


## Üzümsü Meyvelerdeki Fenolik Bileşiklerin Fermantasyon ile Değişimi

Tarık Çam , Hatice Kalkan Yıldırım 

Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bornova, İzmir

Geliş Tarihi (Received): 09.08.2017, Kabul Tarihi (Accepted): 04.02.2018

✉ Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): [braveheart.trk@hotmail.com](mailto:braveheart.trk@hotmail.com) (T. Çam)

☎ 0 232 3113045 📠 0 232 311 48 31

### ÖZ

Üzümsü meyveler aromatik maddeleri, çeşitli mineral ve vitaminleri yoğun miktarda içermesinden dolayı özel öneme sahip meyvelerdir. Özellikle içerdikleri fenolik bileşikler nedeni ile insan sağlığı üzerine olumlu etkileri bulunmaktadır. Bu çalışmada üzümsü meyvelerin proses optimizasyonu ile son üründe istenilen fenolik bileşiklerin elde edilebileceğini göstermek amaçlanmıştır. Ayrıca bu derlemede, üzümsü meyvelerin fermantasyon uygulamalarında kullanımı ile ilgili yapılan çalışmalardan, fermantasyonun sonunda fenolik bileşiklerin miktarlarındaki ve profillerindeki değişimlerden, fermantasyon çeşitleri üzerine yapılan diğer çalışmalardan ve fermantasyon işleminde yararlanılan yeni uygulamalardan bahsedilmiştir. Derlenen literatür bilgilerine göre, üzümsü meyvelerdeki fenolik bileşiklerin fermantasyon tipine, kullanılan kültürlere ve üretim koşullarına göre değiştiği ortaya çıkmıştır. Bu bilgiler ışığında proses optimizasyonu ile üründe istenen fenolik bileşikler elde etmenin mümkün olabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Üzümsü meyveler, Fenolik bileşikler, Fermantasyon çeşitleri

### Changes in Phenolic Compounds of Berries during Fermentation

#### ABSTRACT

Berries are important fruits because they contain high amounts of aromatic compounds, many minerals and vitamins. Especially, phenolic compounds present in berries may have positive effects on human health. This study aims to demonstrate that desired phenolic compounds in final products can be obtained via process optimization for berries. Additionally, this study includes fermentation applications of berries, changes in phenolic profiles and concentrations after fermentation, other studies concerning fermentation types and new fermentation applications. According to the literature reviewed, it is evident that phenolic compounds in berries change by the type of fermentation, cultures used and processing conditions. Under the light of the literature review, it might be concluded that it is possible to obtain products with desired phenolic compounds by process optimization.

**Keywords:** Berries, Phenolic compounds, Fermentation types

#### GİRİŞ

Üzümsü meyveler genel anlamda, üzüme benzeyen meyve türleri için kullanılmaktadır. Bu meyvelerin etli, sulu, yumuşak ve hoş kokulu olmaları ve aynı zamanda antioksidan kapasitelerinin diğer meyvelere göre çok daha yüksek olması en önemli özellikleridir. Üzümsü meyveler botanik yapı farklılığı dikkate alındığında üç farklı grup içerisinde değerlendirilmektedir:

a) Gerçek Üzümler: Meyve etli, sulu ve yumuşaktırlar. Meyve içerisinde tohum bulunmaktadır. Örnek: Üzüm, Frenk üzümü, Bektaşi üzümü, yaban mersini, kültür mersini.

b) Toplu Üzümler: Bu grupta yer alan meyveler ufak birçok üzümün bir meyve eksemi üzerinde toplanmasıyla oluşur. Örnek: Ahududu, böğürtlen, mürver.

c) Yalancı Üzümler: Olgunlaşan çiçek tablası üzerinde her biri gerçek meyve olan küçük cevizlerin bulunduğu türdür. Örnek: Çilek ve kuşburnu.

Üzümsü meyveler denildiği zaman daha çok üzüm (*Vitis*), çilek (*Fragaria*), ahududu ve böğürtlen (*Rubus*), frenk üzümü ve bekaşi üzümü (*Ribes*), yaban mersini, kırmızı noktalı yaban mersini, kültür yaban mersini, bataklık yaban mersini (*Vaccinium*), kuşburnu (*Rosa*), kadintuzluğu (*Berberis*), çakal eriği (*Prunus*) gibi cinsler ve bunlara bağlı türler akla gelmektedir [1].

Bu çalışmada üzümsü meyvelerin fermantasyon uygulamaları, fermantasyonun sonunda fenolik bileşiklerin profilleri ve miktarlarındaki değişimler ve bu konuda yeni uygulamalar ele alınmıştır.

### ALKOL FERMANTASYONU

Alkol fermantasyonu şekerlerin mayalar tarafından oksijensiz ortamda etil alkol ve karbondioksit parçalanması olarak tanımlanmaktadır. Alkol fermantasyonuyla etil alkol ve karbondioksitin yanısıra gliserin, asetaldehit ve asetik asit gibi maddeler de oluşmaktadır.

García-Parrilla ve ark. [2] tarafından yapılan çalışmada araştırmacılar *Gluconobacter japonicus* gibi asetik asit bakterileriyle meyvedeki glukozun glukonik asite dönüşmesinin sağlandığı ve böylece tatlandırıcı olarak fruktozun korunduğu glukonik fermantasyonla ve alkol fermantasyonuyla çilekten hazırlanan fermente içeceklerin antosiyanin kompozisyonlarını tespit etmişlerdir. Ayrıca fermantasyon sonucu oluşan ürünlerin antosiyanin bileşikleri üzerinde glukonik fermantasyonun ve alkol fermantasyonunun etkisini tahmin etmeyi ve antosiyanin bileşiklerinin biyoaktif potansiyellerini değerlendirmeyi amaçlamışlardır. Araştırmanın sonucunda 11 antosiyanin bileşiği tanımlanmış ve bu bileşiklerin miktarları belirlenmiş olup, pelargonidin 3-glukosid ve bu bileşiğin türevleri ana bileşikler olarak tanımlanmıştır. Ayrıca glukonik fermantasyonu sonunda antosiyanin kompozisyonunun korunduğu, glukonik fermantasyon ile üretilen içeceklerin alkol fermantasyonu ile üretilen içeceklerden daha yüksek antioksidan aktivitesine sahip olduğu tespit edilmiştir.

Bir diğer çalışmada Ohya ve ark. [3], *Saccharomyces cerevisiae*'nin alkol üretme performansını geliştirmeyi amaçlamışlardır. RIM15 geninde meydana gelen işlev kaybı *Saccharomyces cerevisiae*'nin alkol üretme yeteneğini geliştirmesine rağmen stres koşulları altında çok faydalı olmamaktadır. Bu yüzden araştırmacılar tarafından stres toleransını ve fermantasyon profilini dengelemek için RIM15'in 50' tanımlanamayan bölgesi içerisine glikoneogenik genin(PCK1) promotörünü yerleştirilmiştir. Çalışmanın sonunda PCK1 promotör'ü yerleştirilen suşun, RIM 15 geni silinmiş suştan, tekrarlayan ve aşırı miktarda glikozun olduğu koşullar altında daha iyi alkol fermantasyonu performansı gösterdiği saptanmıştır.

Soto-Cruz ve ark. [4] tarafından yapılan çalışmada araştırmacılar *Agave duranguensis*'in alkolik

fermantasyonundan izole edilen yerli mayaları seçmeyi ve agave bitkisinin öz suyundan alkolik fermantasyonla elde edilen bir alkollü içki olan mezc'al'in üretimi için karışık kültürleri formüle etmeyi amaçlamışlardır. Çalışmada % 75 *S. cerevisiae* ITD- 00185 ve %25 *T. delbrueckii* ITD-00014a karışık kültür ile %100 *K. marxianus* ITD-00147 ve %100 *S. cerevisiae* ITD-00185 saf kültürleri kullanılmıştır. Araştırmanın sonucunda %75 *S. cerevisiae* ITD- 00185 ve %25 *T. delbrueckii* ITD-00014a kullanılan karışık kültürün verim, uçucu bileşiklerin zenginliği ve duyuşal test açısından en iyi sonuçları verdiği tespit edilmiştir.

Başka bir çalışmada Cardeal ve ark. [5], terra muzı sırasında enzim kullanmış, şırayı santrifüjlemiş ve şıraya kuru ve yaş maya türleri ilave etmişlerdir. Araştırmacılar alkol fermantasyonu üzerinde uygulanan bu işlemlerin etkilerini kinetik parametreler ve uçucu organik bileşik profili ile değerlendirmeyi amaçlamışlardır. Araştırmanın sonucunda enzimatik işlem, santrifüjleme ve yaş ticari maya kullanımının maksimum etanol verimi (%86) ve etkinliği (%98) sağladığı ve uçucu organik bileşiklerin konsantrasyonunun fermantasyon koşullarına ve kullanılan farklı mayalara göre değiştiği görülmüştür. Ayrıca uçucu organik bileşiklerin algılanma ve miktarlarının belirlendiği limitlerin sırasıyla 0.056 ile 2.694 mg/L aralığında ve 0.057 ile 2.904 mg/L aralığında değiştiği saptanmıştır. Elde edilen verilere göre en baskın uçucu organik bileşikler arasında en çok yüksek alkollerin ( 100 mL'lik susuz alkol başına 353-1017 mg) bulunduğu tespit edilmiştir.

Üzümsü meyve şarapları üzerine yapılan çalışmada Johnson ve Mehjia [6], yaban mersini ve böğürtlenden yapılan meyve şaraplarının kimyasal kompozisyonunu ve kalite parametrelerini kıyaslamayı ve değerlendirmeyi amaçlamışlardır. Araştırmanın sonucunda böğürtlen şaraplarının ortalama polifenolik içeriğinin  $2212.5 \pm 1090.3$  mg/L ellagik asit eşdeğeri, toplam antosiyanin içeriğinin  $75.56 \pm 70.44$  mg/L olduğu, yaban mersini şaraplarının ise ortalama polifenolik içeriğinin  $1623.3 \pm 645.5$  mg/L elajik asit eşdeğeri, toplam antosiyanin içeriğinin  $20.82 \pm 12.14$  mg/L olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca briks değeri ile glikoz-fruktoz konsantrasyonu ( $r=0.90$ ), toplam asitlik ile malik asit ( $r=0.90$ ) ve toplam polifenoller ile antioksidan kapasitesi ( $r=0.88$ ) arasında pozitif korelasyon olduğu saptanmıştır.

Bir diğer çalışmada Giaramida ve ark. [7], *Candida zemplinina* maya suşu Cz3 kullanımı ile karışık fermantasyon için yeni bir protokol geliştirmişlerdir. *S. cerevisiae* NDA21 ve *S. cerevisiae* AR06 şarap şıralarına ayrı ayrı inoküle edilmiş, *C. zemplinina* Cz3 ve *S. cerevisiae* NDA21 ile *C. zemplinina* Cz3 ve *S. cerevisiae* AR06 ise şarap şıralarına birlikte inoküle edilmiştir. Çalışmada kırmızı şaraplara Cz3 aşılanmış ve bu şaraplar ticari *Saccharomyces cerevisiae* maya suşları ile aşılanan şaraplarla ya da spontan fermantasyonla elde edilen şaraplarla kıyaslanmıştır. Araştırmanın sonucunda Cz3 ile üretilen şarapların ticari maya suşlarıyla üretilen şaraplardan ve spontan fermantasyonla üretilen şaraplardan daha düşük alkol (%14.24 ve 14.23) ve daha fazla gliserol (12 ve 12.5 g/L) içerdiği tespit edilmiştir.

Üzümsü meyvelerin fenolik içerikleri ile ilgili yapılan başka bir çalışmada Tuberoso ve ark. [8], yüksek şeker ve düşük asitlik düzeyine sahip, ince kabuklu, iri taneli, kırmızı şarap üretiminde kullanılan ve çoğunlukla *Grenache* olarak bilinen siyah üzümünden üretilen *Cannonau* şarabının, mersin meyvesi likörünün ve koca yemiş ağacı (*Arbutus unedo L.*) çiçeklerinden elde edilen deli balın antioksidan kapasitelerini ve damar gevşetici özelliklerini çeşitli denemelerle değerlendirmeyi ve fenolik içerikle bu aktiviteleri ilişkilendirmeyi amaçlamışlardır. Araştırmanın sonuçları incelendiğinde yapılan *in vitro* testlerde Cannonau şarabı ve mersin meyvesi likörünün antioksidan içeriğinin koca yemiş ağacı deli balının antioksidan içeriğinin 2 katı olduğu görülmüştür. Bununla birlikte antosiyaninler açısından zengin olan Cannonau şarabı ve mersin meyvesi likörü için malvidin-3-o-glukozit'in en fazla miktarda bulunan antosiyanin olduğu tespit edilmiştir. Petunidin-3-o-glukozit ve delfinidin-3-o-glukozit en fazla miktarda bulunan diğer antosiyaninler olarak saptanmıştır. Ayrıca mersin liköründe arabinoz türevleri bulunurken Cannonau şarabında bu türevlerin bulunmadığı, Cannonau şarabı ve mersin likörünün benzer flavonoller içerdiği, ancak glikozitlerin tiplerinde farklılıklar olduğu, mirisetin-3-o-arabinoz'ın sadece mersin liköründe bulunduğu, kuersetin-3-o-glukuronid ve kaempferol-3-o-glukozit'in ise sadece Cannonau şarabında bulunduğu görülmüştür.

Üzümsü meyve ile üzüksü meyve şarabının kıyaslandığı bir çalışmada Cho ve ark. [9], siyah ahududundan (*Rubus coreanus Miquel*) şarap üretimi sırasında antioksidan ve fenolik bileşiklerin içeriğindeki değişimleri izlemiştir. Araştırmanın sonucunda siyah ahududunun toplam fenolik madde içeriği 165.0±11.8 mg GAE (gallik asit eşdeğeri)/100 mL iken siyah ahududundan şarap üretimi sonucu oluşan ürününün toplam fenol içeriğinin 240.0±5.7 mg GAE/100 mL olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte ham siyah ahududunun toplam antosiyanin içeriğinin 8.8±0.2 mg CE (siyanidin eşdeğeri)/100 mL olarak bulunduğu, fermantasyonun sonunda oluşan şarabın antosiyanin içeriğinin ise 9.8±0.9 mg CE/100 mL olduğu bulunmuştur. Ayrıca siyah ahududu şarabında galik asit, tirosol, etil gallat, dihidroksi benzoik asit'in, siyah ahududu meyvesinde ise benzoik asit, 4-hidroksi benzoik asit, galik asit ve dihidroksi benzoik asit tespit edilen fenolik bileşikler olduğu, galik asit ve dihidroksi benzoik asitin hem siyah ahududu meyvesinde hem de siyah ahududu şarabında en fazla bulunan fenolik bileşikler olduğu belirtilmiştir.

Şarapların fenolik içeriklerinin kıyaslandığı çalışmada Ortiz ve ark. [10], ekvator böğürtleni, yaban mersini ve elma şaraplarının renk, fenolik bileşik ve antioksidan aktivitelerinin tespit edilmesi üzerine araştırma yapmıştır. Araştırmanın sonucunda böğürtlen şaraplarının, böğürtlen ve elmaların birlikte fermantasyonuyla üretilen şarapların ve yabanmersini şaraplarının toplam fenol içeriğinin 854 ile 1400 mg GAE/L arasında değiştiği, böğürtlenden yapılan şarapların en yüksek monomerik antosiyanin konsantrasyonuna sahip olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca böğürtlenden yapılan şarapların antioksidan içeriğinin

böğürtlen ve elmaların birlikte fermantasyonuyla üretilen şarapların ve yaban mersininden yapılan şarapların 2 katı antioksidan içeriğine sahip olduğu, böğürtlen şaraplarında en fazla bulunan antosiyanin bileşiklerin siyanidin-3-rutinozot (%62) ve siyanidin-3-glukozit olduğu görülmüştür.

## ASETİK ASİT FERMANTASYONU

Asetik asit fermantasyonu, mayaların fermente olabilir şekerleri etanole dönüştürmesinin ardından asetik asit bakterilerinin oksijenli ortamda oluşan etanolü asetik asit ve suya dönüştürmesi olarak tanımlanmaktadır.

Farklı fermantasyon çeşitlerini incelemek için Ordoudi ve ark. [11], nar suyunu alkol ve sirke fermantasyonuna bırakmış ve toplam fenolik madde miktarlarını, fenolik madde profillerini ve antioksidan aktivitelerini taze nar suyuyla kıyaslamışlardır. Araştırmanın sonucunda toplam fenolik madde miktarının fermantasyondan etkilenmediği, alkol fermantasyonu uygulanmış ürünün antosiyanin miktarının (12.8±1.3 mg/L) taze nar suyu (130.1±1.4 mg/L) ve sirke fermantasyonu uygulanmış nar suyundaki antosiyanin miktarından (126.0±2.2 mg/L) yaklaşık 10 kat az olduğu, her iki fermente ürünün fenolik madde profilleri açısından aynı oldukları, antioksidan aktivitenin ise fermantasyonla düştüğü, en yüksek antioksidan aktiviteye fermente olmamış nar suyunun (11.4±0.2 mM Troloks eşdeğeri antioksidan kapasitesi) sahip olduğu ve alkol fermantasyonu (8.3±0.2 mM Troloks eşdeğeri antioksidan kapasitesi) uygulanan ürünün sirke fermantasyonuna (11.4±0.2 mM Troloks eşdeğeri antioksidan kapasitesi) uygulanan üründen daha yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğu bulunmuştur.

Asetik asit verimini artırmak için Gullo ve ark. [12], alkollü ve şekerli substratlarla selüloz üretme yeteneği olmayan, alkollü ortamda gelişebilen asetik asit bakterileriyle, statik ve daldırma fermantasyonla kombine bir şekilde çalışarak uygulanabilir asetik asit fermantasyonu gerçekleştirmeyi amaçlamışlardır. Araştırmanın sonucunda %8.00–9.00 (w/v) asetik asit konsantrasyonunda ürün elde edilmiş ve batık fermantasyon öncesinde seçilen starter kültürün gelişimi için uygun ortamın batık fermantasyon işleminden önce yapılan küçük ölçek kesikli fermantasyon ve statik fermantasyonla sağlandığı tespit edilmiştir.

Bir diğer çalışmada Tanino ve ark. [13], oksidatif fermantasyona mikrobiyal yakıt hücresi (MFC) teknolojisinin yeni bir uygulamasıyla yararlı bir madde ve elektriğin birlikte üretimi üzerine araştırma yapmışlardır. Araştırmanın sonucunda başarılı bir şekilde elektrik ve sirke üretimi yapılmış, sirke fermantasyonuyla elde edilen asetik asit verimine (%75.8) yakın (%73.1) veya daha fazla oranda (%89.9) asetik asit verimi sağlandığı, açık çevrim voltajının ise fermantasyonun başlamasıyla birlikte fermantasyonun sonuna kadar artış gösterdiği tespit edilmiştir.

Asetik asit verimini arttırmak için araştırma yapan Mounir ve ark. [14], asetik asit bakterilerini elma ve kaktüs meyvelerinden izole etmişler, biyoreaktörde

asetik asit fermantasyonu sırasında ısıya dayanıklı asetobakter suşları ile glukonik ve asetik asitlerin eş zamanlı üretimini amaçlamışlardır. Araştırmanın sonucunda elmadan izole edilen asetik asit bakterileriyle %7.64 (w/v), kaktüs meyvelerinden izole edilen asetik asit bakterileriyle ise %10.08 (w/v) asetik asit konsantrasyonunda ürün elde edildiği saptanmıştır. Ayrıca kaktüs meyvesinden izole edilen asetik asit bakterilerinin aynı anda asetik asit ve glukonik asit üretebildiği ve etanol yıkımına (ethanol depletion) daha az duyarlı olduğu bulunmuştur.

Asetik asit üretimi ile ilgili yapılan diğer bir çalışmada Li ve ark. [15], asetik asit bakterileri ve mayaların sinerjik etkisi altında gıda atıklarından mikro-aerobik fermantasyon ile asetik asit üretimini araştırmışlardır. Araştırmacılar asetik asit üretimi için inokülasyon yapılmayan, maya inoküle edilen, asetik asit bakterileri inoküle edilen ve hem asetik asit bakterileri hem de maya inoküle edilen 4 fermente üretim gerçekleştirmişlerdir. Araştırmanın sonucunda en yüksek asetik asit üretiminin asetik asit ve maya inoküle edilen üretimde olduğu görülmüştür (25.88 g/L).

Başka bir çalışmada ise Ehsanipour ve ark. [16], *Moorella thermoacetica* ATCC 39073 suşlarıyla lignoselülozik şekerlerin asetik asite biyolojik dönüşümü üzerine çalışma yapmışlardır. Araştırmanın sonucunda *Moorella thermoacetica* ATCC 39073 suşunun 72 saatlik bir fermantasyon süresi içinde buğday samanı, orman artıkları, dallı darı ve şeker kamışından oluşan hidrolizattaki lignoselülozik şeker karışımında bulunan tüm glikozu ve ksilozu etkili bir şekilde asetik asite fermente edebildiği, arabinozun %62'sini, galaktozun %49'unu ve mannozun ise %66'ını fermente edebildiği tespit edilmiştir.

Ren ve Qiu [17] yaptıkları çalışmada, mısır samanını asetik asitle muamele ettikten sonra buharla patlatmış (ASCS) ve eş zamanlı sakarifikasyon ve fermantasyon (SSF) yaparak *Ethanoligenens harbinense* B49 ile biyolojik hidrojen üretiminde asetik asitin ve enzim yüklemesinin (selülaz) etkisini araştırmışlardır. Araştırmanın sonucunda asetik asit konsantrasyonuyla hidrojen veriminin arttığı, enzim yüklemesiyle ise önce hidrojen veriminin arttığı daha sonra ise azaldığı tespit edilmiştir. Ayrıca enzim yüklemesinin asetik asit konsantrasyonunda daha önemli bir faktör olduğu bulunmuştur.

## LAKTİK ASİT FERMANTASYONU

Laktik asit fermantasyonu, oksijensiz ortamda heterofermantatif laktik asit bakterileri tarafından glukozun laktik asit, asetik asit, etil alkol ve CO<sub>2</sub>'e dönüştürüldüğü fermantasyon çeşididir.

Bir çalışmada, kiraz bitkisinden elde edilen laktik asit bakterilerinin tanımlanması, karışık endojen starter kültürün seçimi ve infüzyon ile köklerinden eklenen kiraz püresinin işlenmesi için protokolün hazırlanması amaçlanmıştır. Araştırmanın sonucunda kabul edilebilir ürün elde edilmesi, ürünün besinsel, antioksidan ve duyuşal özelliklerinin korunması için otokton laktik asit bakterileri seçiminin ve kök infüzyonu eklenmesinin tatlı

kirazların işlenmesinde alternatif bir teknolojik seçenek sunacağı tespit edilmiştir [18].

Başka bir çalışmada ise, iki laktik asit bakterisi ile aşılana Tempranillo Rioja şaraplarının malolaktik fermantasyonu üzerine bir çalışma yapılmış ve spontan malolaktik fermantasyon ile sonuçlar kıyaslanmıştır. Araştırmanın sonucunda kaliteli şaraplar için en uygun starter kültürün seçilmesi gerektiği ve biyojenik aminlerin oluşumunu önlemek için şıradaki ve şaraptaki amino asit içeriğinin kontrol edilmesi gerektiği üzerinde durulmuştur [19].

Bir başka çalışmada ise *Vitis vinifera* L.'den 3 farklı bitkinin yaprakları üzerinde laktik asit fermantasyonunun değerlendirilmesi üzerine araştırma yapılmıştır. Araştırmanın sonucunda fermantasyon profili ve duyuşal özellikler açısından fermantasyon için Türkiye'de yetişen Ekşikara, Hesapalı ve Siyah pekmezlik üzüm asması yapraklarının uygun olduğu tespit edilmiştir [20].

Laktik asit bakterilerinin popülasyon dinamiklerinin incelendiği diğer bir çalışmada laktik asit bakterileri türlerinin çeşitliliği arka arkaya üç yıl La Rioja'da bir şaraphanede Tempranillo şarabının alkol ve malolaktik fermantasyonu sırasında analiz edilmiştir. Araştırmanın sonucunda malolaktik fermantasyon süresinde, laktik asit bakterileri türlerinde ve *Oenococcus oeni* genotiplerinin çeşitliliğinde farklar olduğu bununla birlikte *Oenococcus oeni*'nin en baskın tür olduğu görülmüştür [21].

Nar suyunun fermantasyonu için laktik asit bakterilerinin kullanıldığı bir diğer çalışmanın amacı nar suyunun fermantasyonu sırasında nar suyunun substrat metabolizmasının ve seçilen *Lactobacillus plantarum*, *L. delbruekii*, *L. paracasei*, *L. acidophilus* probiyotik laktik asit bakterilerinin büyüme hızının araştırılması ve soğuk ortam koşullarında canlılıklarının değerlendirilmesidir. Araştırmanın sonucunda *L. paracasei* ve *L. acidophilus*'in nar gibi yüksek asitli gıdalarda kullanılmaması gerektiği, *L. plantarum* ve *L. delbruekii* suşlarının ise nar suyunda probiyotik kültür olarak soğuk depolamada sınırlı bir zaman ile kullanılabilirliği tespit edilmiştir [22].

Bu çalışmaların dışında yapılan diğer çalışmada, fermente nar suyunun mikrobiyolojik, besinsel, antioksidan, renk ve duyuşal özelliklerinin karakterize edilmesi ve periferik kan mononükleer hücrelerine ve K562 tümör hücrelerine karşı biyolojik aktivitelerin *in vitro* olarak değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Araştırmanın sonucunda domatesten izole edilen P0M1 ve C2 *Lactobacillus plantarum* suşlarının ya da LP09 *Lactobacillus plantarum* suşunun ve ticari LP09 *Lactobacillus plantarum* suşunun nar suyunun fermantasyonu için yeni bir teknoloji seçeneği sunduğu, polifenollerce zengin olan narın sağlığa yararlı, duyuşal ve koruyucu özelliklerinden tamamen yararlanılabileceği ve yeni fonksiyonel içeceklerin üretimine öncülük edebileceği görülmüştür [23].

Bir diğer çalışmada ise fonksiyonel madde, besin takviyesi veya farmasötik preparat üretme bakış açısıyla

mersin meyvesinin antioksidant özelliklerini geliştirmek için laktik asit bakterilerinin kullanımı amaçlanmıştır. Araştırmanın sonucunda mersin meyvesinin laktik asit fermantasyonuyla fonksiyonel gıda diyet takviyeleri ya da farmasötik preparatlar olarak kullanımının mümkün olduğu görülmüştür [24].

*V. vinifera cv. Tannat* üzüm şirasının laktik asit bakterileri ve mayalarla fermente edildiği bir diğer çalışmada ise maya ve bakterinin eş zamanlı aşılandığı, mayanın ilk olarak aşılandığı ve bakterinin 3 gün sonra aşılandığı ve mayanın ardından bakterinin alkol fermantasyonu bitmeye yaklaştığı zaman aşılandığı üç farklı şekilde maya/bakteri kombinasyonlarının

performansı kıyaslanmıştır. Araştırmanın sonucunda, hiç SO<sub>2</sub> eklenmeden veya düşük miktarda SO<sub>2</sub> eklenen şıralarda erken inokülasyonla bakterilerin popülasyonunda çoğalma beklenebileceği ve fermente olan mayaların spesifik suşlarını bakterilerin negatif olarak etkileyebileceği, bakteri maya kombinasyonu ve inokülasyonun yapıma zamanının dışında şıraya en elverişli koşullarda inoküle edilecek bakterilerin miktarına da önem verilmesi gerektiği saptanmıştır [25].

Bu makalede sözü geçen çalışmalar ve sonuçları Tablo 1'de özetlenmiştir.

Tablo 1.Farklı fermantasyon çeşitleri ile ilgili yapılan çalışmalar ve sonuçları

| Kaynak | Araştırmanın Konusu  | Araştırmanın Sonuçları  |
|--------|--|---|
| [2]    | Çilekten hazırlanan fermente içeceklerin antosiyanin kompozisyonu ve glukonik ve alkolik fermantasyonun antosiyanin bileşikleri üzerine etkisi   | Pelargonidin 3-glukositi ve bu bileşiğin türevleri antosiyanin kompozisyonu, glukonik fermente içecekler alkolik fermente içeceklerden daha yüksek antioksidan aktivitesine sahip.  |
| [3]    | Yüksek alkol fermente etme yeteneğine sahip stres toleranslı maya suşları geliştirme   | Geliştirilen suş, RIM 15 silinmiş suştan daha iyi alkol fermantasyonu performansına sahip.  |
| [4]    | <i>Agave duranguensis</i> 'in alkolik fermantasyonundan izole edilen yerli mayaların seçilmesi ve Mezcal üretiminde kullanmak için karışık kültürün oluşturulması  | En iyi sonuçların %75 <i>S. cerevisiae</i> ITD- 00185 ve %25 <i>T. delbrueckii</i> ITD-00014a 'den oluşan karışık kültürden elde edilmesi.  |
| [5]    | Terra muzunun alkol fermantasyonunda maya türlerine santrifüj ve enzimatik işlemin etkisi  | Enzimatik işlem, santrifüj ve ıslak ticari mayanın kullanımı ile maksimum etanol verimi (%86) ve etkinliğinin (%98) elde edilmesi, uçucu organik bileşiklerin algılanma ve miktarlarının limitlerinin sırasıyla 0.056-2.694 ve 0.057-2.904 mg/L olarak bulunması, en çok bulunan uçucu organik bileşiklerin yüksek alkoller (100 mL'lik susuz alkol başına 353 -1017 mg) olması   |
| [6]    | Yaban mersini ve böğürtleden yapılan meyve şaraplarının kimyasal kompozisyonunu ve kalite parametrelerinin kıyaslanması  | Böğürtlen şarapları ortalama polifenolik içeriğinin litre başına 2212.5±1090.3 mg elajik asit eşdeğeri, toplam antosiyanin içeriğinin 75.56±70.44 mg/L, yaban mersini şarapları ortalama polifenolik içeriğinin litre başına 1623.3±645.5 mg elajik asit eşdeğeri, toplam antosiyanin içeriğinin 20.82±12.14 mg/L olarak bulunması.   |
| [7]    | <i>Candida zemplinina</i> maya suşu Cz3'ün kırmızı şaraplara aşılması ve elde edilen şarabın ticari <i>Saccharomyces cerevisiae</i> maya suşları ile aşılama şarapları ve spontan fermantasyonla elde edilen şaraplarla kıyaslanması | Cz3 ile üretilen şarapların daha düşük alkol (%14.24 ve 14.23) ve daha fazla gliserol(12 ve 12.5 g/L) içeriğine sahip olması.   |
| [8]    | Cannonau şarabı, mersin meyvesi likörü ve çilek ağacı balının antioksidan kapasitesi ve damar gevşetici özelliklerinin fenolik içerikleriyle değerlendirilmesi   | Cannonau şarabı ve mersin meyvesi likörü antioksidan içeriğinin çilek ağacı balının 2 katı olması, Cannonau şarabı ve mersin meyvesi likörü için malvidin-3-o-glukozit'in en fazla miktarda bulunan antosiyanin olması.   |
| [9]    | Siyah ahududundan şarap üretimi sırasında antioksidan ve fenolik bileşiklerin içeriğindeki değişimler  | Siyah ahududu toplam fenol içeriği 165.0±11.8 mg GAE/100 mL ve siyah ahududundan şarap üretimi sonucu oluşan ürünün toplam fenol içeriği 240.0±5.7 mg GAE/100 mL. Siyah ahududunun toplam antosiyanin içeriği 8.8±0.2 mg CE/100 mL, fermantasyonun sonunda oluşan şarabın antosiyanin içeriği 9.8±0.9 mg CE/100 mL  |
| [10]   | Ekvator böğürtleni, yaban mersini ve elma şaraplarının renk, fenol ve antioksidan aktivitelerinin tespiti  | Böğürtleden yapılan şarapların antioksidan içeriği, böğürtlen ve elmaların birlikte fermantasyonuyla üretilen şarapların ve yaban mersininden yapılan şarapların 2 katı kadar antioksidan içeriğine sahip.  |
| [11]   | Nar suyunun alkol ve sirke fermantasyonuna bırakılması ve toplam fenolik madde miktarlarının, fenolik madde profillerinin ve antioksidan aktivitelerinin taze nar suyuyla kıyaslanması   | Alkol fermantasyonu uygulanmış ürünün antosiyanin miktarı (12.8±1.3 mg/L) taze nar suyu(130.1±1.4 mg/L) ve sirke fermantasyonu uygulanmış nar suyundaki antosiyanin miktarı(126.0±2.2 mg/L), fermente olmamış nar suyu antioksidan aktivitesi(11.4±0.2 mM TEAC) alkol fermantasyonu (8.3±0.2 mM TEAC) uygulanan nar suyunun antioksidan aktivitesi, sirke fermantasyonu (11.4±0.2 mM TEAC) uygulanan ürünün antioksidan aktivitesi. |

Tablo 1. Farklı fermantasyon çeşitleri ile ilgili yapılan çalışmalar ve sonuçları (Devam)

| Kaynak | Araştırmanın Konusu   | Araştırmanın Sonuçları   |
|--------|---|--|
| [12]   | Alkollü ortamda gelişebilen asetik asit bakterileriyle, statik ve batık fermantasyonla kombine bir şekilde çalışarak uygulanabilir asetik asit fermantasyonu gerçekleştirme   | %8.00–9.00 (w/v) asetik asit konsantrasyonunda ürün.   |
| [13]   | Mikrobiyal yakıt hücresi (MFC) teknolojisinin yeni bir uygulamasıyla yararlı maddelerle elektriğin birlikte üretimi   | Başarılı bir şekilde elektrik ve sirke üretimi, sirke fermantasyonuyla elde edilen asetik asit (%75.8) verimine yakın (%73.1) veya daha fazla oranda (%89.9) asetik asit verimi.   |
| [14]   | Asetik asit bakterilerinin elma ve kaktüs meyvelerinden izolasyonu ve <i>asetobakter</i> suşları ile glukonik ve asetik asitlerin eş zamanlı üretimi  | Elmadan izole edilen asetik asit bakterileriyle %7.64 (w/v), kaktüs meyvelerinden izole edilen asetik asit bakterileriyle ise %10.08 (w/v) asetik asit konsantrasyonunda ürün.   |
| [15]   | Asetik asit bakterileri ve mayaların sinerjik etkisi ile gıda atıklarından mikro-aerobik fermantasyon ile asetik asit üretimi   | En yüksek asetik asit üretimi asetik asit ve maya inoküle edilen üretim (25.88 g/L).   |
| [16]   | <i>Moorella thermoacetica</i> ATCC 39073 suşlarıyla lignoselülozik şekerlerin asetik asite biyolojik dönüşümü   | 72 saatlik bir fermantasyon süresi içinde buğday samanı, orman artıkları, dallı darı ve şeker kamışından oluşan hidrolizattaki lignoselülozik şeker karışımında bulunan tüm glikozun ve ksilozun etkili bir şekilde asetik asite fermantasyonu, arabinozun % 62'sinin, galaktozun %49'unun ve mannozun ise % 66'nının fermantasyonu.   |
| [17]   | Mısır samanının asetik asitle muamele edildikten sonra buharla patlatılması (ASCS) ve eş zamanlı sakarifikasyon ve fermantasyon (SSF) yaparak <i>Ethanoligenens harbinense B49</i> ile biyolojik hidrojen üretiminde asetik asitin ve enzim yüklemesinin (selülaz) etkisinin araştırılması        | Asetik asit konsantrasyonuyla hidrojen veriminin artması, enzim yüklemesiyle ise önce hidrojen veriminin artması daha sonra azalması.  |
| [18]   | Karışık endojen starter kültürün seçimi ve infüzyon ile köklerinden eklenen kiraz püresinin işlenmesi için protokolün hazırlanması  | Besinsel, antioksidan ve duyusal özellikleri koruyan endojen laktik asit bakterilerinin seçilmesinin alternatif bir teknolojik seçenek sunacağı  |
| [19]   | İki laktik asit bakterisi ile aşıl原因an Tempranillo Rioja şaraplarının malolaktik fermantasyonu ve spontan malolaktik fermantasyon ile sonuçların kıyaslanması   | Biyojenik aminlerin oluşumunu önlemek için şıradaki ve şaraptaki amino asit içeriğinin kontrol edilmesi gerektiği  |
| [20]   | <i>Vitis vinifera</i> L.'den 3 farklı bitkinin yaprakları üzerinde laktik asit fermantasyonunun değerlendirilmesi   | Ekşikara, Hesapalı ve Siyah pekmezlik üzüm asması yapraklarının fermantasyon için uygun olması.  |
| [21]   | Laktik asit bakterileri türleri çeşitliliğinin arka arkaya üç yıl Tempranillo şarabının alkol ve malolaktik fermantasyonu sırasında analiz edilmesi   | Malolaktik fermantasyonu sırasında, laktik asit bakterileri türlerinde ve <i>Oenococcus oeni</i> genotiplerinin çeşitliliğinde farklar olması, <i>Oenococcus oeni</i> 'nin en baskın tür olması.   |
| [22]   | Nar suyunun substrat metabolizmasının ve seçilen <i>Lactobacillus plantarum</i> , <i>L. delbruekii</i> , <i>L. paracasei</i> , <i>L. acidophilus</i> probiyotik laktik asit bakterilerinin büyüme hızının araştırılması ve soğuk ortam koşullarında canlılıklarının değerlendirilmesi             | <i>L. paracasei</i> ve <i>L. acidophilus</i> 'in nar gibi yüksek asitli gıdalarda kullanılmaması gerektiği, <i>L. plantarum</i> ve <i>L. delbruekii</i> suşlarının ise nar suyunda probiyotik kültür olarak soğuk depolamada sınırlı bir zaman ile kullanılabileceği.  |
| [23]   | Fermente nar suyunun mikrobiyolojik, besinsel, antioksidan, renk ve duyusal özelliklerinin karakterize edilmesi ve periferik kan mononükleer hücrelerine ve K562 tümör hücrelerine karşı biyolojik aktivitelerin <i>in vitro</i> olarak değerlendirilmesi   | Domatesten izole edilen <i>POM1</i> ve <i>C2 Lactobacillus plantarum</i> suşlarının ya da <i>LP09 Lactobacillus plantarum</i> suşunun ve ticari <i>LP09 Lactobacillus plantarum</i> suşunun nar suyunun fermantasyonu için yeni bir teknoloji seçeneği sunduğu, polifenollerce zengin olan narın sağlığa yararlı, duyusal ve koruyucu özelliklerinden tamamen yararlanılabileceği. |
| [24]   | Fonksiyonel madde, besin takviyesi veya farmasötik preparat üretme bakış açısıyla mersin meyvesinin antioksidant özelliklerini geliştirmek için laktik asit bakterilerinin kullanılması   | Mersin meyvesinin laktik asit fermantasyonuyla fonksiyonel gıda diyet takviyeleri ya da farmasötik preparatlar olarak kullanımının mümkün olması.  |
| [25]   | Sülfatsız Tannat Üzüm şırasının maya ve bakterinin eş zamanlı aşılandığı, mayanın ilk olarak aşılandığı ve bakterinin 3 gün sonra aşılandığı ve mayanın ardından bakterinin alkol fermantasyonu bitmeye yaklaştığı zaman aşılandığı üç farklı şekilde maya/bakteri kombinasyonlarının performansı | Hiç SO <sub>2</sub> eklenmeden veya düşük miktarda SO <sub>2</sub> eklenen şıralarda erken inokülasyonla bakterilerin popülasyonunda çoğalma beklenebileceği.  |

## SONUÇ

Üzüksü meyvelerdeki fenolik bileşiklerin fermantasyon ile değişimi üzerine yapılan çalışmalarda üzüksü meyvelerin fenolik içeriğinin fermantasyon çeşidine göre değişebileceği, farklı fermantasyon çeşitlerinden yararlanarak üzüksü meyvelerden üretilen içeceklerin içerisinde bulunan ve tüketicileri cezbeden bileşiklerin korunabileceği görülmüştür. Bununla birlikte üzüksü meyvelerin fermantasyonu ile üretilen içeceklerdeki fenolik profilin farklı fermantasyonlar uygulanarak kontrol edilebileceği ve içeceklerin üretiminde kombine fermantasyon metodları uygulanabileceği ifade edilmiştir.

Ayrıca özellikle antosiyaninler gibi fenolik maddeler açısından oldukça zengin olan üzüksü meyvelerin fermantasyonu sonucu oluşan ürünün saf meyveye göre toplam fenol içeriğinin daha yüksek olduğu, fenolik profilinin ise saf meyveden farklı olduğu görülmüş ve fermantasyon koşullarının değişmesi ile fenolik profilin değişebileceği saptanmıştır.

Üzüksü meyvelerde fermantasyonun fenolik profil üzerine etkisi konusunda diğer bir önemli husus ise uygun kültür seçimidir. Bu konu üzerine yapılan bir çok araştırmada fermantasyon için uygun kültür seçiminin fermantasyonun sonunda oluşan ürünün fenolik profilini ve fenolik madde miktarını etkilediğini ortaya koymuştur. Ayrıca en iyi fenolik profilin elde edilebilmesi için karışık kültür kullanılabileceği, farklı kültürlerin kullanılması ile oluşan ürünün fenolik profilinin kontrol edilebileceği ve gen modifikasyonundan faydalanarak mikroorganizmaların gelişimi için zor koşullarda bile fenolik madde miktarı yüksek ve fenolik profil açısından zengin ürün üretilebileceği görülmüştür.

Tüm bu çalışmalar ışığında üzüksü meyvelerin fermantasyona maruz bırakılması sonucu oluşan son ürünün proses optimizasyonu ile istenen profile elde edilebileceği, fenolik profilinin geliştirilebileceği, karışık kültür veya kombine fermantasyon tekniklerinden ve gen modifikasyonundan yararlanılabileceği araştırmalar tarafından belirtilmektedir.

## KAYNAKLAR

- [1] Özarda, Ö., 2009. Üzüksü meyvelerden elde edilen ekstraktların antioksidan aktivitelerinin belirlenmesi ve meyveli içeceklerdeki raf ömrüne etkisi. Bitirme tezi. Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Kimya Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Gebze.
- [2] Hornedo-Ortega, R., Krisa, S., García-Parrilla, M.C., Richard, T., 2016. Effects of gluconic and alcoholic fermentation on anthocyanin composition and antioxidant activity of beverages made from strawberry. *LWT - Food Science and Technology* 69: 382-389.
- [3] Watanabe, D., Kaneko, A., Sugimoto, Y., Ohnuki, S., Takagi, H., Ohya, Y., 2017. Promoter engineering of the *Saccharomyces cerevisiae* RIM15 gene for improvement of alcoholic fermentation rates under stress conditions. *Journal of Bioscience and Bioengineering* 123(2): 183-189.
- [4] Nunez-Guerrero, M. E., Paez-Lerma, J. B., Rutiaga-Quinones, O. M., Gonzalez-Herrera, S. M., Soto-Cruz, N. O., 2016. Performance of mixtures of *Saccharomyces* and non-*Saccharomyces* native yeasts during alcoholic fermentation of *Agave duranguensis* juice. *Food Microbiology* 54: 91-97.
- [5] Capobiango, M., Diniz, I.M., Andre, L.C., Oliveira, E.S., Cardeal, Z.L., 2016. Assessment of volatile organic compounds from banana Terra subjected to different alcoholic fermentation processes. *Food Science and Technology* 36(3): 510-519.
- [6] Johnson, M.H., Gonzalez de Mejia, E., 2012. Comparison of chemical composition and antioxidant capacity of commercially available blueberry and blackberry wines in Illinois. *Journal of Food Science* 71(1): 141-148.
- [7] Giaramida, P., Ponticello, G., Di Maio, S., Squadrito, M., Genna, G., Barone, E., Scacco, A., Corona, O., Amore, G., di Stefano, R., Oliva, D., 2013. *Candida zemplinina* for production of wines with less alcohol and more glycerol. *South African Journal of Enology and Viticulture* 34(2): 204-211.
- [8] Tuberoso, C.I.G., Boban, M., Bifulco, E., Budimir, D., Pirisi, F.M., 2013. Antioxidant capacity and vasodilatory properties of Mediterranean food: The case of Cannonau wine, myrtle berries liqueur and strawberry-tree honey. *Food Chemistry* 140: 686-691.
- [9] Cho, J.Y., Jeong, J.H., Kim, J.Y., Kim, S.R., Kim, S.J., Lee, H.J., Lee, S.H., Park, K.H., Moon, J.H., 2013. Change in the content of phenolic compounds and antioxidant activity during manufacturing of black raspberry (*Rubus coreanus* Miq.) wine. *Food Science and Biotechnology* 22(5): 1237-1244.
- [10] Ortiz, J., Marín-Arroyo, M.R., Noriega-domínguez, M.J., Navarro, M., Arozarena, I., 2013. Color, phenolics, and antioxidant activity of blackberry (*Rubus glaucus* Benth.), blueberry (*Vaccinium floribundum* Kunth), and apple wines from Ecuador. *Journal of Food Science* 78(7): 985-993.
- [11] Ordoudi, S.A., Mantzouridou, F., Daftsiou, E., Malo, C., Hatzidimitriou, E., Nenadis, N., Tsimidou, M.Z., 2014. Pomegranate juice functional constituents after alcoholic and acetic acid fermentation. *Journal of Functional Foods* 8: 161-168.
- [12] Gullo, M., Zanichelli, G., Verzelloni, E., Lemmetti, F., Giudici, P., 2016. Feasible acetic acid fermentations of alcoholic and sugary substrates in combined operation mode. *Process Biochemistry* 51: 1129-1139.
- [13] Tanino, T., Nara, Y., Tsujiguchi, T., Ohshima, T., 2013. Coproduction of acetic acid and electricity by application of microbial fuel cell technology to vinegar fermentation. *Journal of Bioscience and Bioengineering* 116(2): 219-223.
- [14] Mounir, M., Shafiei, R., Zarmehrkhorshid, R., Hamouda, A., Ismaili Alaoui, M., Thonart, P., 2016. Simultaneous production of acetic and gluconic acids by a thermotolerant *Acetobacter* strain during

- acetous fermentation in a bioreactor. *Journal of Bioscience Bioengineering* 121(2): 166–171.
- [15] Li, Y., He, D., Niu, D., Zhao, Y., 2015. Acetic acid production from food wastes using yeast and acetic acid bacteria micro-aerobic fermentation. *Bioprocess and Biosystems Engineering* 38: 863–869.
- [16] Ehsanipour, M., Suko, A.V., Bura, R., 2016. Fermentation of lignocellulosic sugars to acetic acid by *Moorella thermoacetica*. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology* 43: 807–816.
- [17] Xu, J.F., Ren, N.Q., Su, D.X., Qiu, J., 2010. Bio-hydrogen production from acetic acid steam-exploded corn straws by simultaneous saccharification and fermentation with *Ethanoligenens harbinense* B49. *International Journal of Energy Research* 34: 381–386.
- [18] Di Cagno, R., Surico, R.F., Minervini, G., Rizzello, C.G., Lovino, R., Servili, M., Taticchi, A., Urbani, S., Gobbetti, M., 2011. Exploitation of sweet cherry (*Prunus avium* L.) puree added of stem infusion through fermentation by selected autochthonous lactic acid bacteria. *Food Microbiology* 28: 900–909.
- [19] Lopez, R., Lopez-Alfaro, I., Gutierrez, A.R., Tenorio, C., Garijo, P., Gonzalez-Arenzana, L., Santamaria, P., 2011. Malolactic fermentation of Tempranillo wine: contribution of the lactic acid bacteria inoculation to sensory quality and chemical composition. *International Journal of Food Science and Technology* 46: 2373–2381.
- [20] Ünver, A., Özcan, M., Arslan, D., Akın, A., 2006. The lactic acid fermentation of three different grape leaves grown in Turkey. *Journal of Food Processing and Preservation* 31(1): 73–82.
- [21] Gonzalez-Arenzana, L., López, R., Santamaría, P., Tenorio, C., Lopez-Alfaro, I., 2012. Dynamics of indigenous lactic acid bacteria populations in wine fermentations from La Rioja (Spain) during three vintages. *Microbial Ecology* 63(1): 12–19.
- [22] Mousavi, Z.E., Mousavi, S.M., Razavi, S.H., Emam-Djomeh, Z., Kiani, H., 2011. Fermentation of pomegranate juice by probiotic lactic acid bacteria. *World Journal of Microbiology and Biotechnology* 27: 123–128.
- [23] Filannino, P., Azzi, L., Cavoski, I., Vincentini, O., Rizzello, C.G., Gobbetti, M., Di Cagno, R., 2013. Exploitation of the health-promoting and sensory properties of organic pomegranate (*Punica granatum* L.) juice through lactic acid fermentation. *International Journal of Food Microbiology* 163: 184–192.
- [24] Curiel, J.A., Pinto, D., Marzani, B., Filannino, P., Farris, G.A., Gobbetti, M., Rizzello, C.G., 2015. lactic acid fermentation as a tool to enhance the antioxidant properties of myrtus communis berries. *Microbial Cell Factories* 14(67): 1-10.
- [25] Muñoz, V., Beccaria, B., Abreo, E., 2014. Simultaneous and successive inoculations of yeasts and lactic acid bacteria on the fermentation of an unsulfited tannat grape must. *Brazilian Journal of Microbiology* 45(1): 59-66.