kullanılmaktadır.

TEREYAĞI, YAYIKALTI VE EKŞİ KREMA

- Olgunlaşma sıcaklığı genellikle mevsime bağımlı olarak değişmektedir (Yaz aylarında 16-18°C, kış aylarında 19-21°C).
- Yayıkaltı ve ekşi krema üretiminde *Lactococcus lactis* ssp. *cremoris* veya *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* gelişerek asitliği laktik asit cinsinden %0,7-%0,9 düzeyine düşürür, pH bu durumda 5,2'nin altına iner daha sonra ise *Leuconostoc mesenteroides* ssp. *cremoris* ve *Lactococcus lactis* ssp. *diacetylactis* tarafından diasetil ve yayıkaltının karakteristik lezzet maddeleri üretilir.

KEFİR

- Kefir; Doğu Avrupa, Batı Asya, Güney Rusya, Türkiye ve Balkanlarda üretilen bir süt ürünüdür.
- İlk üretilen kefirler geleneksel olarak genellikle kısırak sütünden üretilmekle beraber günümüzde inek sütünden de üretim yapılmaktadır.
- Kefiri diğer fermente süt ürünlerinden ayıran en önemli özellik bu üründe laktik asit ve alkol fermentasyonunun bir arada meydana gelmesidir.

KEFİR

- Kefir fermentasyonunda bir yandan laktik asit bakterileri laktik asit üretirken, diğer taraftan mayalar %0,5-%1 oranında alkol ve bunun yanında karbondioksit üretmekte, üretilen bu karbondioksit de fermentasyonun ağzı kapalı bir kapta yürütülmesi durumunda ürünün köpürmesine neden olmaktadır.
- Bu nedenle kefir alkollü ve köpürme özelliğine sahip bir süt içkisi olarak da değerlendirilir.
- TKG Fermente Süt Ürünleri Tebliğine göre kefirde alkol bulunmasına izin verilmemektedir. Dolayısıyla kefir üreticileri üründe alkol oluşumunu engellemek için önlem almaktadırlar.

KEFİR

- Geleneksel kefir üretiminde değişik mikroorganizmalar içeren kefir taneleri kullanılır.
- Kefir taneleri süte ilave edilerek 21-27°C arasındaki sıcaklıklarda 24 saat gibi bir süre sütü pıhtılaştırana kadar inkübe edilirler.
- Kefir taneleri süte ilave edildiğinde sütün dip kısmına çökerler ancak fermentasyon ilerledikçe üretilen gazla birlikte yüzeye doğru çıkarlar.



KEFİR

- Fermentasyon tamamlandıktan sonra kefirin laktik asit konsantrasyonu %0,9-1,1; alkol konsantrasyonu ise %0,5-1 düzeyine ulaşmaktadır.
- Kefir tanelerinin karışık bir mikrobiyotaya sahiptir. Ticari ürünlerde kefir kültürü olarak genellikle *Lactococcus lactis* ssp. *lactis*, *Lactococcus lactis* ssp. *cremoris* ve laktozu fermente eden mayalar karışık kültür olarak kullanılmaktadır.

KEFİR

- Kefir üretiminde (laktik asit, alkol ve CO₂ üreten) değişik cins LAB ve maya kombinasyonları kullanılabilmektedir.
- Kefir mikrobiyotasında *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus brevis*, *Lactococcus lactis* ssp. *lactis*, *Lactococcus lactis* ssp. *diacetylactis* gibi laktik asit bakterilerine, laktozu fermente eden mayalardan da *Candida pseudotropicalis* (C.kefir veya *Torula kefir*), veya *Kluyveromyces marxianus* izole edilmiştir.

KEFİR

- Alman tipi kefir üretiminde *Lactococcus lactis* ssp. *lactis*, *Lactococcus lactis* ssp. *diacetylactis*, *Lactococcus lactis* ssp. *cremoris*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus brevis* ve *Lactobacillus lactis* kültürlerini içeren karışık kültürler kullanılmaktadır.

KIMIZ

- Kımız, kısırak sütünden üretilmesinin dışında diğer özellikleri açısından kefirle benzerlik göstermektedir.
- Kımız da kefir gibi maya ve laktik asit bakterilerinin fermentasyonunun bir arada gerçekleştirilmesi ile üretilen köpüklü bir fermente içecektir.
- Ancak kımız kültürü kefirde olduğu gibi tipik granüller oluşturmaz ve kımız fermentasyonu sonucu asit konsantrasyonu %1,4'e, alkol konsantrasyonu %2-2,5'lara, karbondioksit konsantrasyonu ise %0,5-0,88 düzeylerine kadar ulaşmaktadır.

KIMIZ

- Genellikle kımız üretiminde kullanılacak kültür 37°C de 7 saat inkübe edilen *Lactobacillus bulgaricus* (1 kısım) ile 30°C de 15 saat inkübe edilen *Torula* spp. kültürünün (2 kısım) karıştırılması ile hazırlanır.
- Ancak kımız mikroflorası değişkendir. Bu ürünün fermentasyonunda *Lactobacillus bulgaricus* ve *Lactobacillus acidophilus* gibi laktik asit bakterilerinin yanında *Torula koumiss* ve *Saccharomyces lactis* gibi laktozu fermente eden mayalardan oluşan karışık kültürler kullanılmaktadır.

KIMIZ

- 1982 yılında kımız üretiminde yeni bir teknoloji geliştirilerek *Lactococcus lactis*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Saccharomyces lactis* (kımız mayası) ve spesifik aroma gelişimi için *Acetobacter aceti* (%0,02 oranında) gibi starter kültürler kullanılmış ve kımızın raf ömrü uzatılmaya çalışılmıştır.



FERMENTE ET ÜRÜNLERİ

SUCUK

- Etin fermente edilerek muhafazası çok eski tarihlerden beri uygulanan işleme yöntemlerinden birisidir.
- Etin kürlleme tuzu ile karıştırılarak fermente edilmesi ve kurutulması mikrobiyolojik açıdan güvenilir bir ürün üretimini sağlamaktadır.
- Kürlleme ve fermentasyon prensipleri aynı olmakla beraber kullanılan et, tuz, kürlleme tuzu ve baharat oranları farklı çok fazla sayıda değişik fermente et ürünü üretilmektedir.

FERMENTE ET ÜRÜNLERİ

SUCUK

- Genellikle sucuklar ihtiva ettikleri nem oranına göre kuru ve yarı-kuru sucuklar olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır.
- Kuru sucuklarda %35 ve daha düşük oranlarda nem, yarı-kuru sucuklarda ise yaklaşık %50 oranlarında nem bulunur.
- Tütsüleme ve ısıl işlem uygulanmayan italyan tipi kuru sucuklarda %30-40 düzeyinde nem bulunur ve genellikle pişirilmeden tüketilmektedir.

SUCUK

- Sucuk üretiminde tuz, kürlleme tuzu (şeker, nitrat ve/veya nitrit) ve baharatlar kıymaya ilave edilerek karıştırıldıktan sonra kılıflara doldurulur.
- Kullanılan starter kültüre bağlı olarak fermentasyon sıcaklığı 15 ile 40°C, fermentasyon süresi ise 20 ile 60 saat arasında değişmektedir.
- Kürlleme tuzu glikoz, renk stabilizasyonu ve mikrobiyal güvenilirliği sağlamak amacıyla kullanılan nitrat ve/veya nitrit içeren bir karışımdır.

SUCUK

- Sucuk karışımına nitrat ilave edilmesi durumunda nitrat *Micrococcus varians*, *Staphylococcus carnosus* ve bazı LAB tarafından nitrite indirgenmektedir.
- Ancak et ürününe nitrit ilave edilmesi durumunda bu mikroorganizmalara ihtiyaç kalmamaktadır.
- Sucuk üretiminde en önemli noktalardan birisi üründe ekşimsi bir tat oluşturmada arzu edilen düzeyde asit, tat ve aroma maddelerinin üretimini sağlamaktır.

SUCUK

- Sucuk üretiminde kullanılan ticari starter kültürler *Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus acidilactici* ve *P.pentosaceus* gibi laktik asit bakterilerini içermektedir.
- Sucuk karışımına nitrat ilave edilmesi durumunda nitrat *Micrococcus varians*, *Staphylococcus carnosus* ve bazı LAB tarafından nitrite indirgenmektedir.
- Ancak et ürününe nitrit ilave edilmesi durumunda bu mikroorganizmalara ihtiyaç kalmamaktadır.

SUCUK

- Fransız sucuğunda *Lactobacillus sake*, *Pediococcus pentosaceus*, *P.acidilactici* gibi laktik asit bakterileri, *Staphylococcus carnosus*, *S.warneri* ve *S.saprophyticus* gibi *Staphylococcus* türleri kullanılmaktadır.
- Sucuk fermentasyonunun başlangıcında *Lactobacillus plantarum* gibi homofermentatif laktik asit bakterileri hızla gelişmekte ve bu mikroorganizmaların fermentasyonun ilk 6 günü içinde pH ve oksidasyon-redüksiyon potansiyelinde meydana getirdikleri değişimlerin bir sonucu olarak daha sonra *Lactobacillus brevis* ve *Lactobacillus buchneri* gibi heterofermentatif laktik asit bakterileri baskın duruma geçmektedir.
- Fermentasyon sırasında ürünün pH'sı 5,8-5,9 düzeylerinden 5,2'nin altına inmektedir.

BİTKİSEL ORJİNLI FERMENTE GIDALAR

SUSUZ LAHANA TURŞUSU (SAUERKRAUT)

- Susuz lahana turşusu (sauerkraut) lahana yapraklarının doğal mikrobiyotasında bulunan laktik asit bakterileri tarafından üretilen bir üründür.
- Üretimde kullanılacak tuz miktarı sağlıklı bir fermentasyonun gerçekleşebilmesi açısından en kritik faktörlerden birini oluşturmaktadır.
- Susuz lahana turşusu üretiminde kullanılacak tuz konsantrasyonunun %2 ile %3 arasında olması gerektiği bildirilmektedir.

SUSUZ LAHANA TURŞUSU (SAUERKRAUT)

- Düşük tuz konsantrasyonu (<%2) üründe yumuşamaya, yüksek tuz konsantrasyonu (>%3) ise fermentasyonda rol oynayan mikroorganizmaların gelişmesi açısından olumsuzluğa neden olmaktadır.
- Bu nedenle kullanılacak tuz miktarı %2,25-2,50 düzeyinde olmalıdır. Lahana turşusunda tuz değişik amaçlarla kullanılmaktadır:

SUSUZ LAHANA TURŞUSU (SAUERKRAUT)

- Lahanaadaki suyu ozmoz yoluyla ekstrakte eder
- Lahana *Pseudomonas* gibi normal florada mevcut, bozulmaya neden olan bakterileri inhibe ederek ortamda mevcut LAB'nin baskın duruma geçmesini sağlar.
- Lahananın yapısındaki suyu çekerek fiziksel şeklinin korunmasını sağlar ve yumuşamaya neden olan endojen pektolitik enzimleri inhibe eder.
- Lahana turşusuna kendine özgü bir tat ve aroma kazandırır.
- *Leu.mesenteroides* fermentasyonun başında aktiftir. Bu mikroorganizma heterofermentatif olması nedeniyle CO₂ üretir, üretilen bu CO₂ ortamdaki hava kabarcıklarının yerini alır ve üründe C vitamini oksidasyonunu ve renk kaybını engelleyen anaerobik bir ortam oluşur.

SUSUZ LAHANA TURŞUSU (SAUERKRAUT)

- Asitlik %0,7-1 oranına ulaştığında pH düşüşü sonucu *Leuconostoc* inhibe edilir ve daha yüksek oranda aside toleranslı homofermentatif *Lactobacillus plantarum* gelişmeye başlar.
- Bu mikroorganizma tarafından da asit üretimi devam eder ve lahana turşusunun pH'sı 3,8 civarında sabitleşir.
- Fermentasyonun son aşamasında *L. plantarum* ve *Lactobacillus brevis* gelişir. Bu mikroorganizmalara ilaveten *Pediococcus cerevisiae* ve *Enterococcus faecalis* de susuz lahana turşusunun karakteristik özelliklerinin oluşumuna katkıda bulunurlar.
- 4-8 haftalık fermentasyon süresinin sonunda ürünün laktik asit cinsinden toplam asitliği %1,7-2,3 arasında değişmektedir.

SALATALIK TURŞUSU

- Salatalık turşusu fermentasyonu yüksek ve düşük tuz konsantrasyonunda olmak üzere iki şekilde gerçekleştirilebilir.
- Yüksek tuz konsantrasyonunda birinci yöntemde %8'lik tuzlu su hazırlanarak 100 kg salatalık için 9 kg tuz ilave edilir.
- Turşu bu şekilde kurulduktan sonra tuz konsantrasyonu %15,9'a ulaşıncaya kadar haftada %0,7-0,8 oranında tuz miktarı artırılır. Bu yöntemde fermentasyon hızlı gerçekleşmektedir.

SALATALIK TURŞUSU

- Düşük tuz konsantrasyonunda üretilen salatalık turşusunda ise fermentasyon %5 tuzlu suda (20° salometre) 1-2 haftada gerçekleştirilir.
- Bu tip salatalık turşusunda tuz son üründe %3 düzeyindedir bu nedenle pastörize edilerek, soğukta muhafaza edilirler.
- Tuz oranının düşük olması nedeniyle bu üründe yumuşamaya fazlaca rastlanması bazı işletmelerin daha yüksek oranda tuz kullanmalarına neden olmaktadır.

SALATALIK TURŞUSU

- Salatalıklar lahanaya kıyasla daha az şeker içerirler ve salatalık fermentasyonu lahana fermentasyonuna kıyasla daha karmaşıktır.
- Salatalık çiçeklerinde pektolitik enzimler mevcuttur ve daha sonra meydana gelebilecek bir yumuşamanın önlenebilmesi amacıyla salatalık turşusu üretiminde kullanılacak salatalıkların çiçeksiz olması tercih edilmelidir.
- Fermentasyon turşu kurulduktan 3-7 gün sonra başlar ve 4-9 hafta sürer. En uygun fermentasyon sıcaklığı 19-20°C'dir.

SALATALIK TURŞUSU

- Salatalık turşusunda genellikle *Lactobacillus brevis*, *Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus pentosaceus*, *P.cerevisiae* türlerine rastlanmaktadır.
- *P.cerevisiae* ve *L.brevis*, *L.plantarum*'a kıyasla tuza daha az dayanıklı mikroorganizmalardır.
- Bu nedenle *P.cerevisiae* ve *L.brevis*'e yüksek oranda tuz içeren turşularda pek fazla rastlanmamaktadır.

SALATALIK TURŞUSU

- Tuzlu salamurada salatalık üretiminde bazen yumuşamış, şişmiş, yüzen salatalıklar ve kötü kokulu bozulma gibi bazı problemler ortaya çıkabilmektedir.
- Şişmiş, yüzen salatalık problemine mikroorganizmaların salatalığın iç kısımlarına ulaşması ve üretilen karbondioksitin iç kısımda toplanması ve dışarı atılamaması neden olmaktadır.
- Kontrollü fermentasyon yönteminde salatalık turşusunda gaz oluşumu *L.plantarum* ve *L.brevis* gibi güçlü homofermentatif kültürlerin kullanımıyla engellenebilmektedir.

ZEYTİN

- Zeytin fermentasyonu yavaş bir fermentasyon olması, sodyum hidroksit uygulaması ve üretimde starter kültür kullanılabilmesi gibi farklılıklara rağmen susuz lahana turşusuna benzer bir fermentasyon yöntemidir.
- Zeytin fermentasyonunda rol oynayan en önemli laktik asit bakterileri *Lactobacillus plantarum* ve *Lactobacillus brevis*'tir. *Pediococcus cerevisiae* ve tuza dayanıksız *Leuconostoc mesenteroides* fermentasyonun başlangıcında gelişir.
- Fermentasyon sırasında asitliğin artması ve tuzun kombine etkisi sonucu doğal zeytin mikrobiyotasında başlangıçta baskın durumda bulunan Gram negatif bakteriler zamanla elimine edilir ve bunların yerine LAB ve mayalar baskın duruma geçerler.

ZEYTİN

- İspanyol tipi yeşil zeytin üretiminde olgunlaşmamış zeytinler %1,6-2'lik NaOH çözeltisinde 21-24°C'de bekletilerek zeytine acılık veren glikozid oleuropein hidrolize edilir.
- Bu işlem tamamlandıktan sonra zeytinler birkaç saat su ile yıkanarak salamuraya konur. Salamura suyuna ilave edilecek tuz miktarı zeytinin çeşidine göre değişmektedir.
- Örnek olarak Manzanilla zeytininde başlangıçta % 10-15 tuzlu salamura kullanılmakta ve fermentasyon sırasında salamuranın tuz konsantrasyonu %6-9 arasında değişmektedir.

ZEYTİN

- Zeytinin doğal yapısında bulunan şekerlerin bir kısmı NaOH ile muamele ve yıkama işlemleri ile ortamdan uzaklaşacağı için salamuraya fermente edilebilir şeker de ilave edilmelidir.
- Fermentasyon sıcaklığı 21° ile 27°C arasında değişmekte ve fermentasyon 1-2 ayda tamamlanmaktadır.
- Fermentasyonunu tamamlamış son ürünün asitliği laktik asit cinsinden %0,7-1,0, pH'sı ise 3,8-4,0 civarındadır.

ZEYTİN

- Fermente siyah zeytinle ilgili çalışmalarda *Saccharomyces*, *Hansenula*, *Candida*, *Torulopsis*, *Debaromyces*, *Pichia*, *Kluyveromyces* ve *Cryptococcus* gibi mayaların normal mikrobiyotada yer aldığı belirlenmiştir.
- Eğer tuz konsantrasyonu düşükse (%6-7'nin altındaysa) LAB önem kazanabilmektedir.

ZEYTİN

- Siyah zeytin fermentasyonunda bu şartlarda diğer düşük tuz konsantrasyonunda gerçekleştirilen salatalık ve lahana turşusu fermentasyonlarına kıyasla çok daha düşük oranda asit üretimi söz konusudur ve sonuç ürün pH'sı genellikle 4,5-4,8 düzeylerindedir.
- Toplam asitlik laktik asit cinsinden %0,6 civarındadır ve bu asitlik düzeyi üründe mikrobiyal güvenilirliği sağlamak açısından yeterli olmadığı için genellikle tuz konsantrasyonu depolama sürecinde %10'ların üzerine çıkarılır.

BİTKİSEL ORJİNLI DİĞER FERMENTE ÜRÜNLER

- Turşu ve zeytin dışında genellikle Uzakdoğu ve Asya'ya özgü soya sosu, tempe, miso, ogi, gari, bongkrek ve ontjom gibi değişik bitkisel ürünler kullanılarak üretilen çok fazla sayıda fermente gıda mevcuttur. Burada aşağıda özellikleri kısaca özetlenmiş olan ürünlere değinilmiştir.
- **Soya sosu:** İki aşamalı fermentasyonla üretilen bir soya fasulyesi ürünüdür. Birinci aşamada fermentasyon *Aspergillus oryzae* ve *A.soyae* türleri ile soya fasulyesi veya değişik fasulye karışımları kullanılarak gerçekleştirilir. Fermentasyonun ikinci aşamasında *Zygosaccharomyces rouxii* ve *Lactobacillus delbrueckii* rol oynar.

BİTKİSEL ORJİNLI DİĞER FERMENTE ÜRÜNLER

- **Tempe:** Islatılmış soya fasulyesinin *Rhizopus oligosporus* kültürü ile 31°C'de 24 saat fermentasyona tabi tutulmasıyla üretilen bir soya fasulyesi ürünüdür.
- **Miso:** Koji ile pişirilmiş ve tuzlanmış soya fasulyesinin 4-12 ay süreyle fermentasyona tabi tutulması sonucu üretilir. Beyaz veya tatlı miso sadece 1 hafta, daha yüksek kaliteli ve mame adı verilen miso tipi ise 2 yıl süreyle fermentasyona tabi tutulabilir. Miso ve benzeri ürünlerde starter kültür olarak *Rhizopus oligosporus* veya *Aspergillus oryzae* kullanılır.

BİTKİSEL ORJİNLI DİĞER FERMENTE ÜRÜNLER

- **Ogi:** Ilık suda ıslatılmış mısır tanelerinden üretilen bir üründür. fermentasyonun başlangıcında *Corynebacterium* türleri baskın duruma geçerek maya ve laktik asit bakterilerinin gelişmesi için uygun bir ortam hazırlar. Daha sonra fermentasyonda *S.cerevisiae* ve *L.plantarum* rol oynar.
- **Bogkrek:** Preslenmiş hindistan cevizi kekinin *Rhizopus oligosporus* ile fermentasyonu ile üretilen bir üründür.

BİTKİSEL ORJİNLI DİĞER FERMENTE ÜRÜNLER

- **Gari:** Kasava bitkisinin fermentasyonu ile üretilen bir üründür. Kasava bitkisinin kökleri, bitki çiğ tüketildiğinde zehirleyici etkisi olan siyanojenik glikozid adlı toksik bir madde içermektedir.
- Kasavanın fermentasyonu sonucu toksik glikozid parçalanarak hidrosiyanik asit gaz formunda açığa çıkar.
- Fermentasyonun birinci aşamasında *Corynebacterium manihot* nişastayı fermente ederek pH'yı belirli bir düzeye kadar düşürür. Oluşan bu asidik şartlarda *Geotrichum* türleri gelişerek garinin karakteristik tat ve aromasını oluşturur.

FERMENTE ALKOLLÜ İÇECEKLER

BİRA

- Bira fermentasyonunda gerçekleşen reaksiyon karbonhidratların etanole dönüşümüdür.
- Bira mayası nişasta hidrolizini gerçekleştiren amilaz enzimini üretmediği için bu enzim ortama arpanın çimlendirilmesi sonucu elde edilen malt ile birlikte veya enzim preperatı (mikrobiyal amilaz) olarak ilave edilir.
- Maltlama işlemi arpanın çimlendirilmesi ile gerçekleştirilir ve çimlenme sırasında oluşan α ve β amilaz enzimleri nişastanın mayalar tarafından kullanılabilir şekerlere hidrolizini gerçekleştirir.

BİRA

Bira üretimi şu aşamaları içine alır:

1. Arpanın çimlendirilmesi
2. Maltın öğütülmesi,
3. Maltın mayşelenmesi,
4. Mayşenin süzülmesi,
5. Mayşenin kaynatılması,
6. Mayşenin soğutulması,
7. Mayşenin fermentasyonu,
8. Mayşenin dinlendirilmesi veya ikinci fermentasyon,
9. Süzme, şişeleme, pastörizasyon.

BİRA

- Şıranın şerbetçi otu ile kaynatılması işlemi aşağıdaki amaçları gerçekleştirir.
 - Enzimlerin inaktivasyonu,
 - Şerbetçi otundan bazı antiseptik maddelerin (özellikle gram pozitif bakterilere karşı antimikrobiyal etkiye sahip) şıraya geçişinin sağlanması,
 - Şekerlerin hafif karamelizasyonu,
 - Şerbetçi otundan suda çözünebilir maddelerin ekstraksiyonu,
 - Suda çözünmeyen maddelerin ve koagüle edilebilir proteinlerin çöktürülmesi
 - Sterilizasyon

BİRA

- Bira üretiminde üst (*Saccaromyces cerevisiae*) ve alt (*Saccharomyces carlbergensis*) fermentasyon mayaları değişik bira tiplerinin üretiminde kullanılmaktadır. Bu biralardan ale, weiss birası, porter ve stout gibi biralar üst fermentasyon mayası ile, lager (almanca Lagerung) ve Pilsener gibi biralar ise alt fermentasyon mayası ile üretilen biralardır. Alt fermentasyon mayaları üst fermentasyon mayalarına kıyasla daha düşük fermentasyon sıcaklığında çalışırlar.
- Ayrıca lager mayası (alt fermentasyon mayası) bir disakkarit olan melibiyozu kullanma yeteneğine sahiptir.

ŞARAP

- Şarap genellikle yaş üzümünden üretilerek olgunlaşmaya bırakılan alkollü bir içkidir. Armut, şeftali ve vişne gibi meyvelerden de şarap üretilebilmekte ve bu şaraplara kullanılan meyvenin adı verilmektedir. Bunların dışında Uzakdoğu'da pirinçten (sake), Amerika'da ise elmadan da şarap (cider) üretilebilmektedir.
- Şarap üretiminde hammadde sıkıldıktan sonra elde edilen şıra (sıkılmış meyve suyu) *Saccharomyces ellipsoideus* ile inoküle edilerek 18-30°C'de 3-5 gün fermentasyona bırakılır. Amacına uygun bir şarap mayası %14-18 düzeyinde etanol üretebilmelidir.
- Fermentasyon sonrası soğutma işlemi uygulanarak tartarat kristallerinin üründen uzaklaştırılması sağlanır.

ŞARAP

- Şarapta depolama ve olgunlaşma periyodu sonrası berraklık ve lezzette olumlu değişimler meydana gelir.
- Kırmızı şarapta renk pigmentlerinin ekstraksiyonu söz konusu olmakta ve fermentasyon beyaz şaraba kıyasla daha yüksek sıcaklıklarda gerçekleşmektedir.
- Beyaz şarapta fermentasyon sıcaklığı 18-22°C civarındayken, renk pigmentlerinin ekstrakte edildiği kırmızı şarapta fermentasyon sıcaklığı 25-30°C arasında değişmektedir.

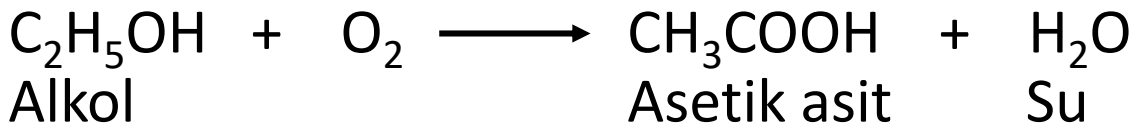
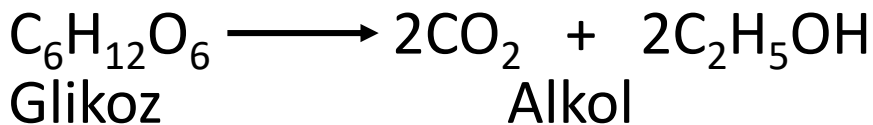
ŞARAP

- Şampanya daha önceden üretilmiş şaraplara şeker, sitrik asit ve starter kültür (şampanya mayası) ilave edildikten sonra ikincil bir fermentasyon uygulanarak üretilen köpüklü bir şaraptır.
- İkincil fermentasyonda şampanya mayası olarak genellikle *Saccharomyces cerevisiae* veya *Saccharomyces bayanus* kullanılmaktadır. Köpüklü şarap üretimi karbondioksit gazı verilerek suni yolla da gerçekleştirilmektedir.
- Ancak köpüklü şarap üretiminde birinci sıralarda yer alan birçok ülkede ikincil bir fermentasyon uygulanarak doğal köpüren şaraplar üretilmektedir.

Diğer Fermente Ürünler

SIRKE

- Sirke iki aşamalı fermentasyon işlemi ile üretilen bir üründür. fermentasyonun birinci aşamasında mayalar anaerobik yolla şekerleri etanole çevirilmekte, ikinci aşamada ise üretilen bu etanol *Acetobacter* ve *Gluconobacter* gibi asetik asit bakterileri tarafından aerobik şartlarda asetik aside okside edilmektedir. Bu reaksiyonlar aşağıda verilmiştir:



SİRKE

- Etil alkolden *Acetobacter* türleri tarafından asetik asit üretimi aerobik (oksidatif) bir olaydır.
- Bu nedenle de sirke üretimi mikrobiyolojik anlamda bir fermentasyon olmamasına karşın pratikte endüstride sirke fermentasyonu olarak adlandırılmaktadır.
- *Acetobacter* sirke üretiminde *Gluconobacter*'e kıyasla çok daha yaygın şekilde kullanılan ve birincil derecede önem taşıyan bir mikroorganizmadır.

SİRKE

- Sirke üretiminde kullanılan yöntemler yavaş yöntem, hızlı yöntem ve daldırma yöntemi olmak üzere başlıca üç kısıma ayrılır.
- Bunların dışında sirke üretiminde değişik kültürler, farklı etanol ve oksijen konsantrasyonlarının kullanılmasının yanında değişik üretim teknikleri uygulanmaktadır.

EKMEK

- Ekmek *Saccharomyces cerevisiae* ve laktik asit bakterilerinin fermentasyonu ile üretilen bir fermente üründür.
- *S.cerevisiae* şekerlerin fermentasyonu sonucu karbondioksit ve alkol üreterek ekmeğin kabarmasını sağlar.
- Ekmeğe maya olarak ilave edilen ve ekşi hamur adı verilen hamur gaz oluşturan mikroorganizmaları, yabancı mayaları, koliform bakterileri, sakkarolitik *Clostridium* türlerini ve heterofermentatif laktik asit bakterilerini içeren daha önce mayalanmış bir hamurdur.

EKMEK

- Ekmek mayasının birincil görevi şekerlerin fermentasyonu sonucu karbondioksit üreterek ekmeğin kabarmasını sağlamaktır.
- Normalde fermentasyon maya hamura karıştırıldığında başlar ve fırın sıcaklığı maya enzimlerini inaktive edene kadar devam eder.
- Ekmeğin fermentasyonunda, dolayısıyla tat ve aromasının oluşumunda bakteriyel fermentasyonun da çok büyük önemi vardır.

EKMEK

- Modern ekmek üretiminde hamurun ekşitilebilmesi için önemli düzeyde, asit üretebilen laktik asit bakterileri hamura inoküle edilir.
- Ekmek tipi değişik fermente ürünlerde *Lactobacillus sanfrancisco*, *L.mesenteroides*, *L.delbrueckii*, *L.fermenti*, *Pediococcus cerevisiae*, *Enterococcus faecalis* gibi değişik tür laktik asit bakterilerinin de faaliyet gösterdiği belirlenmiştir.

EKMEK

- Ekşi hamurdan üretilen değişik tip ekmeklerin üretiminde değişik türde laktik asit bakterileri ve değişik cins ve türde mayalar rol oynamaktadır. Ekşi hamurdan üretilen bir çavdar ekmeğinin üretiminde rol oynayan bakteri ve maya kültürleri Tablo'da verilmiştir.
- Fermentasyon 25°C'de 18-24 saatte gerçekleşir. Fermentasyonda 32-35°C gibi yüksek sıcaklıklar kullanıldığında koliformlar ve bütirik asit bakterileri gibi gaz üreten ve ortamda bulunması arzu edilmeyen mikroorganizmaların gelişmesi desteklenir.

Tablo. Ekşi hamurdan üretilen çavdar ekmeğinde fermentasyonda rol oynayan mikroorganizmalar

Bakteriler	Mayalar
<i>Lactobacillus plantanım, L.brevis, L.casei, L.fermenti, L.pastorianus, L.buchneri, L.delbrueckii, L.leichmannii, L.acidophilus, L.farciminis, L.alimentarius, L.brevis var.lindneri, L.fermentum, L.fructivorans,. Pediococcus acidilactici</i>	<i>Candida krusei Saccharomyces cerevisiae Pichia saitoi Torulopsis holmii</i>