



**Dr. Mücahit KIVRAK<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup> BAÜN Edremit Myo**

**Zeytincilik ve Zeytin İşleme Teknolojisi Programı**



**[kivrak@gmail.com](mailto:kivrak@gmail.com)**

**0505 772 44 46**



# Fermantasyon

## **Mikroflora üzerine etkili faktörler;**

fermente olabilir maddelerin içerik ve konsantrasyonu,

tuz oranı,

pH,

aerob ve anaerobik koşullar,

sıcaklık.

Fermentasyonun normal devam etmesi ve uygun yüksek kaliteli bir son ürün için yukarıda verilen parametrelerin bilinmesi gereklidir.

Modern sofralık zeytin üretiminde saf starter kullanılması başarısızlığı engellemektedir.

Starterin seçimi çeşitli kriterlere;  
homo- ve heterofermentatif olmalarına,  
asit üretmelerine,  
tuz toleranslarına,  
aroma gelişimlerine,  
sıcaklık isteklerine,  
oleuropein parçalamalarına ve  
bakteriyosin üretme kabiliyetlerine bağlıdır.

## Sofralık zeytin üretimi

Sofralık siyah zeytin, acılığın giderilmesi amacıyla genellikle herhangi bir ön işlem yapılmadan salamurada fermentasyona bırakılması ile elde edilmektedir.

Sonuçta kendine özgü tat ve kokuda hafif acılık hissedilen bir ürün elde edilmektedir. Özellikle sofralık siyah zeytin üreticisi olan ülkemizde ve Yunanistan'da izlenen yöntem daha çok bu yöndedir.



Sofralık siyah zeytin hasat edildikten sonra %8-10, bazı işletmelerde % 10-12 oranındaki salamuraya alınır ve spontan fermentasyona bırakılır. Gram-negatif ve laktik asit bakterileri ile mayaların yer aldığı bir mikroflora tarafından fermentasyon başlar.

Sofralık zeytin üretiminde, fermentasyonun koruyucu etkisinin oluşturulması ve organoleptik özelliklerinin belirlenmesi son derece önemlidir. Fermentasyonun etkinliğini belirlemek için en basit kriter, üretilen laktik asit miktarını ölçülmesidir.



Laktik asit bakterileri fermentasyon sürecini belirleyen ve pH 4.5 veya altına düşmesini sağlayan mikroorganizma grubudur. Bu da ürünün depolanma aşamasında mikrobiyel stabilitesini sağlayan bir durumdur.

## **Fermantasyonda laktik asit bakterilerinin önemi**

Normal fermantasyonda hakim flora, laktik asit bakterileri ve mayalardan meydana gelmektedir. Bu grupların oranı son ürün kalitesini belirlemek açısından da çok önemlidir.

Böylece, laktik asit bakterilerinin sayısı arttıkça mayalar azalır ki, laktik asit fermantasyonu ile pH düşer ve doğal fermantasyon arzulanan şekilde sonuçlanır. Tersine mayaların dominant olduğu durumlarda ise zayıf tat ve daha az raf ömrü ile karşılaşılmaktadır.

Laktik asit bakterilerini starter olarak ilave etmek, fermantasyon işlemini başarıya ulaştırmaktadır.

Çoğu durumda starter olarak bir önceki fermantasyonlardan izole edilmiş ve tanısı gerçekleştirilmiş laktik asit bakterileri kullanılmaktadır.



Ayrıca laktik asit bakterileri farklı metabolik aktivite gösterirler, hatta aynı tür içindeki farklı suşlar arasında da bu durum (gelişme oranı, substrat kullanma yetenekleri, antimikrobiyel maddeler) gözlenebilir. Bu farklılıkları aza indirmek için karışık kültür kullanılması önerilmektedir.

Gemlik yöntemi ile siyah zeytin üretimi için spontan fermantasyondan laktik asit bakterilerini izole eden bir araştırmacı, bunları starter olarak kullanmış ve sonuçlarını irdelemiştir. Burada, bu laktik asit bakterilerinin zeytinlerde “Gaz cebi” ve “Zapateria” bozulmasına neden olabilecekleri bildirilmektedir.

Zeytin fermantasyonunda *Lactobacillus plantarum*, önemli laktik asit bakterisi olup bunu *L. brevis* takip etmektedir. Bu iki türün starter olarak kullanılabileceği bildirilmektedir.

Laktik asit bakterileri, ürettikleri asit ile pH'yı düşürürler. Ayrıca, antimikrobiyel maddeler ve bakteriyosin üretme olasılıklarının da koruyucu özellik için önemli katkı sağlayabileceği ifade edilmektedir.

*Lactobacillus pentosus* ve *L. plantarum*, laktik asit üreten temel laktik asit bakterileridir. Bu iki bakteri ürünün raf ömrü için (pH4.5'un altında) gereklidir, ayrıca Gram-negatif bakterilerin ve *Clostridium botulinum*'un sporlarının çimlenmesini engellemektedirler.



Yapılan alışmalar sonucunda zeytin fermantasyonu sırasında,

*Candida krusei,*

*C. rugosa,*

*C. saitoana,*

*P. anomala,*

*Saccharomyces cerevisiae,*

*Kluyveromyces marxianus,*

*Williopsis saturnus var. mrakii*

*C. parapsilosis,*

*C. tropicalis*

*Pichia membranifaciens,*

*Rhodotorula glutinis,*

*Debaryomyces hansenii,*

*Torulospora delbrueckii,*

*Cryptococcus laurentii*

türleri izole edilmiştir.

Mayalar ile laktik asit bakterileri arasındaki interaksyon

Son alışmalar mayaların, laktik asit bakterilerinin gelişmesini arttırdığı yönündedir.

*Lactobacillus plantarum* sayısının, *Debaryomyces hansenii*'nin zeytin salamurasına ilavesinden 48 saat sonra arttığı saptanmıştır.

*Saccharomyces cerevisiae* ise *Lactobacillus pentosus*'un yeşil sofralık zeytinde gelişimini artırdığı belirlenmiştir.



Bu durumda laktik asit üretimi çok önemli olmaktadır.

Mayalar vitamin, aminoasit ve purinleri sentezleyen veya kompleks karbonhidratları parçalayan mikroorganizmalar olup, optimum gelişmeleri için daha kompleks ortamdan daha fazlasına gereksinim duyan *Lactobacillus* türlerinin gelişmeleri için de gereklidirler.

Vitaminler ve enzim kofaktörlerini sentezleyen mayalar, tiyamin, nikotinik asit, pridoksin (vitamin B<sub>6</sub>) ve pantotenik asit üretebilirler.

Ayrıca laktik asit bakterileri, laktik asit üreterek pH'nın düşmesine yardımcı olurlar ve istenmeyen patojenlerin (*Enterobacter* ve *Clostridium*) gelişmesini engellemektedirler. Dolayısıyla laktik asit bakterileri ile mayalar, zeytin fermantasyonunda birlikte aktivite gösteren iki mikroorganizma grubunu oluşturmaktadır.

Sofralık zeytin fermantasyonunda rol alan laktik asit bakterileri ile mayalar son ürünün kalitesi ve korunması açısından oldukça önem taşımaktadır. Fermantasyon kontrollü bir şekilde yapıldığında bu laktik asit bakterileri ile mayalar arasındaki ilişki, istenen nitelikte ürün elde edilmesini sağlayacaktır.



## Doğal Fermente Sofralık Zeytinden İzole Edilen Mikroorganizmalar

Fermantasyonunun ilk aşamalarında *Bacillus* ve *Clostridium* türleri sonra, öncelikli olarak *Leuconostoc mesenteroides* ve *Pediococcus cerevisiae* türleri, sonrasında ise *L. plantarum* ve *L. brevis* türleri Ürünün son pH'sı 3.8-4.0'e ulaştığında ise mayaların baskın hale geldikleri belirtilmektedir.



## Doğal Fermente Sofralık Zeytinden İzole Edilen Mikroorganizmalar

Fermantasyon ortamına ait endojen maya florasının;

Zeytin meyvesine

Kullanılan suya

Ortam pH'sına

Zeytin dokusundan salamuraya geçen besin miktarına

Zeytin yüzeyinin yapısına

Salamuradaki fenolik bileşenler ve organik asitler gibi antimikrobiyel maddelerin miktarına

Sıcaklığa

Fermantasyon tanklarına/havuzlarına

Genel olarak kullanılan alet ve ekipmanlara bağlı olarak değişiklik gösterdiği ifade edilmektedir.

# Doğal Fermente Sofralık

## Zeytinden İzole Edilen Mayalar

- *Candida tropicalas*
- *Candida parapsilopsis*
- *Candida rugosa*
- *Candida boidinii*
- *Candida diddensiae*
- *Candida oleophila*
- *Candida cf. apicola*
- *Pichia anomala*
- *Pichia membranifaciens*
- *Pichia kluyveri*
- *Pichia farinose*
- *Pichia galeiformis*
- *Pichia manshurica*
- *Pichia guillermondi*
- *Deboryomyces hansenii*
- *Deboryomyces etchelsii*
- *Cryptococcus albidus*

- *Cryptococcus laurentii*
- *Cyteromyces matritensis*
- *Cyteromyces matritensis*
- *Rhodotorula mucilaginosa*
- *Rhodotorula glutinis*
- *Kluyveromyces marxianus*
- *Kluyveromyces lactis*
- *Dekkera bruxellensis*
- *Sporobolomyces roseus*
- *Torulaspora delbrueckii*
- *Zygosaccharomyces bailii*
- *Issatchenkia orientalis*
- *Saccharomyces cerevisiae*
- *Bullera variabilis*
- *Aurebasidium pullulans*
- *Wickerhamomyces anomalus*
- *Zygotorulaspora mrakii*

# Mayaların Doğal Fermente Sofralık Zeytin Üretimindeki Rollerini

<b>Olumlu Roller</b>	<b>Olumsuz Roller</b>
Lipolitik aktivite	Polisakkaritleri parçalama
Katalaz aktivitesi	Gaz oluşturma
Killer aktivite	Zar oluşturma
LAB'nin gelişimini destekleme	
Antimikrobiyel aktivite	
Oleuropeini parçalayabilme	
Yüksek tuz konsantrasyonuna dayanıklılık	
Antioksidan özelliği	

# Mayaların Doğal Fermente Sofralık Zeytin Üretimindeki Olumsuz Rollerini

Mayaların baskın hale geldiği durumlarda, düşük laktik asit üretiminin gerçekleştiği, bu nedenle de zeytinin karakteristik tadının oluşamadığı ve raf ömrünün kısaldığı ifade edilmektedir.

Maya miktarı 7 log (kob/ml)'nin üzerine ulaştığında ise CO<sub>2</sub> üretiminin arttığı ve zeytinin parçalanmasına neden olduğu belirtilmektedir.

CO<sub>2</sub> gazı üretiminin, paketlenmiş sofralık zeytinde sızıntıya, salamura suyunda bulanıklığa, kötü tat ve kokuya neden olduğu ifade edilmektedir.

*S. cerevisiae*, *S. kluyveri* ve *P. anamola* türlerinin gaz oluşumuna neden oldukları bildirilmektedir.

Mayaların pektinolitik enzimler, pektin metilesteraz, ve poligalakturanaz gibi çeşitli enzimler üreterek zeytinin hücre duvarındaki polisakkaritleri parçaladıkları belirtilmektedir.

*R. minuta* ve *D. hansenii*'nin türlerinin polisakkarolitik özellikleri yapılan çalışmalarla belirlenmiştir.



*R. glutinis*, *R. minuta*, *R. rubra* türlerinin salamura suyunda zarar oluşturdukları ve poligalaturanaz enzimleri üreterek yumuşamaya neden oldukları ifade edilmektedir.

*C. famata*, *C. guilliermondii* ve *R. mucilaginosa* türlerinin ise tamamının düşük pekteolitik aktiviteye sahip oldukları belirlenmiştir.

# Mayaların Doğal Fermente Sofralık Zeytin Üretimindeki Olumlu Rollerini

Mayaların zeytin fermantasyonu sonucunda asetik asit, sükkinik asit, formik asit, etanol, metanol ve düşük miktarda asetaldehit ürettikleri düşünülmektedir.

Mayaların sahip oldukları esteraz ve lipaz aktivitelerinin aroma bileşenlerinin oluşumu açısından önemli bir özellik olduğu vurgulanmaktadır.

*C. boidinii*, *T. delbrueckii*, *D. hansenii*, *S. cerevisiae*, *P. membranaefaciens*, *W. anomalus*, *C. sorbosivorans*, *C. guilliermondii* ve *R. mucilaginosa* türlerinin lipolitik aktiviteye sahip oldukları belirlenmiştir.

*P. membranaefaciens*, *C. oleophila*, *P. fermentas*, *C. citrea*, *C. diddensiae*, *D. hansenii*, *C. tropicalis*, *P. galeiformis*, *W. anomalus*, *C. thaimueangensis* ve *C. boidinii* türlerinin esteraz aktivitesine sahip oldukları belirtilmektedir.

Sofralık zeytinden izole edilen bazı mayaların antioksidan özellikteki biyoaktif bileşenleri sentezleyebildikleri ifade edilmektedir.

Bazı *Saccharomyces* ve *Candida* türleri antioksidan özellikteki karatenoid, tokoferol, sitrik asit ve glutation ürettikleri bildirilmektedir.

*C. oleophila* türünün % 0.1 oranında oleuropeini parçalayabilme özelliğine sahip olduğu belirlenmiştir.

*C. diddensiae*, *W. anomalus*, *D. etchelsii*, *Kl. lactis*, *C. sorbosivorans*, *H. guilliermondii* türlerini  $\beta$ -glukosidaz aktivitesine sahip oldukları ifade edilmektedir. Yapılan son çalışmalar mayaların, bazı sofralık zeytin tiplerinin üretimleri sırasında laktik asit bakterilerinin gelişimlerini arttırdıklarını göstermektedir.

Bazı maya türlerinin vitamin, aminoasit ve pürinleri sentezleyerek, kompleks karbonhidratları parçalayarak laktik asit bakterileri için optimum gelişme ortamı sağladıkları ifade edilmektedir.

*P. membranafaciens* türünün B1, B2, B3, B5, B6, B8, B9 ve B12 vitaminlerini, *C. oleophila* türünün B1, B2, B3, B5, B6 ve B9 vitaminlerini, *S. cerevisiae* türünün B2, B3, B6 ve B9 vitaminlerini, *P. fermentas* türünün ise B2, B5 ve B8 vitaminlerini sentezledikleri belirlenmiştir.

Bazı maya türlerinin sahip oldukları killer aktivite nedeni ile, biyokontrol ajanı olarak kullanılmaları önerilmektedir.

Killer aktivitenin *Saccharomyces*, *Candida*, *Hansenula*, *Pichia*, *Debaryomyces*, *Ustilago*, *Cyriococcus*, *Metschnikowia*, *Williopsis*, *Kluyveromyces* ve *Zygosaccharomyces* cinsleri arasında yaygın bir özellik olduğu ifade edilmektedir. Killer toksinlerin bu toksinlere duyarlı hücreler üzerine farklı etkilerinin olduğu düşünülmektedir.

*D. hansenii*, *P. anamola*, *K. marxianus*, *P. guilliermondii*, *C. oleophila*, *P. membranafaciens*, *P. fermentas* ve *S. cerevisiae* gibi türlerin sofralık zeytin üretiminde biyokontrol ajanı olarak kullanılması ile, tuz ve koruyucu madde kullanımının azalacağı ve LAB gelişiminin destekleneceği öne sürülmektedir. Mayaların zeytinlerin doğal fermantasyonlarında sahip oldukları bir diğer olumlu özelliklerinin ise yüksek tuz konsantrasyonuna dayanıklılıkları olduğu ifade edilmektedir.



*C. oleophila*, *P. membranafaciens*, *P. fermentas*, *C. boidini* ve *T. delbrueckii* türlerinin %10'luk tuz konsantrasyonuna dayanıklı oldukları belirlenmiştir. Mayaları sahip oldukları antimikrobiyel aktivitenin zeytinde bozulmaya neden olan ve/veya patojen bakterilerin gelişimini engellediği belirtilmektedir. *P. membranafaciens* türünün *Listeria monocytogenes* (ATCC 7644) ve *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923) patojenlerini inhibe ettiği belirlenmiştir.

*C. oleophila* türünün *L. monocytogenes* (ATCC 7644), *S. aureus* (ATCC 25923) ve *S. enteridis* (ATCC 13076) patojenlerini inhibe ettiği belirlenmiştir.

*S. cerevisiae* türünün *Escherichia coli* (ATCC 25922), *L. monocytogenes* (ATCC 7644), *S. aureus* (ATCC 25923) patojenlerini inhibe ettiği belirlenmiştir.

*P. fermentas* türünün *S. aureus* (ATCC 25923) ve *S. enteridis* (ATCC 13076) patojenlerini inhibe ettiği belirlenmiştir.

*C. boidini* türünün *L. monocytogenes* (ATCC 7644) ve *S. enteridis* (ATCC 13076) patojenlerini inhibe ettiği belirlenmiştir.

*T. delbrueckii* türünün *L. monocytogenes* (ATCC 7644) ve *S. aureus* (ATCC 25923) patojenlerini inhibe ettiği belirlenmiştir.

*C. citrea* türünün ise *L. monocytogenes* (ATCC 7644) ve *S. enteridis* (ATCC 13076) patojenlerini inhibe ettiği belirlenmiştir.

Sofralık zeytin üretiminde mayaların bir diğer olumlu özelliklerinin ise katalaz aktiviteleri olduğu düşünülmektedir.

Katalaz aktivitesinin zeytinde yer alan doymamış yağ asitlerinin oksitlenmelerini engellediği ve peroksit oluşumunun önüne geçtiği ifade edilmektedir.

Yapılan çalışmalarda *C. oleophila*, *P. membranafaciens*, *P. fermentas*, *P. galeiformis*, *W. anomalus*, *D. etchelsii*, *H. guilliermondii*, *C. tropicalis* *S. cerevisiae*, *C. boidini*, *C. famata*, *C. citrea* ve *T. delbrueckii* türlerinin katalaz pozitif oldukları belirlenmiştir.

# ZEYTİN ÜRETİMİNDE LAKTİK ASİT FERMENTASYONU

Ortamda substrat olarak bulunan glikoz, asetil K0-A pirüvik aside dönüşür. Daha sonrada pirüvik asit ortamda bulunan m.o tipine ve suyuna bağlı olarak farklı metabolik yolları izleyerek değişik ürünlere dönüşür.

Laktik asit fermantasyonu laktik asit bakterileri tarafından gerçekleştirilir. Homofermontatif laktik asit bakterileri ile son ürün olarak yalnız laktik asit meydana gelir. Yan ürün olarak asetik asit, etil alkol ve CO<sub>2</sub> oluşur.

Alkol fermontasyonunda olduğu gibi şeker molekülü önce fosforik asitle esterleşir ve daha sonra pirüvik asit ve laktik aside dönüşür.

Fermantasyon mikroorganizmaların enzim sistemlerini kullanarak anaerobik koşullarda organik maddeleri parçalamasıdır. Fermantasyon işleminde son hidrojen alıcısı organik bileşiklerdir. Bu tarife göre alkolün mikroorganizmalar tarafından aerobik yollarla sirkeye dönüştürülmesi bir fermantasyon değildir. Fermantasyon işleminde fermantasyona uğramış gıdanın hacmi küçülür. Gıdada istenmeyen faktörler veya toksik maddeler elimine edilir ve gıdanın besin değeri artar. Gıdaların fermantasyonu muhafaza yöntemi olarak uygulandığı gibi gıdaya özel aroma ve tat kazandırmak için de yapılır.

# FERMANTASYON



Fermantasyon önemli bir süreçtir. Süreç; ortamda bulunan çeşitli mikroorganizmaların rekabet içerisinde bulunduğu biyolojik çeşitliliğe sahip mikroflora görünümündedir. Fermantasyon, zeytin mikroflorasında mevcut **yararlı mikroorganizmaların** zeytin etindeki serbest şekerleri parçalayarak laktik asit ve oluşturmaları sonucu zeytinin yenilebilir hale gelmesi olayıdır. Zeytinlerin meyve suyu, ozmoz yoluyla salamuraya geçerek fermantasyon için gerekli şeker, protein vb. maddelerle salamura zenginleşir. Böylece salamura mikroorganizma faaliyetlerine elverişli bir hâl alır.

Fermantasyonun başlayabilmesi ve hızı;

- Ortamdaki mikroorganizma yüküne
- Ortamdaki serbest şeker miktarına
- Ortam koşullarının fermantasyondan sorumlu mikroorganizmaların çalışması için elverişli olmasına bağlıdır.

Salamura içinde istenen laktik asit bakterilerinin diğer istenmeyen mikroorganizmalara hakim olabilmesi için gerekli şartlar;

- Hijyen
- Uygun sıcaklık
- Uygun pH
- Uygun tuz yoğunluğu
- Anaerobik ortam olarak sıralanabilir.

Ham zeytine acı tadı veren oleuropein, fermantasyon esnasında yavaş yavaş parçalanır. Oleuropeinin parçalanması sonucu oluşan kullanılabilir şekerler salamuraya geçer. Oleuropeinin alkali gibi kimyasal müdahalelerin olmadığı durumlarda parçalanması çok yavaş seyreder. Bu nedenle natürel fermantasyon (acılık giderme işlemi uygulanmadan zeytinlerin doğrudan salamuraya alınması ile gerçekleşen fermantasyon) daha uzun sürer.

Naturel fermantasyonda zeytinler 4-6 ay gibi bir sürede tatlanır. Fermantasyon süresi;

- Ortam sıcaklığına
- Zeytin çeşidine
- Zeytinlerin olgunluk durumuna
- Tuz yoğunluğuna
- Yönteme (fermantasyon öncesi işlemlere) bağlı olarak farklı sürelerde tamamlanır.

## Laktik Asit Fermantasyonu

Laktik asit fermantasyonu laktik asit bakterileri tarafından gerçekleştirilir. Laktik asit bakterileri “homofermantatif” ve “heterofermantatif” olmak üzere iki grupta toplanır. Homofermantatif olanlar, zeytinde bulunan şekerin (en fazla glikoz olmak üzere früktoz, az miktarda da sakkaroz ve mannitol) tamamını laktik aside dönüştürürler. Heterofermantatif laktik asit bakterileri ise laktik asit yanında asetik asit, karbondioksit ( $\text{CO}_2$ ) ve etil alkol de meydana getirir. Onun için ortamda şekeri tümüyle laktik asitde çeviren homofermantatif laktik asit bakterilerinin hakim olması istenir. Aksi hâlde şekerin bir kısmı  $\text{CO}_2$  ve etil alkole dönüşebilir.

Laktik asit bakterilerinin gelişebilmesi için en uygun tuz yoğunluğu % 5-6'dır. Başlangıçta en fazla % 9-10 tuz yoğunluğu kullanılabilir, zeytin ile salamura arasında gerçekleşen ozmos sonucunda 1-2 gün içerisinde tuz yoğunluğu azalarak laktik asit bakterileri için elverişli ortam gerçekleşir.

Laktik asit üreten bakterilerin en önemli familyası laktobacillaceae'dir. Laktobacillaceae familyasının bir türü olan "laktobacillus" fermantasyon sağlar. Laktobacillusların çoğu mikroaerofiliktir, ancak bazıları anaerobik koşullarda da gelişebilir. Laktobacillus kendi içinde Homofermantatif ve heterofermantatif olmak üzere ikiye ayrılır.

Diğer bir laktik asit üreten bakteri familyası Streptococcaceae'dir. Streptococcaceae familyasının üç türü laktik asit fermantasyonu gerçekleştirir. Bunlar;

Streptococcus: Bu mikroorganizmanın önemi homofermantatif olmasından kaynaklanmaktadır. Fakültatif anaerobtur.

Pediococcus: Homofermantatif fermantasyon sağlar. En uygun tuz konsantrasyonu % 5.5 civarındır. Tuz konsantrasyonu % 10'un üzerinde olduğunda inhibisyon etki gösterir. En uygun üreme sıcaklığı 25-32°dir.

Leuconostoc: Heterofermantatif olması nedeniyle asetik asit, etil alkol, CO<sub>2</sub> oluşturur. Yüksek şeker ve tuz konsantrasyonunda gelişebilir.

Fermantasyonun başlangıcında (**1. aşama**) leuconostoc hızlı bir şekilde gelişmektedir. Bu aşamada henüz ortamda yeterince asit olmadığından istenmeyen mikroorganizmaların gelişme riski vardır. Salamuradaki tuz, istenmeyen mikroorganizma gelişmesini kısmen engeller. Tuz yoğunluğu, arttıkça istenmeyen mikroorganizmaların gelişme riski azalır. Leuconostoc bakterileri tarafından (ilk 7-14 gün sonunda) ortam asitliği yaklaşık % 0.25'e ulaşır. Asit ve tuz yoğunluğu, istenmeyen mikroorganizmaları inhibe eder. Böylece fermantasyonun **2. aşaması** başlamış olur.



Bu aşama yaklaşık 14-21 gün sürer ve leuconostoc ile lactobacillus'lar bir arada gelişir. Asitlik arttıkça, leuconostoclar (asitliğe daha az dayanıklı olduğu için) yok olmaya başlar ve ortama laktobacilluslar hakim olur. Lactobacilluslar arasında asitliğe ve tuza en dayanıklı olan lactobacillus plantarum'dur. Lactobacillus plantarum zeytin ve turşu fermantasyonunda en etkin olan bakterilerdir. Laktik asit fermantasyonunun son aşamasında (**3. aşama**) ortama lactobacillus plantarum'un hakim olması istenir. Fermantasyon uygun şekilde gerçekleşmişse, fermantasyon sonunda pH'ın 3.8-4.0, asitliğin %1 olması gerekir.

## Maya Fermantasyonu

Mayalar, fermantasyonun ileri aşamalarında ortaya çıkan mikroorganizmalardır. Fermantatif mayaların başlıcaları torulopsis, hansenula ve saccharomyces'dir. Fermantasyonun başlangıcında maya gelişmesi istenmez. Çünkü zeytinlerde yumuşama ve bozulmalara neden olur. Ancak fermantasyonun sonuna doğru gelişen mayalar laktik asit fermantasyonu tamamlandıktan sonra kalan şekeri kullanarak fermantasyonun tamamlanmasını sağlar. Aksi hâlde zeytin bünyesinde kalan şeker ambalajlama sonrasında üründe olumsuz etki yapacaktır. Aynı zamanda maya fermantasyonu, üründe istenilen lezzetin oluşmasına katkı sağlar.

Oleuropeinin parçalanması ile oluşan şeker, mayalar tarafından besin kaynağı olarak kullanılır ve oluşturdukları asit ile ortam pH'ı biraz daha düşer.

## Fermantasyon İçin Gerekli Şartlar

- Tanklar ve kullanılan araç-gereçler temiz olmalıdır.
- Tank/havuzlarda havasız (anaerobik) koşulların sağlanması gerekir. Böylece oksidatif mayaların gelişimi önlenir ve fermantasyonu sağlayan laktik asit bakterilerinin gelişimi desteklenir.
- Tuz yoğunluğu istenmeyen mikroorganizmaların gelişmesini engelleyecek, laktik asit bakterilerinin gelişmesine imkan verecek düzeyde olmalıdır.
- Bir süre sonra tuz ağırlığı nedeniyle dibe ker. Sirkülasyon ile salamurada tuz, homojen hale getirilmelidir.
- Zeytinler salamura içerisine konulduğunda daneler ve salamura arasında ozmos olayı gerçekleşir. Zeytin bünyesindeki suda eriyen maddeler salamuraya geçerken salamuradan da zeytin bünyesine tuz geçer. Bu nedenle salamura ile zeytin arasında osmotik basınc dengeleninceye kadar salamuranın tuz oranı düşer. Bu nedenle tuz yoğunluğu kontrol edilmelidir. Salamuraya eksilen miktar kadar tuz eklenmelidir.

## ÖRNEĞİN;

Tanka 3000 l, %6'lık salamura koymuştuk, 2 gün sonra bomemetre ile ölçtüğümüzde salamuranın 4 bome olduğunu gördük. Bu durumda % 2 tuz ilave etmemiz gerekiyor.

Bunun

için kullanmamız gereken tuz miktarını 1. öğrenme faaliyetinde verilen formülle hesaplayıp

(3000 X 2/100=60 kg) tuzu tanka ilave ettikten sonra da sirkülasyon pompası ile salamurayı

kariştirmamız gerekiyor. Hatırlayacağınız gibi salamura yoğunluğunun tank içerisinde homojen olması, başarılı bir fermantasyon gerçekleştirebilmek için çok önemlidir.

□ Salamuranın denge tuz yoğunluğu; yeşil zeytinde % 5-6, siyah zeytinde % 10 olmalıdır.

□ Salamura sıcaklığı ve ortam sıcaklığı fermantasyon için uygun olmalıdır.

□ Zeytinin bünyesinde fermantasyonun gelişimi için yeterli oranda şeker bulunmalıdır. Kullanılan zeytin çeşidinde yeterli miktarda şeker bulunmuyorsa salamuraya glikoz, melas gibi şeker ya da şekerli bileşikler eklenerek laktik asit bakterileri için gereken besin sağlanmalıdır.

## Fermantasyonun Zeytine Etkisi

Fermantasyon sürecinde oluşan laktik asit yeşil zeytinde % 0.8-1 ve siyah zeytinde % 0.2-0.5 oranına ulaştığında olumlu etkilere sahiptir. Başarılı bir fermantasyon;

- > Zeytinleri yenilebilir duruma getirir.
- > Meyve dokusunu korur.
- > Lezzet ve aroma sağlar.
- > İstenilen rengi sağlar.
- > Zeytinlerin depolama ve pazarlama sürecinde bozulmadan korunmasını sağlar.

## Fermantasyonu Olumsuz Etkileyen Şartlar

Zeytinlerin işlenmesi sırasında çevreden gelen istenmeyen mikroorganizmalar fermantasyonu olumsuz etkileyecektir. Bu mikroorganizmalar havada, fermantasyon tanklarında, kullanılan suda, salamurada, araç-gereçlerde, tezgâhta, zeytinin kendisinde bulunabilir. Fermantasyonun sağlıklı ve istenen nitelikte gelişebilmesi için her aşamada hijyen ve sanitasyon dikkatle uygulanmalıdır. Böylece nihai ürünün kaliteli olması sağlanabilir.

Fermantasyon tanklarının üstü açık bırakılmamalıdır. Böylece hem çevreden istenmeyen madde ve mikroorganizma girişi hem de aerob ( $O_2$  varlığında gelişen) mikroorganizmaların gelişmesi önlenir.

Tankın üst kısmında gelişen maya ve küfler, fermantasyon sırasında oluşan asitliği düşürerek zeytinde bozulma ve yumuşamalara yol açar. Tankın üzerinde oluşan maya tabakası, en az haftada bir kez alınmalıdır. Fermantasyon sürecinde gelişen fermantatif ve oksidatif mayaların farklı etkileri vardır. Fermantatif mayalar laktik asit ile birlikte  $CO_2$  oluşturur. Karbondioksit gazı bozulmalara yol açar. Oksidatif mayaların başlıcaları *Debaryomyces*, *Pichia* ve *Candida*'dır. Oksidatif mayalar, laktik asidi kullanarak asitliğin azalmasına neden olur ve düşük asitli ortam da diğer bozulma etkenlerine olanak tanır.



**Fermantasyonu olumsuz etkileyen şartlar (uygun olmayan araçlarla fermantasyon havuzunun üstünün kapatılması)**

Fermantasyonun başlangıcında tuz yoğunluğunun yüksek olması laktik asit bakterilerinin gelişmesini engelleyecektir. Yüksek tuz yoğunluğunda istenmeyen mikroorganizmalardan bazıları gelişme imkânı bulacaktır. Örneğin; mayalardan *Debaryomyces* ve *Saccharomyces* türleri % 20, *Pichia* türleri % 15 ve *Candida* türleri % 10 tuz yoğunluğunda çok kolay gelişir. Ayrıca yüksek tuz yoğunluğundaki bir salamuraya konan zeytinler ile salamura arasında hızlı osmoz olacağı için zeytin bileşiminde fazla kayıplar meydana gelecektir.



Ortam sıcaklığı, fermantasyonun gelişiminde en önemli etkenlerden biridir. Soğuk hava koşulları ( $<15^{\circ}\text{C}$ ) fermantasyonun gelişimini yavaşlatır hatta durdurabilir. Yüksek sıcaklıklar ise fermantasyonu hızlandırır, ancak istenmeyen mikroorganizmaların gelişimine olanak sağlar. Yüksek sıcaklık durumunda salamuranın tuz ve asitliği bu mikroorganizmaların gelişimini engelleyecek düzeyde olmalıdır.

Fermantasyon aşamaları “2.1. Laktik Asit Fermantasyonu” başlığı altında belirtildiği sürelerde gerçekleşmelidir. Her aşamada belirtilen pH değerlerine uygun pH değerleri yakalanmalıdır. Aksi takdirde bozulmalar meydana gelebilir.

Fermantasyon sonunda salamuradaki pH değeri ortalama 4.5 civarında olmalıdır. pH değeri ortalama değer çok altına düştükçe zeytinin rengi açılır, pH değeri ortalama değer çok üzerine çıktıkça zeytinde bozulma görülebilir.

## Saf Kültür Kullanımı

Doğal fermantasyon sırasında laktik asit dışında bileşikler de meydana gelebilmektedir. Bunlar ürünün lezzetini, sertliğini ve kokusunu olumsuz yönde etkilemektedir. Tam fermantasyonu sağlayabilmek için kontrollü şartlarda saf kültür (laktik asit bakterisi) ilave edilebilir. Saf kültür laboratuvar koşullarında kontrollü olarak istenen mikroorganizmaların çoğaltılması ile elde edilmektedir.

Bunun için acılığı giderilen zeytinler pastörize edilip soğutulur. zerine % 10.6'lık salamura ilave edilir. Tuz konsantrasyonu % 4-6.5 arasında dengelendiğinde saf kültür için gerekli olan organik asitlerden laktik asit veya sitrik asit ilave edilir. Bunda amaç pH değerini 5.0 ile 5.5 arasına getirip sıcaklığa dayanıklı istenmeyen mikroorganizmaları inhibe etmektir.

## Saf kültür kullanımının avantajları;

Asit oranında artış

Asit miktarında artış

Ortamda gaz oluşumunu engellemek

Mayalar ve diğ er istenmeyen mikroorganizmaların gelişimini engellemek

Homojen ürün yapısı

Homojen ürün lezzeti.

# FERMANTASYON TAKİBİ

## Yapılacak Kontroller

Fermantasyon sürecinde anaerobik şartların devamlılığı sağlanmalı, sıcaklık, tuz, asitlik kontrolleri, salamuranın üst yüzeyinde gelişen maya ve küf temizliği yapılmalıdır. Her kontrol sonrasında ölçüm değerleri kaydedilmelidir. Kayıtlarda mutlaka tarih ve hangi tanka ait değerler olduğu belirtilmelidir.

11.12.06  
08

	<u>Ortal</u>	<u>Değer</u>		
	<u>ph</u>	<u>Tem</u>	<u>ph</u>	<u>Tem</u>
	7.53	7.7	8.0	4.5
	24.93	6.4		
	34.0	7.3		
	41.40	7.8		



## Yapılacak kontrollerin işlenmesi

15/12/06

15.12.06

08

08

Sol.

Denk

pti

Tuz

pti

Tuz

1) 7,53

7,7

8,0

4,5

2) 4,93

6,4

3) 4,0

7,3

4) 4,0

7,8

# Sıcaklık

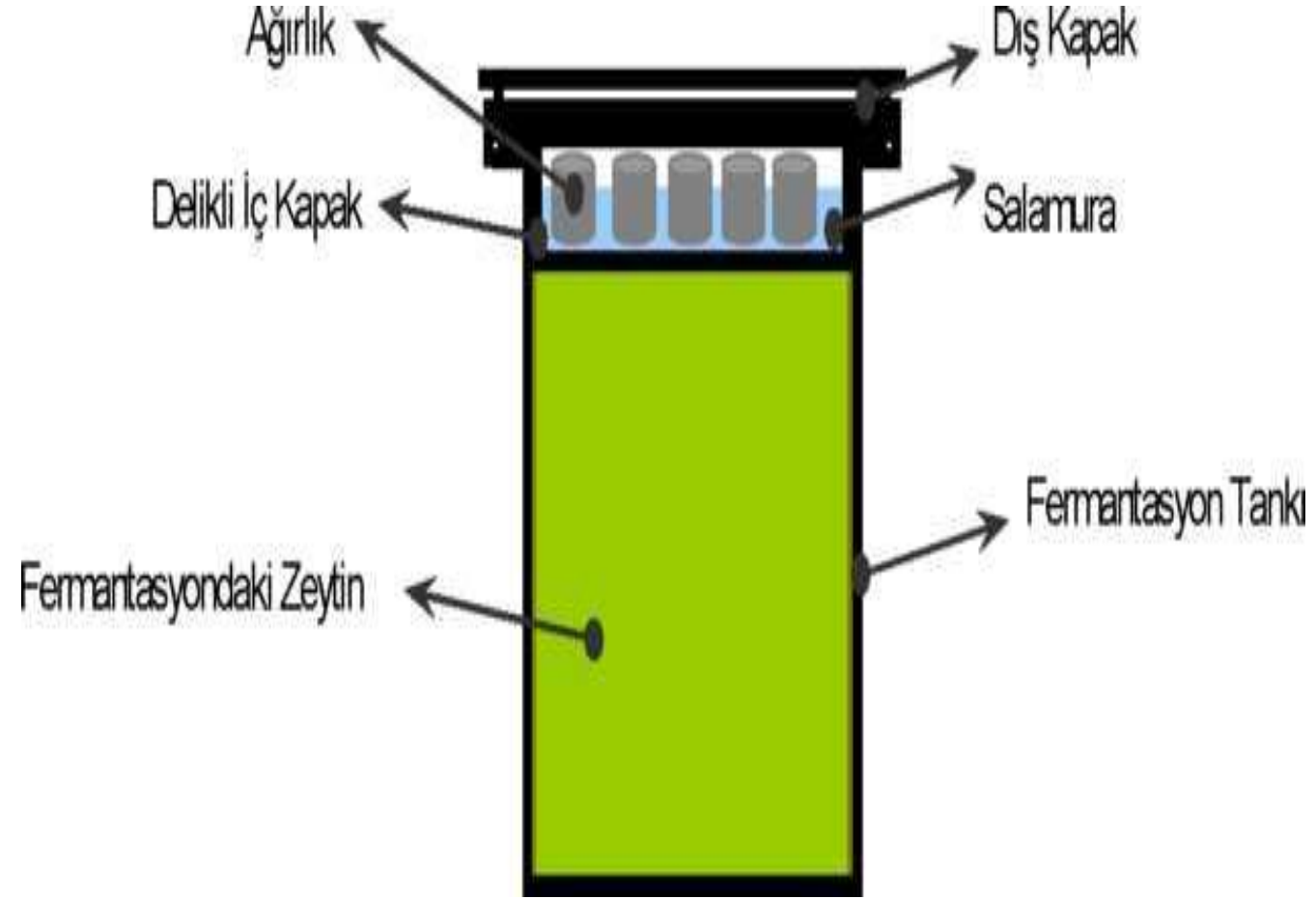
Fermantasyon seyrinin normal şekilde devam edebilmesi için ortamın ve salamuranın sıcaklığının belirli aralıklarla ölçülmesi gerekir. Sıcaklığın 15°C altına düşmemesi gerekir. Sıcaklık düştüğü zaman fermantasyon süresi uzar. Ortam sıcaklığı, oda tipi termometre ile salamura sıcaklığı laboratuvar tipi termometre ile ölçülerek kayıt altında tutulmalıdır.

Sıcaklığın istenilen değerlerin dışında olduğu zamanlarda alınacak tedbirlerle ısı düzenlenmelidir. Kontrollü fermantasyon yapan işletmelerde fermantasyon için uygun sıcaklığı sağlamak amacıyla salamura ısisını yükselten (eşanjör gibi) bazı ısıtma düzenekleri kullanılmaktadır. Tanklarda ısı değiştirici boru sisteminin bulunması sıcaklık kontrolünün sağlanmasında büyük kolaylık sağlar. Sıcaklık düştüğü zaman boru içinden sıcak su veya buhar geçirilerek sıcaklık yükseltilir. Sıcaklık arttığı zaman boru içinden soğuk su dolaştırılarak sıcaklık düşürülür.



## Anaerobik Koşullar

Anaerobik koşullar oksijen yokluğu sayesinde oksidatif mikroorganizmaların gelişimini önler. Böylece istenmeyen mikroorganizmaların gelişmemesi ile laktik asit bakterilerinin ortama hakim olması daha kolay olur. Bu durum, başarılı bir fermantasyon sürecine önemli katkı sağlar. Fermantasyon tanklarında zeytinin hava ile temas etmemesi gerekir. Salamura miktarı, zeytinlerin üzerini 10-15 cm geçecek seviyede tutulmalıdır. Başlangıçta bu sağlansa bile ilerleyen zamanlarda buharlaşma, taşma, sızıntı gibi nedenlerle salamura miktarı azalabilir. Bu nedenle salamura miktarının belli aralıklarla kontrol edilmesi gerekir. Salamura miktarında azalma varsa öncelikle tankta bir sızıntı olup olmadığı kontrol edilmeli, gerekirse zeytinler başka tanka alınmalıdır. Tankta sızıntı yoksa aynı özellikte salamura eklenerek tamamlanmalıdır. Zeytinlerin su üzerine çıkmasını önlemek için zeytini su içerisinde tutacak delikli baskılar bulunmalıdır. Tankın dış kapağı da daima sıkı bir şekilde kapalı olmalıdır. Kontrol için açıldıktan sonra veya başka nedenlerle açık veya gevşek kalmış olup olmadığı sık sık kontrol edilmelidir.



## Anaerobik şartların sağlandığı bir fermantasyon tankı

## Tuz Yoğunluğu

Daha önce de bahsedildiği gibi tuz ağırlığı nedeniyle bir süre sonra tankın dibine çökme eğilimi gösterecek, tankın alt kısımları ile üst kısımları arasında salamura yoğunluğu bakımından farklılık olacaktır. Bu yüzden belli aralıklar ile sirkülasyon pompası ile tank altındaki su üst kısmına verilerek sirkülasyon işlemi yapılmalı ve salamuranın tank içerisinde homojen olması sağlanmalıdır.

Fermantasyon kabından alınan salamura örneği mezür içerisine konur. Mezür içine bomemetre daldırılır, tuzlu suyun kaldırma kuvveti ile bomemetre yükselir. Bomemetrenin salamura yüzeyine gelen kısmındaki rakam, % tuz miktarını gösterir. Örneğin bu rakam 10 ise tuz yoğunluğu %10 demektir. Salamura kontrolüne başlamadan önce derişimi belli bir seri tuz çözeltisi ile ölçüm yaparak bomemetrenin ölçme doğruluğu kontrol edilmelidir. Salamura tuz yoğunluğu, laboratuvarında titrasyon metodu ile de kontrol edilebilir.

Salamura tuz konsantrasyonunu ölçüm için örnek (salamura) alınmadan önce salamuranın sirküle edilmesi doğru sonuç alabilme bakımından çok önemlidir.

İlk günlerde tuz yoğunluğu osmoz etkisiyle hızla düşecektir. Bu nedenle başlangıçta 2-3 günde bir, daha sonra n sağlıklı olarak ölçülebilmesi için salamuranın homojen olması gerekir. haftalık, sonra aylık kontroller ile tuz yoğunluğu ölçülmelidir. Azalan tuz yoğunluğu kadar tuz eklenerek eksilen tuz miktarı telafi edilmelidir. Zeytin ile salamura arasındaki denge 1-1.5 ay içerisinde kurulur. Tuz yoğunluğu dengede (osmoz bittikten sonra) optimum yeşil zeytinde 7-8 bome, siyah zeytinde ise 10-13 bome seviyesinde tutulmalıdır.



## **Titrasyonla tuz oranının belirlenmesi**

## pH

pH değeri 6 oluncaya kadar her 3 günde bir ölçüm yapılır. Sonrasında 30-60 günlük bir süreç içinde pH değeri 4.5'e düşüncüye kadar en az haftada bir kontrole devam edilir. Bu değer gram-negatif basilin kaybolma noktasıdır. Ondan sonra 20 günde bir kontrol etmek yeterlidir. İki hafta içerisinde pH 6'ya düşmemişse salamuraya düşük miktarda (% 0.1 - 0.2'lik) laktik veya sitrik asit katılarak pH değeri 5.5 civarına getirilmelidir. Aksi hâlde yüksek pH, ortamda zeytini bozan mikroorganizmaların gelişmesine neden olacaktır. Fazla miktarda asit katılması durumunda ise; laktik asit bakterileri de gelişemez ve istenilen fermantasyon gerçekleşmez. Ayrıca özellikle siyah zeytinde renkte açılmalar ve kızarmalar görülür.



## pH kontrolü



pH = 6.0 - 6.5'e ulaştıktan sonra kontrol başlar, bundan sonra pH ile birlikte asitlik de kontrol edilir. Asitlik tayini laboratuvar ortamında yapılır. Periyodik olarak fermantasyon tankından numune alınıp laboratuvara götürülmelidir.

## Asitlik

pH = 6.0 - 6.5'e ulaştıktan sonra kontrol başlar, bundan sonra pH ile birlikte asitlik de kontrol edilir. Asitlik tayini laboratuvar ortamında yapılır. Periyodik olarak fermantasyon tankından numune alınıp laboratuvara götürülmelidir.

## Alınacak Tedbirler

Fermantasyonun gelişiminde herhangi bir aksama meydana geldiğinde problemin nereden kaynaklandığına bakılmalıdır. Yetersiz besin var ise şeker, melas vb. şeker kaynakları ilave edilmelidir. Şayet ortamda yetersiz laktik asit bakterisi var ise saf (starter) kültür eklenebilir. Salamurada meydana gelebilecek herhangi bir bozulma durumunda ise zeytinlerin içerisinde bulunduğu salamura boşaltılarak aynı kimyasal özellikte yeni salamura tanka doldurulmalıdır.

Fermantasyon sonunda toplam asidite % 0.8-1'in altında ise salamuraya asit ilave edilmelidir. Fermantasyonun başlangıcında pH = 6.2-6.5 değerini sağlayacak miktarda asit ilavesi yapılabilir. Bu fermantasyon sürecinde istenmeyen mikroorganizma gelişimini engelleyecektir.

Salamuranın tuz oranı devamlı kontrol altında olmalıdır. İlkbahar başlangıcı ve yaz aylarında katı tuz ilave edilerek tuz oranı yükseltilir. Eğer zeytinler yaz aylarını havuzlarda geçirecekse istisnai olarak tuz oranı yeşil zeytinde % 8.5'e, siyah zeytinde % 13'e çıkarılır.











# Bazı Laktik Asit Bakterilerinin oğalması Üzerine Patulinin Etkisi

Laktik asit bakterileri (LAB) asit üretmeleri dolayısıyla gıda maddelerinde ve bazı yemlerde starter kültür olarak kullanılırlar.

LAB'nin asitlik geliştirmeleri yanında gıda maddelerinde aroma teşekkülü, gıda maddelerinin bileşiminde bulunan ve insan organizması tarafından kullanılması mümkün olmayan ve toksik etkisi bulunan bileşenleri daha küçük moleküllü, sindirilebilen veya toksik etkisi olmayan moleküllere parçalama özelliği de önemlidir.

Bu starterkültürlerin gelişme hızları ya da çoğalmaları ortam şartlarına bağlıdır. Söz konusu ortam şartları direkt enzimatik metabolizma olaylarını etkileyen sıcaklık, pH ve diğer çevre faktörleridir.

Gıda maddesinin bileşimi çevre faktörlerinin başında gelmektedir.

Gıda maddesi ihtiva ettiği bazı maddeler dolayısıyla starter olarak ilave edilen mikroorganizmanın gelişmesine engel olabilir. Patulin mikotoksini bunlardan birisidir.

Patulin birçok Penicillium ve Aspergillus türleri tarafından üretilen, insan ve hayvanlar için toksik olan bir metabolittir.

Birçok gıda maddesinde, özellikle meyve ve sebzelerde tabii kontaminant olarak bulunabilmektedir.

Patulin toksiditesinin yanı sıra fermentasyon sırasında mikroorganizma gelişimini etkileyebilmektedir.

Patulin alkol fermentasyonu sırasında mayalar tarafından kolayca parçalanabilmektedir

Fakat laktik asit fermentasyonu sonucu üründe bir miktar kalabilmektedir.

Yapılan çalışmalarda patulinin, laktik asit fermantasyonu ile üretilen birçok gıda da yoğun olarak bulunan bakterilerin çoğalması üzerine etkisi araştırılmıştır.

Bakteri

*Lb. pentosus*

*Lb. plantarum*

*Lb. plantarum*

*Lb. reuteri*

*Lc. mesenteroides*

*Lc. Mesenteroides*

*E. faecium* BFE 900

İzole edildiği kaynak

Salamura yeşil zeytin

Salamura siyah zeytin

Salamura yeşil zeytin

Salamura yeşil zeytin

Salamura siyah zeytin

Salamura yeşil zeytin

Salamura yeşil zeytin

Sonuç olarak;

Araştırmada incelenen laktik asit bakterilerinin çoğunluğu gıdalardan izole edilmiş olup, bunlar gıdaların **fermentasyonunda** önemli rolleri olan mikroorganizmalardır.

Dolayısıyla bu gıdalarda starter kültür olarak kullanılma potansiyeli mevcuttur.

Patulin bulunan sebze veya meyvelerin fermentasyonu sırasında mikroorganizmaların gelişmeleri toksin konsantrasyonuna bağlı olarak az veya çok engellenebilir.

Bu da fermantasyon sresinin uzamasına sebep olabilir.

Araştırma sonuçları patuline dayanıklılık bakımından *Lactobacillus plantarum* suşlarının ön plana çıktığını göstermiştir.

Fakat özellikle turşu fermantasyonunun ilk aşamasında önemli olan *Leuconostoc mesenteroides* suşlarının patuline karşı kısmen hassas olduğu belirlenmiştir.

**Hammaddede patulin bulunması halinde asitliğin düşük kalması dolayısıyla istenilen kalitede üretim yapılamaması söz konusu olur.**

Zeytin karasuyu kompozisyonunda yer alan fenolik bileşiklerin fitotoksik etki göstermesi nedeniyle tarımsal alanlarda sulama amaçlı kullanılamamaktadır.

Zeytin karasuyunun biyolojik yöntemlerle arıtılmasında fenol yıkımını sağlayan enzim sistemlerine sahip olan mikroorganizmalar önem kazanmaktadır.

*Phanerochate flavido-alba*' zeytin karasuyunda gelişerek lakkaz ve mangan peroksidaz enzimlerini üretebilen bir fungustur.

Bu fungusun substrat olarak zeytin karasuyu kullanarak ürettiği lakkaz ve mangan peroksidaz enzimleri, zeytin karasuyunda fenolik bileşiklerin giderimi ve renk açılımında rol almıştır.



Bu amaçla kullanılan ve endüstriyel suş olarak değer taşıyabilecek diğer funguslar arasında;

*Coriolus versicolor*,

*Funalia trogii*,

*Lentinula edodes* bulunmaktadır.

*Phanerochate cyrsosporium*, *Pleurotus ostreatus* da zeytin karasuyunda üretilmiş ve bu fungusların ürettiği lignin peroksidaz, mangan peroksidaz ve lakkaz enzimleri yine zeytin karasuyunda renk ve fenolik madde giderimi sağlamıştır.

# LAKTİK ASİT ÜRETEN MİKROORGANİZMALAR

Laktobacillus -- homofermentatif ve heterofermentatif

Streptococcus

Pediococcus

Leuconostoc

Homofermantatif m.o'ların aldolaz enzimine ihtiyaçları vardır, oysa heterofermantatif m.o'lar için fosfoketoloz gereklidir.

## Laktik Asit Bakterilerinin Antimikrobiyal Aktiviteleri

**Düşük pH:** Laktik asit bakterileri fermente gıdalarda ürettikleri laktik asit nedeniyle ortam pH'sını 3,5- 4,5 dolaylarına düşürürler. Bu pH değerinde çoğu patojen mikroorganizma yaşayamaz ve bozucu mikroorganizmalarda hızla çoğalamaz. Bu özellik fermente gıdaları sağlık açısından güvenilir gıdalar grubuna sokmaktadır.

## Laktik Asit Bakterilerinin Antimikrobiyal Aktiviteleri

**Organik Asitler:** Laktik asit bakterileri laktik asit, asetik asit ve propiyonik asit gibi organik asitler üretirler. Organik asitler sulu çözeltilerinde iyonlarına ayrılmadığı için rahatlıkla mikrobiyal hücrenin sitoplazmasına girerek burada çözünür ve sitoplazma pH'sının düşmesine neden olurlar. Böylece mikroorganizmanın sitoplazma pH'sının düşmesine bağlı olarak üremesi durur veya ölür.

## Bakteriyosinler

Laktik asit bakterileri fermentasyon süresince bakteriyosin adı verilen bakteriyosidal etkili peptitler veya proteinler üretirler. Bu antimikrobiyal maddeler fermentasyonda rekabetçi floranın gelişmesini engeller. Üzerinde en çok çalışılan ve günümüzde peynirlerde *Clostridium*'un üremesini engellemek için kullanımına izin verilen bakteriyosin *Lactococcus lactis*'in ürettiği lisin'dir.

## **Hidrojen Peroksit**

Özellikle heterofermentatif laktik asit bakterileri bir miktar hidrojen peroksit üretir. Bu madde mikroorganizmalar üzerinde öldürücü etkiye sahiptir.

## **Düşük Oksidasyon Redüksiyon (Eh) Potansiyeli**

Laktik asit bakterileri anaerob koşullarda üreyen mikroorganizmalar olduğu için fermantasyon süresince ortamın Eh potansiyelini düşürürler. Bu da aerob mikroorganizmaların üründe çoğalmasını engelleyen bir başka faktördür.

## STARTER KÜLTÜRLER

Fermente ürünlerde starter kültürler laktik asit üretimi, asit üretimi, pıhtı oluşumu, lezzet oluşumu, yapı oluşumu, ürünün patojenler açısından güvenilir hale gelmesini sağlaması, ürünün raf ömrünün uzatılmasını sağlaması gibi bir çok farklı amaç için kullanılmaktadır. Starter kültürler fermantasyon süresince üründe diasetil, asetaldehit, aseton gibi maddeler oluştururlar. Bu maddeler ürüne özgü tat ve aromayı kazandıran maddelerdir. Ayrıca starter kültürler proteolitik ve lipolitik aktiviteye de sahiptirler. Proteoliz olayı ile proteinlerin parçalanması, özellikle peynir sanayinde ürünün duyuşal nitelikleri açısından önemlidir. Lipoliz olayı ile sütte bulunan yağlar yağ asitleri ve gliserole parçalanır. Bu olayda keton, ester ve aldehitler oluşur. Bu da ürünün olgunlaşması ve aromatik yapının kazanılmasına yardımcı olur. Ayrıca starter kültürler kefir ve kıymız gibi ürünlerde alkol fermantasyonun oluşmasını sağlarlar. Yine starter kültürlerin ürettiğı bakteriyosinler ve organik asitler üründe istenmeyen bozucu mikroorganizmaların ve patojen mikroorganizmaların yaşamasını engeller.

## Starter Kùltürlerin Seçimi ve Hazırlanması

Fermente ürünlerin üretiminde kullanılan starter kùltürler:

- Depolama süresince özelliklerini değiştirmemeli
- Bakteriyofaj ve antibiyotiklere karşı dirençli olmalı
- Herhangi bir kontaminant içermemeli
- Üründe arzu edilen değişimleri sağlayabilmelidir.

Bununla birlikte üründe buluna deterjan ve dezenfektan kalıntıları ile çevresel orijinli bazı inhibitör maddeler starter kùltürlerin aktivitelerini azaltabilmektedir. Ticari olarak starter kùltürler sıvı kùltür, kurutulmuş kùltür ve dondurulmuş kùltür olmak üzere üç formda üretilmektedir.



## ZEYTİN İMALATINDA FERMENTASYON AŞAMALARI

Zeytinlerin acılığı %1,25 – 2 NaOH kullanılarak giderilebilir. Başlangıçta %10- 15 lik salamura hazırlanır. Zamanla tuz konsantrasyonu %6-9 a düşer. Fermentasyon süresince tuz konsantrasyonu %7-8 arasında tutulmalıdır. Fermentasyon 3 aşamada gerçekleşmektedir.

### Başlangıç Aşaması

Asit oluşumu yoktur. Bu yüzden m.o gelişmesini önlemek için tuz oranı %9 üstünde tutulmalıdır.

### İkinci Aşama

14 – 21 gün sürer. Gram negatif ve gram pozitif bakterileri tamamen yok olur. Bu esnada Laktobasillerin sayısı hızla artar ve ortama hakim olur.

### Son Aşama

21 – 28 gün sürer. Fermentasyon normal şekilde gelişmişse asitlik %1,0 ve pH= 3,8 – 4,0 arası olmalıdır.

## FERMANTASYONUN KONTROLÜ

Sıcaklık : Fermentasyonun başlangıç sıcaklığı 18 – 22 derece arası olması en uygun olduğu kabul edilmiştir. Bu sıcaklık aralığın üst sınır üzerindeki sıcaklık Lactobocillus'ların gelişmesini kolaylaştırır. Başlangıç sıcaklık çok düşük ise leuconostoc'lar ürer ve %1 asit oluştururlar. Fermentasyonun ikinci ve üçüncü aşamasında optimum sıcaklık 24-25 derece arası olması en uygundur.

### Anaerobik Koşullar

Anaerobik koşulların sağlanması fermentasyonun her aşamasında önemlidir. Aksi halde istenmeyen m.o'lar gelişmektedir.

### Tuz Miktarı

Başlangıç tuz konsantrasyonu %8-10 arası olmalıdır. Fermentasyonun 2. ve 3. döneminde tuz konsantrasyonu %7-8 arası tutulmalıdır. Çünkü ortamda meydana gelen asit artmaktadır.

## Yeşil Zeytinin İşlenmesinde Saf Kültür Kullanımı

Zeytinlerin hasadı, sınıflandırılması, yıkanması

Acılığın giderilmesi (%1,25 NaOH) NaOH'da tutulma süresi sıcaklığa, zeytin çeşidine ve büyüklüğüne bağlıdır.

Acılığı giderilmiş zeytinler 91,6-97,2 C 3-5 dk. Isısal işleme tabi tutulurlar.

Klorlu su ile yıkanmış tanklar daha önce 97,2-100 C de pastörize edilmiş ve daha sonra 22,2-25 C ye kadar soğutulmuş %10,6 lık salamura ile doldurulur. Üzerine soğutulmuş zeytinler ilave edilir.

## FERMANTASYON

Tuz konsantrasyonuna en az %7,5 olacak şekilde ayarlanır.

Yüksek tuz konsantrasyonu = Laktik asit bakterileri gelişmez, aerobakteriler gelişir.

Bozulmanın olmaması için ;

( % 0,8-1 laktik asit konsantrasyonuna ulaşması için)

\*Salamuraya %0,5-0,8 şeker ilavesi yapılır

\*Fermantasyon başlangıcında (5-7 gün sonra ) % 7,5 tuzda yumuşama olur.

Konulmuş salamuranın % 1-2'si kadar sitrik asit ilave edilir. Ortamın pH'ı düşeceğinden fermantasyon hızlı yürür. Bu şekilde hazırlanan salamura fermantasyon kaplarına alınır. Üzerine acılığı giderilmiş zeytinler doldurulur. Fermantasyona bırakılır.

Bozulmaya neden olan bakteriler ;

Aerebacter

Escherichia

Clastridium bactyricum

Isıtma uygulanması sakıncalıdır. Fermantasyon 21-30 gün sürer. Fermantasyon sonunda laktik asit % 0,8-1'e ulaşırken pH 3,8'e düşer. Fermantasyon sıcaklığı 25-30 C'dir. Fermantasyon sonunda teneke kutu veya kavanozlar da ambalajlanarak piyasaya sunulur. Olanaklar elverişli ise pastörizasyon yapılır. (20-25 dk,75-90 C)

Ambalajlanmış zeytin salamurasında %5 tuz ve %1 asit bulunur. Dolgulu zeytin cam kavanoza konur.

Hazırlanan kostik çözeltisi sıcak olmamalı çünkü taneyi yakar.

Heterofermantatif : Karbonhidratlarda az miktar asit, alkol, uçucu asit oluşturur.

Homofermantatif : Karbonhidratlarda laktik asit oluşumu

Sorularınız varsa cevaplayayım.

Daha sonra aklınıza soru gelirse lütfen yüz yüze, e posta veya telefon yoluyla ulaşınız.





Bu ders notları zeytincilik programı öğrencileri, Kursiyerler, sektör temsilcileri, diğer üniversitelerde okuyan önlisans, lisans, yüksek lisans ve doktora öğrencileri ile araştırmacılara yönelik hazırlanmıştır. Daha detay bilgiye ulaşmak isterseniz lütfen iletişime geçiniz.

DERS NOTLARI SÜREKLİ YENİLENMEKTEDİR.  
LÜTFEN DAHA ÖNCE İNDİRDİĞİNİZ DERS NOTU VARSA  
YENİ TARİHLİ OLAN DERS NOTUNU TERCİH EDİNİZ.  
NOTLARDA HATALI ve  
EKSİK BİR YER GÖRDÜĞÜNÜZDE LÜTFEN BİLDİRİNİZ.



Dr. Mücahit KIVRAK

0 505 772 44 46

[kivrak@gmail.com](mailto:kivrak@gmail.com)

[www.zeytin.org.tr](http://www.zeytin.org.tr)

[www.mucahitkivrak.com.tr](http://www.mucahitkivrak.com.tr)

## Sosyal medya iletişim

<https://www.facebook.com/mucahit.kivrak>

<https://twitter.com/zeytinist>

<https://instagram.com/zeytinist/>

<https://www.youtube.com/channel/UCNDXadH7jpB0FVRLbEvtqHA>