



FARKLI GIDA EKOSİSTEMLERİNDE LAKTİK ASİT BAKTERİLERİ ve MAYALAR ARASINDAKİ İNTERAKSİYONLAR

Latife Betül Alkan (1), Nilgün Özdemir (2), Ahmet Hilmi Çon (2)

**(1) Bayburt Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü,
Bayburt**

**(2) Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği
Bölümü, Samsun**

EKOLOJİ ve EKOSİSTEM

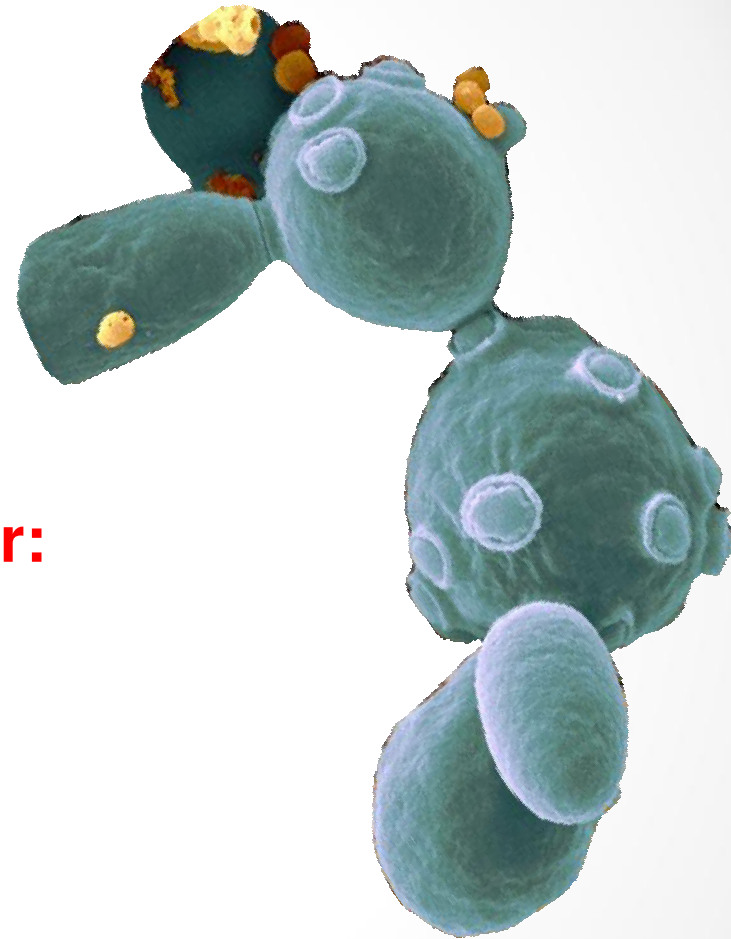
- **Ekoloji**, canlıların hem kendi aralarındaki ilişkilerini, hem de çevreleriyle olan ilişkilerini inceleyen bilim dalıdır.
- **Ekosistem**, aynı veya farklı türde canlıları içeren kendine özgü kuralların geçerli olduğu ortama denilir.
- Ekosistemde var olan aynı veya farklı türde canlılar topluluğuna **popülasyon** adı verilmektedir.

➤ **Olumlu interaksionlar:**

- ❖ **Mutualizm**
- ❖ **Kommensalizm**
- ❖ **Sinerjizm**

➤ **Olumsuz interaksionlar:**

- ❖ **Rekabet**
- ❖ **Amensalizm**
- ❖ **Antagonizm**
- ❖ **Parazitlik**
- ❖ **Predasyon**

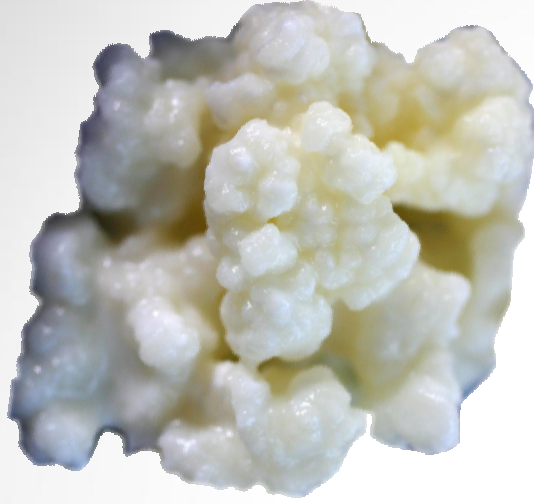


GIDA EKOSİSTEMLERİ

Ekşi hamur: Ekşi hamur, temelde buğday unu ve yoğurdun, LAB ve mayaların oluşturduğu heterojen popülasyon tarafından spontan veya starter kültür ilavesiyle fermente edilmesiyle oluşturulan bir karışımdır.



Fermente Süt Ürünleri: Belirli bakteri ve mayaların varlığını ve aktivitelerini içeren spesifik ekolojik nişi bünyesinde barındıran ürünlerdir.



Kefir: Uniform kremsi bir kıvamda ve az miktarda ekşi tada sahip, Kafkasya kökenli fermente bir içecektir.



Yüzeysel Olgunlaştırılan Peynirler: Hem bakteriyel hem de küfle yüzeysel olarak olgunlaştırılan peynirler terimini içine almaktadır.

Şarap: Taze üzümlerin veya üzüm sırasının etil alkol fermantasyonuna terk edilmesi sonucu elde edilen alkollü bir içkidir.

MİKROBİYAL İNTERAKSİYONLARIN MEKANİZMASI

Karbonhidrat Metabolizması

- LAB ve mayalar arasında birinin fermente edemediği substratın diğeri tarafından kullanılabilir hale getirilmesini sağlayan interaksiyonlar bir çok gıdada karşımıza çıkmaktadır.

(De Vuyst ve Neysens, 2005; Gobetti ve Corsetti, 1997; Gobetti ve ark., 1994)

➤ Karbon kaynağı kullanımı açısından sinerjist ilişki

- Maya ve LAB karbon kaynağı kullanımı açısından yarışmamaktadır. LAB'leri tarafından üretilen ve ortama salıverilen glukoz maltoz negatif mayalar tarafından kullanılmaktadır.

(Akbulut ve Kınık, 1992; Ehrmann ve Vogel, 1998; Stolz, Hammes ve Vogel, 1996)

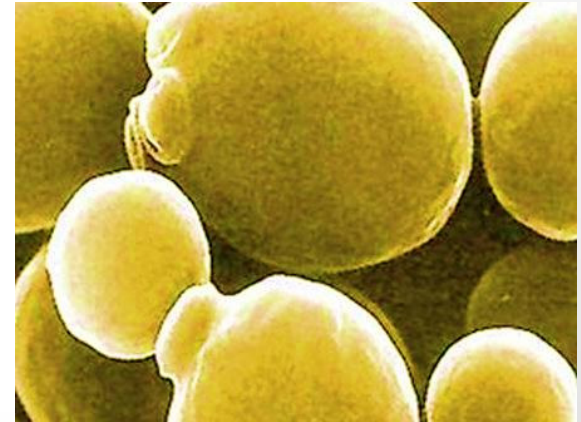
- Glukoz kullanımına adapte olan mayaların maltoz metabolizmasının baskılanması nedeniyle ardışık ekimlerde maya sayısı azalabilmektedir.

(Mantynen ve ark., 1999; Barber ve Báguena, 1988, 1989; Barber ve ark., 1983; Boraam ve ark., 1993; Coppola ve ark., 1996; Corsetti ve ark., 2001; Galli ve ark., 1988; Gobbetti ve ark., 1994; Paramithiotis ve ark., 2000; Rocha ve Malcata, 1999; Rosenquist ve Hansen, 2000; Salovaara ve Savolainen, 1984; Spicher, 1987; Spiche ve ark., 1979; Strohmar ve Diekmann, 1992; Succi ve ark., 2003; Hansen ve Schieberle, 2005)

- Bu olgu, maya tarafından öncelikle ortamda biriken glikozun kullanımını nedeni ile maltoz fermantasyonunda görev alan genlerin baskılanması ile ilişkilendirilmektedir.
(Corsetti ve Settanni, 2007).

- **Martinez-Anaya ve ark. (1993)** ile **Gobetti (1998)** tarafından da ekşi hamur fermantasyonunda un enzimleri tarafından gerçekleştirilen nişasta hidrolizi ve maya tüketimi arasındaki dengesizlikten dolayı meydana çıkan mikrobiyal yarış nedeniyle LAB' lerinin asit üretiminin düştüğü ancak, çavdar unu gibi yüksek enzim aktivitesine sahip ekşi hamurlarda uygun çözünebilir karbonhidrat miktarındaki artıştan dolayı bu durumun söz konusu olmadığı ortaya konulmuştur.

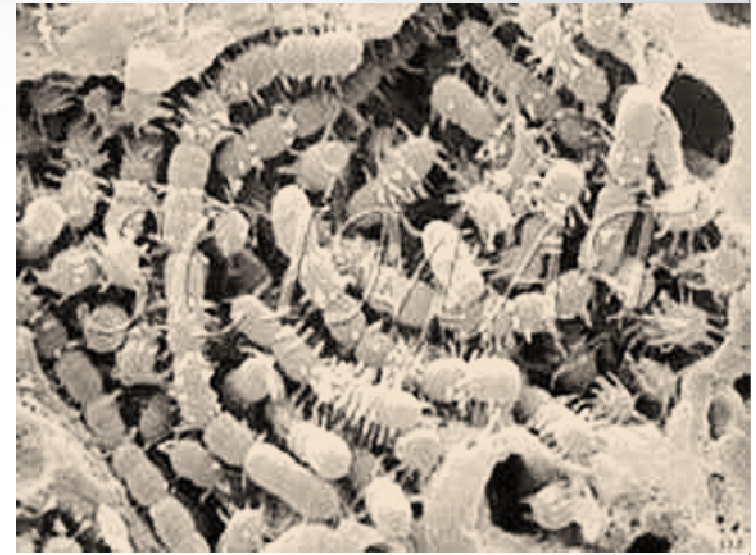
- **Gobetti ve ark. (1994)**
- **Corsetti ve Settanni, (2007)**



- **Paramithiotis ve ark. (2006):** *Lactobacillus sanfranciscensis* ve *L. brevis* LAB türleri ile *Saccharomyces cerevisiae* kombinasyonlarını içeren starter kültürlerle gerçekleştirilen ekşi hamur üretiminde maya sayısı LAB varlığından etkilenmemekte; fakat maksimum spesifik gelişme hızı *L. sanfranciscensis* ile yapılan ko-kültür dışındakilerde düşmektedir.
- **Meignen ve ark. (2001):** Ekşi hamurda *L. brevis* ve *S. cerevisiae* karışık kültür kullanımı maya gelişimini olumsuz yönde etkilemekte, ancak; daha fazla asetik asit ve aroma bileşenleri üretimi ile sonuçlanmaktadır.

- **Wulijideligen ve ark. (2012)** kefirde LAB tarafından laktoz metabolizması sonucu ortama salıverilen galaktoz laktoz negatif mayaların gelişimi için avantaj sağlamaktadır.
- *L. mesenteroides* 6B2081 ve *L. helveticus* 130B4 tek kültürlerinde laktoz miktarı azalıp, glukoz ve galaktoz miktarı artarken; maya ile karışık kültürlerde laktoz hızlıca azalmakta, glukoz ve galaktoz da tamamen tüketilmektedir.
- Bu sonucun LAB tarafından üretilen bu monosakkaritlerin mayalar tarafından kullanıldığını gösterdiği bildirilmiştir.

Amino Asit Metabolizması



- Mayalar vitamin ve azot kaynağı açısından LAB ile yarışmamakta; mayalar tarafından ortama küçük peptitler ve serbest aminoasitler salıverilmektedir.
- LAB enzimleriyle mayaların hızlandırılmış otolizi sonucunda ortam besin öğelerince zenginleşmektedir.
- Proteolitik karakterli LAB tarafından ortamdaki serbest aminoasit miktarı artmaktadır.

(Spicher ve Nierle , 1988; Manca de Nadra ve ark., 1999, Lonvaud-Funel ve ark., 1988; Gadaga ve ark., 2001)

- **Gobetti ve ark. (1994):** Ekşi hamur fermantasyonunda *L. sanfranciscensis* ve *L. plantarum* kullanımını serbest aminoasit konsantrasyonunda önemli derecede artışa neden olmaktadır.
- **Gobbetti (1998):** Ekşi hamur ekosisteminde yer alan LAB'leri glisin ve alanin salınımını gerçekleştirmektedir.
- **Gadaga ve ark. (2001):** *C. kefir* ile ko-kültür halinde kullanıldığında LAB'nin daha yüksek sayıya ulaşmasını sağlayan stimüle edici etkilerden birisi olarak *C. kefir*'in ortama salıverdiği aminoasitler gösterilmiştir.



- **Rattray ve O'Connell (2011):** Kefir üretiminde sütün fermantasyonunda threonin, lizin, valin, izolösin, metiyonin, fenilalanin ve triptofan gibi serbest amino asitlerin miktarında önemli artış olmaktadır.
- **Alexandre ve ark. (2004), Guilloux-Benatier ve ark. (1993 ve 1995):** *S. cerevisiae*'dan yaşlanma ve etanol ile çökeltme sonrası salınan proteinler ve hücre duvarı polisakkaritleri *O. oeni* gelişimini, lag fazını kısaltarak ve bakteriyel biyoması artırarak stimüle etmektedir.

CO₂ ve Diğer Uçucu Bileşenlerin Üretimi

•CO₂ üretimi bazı gıdaların üretiminde arzu edilen bir fermentasyondur. Bu üretimde temel rolü mayalar üstlenmektedir. Ancak, bazı ürünlerde CO₂ üretiminde heterofermantatif LAB de etmen olabilmektedir.

(Gobetti ve ark., 1995)

•Gobetti (1998): *S. cerevisiae* ile *L. sanfranciscensis* birlikteliği maksimum gaz üretime ulaşılması için gerekli süreyi üçte bir oranında azaltmaktadır.

L. plantarum ve *S. cerevisiae* birlikteliği ise hem gaz üretiminde, hem de hamurun gaz tutma kapasitesinde artış sağlamaktadır.

➤ **Maya ve LAB arasındaki interaksiyonlar uçucu bileşenler açısından da önem taşımaktadır.**

- **Álvarez-Martín ve ark. (2008):** Bazı maya ve LAB kombinasyonlarının kullanımının daha iyi aroma ve görünüş ile sonuçlanabilmektedir.
- **Meignen ve ark. (2001):** Karışık kültürlerin istatistiki açıdan anlamlı şekilde daha fazla aroma bileşenleri üretimin pH yükselişi ile LAB'nin proteolitik aktivitelerindeki artışa bağlıdır.
- **Damiani ve ark. (1996), Gobetti ve ark. (1995):** *L. sanfranciscensis*, diğer homo veya heterofermantatif LAB ve/veya *S. exiguus* ile hazırlanan hamurlar dengeli bir profile sahiptir.
S. cerevisiae ve *L. sanfranciscensis* karışımı ile üretilen hamurlar ise yüksek oranda maya fermantasyonu ürünleri ve az oranda bakteriyel bileşenler içermektedir.

pH Değeri Üzerine Etki

➤ Mayaların laktik asiti asimile etmeleri sonucu artan pH değeri LAB'nin gelişimini teşvik etmektedir.

(Rattray, 2011; Gobetti ve ark., 1997)

❖ Viljoen (2001)

❖ Addis ve ark. (2001)

➤ **LAB tarafından pH değerinde meydana getirilen düşüş maya gelişimi üzerine inhibitör etki göstermektedir.**

(Narendranath ve ark., 2001)

- **Narendranath ve ark. (2001):** LAB ile bulaşık endüstriyel fermantasyonda maya sayısının düşeceği, şekerin bir kısmının laktik (ve asetik) asit üretiminde kullanılması nedeniyle etil alkol üretiminin azalacağı ve şekerin bir kısmının da kullanılmadan kalabileceği bildirilmiştir.
- **Graves ve ark. (2007):** Laktik ve asetik asit mayalarda lag fazın uzamasına gelişme oranının düşmesine ve çeşitli besiyerlerinde *S. cerevisiae* kültürlerinde hücre ölümlerine neden olmaktadır.
- **Álvarez-Martín ve ark. (2008):** Sütte bazı maya ve LAB kombinasyonlarının birlikte kullanımı daha yüksek asit üretimi ve daha düşük pH ile sonuçlanabilmektedir.

A scanning electron micrograph (SEM) showing a dense population of yeast cells, likely Saccharomyces cerevisiae, in various stages of growth and budding. The cells are oval-shaped with a textured surface, and many show small protrusions indicating budding. The background is a uniform orange-brown color.

Gelişme Faktörlerinin Sentezlenmesi

➤ Mayalar bakteriyel gelişimi stimüle edici bileşenleri sentezlemektedir.

(Fleet, 1990)

❖ **Mannoproteinler** (Guilloux-Benatier ve ark., 1995;
Guilloux-Benatier ve Chassagne, 2003)

❖ **Vitaminler** (Rattray, 2011)

- **Plessas ve ark. (2008)** karışık kültür kullanımının peynir altı suyundan laktik asit üretimini artırdığını saptamışlardır. Bu sonucu da, mayaların LAB'nin üretmiş oldukları son ürünleri enerji kaynağı olarak kullanırken aynı zamanda LAB için vitamin gibi gelişme faktörlerini sentezlenmelerine bağlı olduğu şeklinde yorumlamışlardır.
- **Cheirsilp ve ark. (2003)** tarafından kefir danesinde *Saccharomyces cerevisiae*'nin *Lactobacillus kefiranofaciens*' in gelişimini stimüle etmesi tek bir nedene değil; *S. cerevisiae*'nin laktik asiti kullanarak laktik asit konsantrasyonunu azaltması, katalaz aktivitesi ile hidrojen prokisiti ortamdan uzaklaştırması ve *L. kefiranofaciens* için stümüle edici bileşenler üretmesi gibi özelliklerine bağlanmıştır.

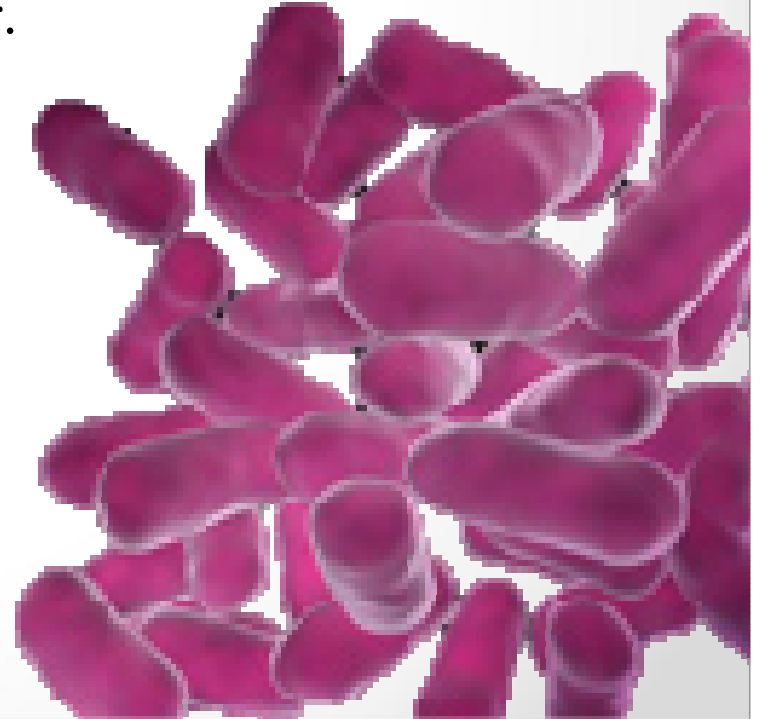
Antimikrobiyal Etki Mekanizması

➤ LAB ve mayalar birbirlerinin gelişimlerini bazı durumlarda inhibe etmektedirler.

➤ pH düşüşü

• **Loretan (1999)** tarafından LAB' nin ürettiği laktik ve asetik asitin mayaların alkol üretiminde düşüklüğe ve/veya maya hücrelerinin lizisine neden olabileceği ileri sürülmüştür.

- **Huang ve ark. (1996)** *L. kunkeei*' nin ürettiği asetik asitin maya inhibisyonuna sebep olabileceğini bildirmişlerdir.

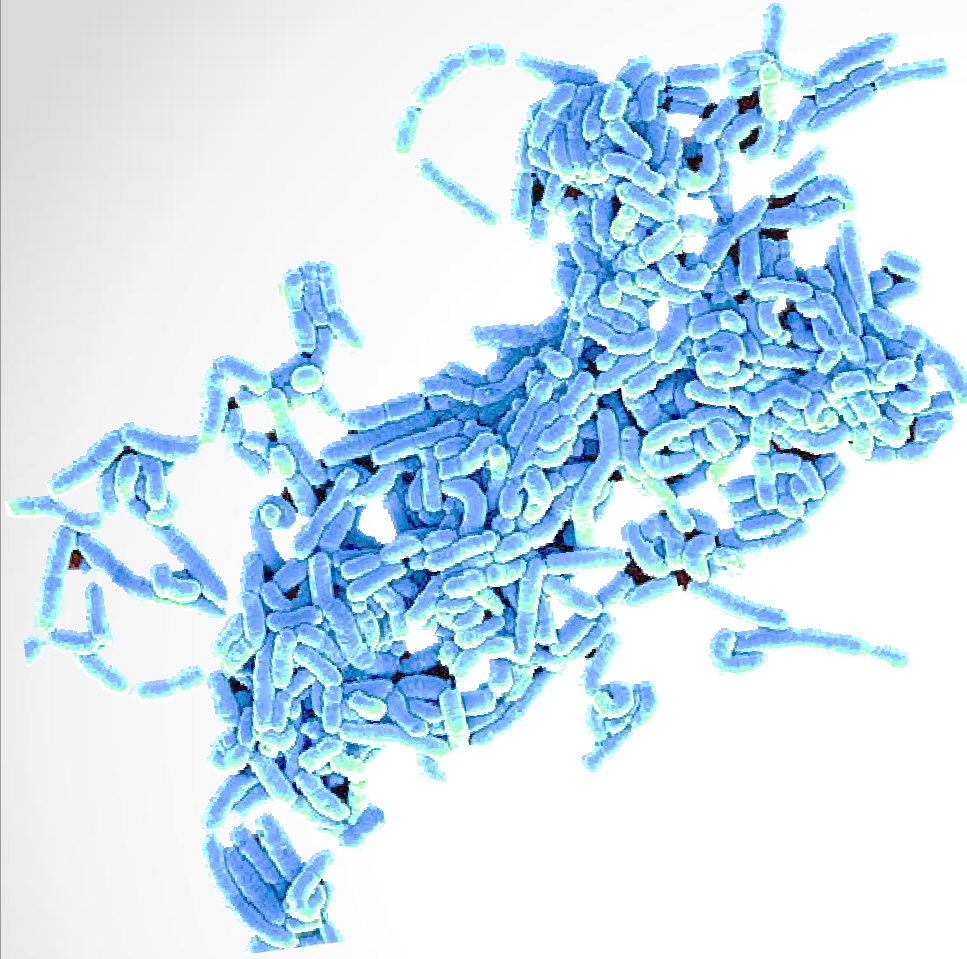


➤ **Mayaların LAB'lerinin gelişimi üzerine inhibe edici etkisinde etanolün başrol oynadığı bildirilmiştir.**

- **Nehme ve ark. (2008)** tarafından 4 adet maya ve 2 adet bakteri suşunun kullanıldığı çalışmada; mayaların üretmiş olduğu etanolün LAB'nin gelişimini etkilediği belirlenmiştir.

➤ **SO₂ varlığının malolaktik bakteriler üzerinde inhibe edici etkisi çeşitli araştırmacılar tarafından çalışılmıştır.**

- **Henick-Kling ve Park (1994)** tarafından şarap yapımında üzüm suyuna eklenen SO₂ ile alkolik fermantasyon boyunca mayaların ürettiği SO₂'in malolaktik starter kültürlerin başarısını etkileyen önemli bir faktör olduğu önerilmiştir.
- **Mendoza ve ark. (2010)** çalışmalarında etanol ve SO₂ eklentisinin *O. oeni* gelişimini azalttığını saptamışlardır.



➤ **Orta zincirli yağ asitleri bakteriyel gelişimi inhibe etmektedir.**

(Nehme ve ark., 2008, Carreté ve ark., 2002)

- **Gadaga ve ark. (2001)** tarafından *C. lipolytica*'nın *Lc. lactis* subsp. *lactis* Lc39 suşunun gelişimini baskılama nedeni olarak, *C. lipolytica*'nın kuvvetli lipolitik aktivitesiyle oluşturduğu serbest yağ asitleri düşünülmüştür.

Nehme ve ark. (2008), Capucho ve San Romao (1994) Carreté ve ark. (2002) orta zincirli yağ asitlerinin bakteriyel gelişimi inhibe ettiği gibi; malolaktik bakterilerin malik asiti katabolize etme yeteneklerini de kısıtladığını bildirmişlerdir.

➤ **Fermentasyon yapan mayalar tarafından besin maddelerinin tüketilmesi LAB inhisyonunda büyük önem taşımaktadır.**

(Alexandre ve ark., 2004; Nygaard ve Prahl, 1996)

- **King ve Beelman (1986)** *S. cerevisiae* ve *O. oeni* karışık kültürünü içeren üzüm suyunda maya ölüm oranının hızlanmasını, inhibitör etki gösteren bakteriyel metabolitler ile bazı besin maddeleri ya da mayaların hayatı için gerekli maddelerin tükenmesine bağlamışlardır.

➤ **Mayalar malolaktik fermantasyon üzerine etkili antibakteriyal peptid veya proteinler üretmektedirler.**

(Mendoza ve ark. (2010)

- **Dick ve ark. (1992), Comitini ve ark. (2005), Osborne ve Edwards (2007) ve Nehme ve ark. (2008)** tarafından da bazı *S. cerevisiae* suşlarının ML bakteriler üzerine antibakteriyal etkili farklı peptid ve protein benzeri bileşenler ürettikleri ortaya konulmuştur.

TEŞEKKÜRLER...

