

SOFRALIK ZEYTİN ÜRETİMİNDE DOĞAL MAYA FLORASININ ÖNEMİ

Gamze N. Kara¹, Z. Yeşim Özbaş^{2*}

¹Hitit Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Çorum

²Hacettepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Ankara

Geliş tarihi / *Received*: 20.06.2013

Kabul tarihi / *Accepted*: 21.09.2013

Özet

Türkiye, dünyada önemli zeytin üreticisi ülkeler arasında yer almakta olup, zeytin ülkemizin en önemli tarımsal ürünlerinden birisi olarak kabul edilmektedir. Bunun yanı sıra sofralık zeytinin, dünya ticaretindeki en önemli fermente gıdalardan birisi olduğu da belirtilmektedir. Mayaların çeşitli gıda ürünlerinde olduğu gibi, sofralık zeytin fermantasyonunda da olumlu ve olumsuz etkilerinin olduğu bilinmektedir. Çeşitli ülkelere özgü sofralık zeytin çeşitlerinden izole edilen mayaların tanımlandığı ve karakterize edildiği birçok çalışma bulunmaktadır. Mayaların sofralık zeytin üretiminde destek starter kültür olarak kullanılması ile istenmeyen mikroorganizmaların gelişimlerinin engellenebileceğini belirtilmektedir. Bu şekilde, zeytinde mikrobiyel bozulmalar sonucu meydana gelebilecek ekonomik kayıpların da önlenebileceği ifade edilmektedir.

Anahtar kelimeler: Sofralık Zeytin, Maya, Doğal Fermantasyon

IMPORTANCE OF THE NATURAL YEAST FLORA IN TABLE OLIVE PRODUCTION

Abstract

Turkey is among the major producers of olives in the World and olive is regarded as one of the most important agricultural products in our country. Besides, table olive is stated to be one of the main fermented foods in the world trade. It is known that yeast also has positive and adverse effects on table olive fermentation as in various food products. There are several studies on the identification and characterization of the yeasts isolated from the olive varieties which are specific to various countries. It is indicated that the growth of undesirable microorganisms can be prevented by using yeasts as adjunct starter culture in the production of table olive. In this way, it is stated that economic losses that may result from the microbial spoilage of olives can also be prevented.

Keywords: Table olive, Yeast, Natural Fermentation

*Yazışmalardan sorumlu yazar / *Corresponding author*;

✉ yesim@hacettepe.edu.tr,

☎ (+90) 312 297 7112,

☎ (+90) 312 299 2123

GİRİŞ

Zeytin; *Oleaceae* familyasına ait, *Olea* cinsi, her mevsim yeşil olan yaklaşık 35 tür ağacın ortak ismi olarak bilinmekte ve özellikle, *Olea europaea* türü için kullanılmaktadır (1). Zeytin ağacının meyvesi etli ve tek çekirdekli olmakla birlikte, perikarp ve endokarp olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır. Perikarpın ise, epikarp (zar) ve mezokarp (pulp) olmak üzere iki kısımdan oluştuğu belirtilmektedir. Tohum, çekirdeğin içinde olup, koyu gri renkli sert bir kabukla çevrilidir (2).

Dünyada Akdeniz havzası iklim özellikleri gösteren yaklaşık 40 ülkede zeytin üretiminin yapıldığı ifade edilmektedir (3-5). Uluslararası Zeytinyağı Konseyi (IOOC)'nin 2012 verilerine göre 2011-2012 döneminde dünyada yaklaşık 2562 bin ton sofralık zeytin üretimi gerçekleştirilmiştir (6). Dünyada sofralık zeytin üretiminde İspanya başta olmak üzere bazı Avrupa Birliği ülkeleri, Türkiye, Fas, Suriye, Yunanistan, Mısır, Amerika Birleşik Devletleri-ABD ve Arjantin'in önemli ülkeler arasında yer aldıkları bilinmektedir (3, 4). Türkiye'nin, dünyada zeytin üreticisi olan ülkeler arasında dördüncü sırada yer aldığı ifade edilmektedir (7, 8).

Türkiye'de; Ege, Akdeniz, Marmara, Karadeniz ve Güneydoğu Anadolu olmak üzere beş ayrı bölgede zeytin üretimi gerçekleştirilmektedir. Ülkemizde, en geniş dağılıma sahip olan zeytin türünün Gemlik zeytini olduğu ve Edremit, Ayvalık, Domat, Memecik, Memeli, İzmir sofralık, Çilli, Çelebi ve Uslu varyetelerinin Türkiye'nin çeşitli bölgelerinde yetişen başlıca zeytin türlerini oluşturduğu bilinmektedir (9).

Zeytin, hasat edildikten sonra tüketilemeyen nadir meyvelerden biri olarak bilinmektedir (10, 11). Çünkü içeriğindeki fenolik bir bileşen olan oleuropein zeytine acılık vermekte, bu nedenle de zeytinin tüketilebilmesi için bu bileşenin giderilmesi gerekmektedir (10-13). Yapılan çalışmalar, başlangıçta oleuropeinin zeytin meyve ağırlığının %14'ünü oluşturduğunu ve miktarının zeytinin büyüme döneminde arttığını, olgunlaşma döneminde ise giderek azalarak meyve ağırlığının %2'sine düştüğünü ortaya koymaktadır (14). Bu bileşenin; suda çözünebilen fenolik glikozit yapısında olup, sofralık zeytin üretimi sırasında salamura suyuna ya da başka bir sıvı faza geçebildiği ifade edilmektedir. Oleuropeinin neden olduğu acılık, alkali uygulaması ile ortadan kaldırılabildiği gibi, enzim ile muamele edilerek ve fermantasyon işlemi ile de giderilebilmektedir (12, 13, 15, 16). Fermantasyon sırasında, oleuropeini parçalayan enzimin, maya ve Laktik Asit Bakterileri (LAB) tarafından üretilen β -glukozidaz enzimi olduğu bilinmektedir (17). β -glukozidaz enziminin oleuropeini glukoz ve oleuropein aglukona parçaladığı, daha sonra ise esteraz enzimi etkisi

ile hidroksitrisol ve elenolik asitin oluştuğu ifade edilmektedir (14).

Dünya ticaretinde önem kazanmış olan üç farklı sofralık zeytin çeşidi olduğu bilinmektedir. Bunlar; Kaliforniya tipi, İspanyol tipi ve doğal fermente salamura sofralık zeytin olarak sıralanabilmektedir (18-20). Kaliforniya ve İspanyol tipi zeytin üretiminde acılığın alkali uygulaması ile giderildiği, doğal fermente salamura zeytin üretiminde ise bu işlemin; fermantasyonda yer alan mikroorganizmalar tarafından gerçekleştirildiği belirtilmektedir. Zeytinde fermantasyondan sorumlu mikroorganizmaların, başlangıçta laktik asit bakterileri, ileri aşamalarda ise mayalar olduğu ifade edilmektedir (19, 21). Bu derlemede doğal zeytin fermantasyonunda yer alan mayalar, mayaların zeytinin doğal fermantasyondaki rolleri ve starter kültür olarak kullanılabilme potansiyelleri ele alınmıştır.

Sofralık Zeytin Üretim Teknolojisi

Zeytin meyvesinin sofralık olarak tüketilebilmesi için, içeriğindeki acılık veren oleuropein maddesinin giderilmesi gerekmektedir. Oleuropeinin neden olduğu acılık alkali uygulaması ve fermantasyon işlemi ile giderilebilmektedir. (11).

Sofralık zeytin üretimi için hammadde seçiminde dayanıklılık, boyut, etli kısım/çekirdek oranı, tat, sertlik ve çekirdeğin etli kısımdan kolay ayrılabilme özelliğinin önem taşıdığı belirtilmektedir (22, 23, 24). Genelde sofralık zeytin üretimi için seçilen zeytin türlerinin yağ oranı düşük, şeker oranının ise yüksek olduğu belirlenmiştir. Olgunlaşma sırasında zeytin meyvelerinin rengi antosiyaninlerin oluşması ile beraber önce yeşilden pembeye, sonrasında mavi-mora, tam olgunlaşma sağlandığında ise siyaha dönmektedir. Sofralık zeytinler, zeytinin rengi ya da kullanılan işleme metoduna göre sınıflandırılmaktadırlar. Dünyada üretilen birçok sofralık zeytin tipinin bulunduğu ifade edilmektedir. Bunlar arasında, uluslararası ticarete önemi olan tipler; İspanyol tipi yeşil zeytin, Kaliforniya tipi siyah zeytin ve doğal fermente (Yunan tipi) siyah zeytindir (11, 15, 25-28)

İspanyol tipi yeşil zeytin üretiminin dünya genelindeki sofralık zeytin üretiminin %50-60'ını kapsadığı ifade edilmektedir (29). Bu tip üretimde; maksimum büyüme seviyesine ulaşmış dane yeşil zeytinler kullanılmaktadır (30). İspanyol tipi yeşil zeytin üretiminde, zeytinlerin hasat sonrasında seçilip sınıflandırıldıktan sonra, oleuropeini uzaklaştırıp acılığı gidermek için zeytin varyetesine ve olgunluk derecesine bağlı olarak, 6-15 saat %1.8-2.5'lik (w/v) alkali (NaOH çözeltisi) uygulamasına tabi tutulduğu belirtilmektedir (6, 30, 31). Alkali çözeltisini uzaklaştırmak amacıyla; zeytinlerin önce birkaç kere yıkandığı, daha sonra ise; %6-10 oranında tuz içeren salamurada 20-22°C'de bir fermantasyon işleminin gerçekleştirildiği ifade

edilmektedir. Yıkama işleminin zeytindeki alkali çözeltiyi uzaklaştırmasının yanı sıra fermantasyon aşaması için geçerli olan şekeri de açığa çıkardığı bilinmektedir (4). Fermantasyon işlemi yaklaşık 1.5-2 ay sürmektedir (30). Fermantasyon boyunca salamurada çok çeşitli mikroorganizmaların yer aldıkları belirtilmektedir. İspanyol tipi yeşil zeytinin üretiminde; fermantasyondan asil sorumlu mikroorganizmaların; laktik asit bakterileri (LAB) olduğu belirlenmiştir (31). Fermantasyonun başlangıcında ortamda, alkali pH'ı tolere edebilen mikroorganizmaların yer alarak ortam pH'sını düşürdükleri; daha sonra ise bu mikroorganizmaların inhibe olarak laktobasillerin gelişimlerinin desteklediğini ortaya konulmuştur (4). Bunun yanı sıra laktobasillerin salamuradaki sayılarının fermantasyonun ortalarına kadar logaritmik olarak artış gösterdiği de ifade edilmektedir. İspanyol tipi sofralık zeytin fermantasyonunda *Lactobacillus plantarum* ve *Lactobacillus pentosus* türlerinin önemli rol oynadıkları ve homolaktik fermantasyon ile ortam pH'sını 4.5'e düşürdükleri belirtilmektedir (4). İspanyol tipi sofralık zeytin üretiminde fermantasyon aşamasının, son ürünlerdeki tat ve kokunun oluşumundan sorumlu en önemli işlem basamağı olduğu ifade edilmektedir (32).

Kaliforniya tipi siyah zeytin üretiminde; dane sarı-yeşil zeytin kullanılmakta, acılık giderme ve siyahlaştırma işlemi ise; alkali uygulaması ile gerçekleştirilmektedir. Ülkemizde Kaliforniya tipi siyah zeytin üretimi için Memecik çeşidi zeytinin kullandığı ifade edilmektedir (33). Bu tip zeytin üretiminde alkali uygulaması sırasında; %0.5-2.0 oranında NaOH çözeltisinin kullanıldığı belirtilmektedir. Zeytinlerin kısa sürelerle, üç defa NaOH ile muamele edildikleri ve her kostik uygulamasından sonra salamura pH'sı 7-8 olana kadar zeytinlerin saf suda ya da seyreltik tuzlu suda bekletildikleri bildirilmektedir. Birinci alkali uygulamasında kostik oranının %2, ikinci uygulamada %1.0-1.5, üçüncü uygulamada ise; %0.5-1.0 (v/v) olduğu ve işlem süresinin yaklaşık; 5-9 gün sürdüğü ifade edilmektedir (33). Suda bekletme işlemi sırasında ise, sisteme hava girişi yapılarak zeytinin siyahlaştırılmasının sağlandığı da belirtilmektedir. Son yıkama suyuna hidroklorik asit (HCl) eklenerek ortam pH'sının 7-8'e ayarlanmasının kolaylaştırıldığı bilinmektedir. Ancak, ortama asit ilave edilmesinin zeytinin renginin açılmasına neden olduğu, zeytinin kendine özgü siyah rengine ulaşması için ortama demir glukonat ve demir laktat ilave edildiği de rapor edilmektedir (33). Kaliforniya tipi siyah zeytin üretiminde fermantasyon işleminin bulunmadığı; ürünün konservelenerek ısıl işleme ve salamura suyuna eklenen laktik asit, asetik asit, sodyum benzoat ve sorbat gibi çeşitli koruyucu maddelerle korunduğu bilinmektedir. Salamuradaki tuz

oranının ortalama %2.5, en fazla %3 (w/v) olduğu bilinmektedir.

Doğal fermente salamura sofralık siyah zeytin üretiminde ise, zeytinler genellikle elle toplanarak yıkama işlemine tabi tutulmaktadır. Yıkama işleminden sonra ise zeytinler, içerisinde %8-10 (w/v) tuz içeren salamura suyu bulunan tanklarda, hava ile temasları kesilerek, doğal fermantasyona bırakılmaktadırlar. Fermantasyon işleminin, zeytin çeşidi ve fermantasyon ortamına bağlı olarak yaklaşık, 3-9 ay sürdüğü ve bu süreçte acılığın yavaş yavaş ve kısmen giderildiği belirtilmektedir. Son üründe ise parçalanmadan kalan fenolik bileşenler nedeni ile bir miktar acı tadın varlığını koruduğu bilinmektedir (34). Fermantasyon işlemi tamamlandıktan sonra sofralık zeytine özgü siyah rengin oluşması için 2-3 gün havalandırma işleminin uygulandığı; bazen de %0.1 (w/v) demir glukonat ya da laktat ilave edilerek koyu siyah rengin sağlandığı ifade edilmektedir. Son aşamada ise zeytinlerin %8 (w/v) tuz içeren taze salamura ile birlikte paketlenmeleri belirtilmektedir (4). Doğal fermente salamura siyah zeytin üretiminin, dünyadaki sofralık zeytin üretiminin; %30'unu kapsamakta olduğu ve yaygın olarak Yunanistan'da üretilmekle beraber Türkiye, Suriye, Ürdün, Lübnan ve Kıbrıs'ta bu tip üretimin yapıldığı rapor edilmektedir (4).

Doğal Fermente Sofralık Zeytin Üretiminde Yer Alan Mayalar

Doğal fermente siyah sofralık zeytinlerde fermantasyondan sorumlu asil mikroorganizmaların mayalar, İspanyol tipi zeytinlerde ise bakteriler olduğu bilinmektedir. Fermantasyon basamağının yer aldığı diğer sofralık zeytin tiplerinde ise mayalar ve laktik asit bakterilerinin yarışmacı halde oldukları yapılan çalışmalarla ortaya konulmaktadır (29, 35).

Yapılan çeşitli çalışmalara göre, doğal fermente sofralık salamura siyah zeytin üretiminde, fermantasyon boyunca ortamda bulunan mikroorganizmalar çeşitlilik göstermektedirler (11, 13, 23, 31, 36-40). Bu mikroorganizmalardan biri olan mayaların, fermantasyon boyunca aktivitelerini sürdürdükleri; bunun yanı sıra fermantasyonun ilk aşamalarında *Bacillus* ve *Clostridium* türlerinin de baskın oldukları belirlenmiştir (13). LAB'nin fermantasyon ortamındaki varlıklarının, salamuradaki tuz derişimine ve kullanılan zeytin varyetesinin polifenol içeriklerine göre farklılık gösterebildiği de ifade edilmektedir. Yapılan çeşitli çalışmalarda; öncelikli olarak *Leuconostoc mesenteroides* ve *Pediococcus cerevisiae* türlerinin, sonrasında ise *L. plantarum* ve *Lactobacillus brevis* türlerinin fermantasyonda yer aldıkları bildirilmiştir (41). Ayrıca yapılan bir diğer çalışmada da, *Streptococcus*

ve *Enterococcus* cinsine ait bakterilerin de fermantasyon ortamında düşük sayılarda yer aldıkları belirtilmiştir (42). Ürünün son pH'sı 3.8-4.0'e ulaştığında ise, fermantasyon ortamında mayaların baskın hale geldikleri belirtilmektedir. Mayaların zeytinin doğal fermantasyonu sırasında kritik/baskın bir role sahip oldukları bilinmektedir. Bunun nedeni, laktik asit üretimi sonucu ortam pH'sının düşmesi ve salamurada bulunan toksik fenolik bileşenler nedeni ile LAB'nin inhibe olması olarak açıklanmaktadır (27, 43).

Fermantasyon ortamındaki endojen maya florasının; zeytin meyvesine, kullanılan suya, salamuraya, ortam pH'sına, zeytin dokusundan salamuraya geçen besin miktarına, zeytin yüzeyinin yapısına, salamuradaki fenolik bileşenler ve organik asitler gibi antimikrobiyel maddelerin miktarlarına, ortam sıcaklığına, kullanılan fermantasyon tanklarına/havuzlarına ve genel olarak kullanılan alet ve ekipmanlara bağlı olarak değişiklik gösterebildiği ifade edilmektedir (4).

Yapılan çeşitli çalışmalar sonucunda zeytinlerin doğal fermantasyon ortamlarından izole edilen başlıca maya türlerinin *Candida tropicalis*, *C. parapsilopsis*, *C. rugosa*, *C. boidinii*, *C. diddensiae*, *C. oleophila*, *C. galabrata*, *C. cf. apicola*, *C. membranifaciens*, *C. krusei*, *C. guilliermondii*, *Pichia anomala*, *P. membranifaciens*, *P. farinosa*, *P. farinose*, *P. galeiformis*, *P. guilliermondii*, *P. manshurica*, *P. kluyveri*, *P. minuta*, *P. fermentas*, *Debaryomyces etchelsii*, *D.hansenii*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Kluyveromyces lactis*, *Kly. marxianus*, *Bullera variabilis*, *Cryptococcus albidus*, *Cry. laurentii*, *Dekkera bruxellensis*, *Sporobolomyces roseus*, *Torulasporea delbrueckii*, *Zygosaccharomyces bailii*, *Aerobasidium pullulans*, *Citeromyces matritensis*, *Rhodotorulla glutinis*, *R. mucilaginoso*, *Zygotulasporea mrakii*, *Geotrichum candidum* ve *Issatchenkia occidentalis* oldukları belirtilmektedir. (12, 13, 38-40, 44, 45)

Sofralık zeytin üretiminde mayaların istenen; son ürünün organoleptik özelliklerini olumlu yönde etkileyen rollerinin olduğu gibi, istenmeyen; ürün kalitesini olumsuz yönde etkileyen rollerinin de olduğu bilinmektedir. Günümüzde mayaların sofralık zeytin üretimine etkileri ile ilgili halen bilinmeyen birçok nokta mevcut olup, bu konudaki bilimsel çalışmalar günümüzde de yoğun olarak devam etmektedir.

Mayaların Sofralık Zeytin Üretimindeki Olumsuz Etkileri

Mayaların olumsuz etkilerinin hem sofralık zeytinin üretimi esnasında, hem de bu zeytinlerin paketlenmelerinin sonrasında ortaya çıkabildiği belirtilmektedir (12, 37). Bu mikroorganizmaların olumsuz etkilerini önlemek için fermantasyon ortamına üretim esnasında laktik asit ilavesi, pH

ve tuz derişiminin kontrol altında tutulması; paketlenmiş ürüne koruyucu katkı maddelerinin ilavesi ve ısı işlem gibi uygulamalar yapılmaktadır (36).

Zeytindeki tuz oranı salamura ile denge halindeyken %8'in (w/v) üzerine çıktığında mayaların gelişmeleri için uygun bir ortam oluşmakta ve mayalar laktik asit bakterilerine karşı baskın hale gelmektedirler (7). Ayrıca alkali uygulamasının yapılmadığı doğal fermente sofralık zeytin üretiminde ise, zeytinde bulunan fenolik bileşenlerin LAB' ni inhibe ettikleri belirlenmiştir (12). Mayaların baskın hale geldiği bu gibi durumlarda, düşük laktik asit üretiminin gerçekleşebildiği ve bu nedenle de zeytinin karakteristik tadının oluşmadığı ve buna bağlı olarak da, raf ömrünün kısaldığı ifade edilmektedir (46). Fermantasyon ortamındaki maya sayısının; 7 log (kob/mL)'nin üzerine çıkması durumunda ise; CO₂ üretiminin arttığı ve bunun da zeytinin parçalanmasına neden olabildiği belirtilmektedir (12, 47). Zeytin fermantasyon ortamında bulunan mayalardan olan *S. cerevisiae*, *S. kluyveri* ve *P. anomala* türlerinin gaz oluşumuna neden olabildikleri bilinmektedir (36). CO₂ üretiminin, paketlenmiş sofralık zeytinlerde ise sızıntıya, salamura suyunda bulanıklığa, kötü tat ve kokuya neden olabildiği ifade edilmektedir (37). Zeytinlerde bozulmaya neden olan mayaların patojen özellikte olmadıkları bilinmektedir (37).

Mayaların zeytin fermantasyonundaki bir diğer istenmeyen özelliklerinin ise; polisakkarolitik aktiviteleri olduğu belirtilmektedir (45). Mayaların pektinolitik enzimler, pektin metilesteraz ve poligalakturanaz gibi çeşitli enzimler üreterek zeytinin hücre duvarındaki polisakkaritleri parçaladıkları ve zeytinde yumuşamaya neden oldukları bilinmektedir (48). Zeytinlerde sıkça rastlanan *Rhodotorulla minuta* ve *D. hansenii* türlerinin polisakkarolitik özellikleri, yapılan çalışmalarla belirlenmiştir. Ayrıca *R. glutinis*, *R. minuta* ve *Rhodotorulla rubra* türlerinin salamura suyunda zar oluşturabildikleri ve poligalakturanaz enzimleri üreterek yumuşamaya neden olabildikleri de ifade edilmektedir (37).

Mayaların Sofralık Zeytin Üretimindeki Olumlu Etkileri

Yapılan çeşitli çalışmalar, mayaların zeytin fermantasyonunda kritik bir rol oynadıklarını ve birçok olumlu etkilerinin olduğunu ortaya koymaktadır (13, 37, 49). Bu olumlu etkiler arasında; mayaların fermantasyona katılmaları, zeytinin tat, koku ve yapı oluşumuna önemli katkıları, antioksidan ve antimikrobiyel özellikteki bazı maddeleri sentezleyebilmeleri, oleuropeini parçalamaları, killer aktivite gösterebilmeleri ve laktik asit bakterilerinin gelişmelerini olumlu yönde etkilemeleri yer almaktadır.

Mayaların zeytin fermantasyonu sırasında asetik asit, süksinik asit, formik asit, etanol, metanol, gliserol, esterler ve düşük miktarda asetaldehit ürettikleri düşünülmektedir (13, 29, 36, 37). Bu bileşenlerin zeytinin tat, koku ve yapı oluşumlarında önemli rol oynadıkları bilinmektedir. Bazı mayaların sahip oldukları esteraz ve lipaz aktivitelerinin zeytinde aroma bileşenlerinin oluşumu açısından olumlu bir özellik olduğu vurgulanmaktadır (37). Hernandez et al. (36) tarafından mayaların lipaz ve esteraz aktiviteleri ile ilgili yapılan bir çalışmada, yeşil sofralık zeytinlerden izole edilmiş türlerin çoğunda, esteraz aktivitesi belirlenirken sadece birkaçında lipaz aktivitesi olduğu saptanmıştır. Rodriguez-Gómez et al. (50) tarafından yapılan bir çalışmada ise; İspanya'ya özgü; Hojiblanca ve Manzanilla zeytin varyetelerinin üç ay süren fermantasyonları sırasında izole edilen maya suşlarından biri olan *C. boidinii*'nin yüksek lipaz aktivitesine sahip olduğu ortaya konulmuştur. Yapılan bir çalışmada, zeytin fermantasyon ortamlarında sıklıkla rastlanan; *T. delbrueckii* ve *D. hansenii* türlerinin lipolitik aktiviteye sahip oldukları da belirtilmektedir (49).

Sofralık zeytinlerden izole edilen bazı mayaların antioksidan özellikteki çeşitli biyoaktif bileşenleri sentezleyebildikleri ifade edilmektedir (37). Bazı *Saccharomyces* ve *Candida* türlerinin antioksidan özellikteki karatenoit, tokoferol, sitrik asit ve glutation ürettikleri bildirilmektedir. Bu antioksidan maddelerin zeytinin bozulmasını engelledikleri bilindiği gibi, insan sağlığına olumlu etkileri de vurgulanmaktadır.

Doğal fermente sofralık zeytin üretiminde, zeytinde acılığa neden olan oleuropein maddesinin alkali uygulaması ile değil, salamura da yer alan mikroorganizmaların ürettikleri enzimlerle parçalandığı belirtilmektedir (51). Bu nedenle, mayaların zeytinde acılığa neden olan oleuropeini hidrolize edebilme özellikleri önem kazanmaktadır. Bunun yanı sıra, oleuropeinin fermantasyonda yer alan LAB'nin gelişimini engellediği, böyle bir durumda ise yeterli laktik asit üretiminin engellenerek, salamura asitliğinin güvenli düzeye ulaşmadığı ifade edilmektedir (52). Oleuropeinin hidrolizinin ortam pH'sına ve mikroorganizmaların β -glukozidaz aktivitesine bağlı olarak değişebildiği bilinmektedir (24, 49). Psani and Kotzekidou (49) tarafından yapılan bir çalışmada, Yunan tipi sofralık zeytinden izole edilen 15 *D. hansenii* ve 32 *T. delbrueckii* suşunun tamamının %1.0 (w/v) oranında oleuropein içeren besiyerinde gelişebildikleri belirlenmiştir. Silva et al. (44) tarafından yapılan bir çalışmada, zeytin salamasından izole edilen bir *C. oleophila* türünün tek karbon kaynağı olarak %0.1 (w/v) oleuropein içeren besiyerinde gelişebildiği belirtilmiştir. Oleuropeini parçalayan

enzimin β -glukosidaz enzimi olduğu bilinmektedir (53). Boutisto-Gallego et al. (12) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada ise; zeytin örneklerinden izole edilen *C. diddensiae*, *Wickerhamomyces anomalus*, *Debaryomyces etchelsii*, *Kly. lactis*, *C. sorbosivorans*, *H. guilliermondii* türlerinin, β -glukosidaz aktivitesine sahip oldukları belirtilmiştir.

Doğal sofralık zeytin fermantasyonunda LAB'nin de önemli bir yere sahip oldukları bilinmektedir. Özellikle fermantasyonun ilk aşamalarında zeytinlerin uzun süreli muhafazası için, LAB'nin fermantasyonda yer alarak laktik asit üretmeleri ve ortam pH'sını düşürmeleri gerekmektedir. Yapılan son çalışmalar bazı sofralık zeytin tiplerinin üretimleri sırasında mayaların, laktik asit bakterilerinin gelişmelerini arttırdıklarını göstermektedir. Bazı maya türlerinin vitamin, aminoasit ve pürinleri sentezleyerek, kompleks karbonhidratları parçalayarak laktik asit bakterileri için optimum gelişme ortamı sağladıkları ifade edilmektedir (37). Tsapatsaris and Kotzekidou (54) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada; 48 saat öncesinde *D. hansenii* ile inoküle edilmiş zeytin salamasında, *L. plantarum* gelişiminin arttığı belirlenmiştir. Buna bağlı olarak da kontrol örneği ile karşılaştırıldığında laktik asit miktarında hafif bir artış olduğu belirtilmektedir. Mayaların B-kompleks vitaminleri, amino asitler ve pürinler üreterek LAB'nin gelişmeleri ve üremeleri için gerekli bileşenleri sağladıkları ve bir çok maya türünün B vitamini üretebildiği ifade edilmektedir. Silva et al. (44) tarafından yapılan bir çalışmada, *P. membranaefaciens* 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 sentezleyebildikleri belirlenmiştir.

Bazı maya türlerinin sahip oldukları killer aktivite nedeni ile, biyokontrol ajanı olarak kullanılmaları önerilmektedir. Killer aktiviteye sahip olan mayalar toksik özellikte proteinler ve glikoproteinler üretmektedirler. Bu toksinler, duyarlı maya ve bakteri suşlarının gelişimini engellemektedir (44). Bazı suşlarının killer özellikte oldukları belirlenen *D. hansenii*, *P. anamola*, *Kly. marxianus*, *P. guilliermondii* ve *P.membranaefaciens* gibi türlerin sofralık zeytin üretiminde biyokontrol ajanı olarak kullanılması ile tuz ve koruyucu madde kullanımının azalacağı ve LAB gelişiminin destekleneceği öne sürülmektedir (34, 55). Portekiz'de yapılan bir çalışmada; farklı üreticilerden alınan, alkali uygulanmadan üretilmiş sofralık yeşil zeytinlerden izole edilen 74 maya suşunun killer aktiviteleri, farklı pH (3.5-8.5) ve tuz (%5-8) derişimlerinde test edilmiştir (55)

Çalışmada killer mayalara duyarlı oldukları bilinen *S. cerevisiae* EX33, EX73R ve MNN9 suşları ile killer aktiviteleri bilinen *S. cerevisiae* JCR2, EX85, GY-2-3a ve *Williopsis saturnus* HM22 suşları referans olarak kullanılmışlardır. Farklı pH değerlerinde en yüksek killer aktiviteye *Debaryomyces* türüne ait suşların, en düşük killer aktiviteye ise *Candida* türüne ait suşların sahip oldukları belirlenmiştir. Farklı tuz derişimleri ile çalışıldığında ise; *Debaryomyces* türüne ait suşların denenen her tuz derişiminde killer aktivite gösterdikleri ortaya konmuştur.

Doğal zeytin fermantasyonlarında, mayaların yüksek tuz derişimlerine dayanıklılıklarının, istenen bir diğer olumlu özellik olduğu ifade edilmektedir. Doğal fermente sofralık zeytin üretiminde salamuradaki tuz derişiminin ortalama, %8-12 (w/v) arasında olduğu bilinmektedir. Silva et al. (44) tarafından yapılan bir çalışmada, zeytin örneklerinden izole edilen *C. oleophila*, *P. membranifaciens*, *P. fermentas*, *C. boidini* ve *T. delbrueckii* türlerinin %10'luk tuz derişimine dayanıklı oldukları belirlenmiştir.

Sofralık zeytin üretiminde fermantasyona katılan mayaların katalaz aktivitesine sahip olmalarının, istenen bir teknolojik özellik olduğu belirtilmektedir. Katalaz enziminin zeytinde yer alan doymamış yağ asitlerinin oksitlenmelerini engellediği ve peroksit oluşumunun önüne geçtiği ifade edilmektedir (12). Yapılan bir çalışma sonucunda zeytinden izole edilen *C. oleophila*, *P. membranifaciens*, *P. fermentas*, *S. cerevisiae*, *C. boidini*, *C. citrea* ve *T. delbrueckii* türlerinin katalaz pozitif oldukları belirlenmiştir (55). Boutisto-Gallego et al. (12) tarafından İspanya'da gerçekleştirilen bir çalışmada Alorena, Gordal ve Manzanilla türlerine ait zeytinlerin doğal fermantasyon ortamlarından salamura örneklerinin alındığı ve bu örneklerden izole edilen *P. membranifaciens*, *P. galeiformis*, *Pichia kudriavzevii* ve *W. anomalus* türlerinde katalaz aktivitesinin belirlendiği ifade edilmiştir. Bevilacqua et al. (56) tarafından yapılan bir çalışmada ise; İtalya'ya özgü Bela Di Cerignola zeytinlerinin doğal fermantasyon ortamlarından alınan zeytin ve salamura örneklerinden izole edilen *C. famata*, *C. guilliermondii*, *C. pelliculosa* ve *R. mucilaginosa* türlerinin tamamında, katalaz aktivitesi belirlenmiştir.

SONUÇ

Zeytinlerin fermantasyon ortamlarında yer alan mayaların bazı olumsuz özelliklerinin yanı sıra, zeytinin duyuşal özelliklerine ve raf ömrüne etki eden bir çok olumlu özelliklerinin de olduğu bilinmektedir. Bu nedenle mayalar, sofralık zeytin fermantasyonunda önemli bir yere sahiptirler. Bu konuda yapılan çeşitli çalışmalarda, farklı zeytin

örneklerinden izole edilmiş olan birçok mayanın, zeytin teknolojisi açısından önemli özellikleri belirlenmiş ve belirlenen bu özellikler ile onların sofralık zeytin üretiminde destek starter kültür olarak kullanılabilme potansiyellerinin araştırılması incelenmeye değer bulunmuştur. Böylece daha kontrollü bir sofralık zeytin fermantasyonunun gerçekleştirilebileceği de düşünülmüştür. Bunun yanı sıra seçilen maya suşlarının destek starter kültür olarak kullanılabilmeleri için; farklı fermantasyon koşullarındaki davranışları ile ortamdaki laktik asit bakterileri ve diğer maya suşları ile olan ilişkilerinin de çok iyi belirlenmesi gerektiği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

1. Arroyo-López F N, Bautista-Gallego J, Rodriguez-Gómez F, Garrido-Fernandez A. 2010. Predictive microbiology and table olives. In: *Current Research and Education Topics in Applied Microbiology and Microbial Biotechnology*, Mendez Vilas A (ed), Formatex, Badajoz, pp. 1452-1461.
2. Boskou D. 2006. Olive Oil: Chemistry and Technology. AOCS Publishing, Hellas, pp. 13-17.
3. Özkaya M T, Tunalioglu R, Eken Ş, Ulaş M, Tan M, Danacı A, İnan N, Tibet Ü. 2010. Türkiye Zeytinciliğinin sorunları ve çözüm önerileri. Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi, Ocak, Ankara, 515-537.
4. Rejano L, Montano A, Casado F J, Sanchez A H, Castro A. 2010. Table olives; varieties and variations. In: *The plant, production, olives and olive oil and their detailed characterization*, Victor P, Ronald W. (eds), Elsevier, Amsterdam, pp. 45-50
5. Arroyo-López A, Bautista-Gallego J, Romero-Gil V, Rodriguez-Gómez F, Garrido-Fernández A. 2012. Growth/no growth interfaces of table olive related yeasts for natamycin, citric acid and sodium chloride. *Int J Food Microbiol*, 155 (3), 257-262.
6. Rodriguez-Gomez F, Bautista-Gallego J, Arroyo-Lopez F N, Romero-Gil V, Jimenez-Diaz R, Garrido-Fernandez A, Garcia-Garcia P. 2013. Table olive fermentation with multifunctional *Lactobacillus pentosus* strains. *Food Control*, 34, 96-105.
7. Yurtsever S. 2006. Siyah sofralık zeytin fermantasyonunda alkali ve enzimatik yöntemlerin mikrobiyolojik özellikler üzerine etkisi. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Bursa, Türkiye, s 15.
8. Öztürk F, Yalçın M, Diraman H. 2009. Türkiye zeytinyağı ekonomisine genel bir bakış. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 4 (2), 35-51.
9. Özlü N. 2011. Zeytin Çeşitlerimiz. Filiz Matbaacılık, Ankara, s. 13.

10. Uylaşer V, Şahin İ. 2004. Salamura siyah zeytin üretiminde geleneksel gemlik yönteminin günümüz koşullarına uyarlanması. *Ulud Üniv Zir Fak Derg*, 18, 105-113.
11. Garcia E, Luh B S, Martin H. 2005. Olives. In: Processing Fruits: *Science and Technology*. Barret Somogyi L P, Ramaswamy S H. (eds), CRC Press, Florida, pp. 751-754.
12. Bautista-Gallego J, Arroyo-Lopez F N, Duran-Quintana M C, Gorrído-Fernandez A. 2010. Fermentation profiles of Manzanilla-Alorena cracked green table olives in different salt mixtures. *Food Microbiol*, 27 (3), 403-417.
13. Alves M, Goncalves T, Quintas C. 2012. Microbial quality and yeast population dynamics in cracked green table olives' fermentations. *Food Control*, 23 (2), 363-368.
14. Yıldız G, Uylaşer V. 2011. Doğal bir antimikrobiyel: oleuropein. *Ulud Üniv Zir Fak Derg*, 25 (1), 131-142.
15. Aponte M, Ventorino V, Blaiotta G, Volpe G, Farina V, Avellone G. 2010. Study of green Scilian table olive fermentations through microbiological, chemical and sensory analyses. *Food Microbiol*, 27 (1), 162-170.
16. Tofalo R, Schirone M, Perpetuini G, Suzzi G, Corsetti A. 2012. Development and application of a real-time PCR-based assay to enumerate total yeasts and *Pichia anomala*, *Pichia guilliermondii* and *Pichia kluyveri* in fermented table olives. *Food Control*, 23 (2), 356-362.
17. Montano A, Sanchez A H, Lopez-Lopez A, Castro A, Rejano L. 2010. Chemical composition of fermented green olives: acidity, salt, moisture, fat, protein, ash, fiber, sugar, and polyphenol. In: *The plant, production, olives and olive oil and their detailed characterization*, Victor P, Ronald W. (eds), Elsevier, Amsterdam, pp. 291-300.
18. Doulgeraki A I, Hondrodımu O, Iliopoulos V, Panagou E Z. 2012. Lactic acid bacteria and yeast heterogeneity during aerobic and modified atmosphere packaging storage of natural black Conservolea olives in polyethylene pouches. *Food Control*, 26 (1), 49-57
19. Romero-Gil V, Bautista Gallego J, Rodriguez-Gomez F, Garcia-Garcia P, Jimenez-Diaz R, Garrido-Fernandez A, Arroyo-Lopez F N. 2013. Evaluating the individual effects of temperature and salt on table olive related microorganisms. *Food Microbiol*, 33, 178-184.
20. Doulgeraki A I, Pramateftaki P, Argyri A A, Nychas G J E, Tassou C C, Panagou E Z. 2013. Molecular characterization of lactic acid bacteria isolated from industrially fermented Greek table olives. *LWT-Food Sci Technol*, 50, 353-356.
21. Arroyo-L'opez F N, Romero-Gil V, Bautista-Gallego J, Rodriguez-G'omez F, Jimenez-Diaz R, Garcia-Garcia P, Querol A, Garrido-Fernandez A. 2012. Yeasts in table olive processing: desirable or spoilage microorganisms? *Int J Food Microbiol*, 160 (1), 42-49.
22. Hurtado A, Reguant C, Bordons A, Rozès N. 2012. Lactic acid bacteria from fermented table olives. *Food Microbiol*, 31, 1-8.
23. Tofalo R, Perpetuini G, Schirone M, Suzzi G, Corsetti A. 2013. Yeast biota associated to naturally fermented table olives from different Italian cultivars. *Int J Food Microbiol*, 161, 203-208.
24. Arroyo-L'opez F N, Romero-Gil V, Bautista-Gallego J, Rodriguez-G'omez F, Jimenez-Diaz R, Garcia-Garcia P, Querol A, Garrido-Fernandez A. 2012. Potential benefits of the application of yeast starters in table olive processing. *Front Microbiol*, 161 (3), 1-4.
25. Valencic V, Mavsar D B, Bucar-Miklavcic M, Butinar B, Cadez N, Golob T, Raspor P, Mozina S S. 2010. The Impact of Production Technology on the Growth of Indigenous Microflora and Quality of Table Olives from Slovenian Istria. *Food Technol Biotechnol*, 48 (3), 404-410.
26. Randazzo C L, Riberra A, Pitino I, Romeo F V, Caggia C. 2012. Diversity of bacterial population of table olives assessed by PCR-DGGE analysis. *Food Microbiol*, 32, 87-96.
27. Bautista-Gallego J, Rodriguez-Gomez F, Barrio E, Querol A, Gorrído-Fernandez A, Arroyo-Lopez F N. 2011. Exploring the yeast biodiversity of green table industrial fermentations for technological applications. *Int J Food Microbiol*, 32, 87-96.
28. Perricone M, Bevilacqua A, Corbo M R, Sinigaglia M. 2010. Use of *Lactobacillus plantarum* and glucose to control the fermentation of "Bella di Cerignola" table olives, a traditional variety of Apulian region (Southern Italy). *J Food Sci*, 75 (7), 430-436.
29. Arroyo-L'opez F N, Bautista-Gallego J, Dominguez-Manzano J, Romero-Gil V, Rodriguez-G'omez F, Garcia-Garcia P, Garrido-Fernandez A, Jimenez-Diaz R. 2012. Formation of lactic acid bacteria-yeast communities on the olive surface during Spanish-style Manzanilla fermentations. *Food Microbiol*, 32, 295-301.
30. Gómez A H, Garcia P, Navaro L. 2006. Elaboration of table olives. *Grasas Aceites*, 57(1), 86-94.
31. Aponte M, Blaiotta G, Croce F, Mazzaglia A, Farina V, Settanni L, Moschetti V. 2011. Use of selected autochthonous lactic acid bacteria for Spanish-style table olive fermentation. *Food Microbiol*, 30(1), 8-16.

32. Vergara J V, Blana V, Mallouchos A, Stamatou A, Panagou E Z. 2013. Evaluating the efficacy of brine acidification as implemented by the Greek table olive industry on the fermentation profile of *Conservolea* green olives. *LWT-Food Sci Technol*, 53, 113-119.
33. Tokuşoğlu Ö, Başoğlu F. 2010 Sofralık zeytin üretimi. In: *Özel Meyve: Zeytin*, Tokuşoğlu, Ö. (ed), Sidas Medya, Manisa, s. 111-126.
34. Panagou E Z, Hondrodinou O, Mallouchos A, Nychas G J E. 2011. A study on the implications of NaCl reduction in the fermentation profile of *Conservolea* natural black olives. *Food Microbiol*, 28, 1301-1307.
35. Bevilacqua A, Beneduce L, Sinigaglia M, Corbo. 2013. Selection of yeasts as starter cultures for table olives. *J Food Sci*, 78(5), 742-751.
36. Hernández A, Martín A, Aranda E, Pérez-Navado F, Córdoba M G. 2007. Identification and characterization of yeast isolated from the elaboration of seasoned green table olives. *Food Microbiol*, 24 (4), 346-351.
37. Arroyo-López F N, Querol A, Bautista-Gallego J, Garrido-Fernández A. 2008. Role of yeasts in table olive production. *Int J Food Microbiol*, 128 (2), 189-196.
38. Pereira A P, Pereira J A, Bento A, Let cia Estevinho M. 2008. Microbiological characterization of table olives commercialized in Portugal in respect to safety aspects. *Food Chem Toxicol*, 46 (8), 2895-2902.
39. Romo-Sanches S, Alves-Baffi M, Arevalo-Villena M, Ubeda-Iranzo J, Briones-Perez A. 2010. Yeast biodiversity of oleic ecosystems: study of their biotechnological properties. *Food Microbiol*, 27 (4), 487-492.
40. Abriouel H, Benomar N, Lucas R, Galvez A. 2011. Culture-independent study of the diversity of microbial populations in brines during fermentation of naturally-fermented Alorena green table olives. *Int J Food Microbiol*, 144 (3), 487-496.
41. Kanavouras A, Gazouli M, Tzouveleki Leonidas L, Petraki C. 2005. Evaluation of black table olives in different brines. *Grasas Aceites*, 56 (2), 106-115.
42. Randazzo C L, Rajendram R, Caggia C. 2010. Lactic acid bacteria in table olive fermentation. In: *Olives and Olive Oil in Health and Disease Prevention*, Pretty V R, Watson R S (eds), Elsevier, UK, pp. 371-379.
43. Mucilli S, Caggia C, Randazzo C L, Restuccia C. 2011. Yeast dynamics during the fermentation of brined green olives treated in the field with kaolin and Bordeaux mixture to control the olive fruit fly. *Int J Food Microbiol*, 148 (1), 15-22.
44. Silva T, Reto M, Sol M, Peito A, Peres C M, Peres C, Xavier-Malcata F. 2011. Characterization of yeasts from Portuguese brined olives, with a focus on their potentially probiotic behaviour. *LWT Food Sci Technol*, 44 (6), 1349-1354.
45. Bevilacqua A, Corbo M R, Sinigaglia M. 2012. Selection of yeasts as starter cultures for table olives: step-by-step procedure. *Front Microbiol*, 194 (3), 1-9.
46. Tassou C C, Panagou E Z, Katsaboxakis K.Z. 2002. Microbiological and physicochemical changes of naturally black olives fermented at different temperatures and NaCl levels in the brines. *Food Microbiol*, 19 (6), 605-615.
47. Idoui T, Boudjerda J, Leghouchia E, Karamb N E. 2009. Naturally fermented Jijelian black olives: microbiological characteristics and isolation of lactic acid bacteria, *Grasas Aceites*, 60 (5), 514-518.
48. Golomb B L, Morales V, Jung A, Yau B, Boundy-Mills K L, Marco M L. 2013. Effects of pectinolytic yeast on the microbial composition and spoilage of olive fermentations. *Food Microbiol*, 33, 97-106.
49. Psani M, Kotzekidou P. 2006. Technological characteristics of yeast strains and their potential as starter adjuncts in Greek-style black olive fermentation. *World J Microbiol Biotechnol*, 22 (12), 129-1336.
50. Rodríguez-Gómez F, Arroyo-López F N, López-López A, Bautista-Gallego J, Garrido-Fernández A. 2010. Lipolytic activity of the yeast species associated with the fermentation/storage phase of ripe olive processing. *Food Microbiol*, 27 (5), 1-9.
51. Botta C., Cocolin L. 2012. Microbial dynamics and biodiversity in table olive fermentation: culture-dependent and -independent approaches, *Food Microbiol*, 245 (3), 1-10.
52. Pistarino E, Aliakbarian B, Casazza A A, Paini M, Cosulich M E, Perego P. 2013. Combined effect of starter culture and temperature on phenolic compounds during fermentation of Taggiasca black olives. *Food Chem*, 138, 2043-2049.
53. Bautista-Gallego J, Arroyo-López F N, Rantsiou K, Jiménez-D az R, Garrido-Fernández A, Cocolin L. 2013. Screening of lactic acid bacteria isolated from fermented table olives with probiotic potential. *Food Res Int*, 50, 135-142.
54. Tsapatsaris S, Kotzekidou P. 2004. Application of central composite design and response surface methodology to the fermentation of olive juice by *Lactobacillus plantarum* and *Debaryomyces hansenii*. *Int J Food Microbiol*, 95 (2), 157-168.
55. Hernández A, Martín A, Córdoba M G, Benito M J, Aranda E, Pérez-Navado F. 2008. Determination of killer activity in yeasts isolated from the elaboration of seasoned green table olives. *Int J Food Microbiol*, 121 (2), 178-177.
56. Bevilacqua A, Perricone M, Cannarsi M, Corbo M R, Sinigaglia M. 2009. Technological and spoiling characteristics of the yeast microflora isolated from Bella di Cerignola table olives. *Int J Food Sci Technol*, 44 (11), 2198-2207.