

## Doğal Vejetasyondan İzole Edilmiş ve Belirli Özelliklerine Göre Seçilmiş Olan 10 Adet LAB İzolatının Mısır Silajının Fermantasyon Profili ve Aerobik Stabilitesi Üzerine Etkileri

\*Mustafa KIZILŞİMŞEK<sup>1</sup> Çehre ÖZTÜRK<sup>2</sup> Mustafa KÜSEK<sup>1</sup>  
Negar Ebrahim Pour MOKHTARI<sup>1</sup> Peruze ERTEM<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniv., Ziraat Fak., Tarla Bitkileri Böl., Kahramanmaraş

<sup>2</sup>Kahramanmaraş Sütçü İmam Üni., Fen Bilimleri Ens., Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Kahramanmaraş

\*Sorumlu yazar e-posta (Corresponding author e-mail): kizilsimsek1969@hotmail.com

### Öz

Silaj, günümüzde birçok ülkede ruminant diyetlerinin temel bileşeni konumundadır. Ancak çok iyi şartlarda hazırlanmış bir mısır silajı bile, oksijen ile temas ettiğinde çok hızlı bir şekilde değişikliğe uğrar ve hijyen kalitesi de hızla bozulur. Silo hayvanları beslemek amacıyla açıldığında veya bir oksijen girişi bulunduğu, aerobik bozulma gerçekleşir. Bu durum çok büyük besin maddesi kayıplarına yol açabilmektedir. Son yıllarda silajın aerobik stabilitesi hakkındaki araştırmalar, mikrobiyel inokulantların kullanımı üzerinde yoğunlaşmıştır. Oksijen ile temas eden silajın bozulmasına neden olan mikroorganizmaların gelişimini yavaşlatacak rekabet yeteneği yüksek olan laktik asit bakterileri (LAB)'nin inokulant olarak kullanımı giderek önem kazanan bir konudur. Bu çalışmada, ülkemiz doğal florasından izole edilmiş ve laktik asit üretme yeteneği yüksek olarak seçilmiş 10 adet LAB izolatının, mısır silajında inokulant olarak kullanılma olanakları değerlendirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Laktik asit bakterisi (LAB), mikroorganizma, mısır silajı, aerobik stabilite

### Effects of 10 LAB Inoculants Isolated and Selected from Turkey's Flora on Fermentation Profile and Aerobic Stability of Corn Silage

#### Abstract

Silage has now become the main component of the ruminant diet in many countries. Even though well preserved corn silage can deteriorate quickly and its hygiene quality can decrease easily when it is exposed to oxygen. It is well known that an aerobic degradation occur resulting large scale decreases in its feeding value, when the silo is opened for animal feeding or oxygen inputs in anyway. Researches about aerobic stability of silage in recent years have been especially focused on the microbial inoculants. Usage LAB which can reduce growth of other microbes deteriorating silage exposed on oxygen and which has high competition ability has been becoming a gradually important issue. In this study, potential of 10 LAB as microbial inoculants isolated from Turkey flora and selected as high lactic acid producer has been investigated

**Keywords:** Lactic acid bacteria (LAB), microorganisms, corn silage, aerobic stability.

#### Giriş

Fermente edilmiş ürünler insanoğlunun uzun yıllardan beri çeşitli amaçlarla yararlandığı bir gıda koruma yöntemidir. Silaj yapımı, yine uzun yıllardan bu yana hayvansal üretimde yararlanılan bir yeşil yem saklama metodudur. Silaj, günümüzde birçok ülkede ruminant diyetlerinin temel bileşeni konumuna gelmiştir. Ülkemizde de giderek hızlı bir şekilde yaygınlaşan silaj yapımında en yaygın olarak kullanılan bitki mısırdır. Yüksek kaliteli bir mısır

silajı, yüksek enerji içeriğine sahip, hayvanlar tarafından kolayca tercih edilen ve rumendeki fermentasyon sürecini düzenleyen özelliklere sahiptir. Ancak, çok iyi şartlarda hazırlanmış bir mısır silajı bile, oksijen ile temas ettiğinde çok hızlı bir şekilde değişikliğe uğrar ve yemin hijyen kalitesi de hızla bozulur. Silolanacak bitkisel materyal silo içerisine konulup havasızlığın sağlanmasının ardından, materyal üzerinde bulunan epifitik flora içerisindeki türler arasında

bir rekabet başlar ve bu rekabet silaj fermentasyonu aşamalarında da devam eder. Silaj pH seviyeleri 4.5 ve daha aşağıya düşüncüye kadar bu rekabetin devam ettiği bilinmektedir. Bu nedenle silajın asitlik seviyesindeki düşüşün hızlanması, arzulanan bir fermentasyon oluşumu için gereklidir. Bu amaçla silolanacak bitkisel materyalin önceden izole edilmiş LAB ile aşılması (inokulasyon), silaj içinde oluşacak türler arası rekabeti LAB lehine çevirme bakımından oldukça önem taşımaktadır (Phillip et al. 1990; Kung et al. 1991; Stokes 1992; Pitt 1990). Bu şekilde pH düşüşü hızlandırılmakta ve protein parçalanması veya besin madde kayıpları en aza indirilmektedir (Kızılışımşek ve ark. 2007). Ayrıca kuru madde korunabilirliği artırılmakta (Woolford 1990), proteolisis (proteinin amino asitlere parçalanması) azaltılmakta (Nishino et al. 2007) ve aerobik bozulma hızı da yavaşlatılmaktadır (İllek 2006). Bu amaçla dünyada birçok kaynaktan LAB izole edilmiş ve silaj inokulantı olarak kullanılmıştır. Bu inokulantların çoğunluğu olumlu sonuçlar vermesine karşılık, bazıları yeterli sonuçlar verememiştir. Bu durum siloya konulan bitkisel materyalin türü, kuru madde içeriği, silodaki anaerob şartları sağlamadaki başarı ve inokulantın fermentasyon yeteneği gibi birçok nedenden kaynaklanmaktadır. 1990'lı yılların sonlarında *L. buchneri* gibi heterofermentatif inokulantlar bu alanda kullanılmaya başlanmış ve laktik asit ile birlikte bir miktar asetik asit üretiminin maya ve küf gelişimin engelleyebileceği düşünülmüştür. Nitekim bu inokulant kullanımı ile aerobik stabilite bir miktar artırılmıştır. Ancak, bu bakteri, fermentasyonun başlangıcında çok yavaş davranması nedeniyle, önemli kuru madde kayıplarına neden olmaktadır. Mikrobiyel

inokulantlar içerisinde homolaktik LAB'nin silaj fermentasyonunu iyileştirdiği bilinmektedir. Ancak kullanılan inokulantın bazı durumlarda üretilen antifungal özelliklere sahip organik asit üretimlerinin yeterli olmaması yüzünden, aerobik stabiliteyi azalttığına da rastlanmıştır (Muck and Kung 1997). 1990'lı yılların sonlarında bazı heterofermentatif inokulantlar bu alanda kullanılmaya başlanmış ve laktik asit ile birlikte bir miktar asetik asit üretiminin maya ve küf gelişimin engelleyebileceği düşünülmüştür. Nitekim, bu inokulant kullanımı ile aerobik stabilite bir miktar artırılmıştır. Örneğin, Lindsey ve Kung (2010) *L. buchneri* bakterisi ile inokule edilmiş mısır silajlarında ve aerobik stabilite üzerine olumlu etkileri saptamışlar, ancak, bu bakterinin fermentasyonun başlangıcında çok yavaş gelişmesi nedeniyle, önemli kuru madde kayıplarına neden olabileceğini de bildirmişlerdir.

#### Materyal ve Yöntem

Aşağıda verilen LAB izolatlarının mısır silajına inokulant olarak kullanıldığı bu çalışmada, bitki materyalini temin amacıyla, KSU Ziraat Fakültesinin araştırma alanı olarak kullandığı D.A. Geçit Bölgesi Tarımsal Araştırma İstasyonuna ait arazide mısır bitkisi ikinci ürün olarak yetiştirilmiştir.

Araştırmada, -80°C'de saklanan mikroorganizma kültürlerinin kullanılması nedeniyle, zaman zaman bakterilerin "uyanmama" veya "geç uyanma" riski ile karşılaşmaktadır. Bu nedenle stok besi yerindeki bakteri kültürleri, silaj yapımından 48 saat öncesinde MRS broth besi yerinde uyandırıldıktan sonra inokulasyon çalışmasına geçilmiştir. Yapılan bu silajlarda, 6 ayrı dönemde (T0: silaj öncesi, T1: silaj yapımından sonraki 6. saat, T2: silaj yapımından sonraki 12. saat, T3: silaj

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan mikrobiyel inokulantlar ile ilgili bazı bilgiler

Table 1. Informations about microbial inoculants used in this study

İzolat Adı	Tür Adı	Koloni Tipi	LA Üretim (mmol/L)	LA/Toplam Fermente Ürün (%)	Fizyolojik Karakter
LS-65-2-1	<i>L. bifermentans</i>	Bacillus	56.65	94.66	Homofermentatif
LS-51-2-1	<i>L. gasseri</i>	Bacillus	53.85	94.24	Homofermentatif
LS-31-1-4	<i>L. buchneri</i>	Bacillus	59.08	85.12	Heterofermentatif
LS-2-4-1	<i>L. plantarum</i>	Kısa bacillus	52.96	91.96	Homofermentatif
LS-55-2-2	<i>L. brevis</i>	Bacillus	70.02	81.79	Heterofermentatif
LS-71-2-3	<i>L. plantarum</i>	Kısa bacillus	52.39	96.93	Homofermentatif
LS-3-3	<i>L. plantarum</i>	Bacillus	54.59	90.26	Homofermentatif
LS-8-1	<i>P. pentosaceus</i>	Coccus	52.69	92.05	Homofermentatif
L-70-6-1	<i>Leuc. citerum</i>	Coccus	53.47	91.51	Homofermentatif
LS-72-2	<i>L. plantarum</i>	Bacillus	54.00	93.94	Homofermentatif

yapımından sonraki 24. saat, T4: silaj yapımından sonraki 48. saat ve T60 silaj yapımından sonraki 60. gün) mikroorganizma sayımları yapılmıştır. Ayrıca her açım döneminde pH ölçümleri gerçekleştirilmiş ve her uygulamadaki pH değerinin düşüş eğilimi açıklanmıştır. Silaj içerisindeki mikroorganizma sayımları için, açılan her silajdan 20 g silaj örneği alınmış ve 180 ml Ringers solusyonu eklenerek mikser ile yüksek devirde 1 dk. karıştırılmıştır. Elde edilen süzük, uygun dilusyon serilerinde hazırlanmış ve uygun besi yerlerine ekimleri gerçekleştirilip inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda petrileredeki koloni oluşturan birimler (kob) sayılmıştır. Mikroorganizma verileri 1 g örnekte bile çok yüksek rakamlara ulaştığından, gerçek değerlerin 10 tabanına göre logaritması alınmış ve veriler bu şekilde analiz edilmiştir.

### Bulgular ve Tartışma

#### Silaj İçerisinde LAB Gelişimi

Farklı açım zamanlarındaki LAB sayımlarına ilişkin ortalama değerler ve oluşan guruplar Çizelge 2'de verilmiştir. Silaj yapılan mısır

bitkisinin üzerinde bulunan epifitik flora içerisinde oldukça yoğun bir şekilde LAB bulunduğu ( $\log_{10}=7.28$ ), bu nedenle inokulant etkisinin silajın başlangıcında görülmediği ve inokulantların etkisinin 6. saatten itibaren görülmeye başlandığı izlenmektedir. Özellikle 24. saatte ve daha sonrasında inokulant etkisinin LAB sayısına yansıdığı izlenmektedir. LAB sayılarının silajın ilerleyen dönemlerindeki artış eğilimi incelendiğinde, genel olarak 2, 6, 8 ve 10 nolu LAB izolatlarının biraz daha ön plana çıktığı ve bu yoğun epifitik flora içerisinde bir gelişme şansı bulunduğu düşünülmektedir.

İnokulant olarak kullanılan LAB içerisinde 2 nolu *L. bifementans* izolatının silaj içerisinde en hızlı uyanan ve en hızlı gelişen izolat olduğu izlenmektedir. Nitekim, silajın başında (T0) ve 6. saate (T1) sırasıyla  $\log_{10}=8.42$  ve  $\log_{10}=8.94$  değerleri ile en fazla sayım sonucuna ulaşılmıştır. Anılan izolat T3 ve T4 dönemlerinde oldukça yüksek koloni oluşturan birim (kob) üretmiş ve nitekim olgunlaşmış silajda (T60) yine en yüksek kob değerini ( $\log_{10}=6.83$ ) vermiştir. Bununla birlikte söz konusu bakteri ırkının zaman zaman

Çizelge 2. Yapılan silajlarda farklı açım zamanlarındaki LAB gelişimi

Table 2. LAB growth in silages opened in different times

İNOKULANT	LAB ( $\log_{10}$ kob)					
	T0	T1	T2	T3	T4	T60
Kontrol	7.28 b-e	8.27 b	8.64 ab	8.84 bc	8.78 cd	5.51 cd
1- <i>L. bifementans</i>	8.42 a	8.94 a	8.31 c	9.14 abc	9.10 bc	6.83 a
2- <i>L. gasseri</i>	6.89 de	8.20 b	8.63 ab	8.70 c	8.25 e	5.26 d
3- <i>L. buchneri</i>	7.56 bdc	8.38 b	8.52 b	8.74 c	8.78 d	5.67 bcd
4- <i>L. plantarum</i>	6.26 f	8.62 ab	8.50b	9.28 ab	8.96 bcd	6.41 ab
5- <i>L. brevis</i>	7.59 bc	8.37 b	8.63 ab	9.60 a	9.24 ab	6.58 a
6- <i>L. plantarum</i>	7.14 cde	8.60 ab	8.56 ab	8.96 bc	9.16 ab	5.60 bcd
7- <i>L. plantarum</i>	7.11 de	8.60 ab	8.72 a	8.90 bc	9.44 a	5.78 bcd
8- <i>P. pentosaceus</i>	6.82 f	8.49 b	8.56 ab	8.83 bc	8.93 bcd	5.47 cd
9- <i>Leuconostoc citerum</i>	7.87 ab	8.47 b	8.70 ab	9.10 bc	8.83 cd	6.04 a-d
10- <i>L. plantarum</i>	7.63 bc	8.46 b	8.60 ab	9.02 bc	8.82 cd	6.24 abc
Olasılık	P<0.01	P<0.05	P<0.01	P<0.05	P<0.01	P<0.01

Çizelge 3. Yapılan silajlarda maya gelişimi

Table 3. Yeast growth in silages

İNOKULANT	MAYA ( $\log_{10}$ kob)					
	T0	T1	T2	T3	T4	T60
Kontrol	5.76	5.99 a	4.23	4.29 a	2.90 a	4.30
1- <i>L. bifementans</i>	5.74	5.47 bc	3.96	3.66 b	1.86 d	3.10
2- <i>L. gasseri</i>	5.67	5.60 abc	3.60	3.63 b	2.41 a-d	3.68
3- <i>L. buchneri</i>	5.41	5.81 abc	4.06	3.00 d	2.15 bcd	3.96
4- <i>L. plantarum</i>	5.94	5.60 abc	3.90	3.47 bc	2.42 a-d	4.83
5- <i>L. brevis</i>	5.60	5.84 ab	3.81	3.20 cd	2.60 ab	3.54
6- <i>L. plantarum</i>	5.53	5.67 abc	3.86	3.20 cd	2.60 ab	4.50
7- <i>L. plantarum</i>	5.74	5.74 abc	4.30	3.47 bc	1.90 cd	4.09
8- <i>P. pentosaceus</i>	5.94	5.61 abc	3.91	3.00 d	2.28 a-d	3.71
9- <i>Leuconostoc citerum</i>	5.67	5.48 bc	4.27	3.41 bc	1.79 d	3.61
10- <i>L. plantarum</i>	5.20	5.36 c	3.78	3.47 bc	2.61 ab	4.15
Olasılık		P<0.05		P<0.01	P<0.05	

ikinci bir fermentasyon ile laktik asidi de indirgeyebildiği bilindiğinden, bu izolata tereddüt ile yaklaşılmaktadır. Zira silajın dinlenme dönemi olan stabil evrede laktik asidi indirgemesi baklagil silajlarında bazı olumsuz sonuçlar doğurabileceği gibi, mısır silajının aerobik stabilitesine katkıları da sağlayabilir. Bu nedenle, bu çalışmanın dışında olarak, söz konusu bakteri ile ilgili daha detaylı çalışmaların yapılması planlanmaktadır.

### Silaj İçerisinde Maya Gelişimi

Silaj içerisinde istenmeyen mikroorganizma guruplarının başında gelen maya sayımlarının verildiği Çizelge 3 incelendiğinde, silaj başlangıcında tüm uygulamalarda maya satımlarının benzer sonuçlar verdiği ve değerlerin  $\log_{10}=5.20$  ile  $\log_{10}=5.94$  arasında değiştiği izlenmektedir. Silaj yapımının ilk 6. saatinden (T1) itibaren inokulant uygulamasının mayaları baskı altına aldığı, özellikle 24. saat (T3) ve 48. saat (T4) açım zamanlarında mayaların belirgin şekilde baskılandığı izlenmektedir. İnokulant uygulamasının mayaları baskı altına almasının bir antagonistik etkiden değil, daha çok LAB'nin sayısal olarak ciddi derecede artış göstermesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu konuda, antagonistik etki çalışmalarının tamamlanmasından sonra daha kesin sonuçlara ulaşılabilecektir.

### Silaj İçerisinde Küf Gelişimi

Yapılan silajlarda küf gelişimi ile ilgili veriler Çizelge 4'te verilmiştir. Silajın başlangıcından itibaren açım zamanlarının ilerlemesi ile maya sayımlarında genel bir düşüş gözlenmekle birlikte, izolatlardan açım zamanlarına göre istikrarlı sonuç vermediği gözlenmiştir. Örneğin, T1 açım zamanında 5 ve 6 nolu izolat inokulasyonlarında

en düşük küf değerleri elde edilirken, T2 açım zamanında 5 ve 8 nolu izolatlardan, T3 zamanında 79 nolu izolattan ve T4 zamanında da 2 nolu izolattan en düşük küf değerleri elde edilmiştir.

Küflerin oldukça geniş bir varyasyona sahip olduğu, birbirinden çok farklı formları bulunduğu ve çok farklı ekolojik koşullara uyum sağlayabilen türlere sahip olduğu bilinmektedir. Bu nedenle, sonuçların istikrarlı bulunmaması bir bakıma doğal kabul edilebilir.

### Silaj İçerisinde Enterobakteri Gelişimi

Silajların istenmeyen bir diğer mikroorganizma gurubu olan enterobakterilerin silaj içerisindeki gelişimi ile ilgili veriler Çizelge 5'te verilmiştir. Silajın başlangıcında tüm uygulamalarda oldukça yüksek bir enterobakteri yoğunluğu bulunduğu ve  $\log_{10}=8.39$  ile  $\log_{10}=9.50$  değerlerine kadar ulaştığı izlenmektedir (Çizelge 5). Silajın ilerleyen açım zamanlarında hem kontrol uygulamasında hem de inokulant uygulamalarında, bu değerler gittikçe azaldığı, ancak, bu azalışın inokulantlara göre farklılıklar gösterdiği izlenmektedir.

Özellikle T3 ve T4 açım zamanlarında enterobakteri gurubu mikroorganizmaların silaj içerisinde tüm inokulant uygulamalarında kontrole göre daha çok azaldığı belirlenmiştir. Enterobakteri popülasyonunun azalması bakımından özellikle 1 nolu *L. bifementans* ve 8 nolu *P. pentosaceus* inokulantların belirgin şekilde öne çıktığı görülmektedir. Anılan inokulantların silaj içerisindeki küf popülasyonunu baskılamada da benzer sonuçlar verdiği Çizelge 4'ten anlaşılmaktadır. Ayrıca 1 nolu *L. bifementans* izolatinin maya gelişimini engellemede de başarılı

Çizelge 4. Yapılan silajlarda küf gelişimi

Table 4. Yeast growth in silages

İNOKULANT	KÜF ( $\log_{10}$ kob)					
	T0	T1	T2	T3	T4	T60
Kontrol	5.41 a	6.60 ab	3.74 a	3.36 ab	2.22 bcd	<1
1- <i>L. bifementans</i>	5.26 ab	4.90 bc	2.49 c	3.49 ab	1.56 ef	<1
2- <i>L. gasserii</i>	5.26 ab	6.26 ab	3.68 b	3.60 ab	1.40 f	1.56
3- <i>L. buchneri</i>	5.20 ab	4.90 bc	3.30 ab	3.20 ab	1.78 def	3.02
4- <i>L. plantarum</i>	5.00 b	5.89 ab	3.47 ab	3.53 ab	2.02 b-e	3.68
5- <i>L. brevis</i>	5.41 a	3.00 c	3.20 b	3.60 ab	2.32 bc	2.90
6- <i>L. plantarum</i>	5.41 a	3.00 c	3.57 ab	3.80 a	1.81 def	4.26
7- <i>L. plantarum</i>	5.36 ab	5.30 abc	3.72 a	3.00 b	2.90 a	2.10
8- <i>P. pentosaceus</i>	5.00 b	5.21 abc	3.20 b	3.26 ab	1.91 cde	1.53
9- <i>Leuconostoc citerum</i>	5.26 ab	6.00 ab	3.47 ab	3.57 ab	1.57 ef	3.21
10- <i>L. plantarum</i>	5.26 ab	7.54 a	3.30 ab	3.66 a	2.42 b	<1
Olasılık	P<0.05	P<0.05	P<0.01	P<0.05	P<0.01	ÖD

Çizelge 5. Yapılan silajlarda enterobakteri gelişimi  
Table 5. *Enterobacter* growth in silages

İNOKULANT	Enterobakteri (log <sub>10</sub> kob)					
	T0	T1	T2	T3	T4	T60
Kontrol	8.51 bcd	8.37 a-d	7.17 a	4.58 a	2.59 a	3.34 ab
1- <i>L. bif fermentans</i>	8.77 bcd	8.46 ab	7.26 a	4.04 c	1.87 bc	2.00 c
2- <i>L. gasser</i>	8.39 d	8.14 de	7.10 a	4.09 c	1.70 bc	3.01 ab
3- <i>L. buchner</i>	8.73bcd	8.43 abc	6.93 ab	4.58 a	1.83 bc	2.34 bc
4- <i>L. plantarum</i>	9.07 a-d	8.16 cde	6.93 ab	4.26 abc	1.41 c	3.11 ab
5- <i>L. brevis</i>	9.50 a	8.28 a-e	6.93 ab	4.09 c	1.41 c	2.53 abc
6- <i>L. plantarum</i>	9.06 a-d	8.33 a-d	6.46 bc	4.27 abc	1.41 c	3.10 ab
7- <i>L. plantarum</i>	8.73 bcd	8.24 b-e	6.12 c	4.16 bc	2.19 ab	3.40 a
8- <i>P. pentosaceus</i>	9.19 ab	8.12 de	6.21 c	3.60 d	1.41 c	2.00 c
9- <i>Leuconostoc citerum</i>	9.17 abc	8.53 a	7.00 ab	4.18 abc	1.57 c	3.10 ab
10- <i>L. plantarum</i>	8.46 cd	8.03 e	6.80 ab	4.13 c	1.36 c	2.00c
Olasılık	P<0.05	P<0.01	P<0.01	P<0.01	P<0.01	P<0.01

olduğu Çizelge 3'den görülmektedir.

### Silaj pH Değişimi

Silajın yapımı başlangıcında, silaj yapımını takip eden ilk 48 saat içerisinde ve olgunlaşmış silajlarda tespit edilen pH değerleri ile ilgili ortalamalar ve oluşan guruplar Çizelge 6'da verilmiştir.

Silaj fermentasyonunun en önemli göstergelerinden biri olan pH değeri ile ilgili olarak, olgunlaşmış silajdaki pH değeri kadar ve hatta bundan daha önemli olarak, silajın ilk dönemlerindeki pH düşüş hızının önemli olduğu bilinmektedir.

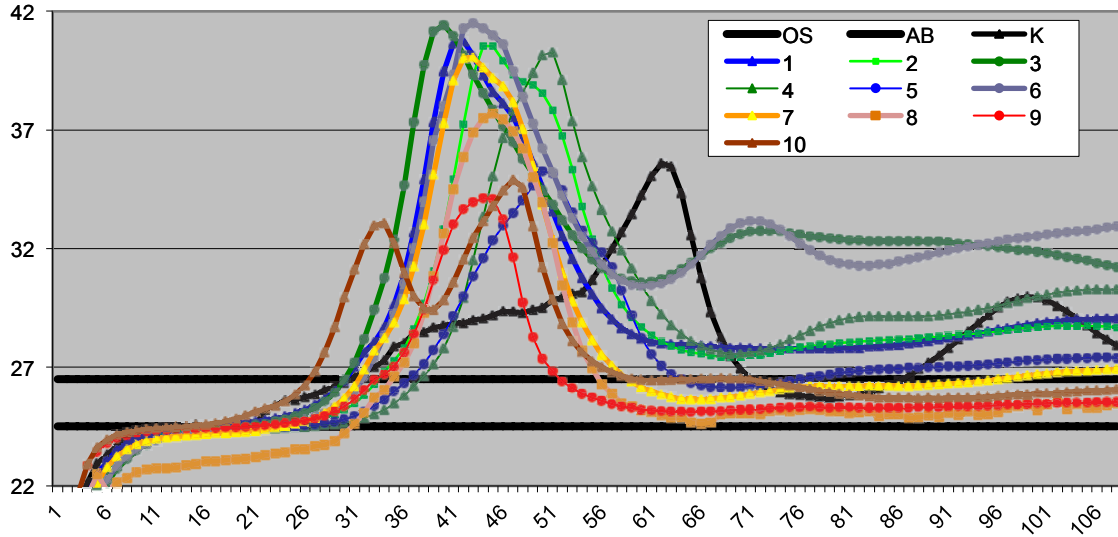
Mısır gibi çok kolay silolanabilen bitkilerde, normal olarak pH düşüşü nispeten hızlı gerçekleşir ve 3.6 gibi oldukça düşük noktalara kadar gelebilir. Nitekim Çizelge 6'dan Kontrol uygulamalarında pH seviyesinin açım zamanlarına göre linear olarak bir düşüş gösterdiği ve olgunlaşmış silajda 3.80 seviyesine

kadar gerilediği görülmektedir.

Bununla birlikte, inokulant uygulanmış silajlarda genel olarak pH seviyesindeki düşüşün Kontrol uygulamasına göre daha hızlı olduğu, olgunlaşmış silajlarda da 3.74 gibi oldukça düşük seviyelere kadar gerilediği görülmektedir. Inokulantların pH düşüşünü belirgin bir şekilde gösterdiği 24. Saat (T3) ve sonrasında özellikle 3 nolu *L. buchner*, 7 nolu *L. plantarum* ve 8 nolu *P. pentosaceus* izolatlarının ön plana çıktığı görülmektedir. Bu izolatlar içerisinde 8 nolu *P. pentosaceus* izolatının pH seviyesini düşürmesi yanında, enterobakteri, küf ve hatta mayaları baskılama bakımından da ön plana çıktığı diğer verilerden izlenmektedir. Dolayısıyla, düşük pH elde etme ile birlikte, diğer mikroorganizmaları baskı altına alma özelliği birlikte değerlendirildiğinde, 8 nolu *P. pentosaceus* izolatının dikkat çektiği düşünülmektedir. Yine de, daha kesin sonuçlara ulaşabilmek için fermentasyon ürünlerinin de incelenmesi ve hatta

Çizelge 6. Yapılan silajlarda pH değişimi  
Table 6. *pH* change in silages

İNOKULANT	pH					
	T0	T1	T2	T3	T4	T60
Kontrol	5.82a	5.66 de	4.46 d-g	4.22 f	4.10 g	3.80 bcd
1- <i>L. bif fermentans</i>	5.98 cd	5.73 e	4.42 cde	3.91 bcd	3.77 abc	3.76 ab
2- <i>L. gasser</i>	5.87 ab	5.71 e	4.40 bcd	4.00 e	3.80 de	3.76 ab
3- <i>L. buchner</i>	5.93 cd	5.54 bc	4.33 a	3.93 d	3.78 bcd	3.74 a
4- <i>L. plantarum</i>	5.94 cd	5.50 ab	4.36 ab	4.00 e	3.94 f	3.82 cd
5- <i>L. brevis</i>	5.88 ab	5.61 cd	4.43 def	4.00 e	3.94 f	3.82 cd
6- <i>L. plantarum</i>	6.02 e	5.66 de	4.51 g	3.89 bc	3.76 ab	3.80 bcd
7- <i>L. plantarum</i>	5.91 bc	5.59 bcd	4.42 cde	3.79 a	3.80 de	3.76 ab
8- <i>P. pentosaceus</i>	5.97 cd	5.66 de	4.49 fg	3.87 b	3.74 a	3.75 ab
9- <i>Leuconostoc citerum</i>	6.02 e	5.58 bcd	4.47 efg	3.92 cd	3.79 cd	3.78 ab
10- <i>L. plantarum</i>	5.93 cd	5.44 a	4.37 abc	3.92 cd	3.81 e	3.84 d
Olasılık	P<0.01	P<0.01	P<0.01	P<0.01	P<0.01	P<0.01



Şekil 1. İnokulant uygulanan mısır silajlarında aerobik stabilite.  
Figure 1. Aerobic stability of inoculant applied corn silages

yenilenecek olan çalışmalarda elde edilecek verilerin dikkatlice incelenmesi gerekmektedir.

### Aerobik Stabilite

Mısır silajına uygulanan inokulantların aerobik stabilite üzerine etkilerinin verildiği Grafik 1 incelendiğine, kontrol silajları ile 6 (*L. brevis*) ve 7 (*L. plantarum*) nolu inokulant uygulamalarında silajların açımı takip eden 31. saatte bozulduğu, 10 (*L. plantarum*), 3 (*L. buchneri*) ve 1 (*L. bifermentans*) inokulant uygulamalarında ise bozulmanın daha erken gerçekleştiği görülmektedir. Bununla birlikte, diğer inokulant uygulamalarında bozulmanın daha geç gerçekleştiği, özellikle 4 (*L. plantarum*) ve 5 (*L. brevis*) nolu inokulant uygulamalarında bozulmanın sırasıyla 38. ve 37. saatte gerçekleştiği belirlenmiştir. Bu iki izolatin silajın aerobik stabilitesini 6-7 saat daha uzatabildiği saptanmıştır. Aerobik stabilitenin 6 veya 7 saat uzatılmasının da hayvan beslemede silajın bozulmasını engellemesi bakımından oldukça önemli olduğu düşünülmektedir. Bununla birlikte, bu çalışmanın önümüzdeki dönemde tekrar edilmesi ile, proje sonunda daha kesin sonuçlar alınması beklenmektedir

### Sonuç

Silaj yapımını takip eden ilk 48 saat içerisindeki mikroorganizma florası incelendiğinde, LAB gelişimi bakımından 5, 7 ve 1 nolu izolatların, maya gelişimi bakımından 5 ve 1 nolu izolatların, küf gelişimi bakımından 5 ve 2

nolu izolatların ön plana çıktığı belirlenmiştir. Bu izolatlar içerisinde 5 nolu *L. brevis* izolatının mikroorganizma florası bakımından en iyi sonuçları verdiği belirlenmiştir. Silaj pH değerleri bakımından izolatların gelişme hızlarındaki farklılıktan dolayı stabil sonuçlar alınmadığı ancak tüm inokulantların kontrol gurubuna göre pH değerlerini yeter miktarda düşürdüğü görülmüştür. Anılan izolatin silajın aerobik stabilitesinde de 6 saatlik bir iyileşme sağladığı da göz önüne alındığında, *L. brevis* izolatının mısır silajı için uygun bir inokulant olduğu sonucuna varılmıştır.

### Teşekkür

TUBITAK tarafından desteklenen 1130922 nolu proje sonuçlarının bir bölümüdür.

### Kaynaklar

- Kızılımşek M., Schmidt, R.J. and Kung, L. Jr., 2007 Effects of a mixture of lactic acid bacteria applied as a freeze-dried or fresh culture on the fermentation of alfalfa silage. *J. Dairy Science*. 90 (12), 5698-5705
- Woolford M. K., 1990 The detrimental effects of air on silage. *J. Appl. Mikrobiol.* 68:101-116
- Illek J., 2006. Health risk posed by feeding low quality silage. 12. International Symposium on Forage Conservation. Brno, Czech Rep. April 3-5, 2006, p: 129-130
- Pitt R.E., 1990. The probability of inoculant effectiveness in alfalfa silages. *American Society of Agricultural Engineering*. 33:1771-1778

- Stokes M.R., 1992. Effects of an enzymes mixture, an inoculant and their interaction on silage fermentation and dairy production. Journal of Dairy Science. 75:764-773
- Muck R.E. and Kung L. Jr., 1997. Effents of silage additives ensiling: in silage:field to feedbunk. NRAES-99. NRAES, Ithaca, Ny, USA, pp. 187-199
- Lindsey J.R. and Kung L.Jr., 2010. Effects of combining *Lactobacillus buchneri* 40788 with warious lactic acid bacteria on the fermentation and aerobic stability of corn silage. Animal Feed Science and Technology. 159:105-109
- Nishino N., Hattori H., Wada H. and Touno E., 2007. Biogenic amine production in grass, maize and total mixed ration silages inoculated with *Lactobacillus casei* or *Lactobacillus buchneri*. Journal of Applied Microbiology. 103, 325-332
- Kung L., Tung R.S., Maciorowski K.G., Buffum K., Knutsen K. and Aimutis W.R., 1991. Effects of plant cell-wall-degrading enzymes and lactic acid bacteria on silage fermentation and composition. J.Dairy Sci. 74 (12), 4284-4296
- Phillip L.E., Underrhill L. and Garino H., 1990. Effects of treating lucerne with an inoculum of lactic acid bacteria or formic acid upon chemical changes during fermentation, and upon the nutritive value of the silage for lambs. Grass and Forage Sci., 45 (3): 337-344