

Hasat Öncesi ve Hasat Sonrası Laktik Asit Bakteri (LAB) İlavesinin Mısır Silaj Fermantasyonu Üzerine Etkileri*

Burak KARA Cemal POLAT* Fisun KOÇ

*Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü, Tekirdağ, Türkiye

Sorumlu yazar: E-mail: cpolat@nku.edu.tr

Geliş Tarihi (Received): 04.03.2016

Kabul Tarihi (Accepted): 03.07.2016

Bu çalışma, hasat öncesi ve hasat sonrası laktik asit bakteri inokulantlarının ilavesinin mısır silajlarının fermantasyon ve aerobik stabiliteyi üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

Çalışmada katkı maddesi olarak homofermantatif ve heterofermantatif laktik asit bakterilerini içeren 2 ticari inokulant kullanılmıştır. İnokulantlar silajlara 6.00 log₁₀ cfu/g düzeyinde katılmıştır. Araştırma materyali hasat öncesi ve hasat sonrası olmak üzere 3 deneme grubuna bölünmüştür. İnokulantların uygulanmasında firma önerileri dikkate alınmıştır. İnokulantlar hasattan 15 ve 7 gün olmak üzere 2 farklı dönemde tarlada mısırlara el tipi pülverizatör yardımı ile atılmıştır. Hasat öncesi ve sonrasının karşılaştırmak amacıyla, hasat dönemi geldiğinde yine kontrol, homofermantatif (h^oLAB) ve heterofermantatif (h^{et}LAB) inokulant uygulamaları yapılmıştır. Hasat öncesi ve hasat sonrası gruplarını içeren uygulamalara ait muameleler CASCVP 260PD marka laboratuvar tipi paket silaj makinası ile paketlenmiştir. Her muameleyle ait 3'er paket silajın kullanıldığı çalışmada, silajların paketlenmesinden sonra materyaller laboratuvar koşullarında (20-22 °C) depolanmıştır. Fermantasyonun 45. gününde açılan örnekler üzerinden pH, kuru madde kaybı, maya ve küf sayımları için mikrobiyolojik analizlerin yapıldığı çalışmada aerobik stabiliteye ilişkin özellikler ana fermantasyon dönemi sonrası 14 günlük dönemde izlenmiştir. Hasattan öncesi inokulant uygulaması özellikle maya ve küf gelişimini azaltmıştır.

Anahtar kelimeler: Mısır silajı, inokulant, silaj kalitesi

*Yüksek Lisans Tezinden üretilmiştir.

Effect of Additional of Lactic Acid Bacteria (LAB) Inoculants Pre-harvest and Post-harvest Silage Fermentation of Corn Silage

This study was conducted in order to investigate the effect of adding inoculated lactic acid bacteria to maize before and after harvest on the fermentation and aerobic stability properties of silages. Two commercial inoculants containing homofermentative and heterofermentative lactic acid bacteria were used as additives. Inoculants were added into the silages at the level of 6.00 log₁₀ cfu/g. Pre and post harvest research materials were divided into three trials groups, namely, control, homofermentative (LAB) and heterofermentative (LAB) inoculants. During the use of inoculants, suggestions by the producers were taken into account. Inoculants were applied to the corn plants in the field by the aid of hand type pulverizator at three different times, 15 and 7 day before the harvest. To compare the pre and post harvest treatments, control, homofermentative and heterofermentative inoculants applications were realised at the time of harvest. The pre and post harvest treated materials were packed using lab-type CASCVP 260PD brand named silage machine. After packing, three sample packets from each treatment were stored under laboratory conditions (20-22 °C). pH, dry matter losses, microbiological analyses for yeast and mould count were done on the silage samples opened on the 45th day of fermentation. The same analyses were repeated and compared with the previous results 14 days after the opening in order to assess the aerobic stability.

Key words: Maize silage, inoculants, aerobic stability

Giriş

Silaj yapımında fermantasyon olaylarının kontrolü amacı ile kullanılan mikrobiyal katkı maddelerini ya da bir başka isimlendirme ile bakteri kökenli inokulantları; belirli dozlarda kullanımları durumunda silolanacak kitlede arzu edilen yönde

fermantasyon olaylarının gelişimini sağlayabilecek yoğunlukta laktik asit bakteri (LAB) yada bakteri gruplarını içeren ürünler olarak tanımlamak mümkündür (Yurtman ve ark. 1997).

Silajlarda başlangıç materyalinin (taze ve yeşil bitki) doğal LAB popülasyonu genellikle düşüktür ve heterofermantatif (h^{et}LAB) 'lerinden

oluşturmuştur. Dolayısıyla silaj fermentasyonunu iyileştirmek için hızlı gelişim gösteren homofermantatif (^{ho}LAB)'nin kullanımının etkinliği birçok çalışmada kanıtlanmıştır. Silaj yapımında LAB'lerini içeren ve bakteriyel inokulant ya da mikrobiyal inokulant olarak isimlendirilen bakteri kültürlerinden silaj katkı maddesi olarak yoğun bir şekilde yararlanılmaktadır. Canlı LAB'nin, dondurulmuş kuru ve toz formdaki kültürlerini içeren bu katkıları biyoteknolojik silaj katkıları olarak kabul edilmektedirler (Pahlow 1986).

Hemen her koşulda, silolanan kitlede gerek fermentasyon gelişim basamaklarının ve gerekse de son ürün özelliklerin belirleyen temel faktör, hasat zamanı yeşil materyalde yer alan epifitik laktik asit bakterilerinin yoğunluğu ve kompozisyonudur. Birçok durumda bu yoğunluğun <10CFU/g Taze materyal ile 10⁶CFU/g Taze materyal arasında değişebildiği bildirilmektedir. Epifitik mikroorganizma yoğunluğu bakımından gözlenebilecek bu tip geniş farklılıkların temel nedeni ise söz konusu özellik üzerinde sıcaklık, nisbi nem, UV radyasyon ve bitki ile ilgili özelliklerin olası etkileridir. Bu çalışmanın ana amacı başlangıçtan itibaren bitkide bulunan epifitik mikroorganizma yoğunluğunun hasat öncesi inokulant ilavesi ile artırılıp arttırılamayacağını tespit etmek ve silaj kalitesi ve aerobik stabite üzerindeki etkilerini belirlemektir.

Materyal ve Yöntem

Çalışmanın ana materyalini Kırklareli ili Babaeski ilçesi Hazinedar Köyü'nde yetiştirilen II. ürün mısır bitkisi oluşturmuştur (Şekil 1). Çalışmada katkı maddesi olarak homofermantatif (^{ho}LAB) ve heterofermantatif (^{het}LAB) laktik asit bakterilerini içeren 2 ticari inokulant kullanılmıştır. İnokulantlar silajlara 6.00 log₁₀ cfu/g düzeyinde katılmıştır. Araştırma materyali hasat öncesi ve hasat sonrası olmak üzere kontrol, ^{ho}LAB ve ^{het}LAB inokulant uygulaması içeren olmak üzere 3 deneme grubuna bölünmüştür. İnokulantların uygulanmasında firma önerileri dikkate alınmıştır. İnokulantlar hasattan 15 ve 7 gün olmak üzere 2 farklı dönemde tarlada mısırlara el tipi pülverizatör yardımı ile atılmıştır. Hasat öncesi ve sonrasını karşılaştırmak amacıyla, hasat dönemi geldiğinde yine kontrol, ^{ho}LAB ve ^{het}LAB inokulant uygulamaları yapılmıştır. Hasat öncesi ve hasat sonrası gruplarını içeren uygulamalara ait muameleler CASCVP 260PD marka laboratuvar tipi paket silaj makinası ile paketlenmiştir. Her muameleye ait 3'er paket silajın kullanıldığı çalışmada, silajların paketlenmesinden sonra materyaller laboratuvar koşullarında (20-22 °C) depolanmıştır.



Şekil 1. Silajlık mısır bitkisi deneme alanı

Figure 1. Silage corn field trial area

Fermantasyonun 2., 5., 14., 21. ve 45. günlerinde açılan örnekler üzerinden pH, laktik asit ve kuru madde kaybı analizleri gerçekleştirilmiştir. Laktik asit bakterileri ve maya ve küf sayımları için mikrobiyolojik analizlerin yapıldığı çalışmada, aerobik stabiliteye ilişkin özellikleri ana fermantasyon dönemi sonrası 14 günlük dönemde izlenmiştir.

Silajlarda kullanılan katkı maddeleri; 1. kontrol grubu olup inokulant içermemektedir. Kontrol silajlarına 250 ml/kg düzeyinde çeşme suyu ilave edilmiştir. 2.^{ho} LAB: BİOTAL PLUS (LALLEMAND, USA). *Pediccocus pentosaceus* NCIMB 12455 ve *Propionibacterium freudenreichii* R2453 inokulant uygulamaları sonucunda taze materyale 10⁶ cfu/g LAB katılmıştır. 3.^{het}LAB: BİOTAL PLUS (LALLEMAND, USA). *Lactobacillus buncheri* NCIMB 40788 ve *Pediococcus pentosaceus* NCIMB 12455 içermektedir. İnokulant uygulamaları sonucunda taze materyale 10⁶ cfu/g LAB katılmıştır.

Araştırmada elde edilen verilerin istatistiksel değerlendirmesinde Anova analizi, gruplar arasında farklılığın belirlenmesinde ise Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır (Soysal 1998). Bu amaçla SPSS (1999) paket programı kullanılmıştır.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

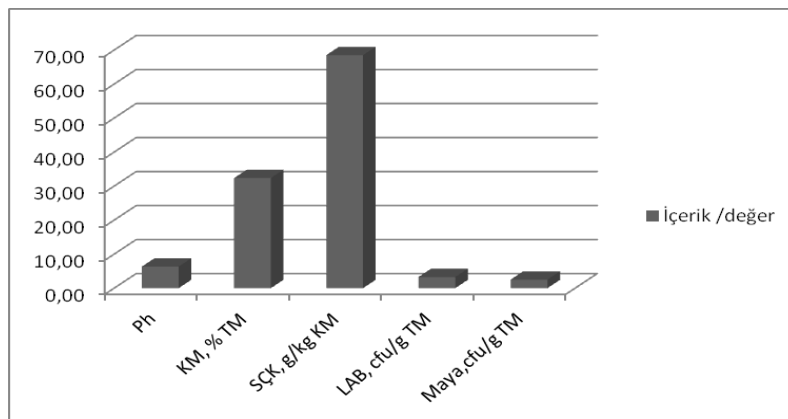
Uygun saklama koşullarının gerçekleşmesi sonrasında elde edilecek silo yeminde kalite ve bağlamında da besleme değerliliği üzerinde etkili olabilecek temel faktörler silaj yapılacak taze

materyalin kimi özelliklerce sahip olduğu değerlerle ilişkilidir. Bitkisel materyalin sahip olduğu ham besin maddeleri miktarı bir tarafa bırakılacak olursa, KM içeriği, pH, SÇK kapsamı ve çoğu durumda epifitik mikroorganizma yoğunluğunun bu anlamda ön plana çıktığı söylenebilir.

Şekil 2’de aktarılan analiz sonuçları incelendiğinde, hamur olum dönemi içerisinde elde edilen üründe KM içeriğinin söz konusu bildirilişlere oranla yüksek bulunduğu (% 32.35) dikkati çekmektedir.

Hasattan 15 gün önce inokulant ilave edilmiş mısır silajlarının fermantasyon gelişimi ve son ürün özellikleri Çizelge 1’den de görüleceği gibi silolanan kitlede 45 günlük süreçte gerçekleşen açım sonrası saptanan pH değerleri incelendiğinde, gerek kontrol grubu gerekse katkı maddesi gruplarında silajlarda sürekli olarak gözlenen düşüşler sonrası son ürünlerde pH değerleri kontrol grubu hoLAB ve hetLAB gruplar için sırasıyla 3.34±0.01; 3.20±0.00 ve 3.25±0.00 olarak gerçekleşmiştir. Açım dönemlerinde uygulamaların gruplarda saptanan pH değerleri üzerinde etkisinin, tüm dönemlerde önemli olduğu (P<0.01) saptanmıştır.

Araştırmada silaj örneklerinde saptanan LA içeriklerine ilişkin olarak yapılan istatistik analiz sonucunda silolama süresince gözlenen değişimler üzerinde muamelenin etkisinin (P<0.01) önem taşıdığı saptanmıştır.



TM: Taze materyal; KM: Kuru madde; SÇK: Suda çözünebilir karbonhidratlar; LAB: Laktik asit bakterisi; cfu: Koliform ünite

Şekil 2. Mısır hasıllarının silolanmadan önceki mikrobiyolojik yükleri

Figure 2. Microbiological loads of corn silage before storage

Çizelge 1. Hasattan 15 gün önce inokulant ilavesinin silajların PH ve laktik asit düzeyleri ile kuru madde kayıpları üzerine etkileri

Table 1. Effects of inoculant addition on pH and lactic acid levels and dry matter losses of silages 15 days before harvest

Özellikler	Günler	Muameleler			P
		Kontrol	^{ho} LAB	^{het} LAB	
Ph	2	4.62±0.00 ^a	4.54±0.00 ^b	4.50±0.00 ^c	**
	5	4.49±0.02 ^a	4.41±0.00 ^b	4.46±0.02 ^b	*
	14	3.82±0.00 ^a	3.72±0.00 ^b	3.69±0.00 ^c	**
	21	3.87±0.02 ^a	3.75±0.01 ^b	3.69±0.00	**
	45	3.34±0.01 ^a	3.20±0.00 ^b	3.25±0.00 ^b	**
LA	2	6.58±0.10 ^b	8.01±0.18 ^a	8.14±0.14 ^a	**
	5	6.58±0.10 ^b	8.01±0.18 ^a	8.14±0.14 ^a	**
	14	6.58±0.10 ^b	8.01±0.18 ^a	8.14±0.14 ^a	**
	21	6.58±0.10 ^b	8.01±0.18 ^a	8.14±0.14 ^a	**
	45	6.80±0.21 ^a	7.25±0.14 ^a	5.62±0.36 ^b	*
KM Kaybı	2	0.48±0.26 ^a	0.32±0.04 ^b	0.32±0.03 ^b	*
	5	0.32±0.04	0.41±0.02	0.26±0.14	
	14	0.72±0.07	0.70±0.02	0.65±0.10	
	21	1.07±0.05	1.10±0.14	0.84±0.01	
	45	1.74±0.20 ^b	2.35±0.07 ^a	2.30±0.07 ^a	*

^{ho}LAB: Homofermentatif laktik asit bakterisi; ^{het}LAB: Heterofermentatif laktik asit bakterisi; KM: Kuru madde Aynı satırda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (**P<0.01; *P<0.05).

LA içeriğinin, açım dönemleri bazında incelendiğinde tüm açım dönemlerinde katkı maddesi gruplarında daha yüksek değerlere sahip olduğu gözlenmiştir.

Açım dönemlerinde saptanan KM kaybı bakımından gözlenen değişimler üzerinde muamelenin etkisi sadece 2. gündeki açımarda istatistik anlamda önemli olarak (P<0.05) saptanmıştır.

Araştırmada takip edilen yöntem gereği, mısır silajlarında bazı özelliklere yönelik analizler sadece 45. günde gerçekleştirilen açım sonrası elde edilen son ürünler üzerinde gerçekleştirilmiştir.

Söz konusu özellikler ilişkin saptanan değerler Çizelge 2'de aktarılmaktadır. Kırk beşinci günde yapılan analizlerde muamelenin etkisi sadece NDF ve ADF üzerinde istatistik anlamda önemli olarak (P<0.01) saptanmıştır.

Araştırmada, inokulant kullanımı mısır silajlarının NH₃-N içeriklerini etkilememiştir (P>0.05). Petterson (1988)'un kaliteli bir silajda NH₃-N içeriğinin 80.00 g/kg TN den yüksek olmaması gerektiğini bildirmektedir. Araştırmadan elde NH₃-N içeriklerine ilişkin bulgular kontrol ve inokulant grubu silajlarının iyi kalitede silajlar olduğunu göstermektedir.

Çizelge 2. Hasattan 15 gün önce inokulant ilavesinin silajların 45. günde yapılan açım sonrası silajın besin madde içerikleri üzerine etkileri

Table 2. Effects of inoculant addition on the nutrient contents of the silage after opening on the 45th day of silage

Özellikler	Muameleler			P
	Kontrol	^{ho} LAB	^{het} LAB	
KM, %	32.62±0.36	32.73±0.32	32.45±0.28	
SÇK, g/kg KM	31.20±4.30	35.25±5.76	33.06±6.92	
NH ₃ -N, g/kg	7.30±1.68	5.87±1.38	4.64±0.19	
HP, %KM	7.37±0.19	7.58±0.19	7.30±0.11	
HK, %KM	4.36±0.16	4.39±0.16	4.24±0.30	
NDF, %KM	52.75±0.41 ^a	48.97±0.68 ^b	52.92±0.39 ^a	**
ADF, %KM	30.38±0.33 ^b	26.44±0.62 ^c	32.42±0.79 ^a	**
ADL, %KM	4.50±0.22	4.43±0.16	4.46±0.24	

^{ho}LAB: Homofermentatif laktik asit bakterisi; ^{het}LAB: Heterofermentatif laktik asit bakterisi; KM: Kuru madde; SÇK: Suda çözünebilir karbonhidrat; NH₃-N: Amonyaka bağlı nitrojen; HP: Ham protein; HK: ham kül; NDF: nötral çözücülerde çözünmeyen lif; ADF: Asit nötral çözücülerde çözünmeyen lif; ADL: Asit çözücülerde çözünmeyen lgnin;

Aynı satırda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (**P<0.01; *P<0.05).

Çizelge 3. Hasattan 7 gün önce inokulant ilavesinin silajların pH, laktik asit ve KM kayıpları üzerine etkileri

Table 3. Effects of inoculant addition on pH, lactic acid and KM losses of silages 7 days before harvest

Özellikler	Günler	Muameleler			P
		Kontrol	^{ho} LAB	^{het} LAB	
pH	2	4.62±0.00 ^c	4.59±0.00 ^b	0.00±0.00 ^a	**
	5	4.49±0.02	4.44±0.01	4.45±0.03	
	14	3.82±0.00 ^a	3.82±0.00 ^a	3.78±0.00 ^b	*
	21	3.87±0.02 ^a	3.77±0.00 ^b	3.73±0.00 ^b	**
	45	3.34±0.1 ^a	3.26±0.03 ^b	3.25±0.00 ^b	*
LA	2	6.60±0.08 ^b	9.05±0.42 ^a	6.73±0.16 ^b	**
	5	8.46±0.27 ^b	9.70±0.19 ^a	7.59±0.96 ^c	**
	14	9.50±0.08 ^c	10.61±0.35 ^b	11.70±0.26 ^a	**
	21	10.39±0.24 ^a	11.77±0.52 ^a	12.59±0.33 ^a	*
	45	6.74±0.28	7.38±0.24	6.75±0.30	
KM Kaybı	2	0.48±0.26	0.41±0.14	1.61±1.79	
	5	0.32±0.04	0.34±0.09	0.32±0.04	
	14	0.72±0.07	0.65±0.21	0.58±0.05	
	21	1.07±0.05 ^a	0.71±0.07 ^b	0.80±0.05 ^b	*
	45	1.74±0.20	1.42±0.01	1.38±0.09	

^{ho}LAB: Homofermentatif laktik asit bakterisi; ^{het}LAB: Heterofermentatif laktik asit bakterisi; KM: Kuru madde; Aynı satırda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (**P<0.01; *P<0.05).

Hasattan 7 gün önce inokulant ilave edilmiş mısır silajlarının fermantasyon gelişimi ve son ürün özellikleri Çizelge 3' den de görüleceği gibi silolanan kitlede 45 günlük süreçte gerçekleşen açım sonrası saptanan pH değerleri incelendiğinde, gerek kontrol grubu gerekse katkı maddesi gruplarında silajlarda sürekli olarak gözlenen düşüşler sonrası son ürünlerde pH değerleri kontrol grubu, ^{ho}LAB ve ^{het}LAB gruplar için sırasıyla 3.34 ±0.01; 3.26±0.03 ve 3.25±0.00 olarak gerçekleşmiştir. Açım dönemlerinde uygulamaların gruplarda saptanan pH değerleri üzerinde etkisi, 5. gün haricinde dönemlerde önemli olduğu (P<0.01; P<0.05) saptanmıştır.

sonucunda silolama süresince gözlenen değişimler üzerinde muamelenin etkisinin (P<0.01; P<0.05) 45. gün haricinde önem taşıdığı saptanmıştır. LA içeriğinin, açım dönemleri bazında incelendiğinde tüm açım dönemlerinde katkı maddesi gruplarında daha yüksek değerlere sahip olduğu gözlenmiştir. Açım dönemlerinde saptanan KM kaybı bakımından gözlenen değişimler üzerinde muamelenin etkisi sadece 21. günde açımlarda istatistik anlamda önemli olarak (P<0,05) saptanmıştır. Kırk beşinci günde yapılan analizlerde muamelenin etkisi KM (P<0.01), NDF ve ADF üzerinde istatistik anlamda önemli olarak (P<0.05) saptanmıştır (Çizelge 4).

Araştırmada silaj örneklerinde saptanan LA içeriklerine ilişkin olarak yapılan istatistik analiz

Çizelge 4. Hasattan 7 gün önce inokulant ilavesinin silajların 45. günde yapılan açım sonrası bazı kimyasal parametreleri üzerine etkileri

Table 4. Effects of inoculant additions on some chemical parameters after opening on the 45th day of silage 7 days before harvest

Özellikler	Muameleler			P
	Kontrol	^{ho} LAB	^{het} LAB	
KM, %	31.96±0.56 ^a	29.81±0.48 ^b	30.87±0.49 ^b	**
SÇK, g/kg KM	33.82±3.78	35.36±4.04	33.81±6.63	
NH ₃ -N, g/kg	7.30±1.68	8.97±1.11	5.76±1.49	
HP, %KM	7.17±0.08	7.29±0.09	4.58±3.37	
HK, %KM	4.34±0.19	4.17±0.14	4.88±0.48	
NDF, %KM	53.60±0.77 ^{ab}	55.40±0.73 ^a	51.61±0.75 ^b	*
ADF, %KM	30.36±0.36 ^b	29.96±0.72 ^b	32.93±0.81 ^a	*
ADL, %KM	4.55±0.07	4.60±0.14	4.35±0.21	

^{ho}LAB: Homofermentatif laktik asit bakterisi; ^{het}LAB: Heterofermentatif laktik asit bakterisi; KM: Kuru madde; SÇK: Suda çözünebilir karbonhidrat; NH₃-N: Amonyaka bağlı nitrojen; HP: Ham protein; HK: ham kül; NDF: nötral çözücülerde çözünmeyen lif; ADF: Asit nötral çözücülerde çözünmeyen lif; ADL: Asit çözücülerde çözünmeyen lignin.

Çizelge 5. Hasat sonrası inokulant ilavesinin silajların bazı kimyasal parametreleri üzerine etkileri

Table 5. Effects of post-harvest inoculant addition on some chemical parameters of silages

Özellikler	Günler	Muameleler			P
		Kontrol	^{ho} LAB	^{het} LAB	
pH	2	4.49±0.02 ^b	4.59±0.02 ^a	4.59±0.00 ^a	*
	5	4.49±0.02 ^a	4.32±0.01 ^b	4.52±0.02 ^a	**
	14	3.82±0.00 ^a	3.80±0.00 ^{ab}	3.78±0.01 ^b	*
	21	3.87±0.02 ^a	3.81±0.01 ^b	3.78±0.00 ^b	*
	45	3.34±0.01 ^a	3.29±0.00 ^b	3.27±0.00 ^b	**
LA	2	4.40±0.19 ^b	6.71±0.04 ^a	6.58±0.05 ^a	**
	5	6.30±0.04 ^c	8.08±0.05 ^b	9.07±0.04 ^a	**
	14	8.29±0.03 ^b	11.24±0.06 ^a	11.19±0.06 ^a	**
	21	10.59±0.04 ^c	12.56±0.04 ^b	15.66±0.06 ^a	**
	45	6.92±0.04 ^c	8.08±0.04 ^a	7.84±0.04 ^b	**
KM Kaybı	2	0.32±0.04 ^b	0.47±0.02 ^a	0.41±0.03 ^{ab}	*
	5	0.32±0.04	0.29±0.01	0.32±0.02	
	14	0.72±0.07	0.63±0.00	0.54±0.12	
	21	1.07±0.05 ^a	0.78±0.02 ^b	0.69±0.02 ^b	**
	45	1.74±0.20	1.33±0.24	1.81±0.06	

^{ho}LAB: Homofermentatif laktik asit bakterisi; ^{het}LAB: Heterofermentatif laktik asit bakterisi; KM: Kuru madde;

Aynı satırda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (**P<0.01; *P<0.05).

Silajların hücre duvarı kapsamları ile ilgili olarak araştırmadan elde edilen bulgular, benzer konuda yapılan araştırma bulguları ile uyumludur (Tengerdy ve ark. 1991, Stokes ve Chen 1994, Filya ve ark. 2001, Filya 2002ab, Basmacioğlu ve ark. 2002).

Çizelge 5 'den görüleceği gibi silolanan materyalde 45 günlük süreçte gerçekleşen açım sonrası saptanan pH değerleri incelendiğinde, gerek kontrol grubu gerekse katkı maddesi gruplarında silajlarda sürekli olarak gözlenen düşüşler sonrası son ürünlerde pH değerleri kontrol grubu ^{ho}LAB ve ^{het}LAB grupları için sırasıyla 3.34±0.01; 3.29±0.00 ve 3.27±0.00 olarak gerçekleşmiştir. Açım dönemlerinde uygulamaların gruplarda saptanan pH değerleri üzerinde etkisi tüm dönemlerde önemli olduğu (P<0.01; P<0.05) saptanmıştır.

Araştırmada silaj örneklerinde saptanan LA içeriklerine ilişkin olarak yapılan istatistik analiz sonucunda silolama süresince gözlenen değişimler üzerinde muamelenin etkisinin (P<0.05) önem taşıdığı saptanmıştır. LA içeriğinin, açım dönemleri bazında incelendiğinde tüm açım dönemlerinde katkı maddesi gruplarında daha yüksek değerlere sahip olduğu gözlenmiştir.

Açım dönemlerinde saptanan KM kaybı bakımından gözlenen değişimler üzerinde muamelenin etkisi sadece 2. ve 21. gündeki açımlarda istatistik anlamda önemli olarak (2. Gün P<0.01; 21. Gün P<0.05) saptanmıştır.

Kırk beşinci günde yapılan analizlerde muamelenin etkisi KM, HP, HK (P<0.01), NDF ve ADF üzerinde istatistik anlamda önemli olarak (P<0.05) saptanmıştır.

Çizelge 6. Hasattan sonrası inokulant ilavesinin silajların 45. günde yapılan açım sonrası bazı kimyasal parametreleri üzerine etkileri

Table 6. Effects of post-silk inoculant addition on some chemical parameters after opening on the 45th day of silage

Özellikler	Muameleler			P
	Kontrol	^{ho} LAB	^{het} LAB	
KM, %	32.36±0.02 ^a	30.78±0.05 ^b	30.67±0.05 ^b	**
SÇK, g/kg KM	33.67±6.38	37.07±5.76	38.52±9.01	
NH ₃ -N, g/kg	7.30±1.68	7.24±0.65	7.39±1.20	
HP, %KM	7.25±0.02 ^a	6.32±0.02 ^c	6.69±0.02 ^b	**
HK, %KM	4.49±0.01 ^a	4.01±0.02 ^c	4.31±0.02 ^b	**
NDF, %KM	53.46±0.57 ^b	56.51±0.51 ^a	53.62±0.15 ^b	*
ADF, %KM	30.97±0.49 ^b	32.71±0.28 ^a	28.43±0.55 ^c	*
ADL, %KM	4.55±0.07	4.45±0.07	4.55±0.07	

^{ho}LAB: Homofermentatif laktik asit bakterisi; ^{het}LAB: Heterofermentatif laktik asit bakterisi; KM: Kuru madde; SÇK: Suda çözünebilir karbonhidrat; NH₃-N: Amonyaka bağlı nitrojen; HP: Ham protein; HK: ham kül; NDF: nötral çözücülerde çözünmeyen lif; ADF: Asit nötral çözücülerde çözünmeyen lif; ADL: Asit çözücülerde çözünmeyen lignin;

Aynı satırda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (**P<0.01; *P<0.05).

Çizelge 7. Hasattan 15 gün önce inokulant ilavesinin fermantasyon süresince silajların mikrobiyolojik parametreleri üzerine etkileri (cfu/g).

Table 7. Effects of inoculant addition on microbiological parameters of silages during fermentation 15 days before harvest (cfu/g).

Özellikler	Günler	Muameleler			P
		Kontrol	^{ho} LAB	^{het} LAB	
LAB	2	3.19±0.15 ^b	3.57±0.04 ^a	2.85±0.00 ^c	**
	5	3.19±0.15 ^b	3.57±0.04 ^a	2.85±0.00 ^c	**
	14	3.19±0.15 ^b	3.57±0.04 ^a	2.85±0.00 ^c	**
	21	3.19±0.15 ^b	3.57±0.04 ^a	2.85±0.00 ^c	**
	45	4.50±0.00 ^b	4.60±0.07 ^a	3.80±0.01 ^c	**
Maya	2	0.00±0.00	3.78±0.18	1.15±1.62	
	5	3.39±0.07	3.15±0.15	3.45±0.21	
	14	4.37±0.10 ^a	3.84±0.07 ^{ab}	3.56±0.37 ^b	*
	21	3.96±0.06 ^a	2.98±0.18 ^b	4.16±0.16 ^a	**
	45	4.74±0.02 ^a	4.30±0.14 ^{ab}	4.09±0.28 ^b	*
Küf	2	3.80±0.06 ^a	3.19±0.15 ^b	3.15±0.10 ^b	*
	5	0.00±0.00	1.00±1.14	0.00±0.00	
	14	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	
	21	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	
	45	1.45±2.05	0.00±0.00	0.00±0.00	

Aynı satırda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (**P<0.01; *P<0.05).

Hasattan 15 gün önce inokulant ilave edilmiş mısır silajlarının mikrobiyolojik analiz sonuçları Çizelge 7' de verilmiştir. Özellikle ^{ho}LAB inokulant silajların LAB yoğunluğunu tüm açım dönemlerinde kontrol ve ^{het}LAB inokulanta göre önemli düzeyde artış gözlenmiştir (P<0.01). Maya yoğunluklarında da yine ^{ho}LAB grubunda daha az tespit edilmiştir (P<0.01; P<0.05). Genel olarak küf oluşumuna ise rastlanmamıştır.

Hasattan 7 gün önce inokulant ilave edilmiş mısır silajlarının mikrobiyolojik analiz sonuçları Çizelge 8' de verilmiştir. Özellikle ^{ho}LAB inokulant silajların LAB yoğunluğunu tüm açım dönemlerinde kontrol ve ^{het}LAB inokulanta göre önemli düzeyde artış gözlenmiştir (P<0.01). Maya yoğunluklarında da yine ^{ho}LAB ve ^{het}LAB grubunda daha az tespit edilmiştir (P<0.01; P<0.05). Genel olarak silajlarda küf oluşumuna ise rastlanmamıştır.

Çizelge 8. Hasattan 7 gün önce inokulant ilavesinin fermantasyon süresince silajların mikrobiyolojik parametreleri üzerine etkileri (cfu/g).

Table 8. Harvest 7 days before the fermentation of inoculant additions on the microbiological parameters of silages (cfu/g).

Özellikler	Günler	Muameleler			P
		Kontrol	^{ho} LAB	^{het} LAB	
LAB	2	3.19±0.15 ^a	3.00±0.00 ^b	3.54±0.65 ^a	**
	5	3.99±0.68	3.96±0.12	3.27±0.01	
	14	3.16±0.02 ^b	4.30±0.11 ^a	4.29±0.03 ^a	**
	21	3.24±0.33 ^b	4.13±0.07 ^a	3.76±0.26 ^{ab}	*
	45	3.90±0.00	4.26±0.04	4.60±0.55	
Maya	2	0.00±0.00 ^b	0.00±0.00 ^b	3.40±0.14 ^a	*
	5	3.39±0.07	3.13±0.07	1.00±1.41	
	14	4.37±0.10 ^a	0.00±0.00 ^c	3.27±0.01 ^b	**
	21	3.96±0.06 ^a	0.00±0.00 ^b	3.41±0.43 ^a	**
	45	4.74±0.02	4.33±0.07	3.80±0.56	
Küf	2	3.80±0.06 ^a	0.00±0.00 ^b	1.00±1.14 ^b	*
	5	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	
	14	0.00±0.00 ^b	0.00±0.00 ^b	0.00±0.00 ^a	**
	21	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	
	45	0.00±2.05	0.00±0.00	0.00±0.00	

Aynı satırda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (**P<0.01; *P<0.05).

Çizelge 9. Hasat sonrası inokulant ilavesinin fermantasyon süresince silajların mikrobiyolojik parametreleri üzerine etkileri (cfu/g).

Table 9. Effects of post-harvest inoculant addition on microbiological parameters of silages during fermentation (cfu/g).

Özellikler	Günler	Muameleler			P
		Kontrol	^{ho} LAB	^{het} LAB	
LAB	2	3.19±0.15 ^a	2.74±0.05 ^b	3.01±0.01 ^{ab}	*
	5	3.49±0.02 ^c	4.04±0.05 ^a	3.79±0.02 ^b	**
	14	3.05±0.07 ^c	4.30±0.11 ^a	3.54±0.04 ^b	**
	21	3.22±0.53	4.13±0.07	3.19±0.15	
	45	3.60±0.14 ^b	4.60±0.00 ^a	4.05±0.21 ^b	*
Maya	2	0.00±0.00 ^b	1.15±1.62 ^{ab}	3.37±0.04 ^a	*
	5	3.39±0.07 ^b	3.30±0.00 ^b	3.82±0.04 ^a	**
	14	4.37±0.10 ^a	0.00±0.00 ^c	3.06±0.16 ^b	**
	21	3.96±0.06 ^a	2.24±0.33 ^b	2.48±0.00 ^b	**
	45	4.74±0.02 ^a	3.44±0.41 ^b	3.35±0.07 ^b	*
Küf	2	3.80±0.06 ^a	1.00±1.41 ^b	0.00±0.00 ^b	*
	5	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	
	14	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	
	21	0.00±0.00 ^b	0.00±0.00 ^b	2.65±0.07 ^a	**
	45	1.45±2.05	0.00±0.00	3.05±0.07	

Aynı satırda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (**P<0.01; *P<0.05).

Hasattan sonra inokulant ilave edilmiş mısır silajlarının mikrobiyolojik analiz sonuçları Çizelge 9 'da verilmiştir. Özellikle ^{ho}LAB inokulant silajların LAB yoğunluğunu tüm açım dönemlerinde kontrol ve ^{het}LAB inokulanta göre önemli düzeyde artış gözlenmiştir (P<0.01). Maya yoğunluklarında da yine ^{ho}LAB ve ^{het}LAB grubunda daha az tespit edilmiştir (P<0.01; P<0.05). Genel olarak silajlarda küf oluşumuna ise rastlanmamıştır.

Hasattan 15 gün önce inokulant ilavesinin silolamanın son döneminde açılan silajlara 14 günlük aerobik stabilite testi sonuçları Çizelge 10' da verilmiştir. Silajların hava ile temas ettikleri bu 14 günlük süre içerisinde, ^{ho}LAB ve ^{het}LAB kullanılan silajların KM kaybı, maya ve küf sayıları kontrol grubuna göre oldukça düşük saptanmıştır (P<0.01).

Çizelge 10. Hasattan 15 gün önce inokulant ilavesinin silajların aerobik stabilitesine ilişkin parametreleri üzerine etkileri

Table 10. Effects of inoculant addition on the parameters of aerobic stability of silages 15 days ago by harvest

Özellikler	Muameleler			P
	Kontrol	^{ho} LAB	^{het} LAB	
pH	7.40±0.00	6.44±1.19	7.53±0.09	
KM kaybı	2.69±0.08 ^a	1.46±0.06 ^c	2.23±0.08 ^b	**
Maya, cfu/g TM	5.74±0.36 ^a	5.69±0.12 ^a	0.00±0.00 ^b	**
Küf, cfu/g TM	2.69±0.08 ^a	2.23±0.08 ^b	1.46±0.06 ^c	**

Aynı satırda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (**P<0.01; *P<0.05).

Çizelge 11. Hasattan 7 gün önce inokulant ilavesinin silajların aerobik stabilitesine ilişkin parametreleri üzerine etkileri

Table 11. Effects of inoculant addition on parameters of aerobic stability of silages 7 days before harvest

Özellikler	Muameleler			P
	Kontrol	^{ho} LAB	^{het} LAB	
pH	4.84±0.00 ^a	3.44±0.08 ^b	4.66±0.33 ^a	**
KM kaybı	1.46±0.06	1.36±0.01	0.66±0.94	
Maya,cfu/g TM	7.59±0.02 ^a	7.40±0.00 ^a	4.50±0.70 ^b	**
Küf, cfu/g TM	7.29±0.01 ^a	5.74±0.36 ^b	5.00±1.41 ^b	**

Aynı satırda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (**P<0.01; *P<0.05).

Çizelge 12. Hasattan sonrası inokulant ilavesinin silajların aerobik stabilitesine ilişkin parametreleri üzerine etkileri

Table 12. Effects of post-silk inoculant addition on parameters related to aerobic stability of silages

Özellikler	Muameleler			P
	Kontrol	^{ho} LAB	^{het} LAB	
pH	4.66±0.33 ^a	3.47±0.03 ^b	3.67±0.06 ^b	*
KM kaybı	2.19±0.09 ^a	1.43±0.13 ^b	1.46±0.06 ^b	**
Maya,cfu/g TM	7.69±0.01 ^a	7.40±0.00 ^b	7.53±0.09 ^{ab}	*
Küf, cfu/g TM	6.91±0.09 ^a	5.74±0.36 ^b	0.00±0.00 ^c	**

Aynı satırda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (**P<0.01; *P<0.05).

Hasattan 7 gün önce inokulant ilavesinin silolamanın son döneminde açılan silajlara 14 günlük aerobik stabilite testi sonuçları Çizelge 11' de verilmiştir. Silajların hava ile temas ettikleri bu 14 günlük süre içerisinde, ^{ho}LAB ve ^{het}LAB kullanılan silajların pH, maya ve küf sayıları kontrol grubuna göre oldukça düşük saptanmıştır (P<0.01).

Hasattan sonra inokulant ilavesinin silolamanın son döneminde açılan silajlara 14 günlük aerobik stabilite testi sonuçları Çizelge 12' de verilmiştir. Silajların hava ile temas ettikleri bu 14 günlük süre içerisinde, ^{ho}LAB ve ^{het}LAB kullanılan silajların pH, KM kaybı, maya ve küf sayıları kontrol grubuna göre oldukça düşük saptanmıştır (KM ve Küf P<0.01; pH ve Maya P<0.05).

LAB inokulantların silajların aerobik dayanıklılığı (silo ömrü) üzerindeki etkilerinin incelendiği araştırma sonuçlarında, bazı araştırmacılar LAB inokulantların silajların aerobik dayanıklılıklarını arttırdığını bildirirken (Weinberg ve ark. 1993, Meeske ve Basson 1999), bazı araştırmacılar ise etkilemediğini (Moran ve ark. 1996) veya aerobik dayanıklılığı düşürerek, silajlarda gözle görülür bir küflenme ve yoğun karbondioksit gazı üretimine neden olduklarını bildirmişlerdir (Stokes ve Chen 1994, Meeske ve Basson 1998, Filya ve ark. 2001, Filya 2002b, Polat ve ark. 2005).

Araştırma da kullanılan katkı maddeleri mısır silajlarının aerobik stabiliteyi üzerinde etkili olmuşlardır. On dört gün boyunca doğrudan havanın oksijenine maruz bırakılan silajların pH değerlerinde bir miktar yükselme görülmüştür.

Sonuç

Bu çalışmanın amacı hasat öncesi ve hasat sonrası inokulant ilavesinin mısır silaj kalitesi ve aerobik stabilite üzerindeki etkilerini belirlemektir.

Bu araştırmanın koşulları altında, farklı dönemlerde inokulant ilavesi silajların fermantasyon parametreleri açısından çok belirgin bir fark yaratmamıştır. Silajların mikrobiyolojik özellikleri açısından ise gerek fermantasyon dönemi süresince, gerekse aerobik stabilite dönemi üzerinde ise olumlu etkiler yaratmıştır.

Fermantasyon dönemi değerlendirildiğinde özellikle hasat öncesi inokulant kullanımı, silajların mikrobiyal kompozisyonu üzerinde olumlu etkilerde bulunmuştur. İnokulant kullanılan silajların kontrol grubuna göre LAB sayıları yükselmiştir. Aynı zamanda silajlarda küf tespiti edilmemiştir.

Aerobik stabilite dönemi süresince inokulant kullanımı KM kaybı ve maya küf sayısı üzerinde olumlu etkilerde bulunmuştur. Özellikle hasattan 15 gün önce inokulant ilavesi yapılan hetLAB

silajlarda maya tespit edilmezken, küf sayısı önemli derecede düşük çıkmıştır. Hasat sonrası inokulant ilavesi de hetLAB silajlarda küflenmeyi önlemiş, aerobik stabilite üzerine olumlu etkilerde bulunmuştur.

Kaynaklar

- Basmacioğlu H, Ergül M, Karaayvaz K 2002. Mısır Silajında Bakteri+Enzim Karışımı İnokulant Kullanımının Silaj Kalitesi ve Yem Değerine Etkisi. Ege üniversitesi Bilimsel Araştırma Proje Raporu, proje No: 2000 ZRF-015, Bornova, İZMİR.
- Chen J, Stokes MR, Wallace CR 1994. Effects of Enzyme-Inoculant Systems on Preservation and Nutritive Value of Hay Crop and Corn Silages, J. Dairy Sci., 77: 501-512.
- Filya İ. 2002b. Laktik Asit Bakteri İnokulantlarının Mısır ve Sorgum Silajlarının Fermantasyon, Aerobik Stabilite ve *in situ* Rumen Parçalanabilirlik Özellikleri Üzerine Etkileri. Turk J Vet Animal Sci, 26:815-823.
- Filya İ, Sucu E and Karabulut A 2006. The Effect of *Lactobacillus buchneri* on the Fermentation, Aerobic Stability and Ruminant Degradability of Maize Silage. Journal of Applied Microbiol., 101:1216-1223.
- Meeske R, Basson HM (1998). The effects of a lactic acid bacteria inoculant on maize silage. Animal Feed Sci. and Technology, 70: 239-247.
- Pahlow G 1986. Microbiology of Inoculants, Crops and Silages-Small Scale Silage Experiments. In Proceedings of the Eurobac Conference ed. Lindgren, S.E. & Patterson, K.L. Uppsala, Sweden University of Agricultural Science, pp. 45-59.
- Petterson K 1988. Ensiling of Forages: Factors Affecting Silage Fermentation and Quality, Sveriges Lantbruksuniversitet, 46 p, Uppsala.
- Polat C, Koç F, Özdüven ML 2005, Mısır Silajında Laktik Asit Bakteri ve Laktik Asit Bakteri+Enzim Karışımı İnokulantların Fermantasyon ve Toklularda Ham Besin Maddelerinin Sindirilme Dereceleri Üzerine Etkileri. Tkirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 2(1): 13-22.
- Soysal M.İ. 1998. Biyometrinin Prensipleri (İstatistik I ve II Ders Notları), Yayın No: 95, Ders Kitabı No: 64, T.Ü. Tekirdağ Ziraat Fakültesi, 331 s, Tekirdağ.
- Tengerdy RP, Weinberg ZG, Szakacs G, Wu M, Linden JC, Johnson DE 1991. Ensiling alfalfa with additives of lactic acid bacteria and enzymes. J. Sci. Food Agric., 55: 215-228.
- Weinberg ZG, Ashbell G, Hen Y, Azrieli A (1993). The Effect of Applying Lactic Acid Bacteria Ensiling on the Aerobic Stability of Silages. J. Appl. Bacteriol., 75: 512-518.
- Yurtman İY, Koç F, Özdüven ML, Erman S 1997. Silaj Üretiminde Mikrobiyal Katkı Maddelerinin Kullanımı.Trakya Bölgesi II. Hayvancılık Sempozyumu.