

Mısır Silajında Laktik Asit Bakteri ve Laktik Asit Bakteri+Enzim Karışımı İnokulantların Fermantasyon ve Toklularda Ham Besin Maddelerinin Sindirilme Dereceleri Üzerine Etkileri

C. POLAT

F. KOÇ

M. L. ÖZDÜVEN

T.Ü. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü, TEKİRDAĞ

Bu çalışma, silaj katkı maddesi olarak kullanılan laktik asit bakterileri ve laktik asit bakteri+enzim karışımı inokulantların, mısır silajlarının fermantasyon, aerobik stabilite, hücre duvarı kapsamı ve toklularda ham besin maddelerinin sindirilme dereceleri üzerindeki etkilerinin saptanması amacıyla düzenlenmiştir. Laktik asit bakteri inokulantı olarak Pioneer 1174 (Iowa, USA), laktik asit bakteri+enzim karışımı inokulant olarak Maize-All (Alltech, UK) kullanılmıştır. Bitkisel materyaller bunker tipi silolarda 60 günlük fermantasyona tabi tutulmuştur. Silolama döneminin sonunda silajlarda 7 gün süre ile aerobik stabilite testi uygulanmıştır. Silaj fermantasyonuna ilişkin olarak pH, amonyak azotu, suda çözünebilir karbonhidrat, organik asitler (laktik, asetik, bütrik asitler) analizleri yürütülmüş ve mikrobiyolojik analizler yapılmıştır. Ham besin maddelerinin sindirilme derecelerini saptamak amacıyla klasik sindirim denemeleri yürütülmüştür. Sonuç olarak her iki inokulant mısır silajlarının fermantasyon özelliklerini arttırırken aerobik stabilitesini düşürmüştür. Muameleler ham besin maddelerinin sindirilme dereceleri üzerinde etkili olmamıştır. Laktik asit bakteri+enzim karışımı inokulant grubu silajında nötr ve asit deterjanlarda çözünmeyen karbonhidrat içerikleri azalmıştır.

Anahtar kelimeler: Laktik asit bakteri inokulantları, enzim, fermantasyon, mısır silajı, sindirilebilirlik.

The Effects of Lactic Acid Bacteria and Lactic Acid Bacteria+Enzyme Mixture Silage Inoculants on Maize Silage Fermentation and Nutrient Digestibility in Lambs

This study was carried out to determine the effects of lactic acid bacteria and lactic acid bacteria+enzyme mixture inoculants as silage additives, on the fermentation, aerobic stability, cell wall content, and nutrient digestibility in lambs of maize silages. Pioneer 1174 (Iowa, USA), and Maize-All (Alltech, UK) were used as lactic acid bacteria and lactic acid bacteria+enzyme mixture inoculants. Plant materials were fermented for 60 days in bunker type silos. Aerobic stability test was applied to all silos opened in the end of fermentation period. Relating to silage fermentation analysis of pH, ammonia nitrogen, water soluble carbohydrate, organic acids (lactic, acetic and butyric acid) were carried out and microbiological analyses had been done. Digestional value of crude nutritive matters of silages determined with classical digestive experiments. Both inoculants increased characteristics of fermentation but impaired aerobic stability of maize silages. Inoculants were not effect on the nutritient digestibility of silages. Lactic acid bacteria+enzyme mixture inoculant decreased neutral and acid detergent fiber content.

Keywords: Lactic acid bacterial inoculants, enzyme, fermentation, maize silage, digestibility.

Giriş

Mısır, silajlık olarak üretiminin en popüler olduğu bitkisel materyal olup dünyanın birçok bölgesinde ve Türkiye’de önemli miktarda üretilmektedir (Kılıç, 1986; McDonald ve

ark., 1991; Meeske ve ark., 1993). Silolanma etkenliği üzerinde belirleyici olan özellikler bakımından değerlendirildiğinde nispeten yüksek kuru madde (KM) içeriği, düşük buffer kapasitesi ve laktik asit fermantasyonu

için yeterli düzeyde suda çözünebilir karbonhidrat içeriği nedeniyle mısır ideal özelliklere sahiptir. Türkiye’de kaba yemlerin epifitik mikroflora kapsamı ile ilgili çok az bilgi mevcuttur. Silolanan bitkisel materyalin homofermantatif laktik asit bakteri (LAB) sayısı bakımından yetersiz olması, pH’nın düşmesinde bir gecikmeye yol açmaktadır. Bunun sonucunda besin madde kaybında bir artış ve elde edilen silajların tüketilmesinde ise bir düşüş meydana gelmektedir (Woolford, 1984).

Silaj fermantasyonunda katkı maddesi olarak kullanılmak üzere çeşitli özelliklerde birçok mikrobiyal katkı maddesi geliştirilmiştir. Silaj yapımında kullanılan mikrobiyal katkı maddelerini; belirli dozlarda kullanılmaları durumunda silolanacak kitlede homofermantatif nitelikli fermantasyon olaylarının gelişimini sağlayabilecek yoğunlukta LAB veya gruplarını içeren ürünler olarak tanımlamak mümkündür. Mikrobiyal katkı maddelerinin büyük bir çoğunluğu başta *Lactobacillus plantarum* olmak üzere homofermantatif özellikteki laktik asit bakterilerini içerirler. Laktik asit bakteri inokulantlarının kullanıldığı birçok çalışmada, söz konusu katkı maddelerinin silajların pH değerini hızla düşürdüğü, laktik asit içeriğini arttırdığı, asetik asit, bütrik asit, amonyak azotu ve etanol düzeylerini azalttığı saptanmıştır (Weinberg ve ark., 1993; Stokes ve Chen, 1994). Bolsen ve Heidker (1985) LAB inokulantların özellikle enzimler ile birlikte bir karışım halinde silaj katkı maddesi olarak kullanabileceğini bildirmektedirler. Laktik asit bakterileri ile birlikte kullanılan selülaz, hemiselülaz ve pektinaz gibi hücre duvarını parçalayan enzimler ile amilaz gibi nişastayı parçalayan enzimlerin silajlarda katkı maddesi olarak kullanıldığında laktik asit bakteri faaliyeti için ilave substrat açığa çıkararak silaj fermantasyonunu geliştirmekte, silajlarda

nötral çözücülerde çözünmeyen karbonhidratlar (NDF), asit çözücülerde çözünmeyen karbonhidratlar (ADF), asit çözücülerde çözünmeyen lignin (ADL), hemiselülöz ve selülöz içeriklerini düşürmekte, KM, organik maddeler (OM), NDF ve ADF parçalanabilirliğini veya sindirilme derecesini arttırmaktadır (Filya, 2002).

Bu çalışma laktik asit bakteri inokulantları ve laktik asit bakteri+enzim karışımı inokulantların mısır silajının fermantasyon ve aerobik stabilitesi ile hücre kapsamı ve ham besin maddeleri (HBM)’nin sindirilme dereceleri üzerindeki etkilerini incelemek amacıyla yürütülmüştür.

Materyal ve yöntem

Çalışmanın bitkisel materyalini süt olum döneminde hasat edilen mısır bitkisi oluşturmuştur. Katkı maddesi uygulama gruplarında ise biyolojik kompozisyonunda *Lactobacillus plantarum* ve *Enterococcus faecium* içeren (Pioneer® 1174-Pioneer International, Iowa, U.S.A.) mikrobiyal katkı maddesi ile *Lactobacillus plantarum* ve *Pediococcus acidilactici* ile birlikte amilaz içeren (Maize-All Alltech, UK) mikrobiyal+enzim katkı maddesinden yararlanılmıştır. Hasat sonrası elde edilen materyallerden taze materyal (TM)’e ilişkin analizler için örnek alınmış, daha sonra ana kitle 3 bölüme ayrılmıştır. Katkı maddesi uygulama gruplarında üretici firmanın önerileri esas alınarak, LAB inokulant grubuna 1.0 g/t TM ve LAB+enzim inokulant grubuna ise 10 g/t TM uygulama dozlarında su ile karıştırıldıktan sonra mısır hasılının üzerine homojen bir şekilde püskürtülmüştür. Kontrol (K) grubu olarak belirlenen kitleye katkı maddeleri gruplarında uygulanan hacime eşdeğer su el tipi pülverizatör aracılığı ile ilave edilmiştir. Muamele gruplarına ilişkin

materyaller bunker tipi silolara her grup için 3 tekerrür olmak üzere ayakla çığnemek suretiyle sıkıştırılmış, üzerleri naylon branda ile kapatılarak silolanmış ve 60 günlük fermantasyon süreci sonrasında açılarak kimyasal ve mikrobiyolojik analizler için yeterli miktarda silaj örneği homojen bir şekilde alınmıştır. Silaj örneklerinin alınmasından sonra HBM'nin sindirilme derecelerini belirlenmek amacıyla in vivo klasik sindirim denemeleri yürütülmüştür.

Araştırmada hayvan materyali olarak ortalama 12 aylık yaşta 3 adet Türkgeldi toklusundan yararlanılmıştır. Hayvanların deneme yemlerine alışmalarını ve sindirim kanallarının önceki yemlerden arındırılmasını sağlayan 10 günlük ön dönem ile dışkıının toplandığı 10 günlük esas dönem olmak üzere iki bölümde yürütülmüştür (Bulgurlu ve Ergül, 1978). Alıştırma döneminden sonra hayvanların arkasına bağlanan dışkı toplama torbaları yardımıyla dışkı örnekleri günde bir kez toplanmıştır. Belirlenen günlük yem miktarı ise iki öğünde eşit miktarda olmak üzere deneme hayvanlarına sunulmuştur. Esas dönem boyunca toplanan dışkıların yaklaşık %10'u örnek ayrılarak her defasında 3-5 ml kloroform ilave edilip buzdolabında +4 °C sıcaklıkta muhafaza edilmiştir.

Silajların yapıldığı bunker tipi siloların üst, alt ve orta kısımlarından eşit miktarlarda olmak üzere 6 kg örnek alınmış, homojen bir şekilde karıştırıldıktan sonra 2'şer kg örnek ayrılmış ve besin madde içeriklerinin tespit edilmesi için kullanılmıştır.

Deneme yemi ile bu yemi tüketen toklulardan toplanan dışkı örneklerinin HBM miktarları bulunmuş ve bunlardan dışkı HBM miktarları çıkartılarak yemlerin sindirilme dereceleri belirlenmiştir.

Yem ve dışkı örneklerinde KM,

ham protein (HP), ham yağ (HY), ham selüloz (HS), ham kül (HK) analizleri Akyıldız (1984) tarafından bildirilen Weende Analiz Yöntemine göre belirlenmiştir. Araştırmada tampon kapasitesi (Tk) tespitleri Playne ve McDonald (1966), pH değerleri ise Chen ve ark. (1994) tarafından bildirilen yöntemlere göre yapılmıştır. Silaj örneklerinde amonyak nitrojeni (NH₃-N) analizi, silaj örneklerinden elde edilen ekstraktlarda mikro distilasyon metoduna (Anonim, 1986) göre gerçekleştirilmiştir. Silo asitleri (laktik, asetik ve bütrik asit) analizlerinde Lepper'in kısaltılmış metodu (Akyıldız, 1984) kullanılmıştır. Suda çözünebilir karbonhidratlar (SÇK) içeriği Anonim (1986) tarafından bildirilen antron-tioüre yöntemi ile spektrofotometre cihazında tespit edilmiştir. Laktik asit bakterileri, maya ve küf sayımları da Seale ve ark (1990) tarafından bildirilen yöntemler doğrultusunda gerçekleştirilmiştir. Buna göre ekim ortamı olarak LAB için MRS agar, maya ve küfler için Malt Ekstrat agar kullanılmıştır. Örnekler için LAB, maya ve küf sayımları 30 °C sıcaklıkta 3 günlük inkübasyon dönemlerini takiben yapılmıştır. Örneklerde saptanan LAB, maya ve küf sayıları logaritma koliform ünite (cfu)/g'ye çevrilmiştir.

Araştırmadan elde edilen verilerin istatistiki olarak değerlendirilmesinde varyans analizi ve Duncan çoklu karşılaştırma testinden yararlanılmıştır (Soysal, 1998).

Bulgular ve tartışma

Süt olum döneminde hasat edilen mısır bitkisinde saptanan kimyasal ve mikrobiyolojik analiz sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir.

Araştırmanın başlangıç materyalinde saptanan pH değeri Chen ve ark. (1994) ile Stokes ve Chen (1994)'in başlangıç materyali için bildirdikleri değerlerden (pH 4.48 ve pH 5.03) daha

Çizelge 1. Taze materyale ilişkin kimyasal ve mikrobiyolojik analiz sonuçları.

Özellikler	Taze materyal
pH	5.56
Tk meq NaOH/kg KM	71.73
KM, %	23.74
SÇK, g/kg KM	70.50
ADF, % KM	31.46
NDF, % KM	56.97
ADL, % KM	4.98
LAB, log ₁₀ cfu/g	2.43
Maya, log ₁₀ cfu/g	3.90

Tk: Tamponlama kapasitesi; KM: Kuru madde; SÇK: Suda çözünebilir karbonhidratlar; NDF:Nötral çözücülerde çözünmeyen karbonhidratlar; ADF:Asit çözücülerde çözünmeyen karbonhidratlar; ADL:Asit çözücülerde çözünmeyen lignin, LAB: Laktik asit bakterisi

yüksektir. McDonald ve ark. (1991) silolama yeteneği göz önüne alındığında mısırın yüksek KM ve SÇK kapsamı yanında düşük tamponlama kapasitesine sahip olmasının, kolay silolanabilir bir yem materyali olmasında etkili olduğunu bildirmektedirler. Aynı araştırmacıların farklı hasat dönemi ve KM içerikleri bazında mısır için bildirdikleri tamponlama kapasitesi değeri bakımından ise 236-335 meq NaOH/kg KM arasında değiştiğini göstermektedir. Çalışmada mısır materyalinde saptanan tamponlama kapasitesi değeri ise 71.73 meq NaOH/kg KM ile gerek söz konusu değerlerden ve gerekse de mısır bitkisi için bildirilen diğer değerlerden (Chen ve ark., 1994; Stokes ve Chen, 1994) daha düşük bulunmuştur. Başlangıç materyalinde ADF, NDF, ADL gibi karbonhidrat sınıflarınca saptanan içerikler Filya (2002), Chen ve ark. (1994), Stokes ve Chen (1994) ve Polat ve ark. (1998)'nin bildirişlerinden daha yüksek bulunurken, SÇK içeriğinin Polat ve ark. (1998) ve Filya (2002)'nin bildirişlerine yakınlığı söz konusudur. Hasat döneminde yeşil materyalde yer alan epifitik LAB sayısı ve kompozisyonu birçok faktörün etkisi altında değişim gösterebilmektedir. Sıcaklık, nispi nem, UV radyasyon ve bitki ile ilgili özelliklere bağımlı olarak

meydana gelecek bu değişimlerin 1.0-6.0 log₁₀ cfu/g sınırları arasında gerçekleşebileceği bildirilmektedir (McDonald ve ark., 1988; Petterson, 1988; Meery ve ark., 1993). Araştırmada tespit edilen epifitik LAB yoğunluğunun 2.43 log₁₀ cfu/g ile söz konusu sınırlar arasındadır.

Araştırmada 60. günde gerçekleştirilen açılar sonrası elde edilen mısır silajlarında saptanan kimyasal ve mikrobiyolojik analiz sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir.

Silaj kalitesine etki eden temel faktörlerden birisi, fermantasyonun erken aşamasında ortam pH'sındaki düşüş hızıdır. Silolanan kitlenin pH'nın olabildiğince çabuk bir şekilde 4.2-4.0'ın altına düşmesi arzu edilir. pH'daki düşüşün hızı laktik asit üretimi ile ilgilidir. Bu özellikler bakımından silajda gözlenebilecek değişimler ise materyalin SÇK içeriği ve bileşimi, epifitik mikroorganizma yoğunluğu ve uygulanan bakteri yoğunluğuna bağlıdır. Bir çok koşulda yüksek SÇK içeriğine sahip materyaller uygun fermantasyon gelişiminin sağlanabilmesi açısından avantaja sahiptirler (Davies ve ark., 1998). Silaj pH düzeyi bakımından en yüksek değer 3.57 ile LAB grubunda saptanmıştır (P<0.05). Mısır silajı yapımında LAB içerikli mikrobiyal katkı

Çizelge 2. Silajlara ait kimyasal ve mikrobiyolojik analiz sonuçları.

Özellikler	K	LAB	LAB+E	p
pH	3.50±0.01b	3.57±0.00a	3.52±0.01b	*
KM, %	19.87±0.10	19.78±0.16	19.83±0.19	
HP, % KM	5.28±0.08b	5.01±0.06b	5.62±0.38a	*
NH ₃ -N, g/kg KM	0.78±0.40b	0.94±0.00a	0.73±0.10b	*
SÇK, g/kg KM	22.75±0.00c	23.03±0.00b	25.65±0.00a	**
Laktik asit, % TM	1.66±0.01c	2.21±0.01a	1.84±0.01b	**
Asetik asit, % TM	0.60±0.00b	0.67±0.01a	0.50±0.01c	**
Bütrik asit, % TM	-	-	-	
Laktik asit /asetik asit	2.76±0.00b	3.29±0.03a	3.68±0.13a	**
LAB, log ₁₀ cfu/g TM	5.69±0.14b	6.56±0.02a	5.71±0.02b	**
Maya- küf, log ₁₀ cfu/gTM	5.97±0.02a	5.04±0.05c	5.47±0.03b	**

K: Kontrol; LAB: Laktik asit bakterisi; LAB+E: Laktik asit bakterisi+enzim; KM: Kuru madde; HP: Ham protein; NH₃-N: Amonyak nitrojeni; SÇK: Suda çözünür karbonhidratlar; TM; Taze materyal, TN; Toplam nitrojen. Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir, *p<0.05, ** p<0.01.

maddeleri kullanımının fermantasyon gelişimi üzerindeki etkilerinin incelendiği birçok araştırmada (Combs ve ark., 1986; O'leary ve Hemken, 1986; Seale ve ark., 1986; Bolsen ve ark., 1992; Tümer, 1996), uygulamanın kontrol grubuna nazaran önemli farklılıklar yaratmamasını araştırmacılar, mısırın yüksek SÇK içeriğine bağlamaktadırlar. Araştırmada kullanılan mısır hasılına KM içeriği göz önüne alındığında, tüm muamele gruplarında saptanan pH değerlerinin kaliteli bir silajda olması gerektiği bildirilen ve mısır silajında tespit edildiği açıklanan araştırma sonuçlarıyla (Shockey ve ark., 1995; Alçiçek ve Özkan, 1997) uyum gösterdiğini söylemek mümkündür.

Cleale ve ark. (1990), P. acilactici ve L. Xylosus içeren inokulantın uygulandığı çalışmada, 110 günlük silolama süreci sonrasında kontrol grubuna göre mikrobiyal katkı maddesi uygulanan grupta KM kayıplarının daha az, SÇK yoğunluğunun ise daha yüksek bulunduğunu saptamışlardır. Benzeri şekilde, bu çalışmada da SÇK miktarı

LAB+E grubunda 25.65 g/kg KM ile K ve LAB gruplarına göre önemli ölçüde (p<0.01) daha yüksek bulunmuştur.

Araştırmada, amonyak nitrojeni miktarı bakımından en yüksek değer 0.94 g/kg KM ile LAB grubunda saptanmıştır (P<0.05). Söz konusu değer K ve LAB+E gruplarına oranla daha yüksek bulunması gruplardaki pH değerleri ile bütünlük arz etmektedir.

Kaliteli bir silo yeminde laktik asit oranının %2.00'nin üzerinde olması istenirken, asetik asit miktarının %0.80'in üzerine çıkmaması arzu edilmektedir (Alçiçek ve Özkan, 1997). Altmışıncı günde yapılan açım sonrası, LAB grubunda %2.21±0.01 TM olarak saptanan laktik asit içeriğinin söz konusu sınırın üzerinde olması dikkat çekmektedir. Muamele grupları arasındaki farklılıkların da önemli düzeyde olduğu saptanmıştır (P<0.01). Çalışmada örneklerde saptanan asetik asit miktarı ise yukarıda belirtilen sınırların altında olup muamele grupları arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur (P<0.01). Laktik asit bakterisi, maya ve küf sayısı

bakımından gruplar arasındaki farklılıklar önemli olup ($P<0.01$), en yüksek LAB sayısı $6.56 \log_{10}$ cfu/g, maya ve küf sayısı $5.04 \log_{10}$ cfu/g ile LAB grubunda saptanmıştır. Elde edilen sonuçlar silaj gruplarında saptanan laktik asit ve asetik asit içerikleri ile uyum göstermektedir.

Silajların hücre duvarı kapsamlarına ilişkin analiz sonuçları Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 3'de görüldüğü gibi LAB+enzim karışımı inokulant içeren silajların NDF, ADF ve selüloz içerikleri kontrol ve LAB inokulant içeren silajlara göre önemli düzeyde düşük bulunmuştur ($P<0.05$). Laktik asit bakteri+enzim inokulantlarının içerdiği enzimlerin mısırdaki nişastanın yanı sıra hücre duvarını da parçalayarak LAB için ilave bir substrat ortaya çıkarttığı görülmektedir. Filya (2002) silolamanın 50. gününde açılan mısır silajlarının NDF içeriklerini kontrol, LAB ve LAB+enzim gruplarında sırasıyla KM'de %50.2, 52.5

ve 46.2; ADF içeriklerini %27.2, 27.1 ve 22.4; ADL içeriklerini %4.3, 4.6 ve 4.1; hemiselüloz içeriklerini %24.8, 25.4 ve 23.8; selüloz içeriklerini %22.9, 22.5 ve 18.3 olarak saptamıştır. Basmacıoğlu ve ark. (2002) ise silolamanın 56. gününde açılan mısır silajlarında kontrol ve LAB+enzim gruplarında sırasıyla KM'de %49.56 ve 49.63; ADF içeriklerini %27.3 ve 27.1; ADL içeriklerini %5.1 ve 4.9; hemiselüloz içeriklerini %22.2 ve 22.4; selüloz içeriklerini %22.2 ve 22.2 olarak belirlemişlerdir.

Silajların hücre duvarı kapsamı ile ilgili olarak araştırmalardan elde edilen bulgular, benzer konuda yapılan araştırma bulguları ile uyumludur (Filya, 2002; Basmacıoğlu, 2002).

Araştırmada silajların HBM içerikleri Çizelge 4'de, HBM'nin sindirilme oranları da Çizelge 5'de verilmiştir.

Çizelge 3. Silajların hücre duvarı kapsamlarına ilişkin analiz sonuçları.

Özellikler	K	LAB	LAB+E	p
NDF	57.06±0.21	56.68±0.62	54.80±0.83	**
ADF	30.04±0.46	30.18±0.29	29.30±1.03	0.295
ADL	4.87±0.08	4.87±0.13	4.50±0.20	*
Selüloz	27.02±0.50	26.50±0.16	25.51±0.85	*
Hemiselüloz	25.17±0.60	25.31±0.49	24.79±0.28	0.558

K: Kontrol; LAB: Laktik asit bakteri; LAB+E: Laktik asit bakteri+enzim; NDF: Nötral çözücülerde çözünmeyen karbonhidratlar; ADF: Asit çözücülerde çözünmeyen karbonhidratlar; ADL: Asit çözücülerde çözünmeyen lignin, * $p<0.05$, ** $p<0.01$.

Çizelge 4. Silajların ham besin maddeleri içeriklerine ilişkin sonuçlar.

	K	LAB	LAB+Enzim
KM*	19.87	19.78	19.83
OM**	93.46	93.85	93.36
HP**	5.28	5.01	5.62
HY**	1.57	1.67	1.71
HS**	29.11	29.66	27.43
NÖM**	57.50	57.51	58.60

K: Kontrol; LAB: Laktik asit bakteri; LAB+E: Laktik asit bakteri+enzim; KM: Kuru madde; OM: Organik maddeler; HP: Ham protein; HY: Ham yağ; HS: Ham selüloz; NÖM: Nitrojensiz öz maddeler, *: Taze materyal üzerinden, **: Kuru madde üzerinden

Çizelge 5. Silajların ham besin maddeleri sindirilme dereceleri (%).

	K	LAB	LAB+E	p
KM	66.33±2.05	69.81±1.73	65.16±0.92	
OM	70.14±1.68	72.10±1.64	68.84±1.11	
HP	40.66±2.32	38.53±4.40	34.21±2.51	
HY	38.60±3.54	54.05±5.85	55.52±6.66	
HS	71.33±1.51a	78.60±0.96b	63.29±1.43c	*
NÖM	73.46±1.49	73.22±1.11	75.13±1.46	

K: Kontrol; LAB: Laktik asit bakterisi; LAB+E: Laktik asit bakterisi+enzim; KM: Kuru madde; OM: Organik maddeler; HP: Ham protein; HY: Ham yağ; HS: Ham selüloz; NÖM: Nitrojensiz öz maddeler. Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir, *p<0.05.

Ham besin maddeleri sindirilme derecelerine bakıldığında, KM, OM, HP, HY ve NÖM'in sindirilme derecelerinin gruplar arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olmadığı tespit edilmiştir (P>0.05). Ham selülozun sindirilme derecesi bakımından gruplar arasındaki farklılıklar önemli olup, en yüksek HS sindirilme derecesi %78.60 ile LAB grubunda saptanmıştır. Laktik asit bakterisi ve LAB+enzim inokulantlarının kullanıldığı silajların sindirilebilirlik ve parçalanabilirlik düzeyleri üzerine yapılan çalışmaların sonucunda oldukça değişken sonuçlarla karşılaşmıştır. Bazı bildirişlerde (Filya ve ark., 2000; Nadeau ve ark., 2000b; Basmacıoğlu ve ark., 2002; Hristov ve McAllister, 2002) inokulant kullanımı ile rumen KM ve OM sindirilebilirliği üzerinde etkili olmadığı bildirilirken, bazı çalışmalarda da (Nadeau ve ark., 2000a; Filya, 2002; Chen ve ark., 1994) besin madde parçalanabilirliği ve sindirilebilirliğinde olumlu yönde iyileşmeler olduğunu bildirmektedirler.

Fermentasyon seyrini takiben silaj kitlesi açıldığında, anaerobik koşullar aerobik koşullara dönüşür. Aerobik koşullar altında açım öncesi oksijen yokluğu nedeni ile inaktif durumda olan mikroorganizmalar çoğalmaya başlar. Sonuç olarak silajın bozulması söz konusudur. Çoğunlukla "aerobik bozulma" olarak da tanımlanan söz konusu oluşumun saha koşullarındaki

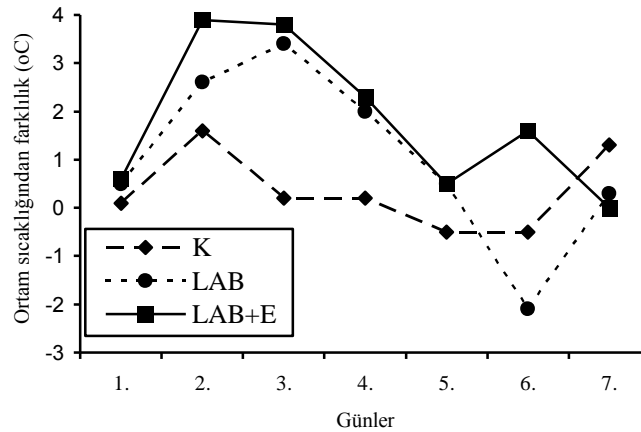
en tipik belirleyicileri kitlede sıcaklığın yükselmesi ve küf gelişimidir. Yapılan çalışmalar farklı materyallerden yapılmış olan silajların aerobik bozulmaya direnç bakımından farklı özellikler taşıdığını ortaya koymaktadır. Mısır benzeri karbonhidratça zengin materyalin bu anlamda daha fazla olumsuz özelliğe sahip olduğu söylenebilir (McDonald ve ark., 1991).

Silaj yapımında mikrobiyal katkı maddesi kullanımının, aerobik bozulmaya karşı direnç üzerindeki etkilerini inceleyen çalışmalardan elde edilen bulgular arasında tam bir uyum gözlenmemektedir. Pahlow ve Zimmer (1985) ve Pawlow (1988), ot silajlarında mikrobiyal katkı maddesi kullanımının açımı takiben 2-5 günlük sürelerde aerobik bozulmaya direncin korunmasında etkili olduğunu bildirirken, Holden (1989) benzer materyalde mikrobiyal katkı maddesi kullanımının söz konusu parametre bakımından önemli avantajlar sağlamadığını açıklamaktadır. Benzeri şekilde mikrobiyal katkı maddesi kullanımının aerobik bozulmaya karşı direnç üzerinde herhangi bir etkiye sahip bulunmadığı yönünde bildirişlerin (Rust ve ark., 1989; Rooke ve Kafizade, 1994) yanı sıra, bu tip katkı maddesi kullanımının aerobik bozulmayı kolaylaştırdığı doğrultusunda saptamalar da mevcuttur (Moon ve ark., 1980; Rooke ve Kafizade, 1994; Chen ve ark., 1994;)

LAB içeren mikrobiyal katkı maddesi kullanımının getirebileceği sorunlardan birisinin de aerobik bozulmaya direnç ile ilgili olduğunu vurgulayan Weinberg ve ark. (1993), bu tip katkı maddelerinin silajda asetik, propiyonik, bütrik asitler gibi uçucu yağ asitlerinin oluşumunu engellemesinin bu konuda etkili olabileceğini bildirmektedir.

Bu çalışmada da LAB ve LAB+E içeren mikrobiyal katkı maddelerinin ele alındığı silaj materyallerinden aerobik bozulmaya direnç bakımından etkileri, açım dönemini takip eden 7 günlük süreçte kitlede gerçekleşen sıcaklık değişimleri ile bazı kimyasal ve mikrobiyolojik parametreler bazında değerlendirilmiştir. Yedi günlük süreçte kaydedilen, kitle sıcaklık değerlerinin

ortam sıcaklığından farklılıklar bazında aktarıldığı Şekil 1'den de izlenebileceği gibi, mısır silajlarında gerek kontrol gerekse katkı maddesi gruplarında açımı takip eden süreçte sıcaklık hemen yükselmiştir. Sıcaklık gelişiminin 2. ve 3. günlerde en yüksek düzeye ulaştığı çalışmada, 4. günden itibaren sıcaklığın düştüğü ve 7 günlük süreç boyunca ortam sıcaklığına yakın bir seyir izlediği gözlenmektedir. Kontrol dönemlerinde muamele grupları arasında saptanan sıcaklık ortalamaları arasındaki farklılığın önemli olmadığı saptanmıştır. Yedinci günde gruplara ait örnekler üzerinde yapılan bazı analizlere ilişkin bulgular ise Çizelge 7'de yer almaktadır. Yedinci gün itibari ile saptanan değerler bakımından farklılıkların önem taşıdığı pH değeri ve maya-küf yoğunluğundaki yükselmeler,



Şekil 1. Aerobik dayanıklılık süresince muamele gruplarında gerçekleşen sıcaklık değişimleri.

Çizelge 7. Muamele gruplarında aerobik dayanıklılığa ilişkin gözlemler.

Özellikler	K	LAB	LAB+E	p
pH	3.63±0.05b	3.95±0.05a	3.75±0.02b	*
KM, %	21.26±0.38a	20.02±0.22a	18.59±0.22b	*
NH ₃ -N, g/kg KM	0.25±0.00a	0.19±0.01b	0.29±0.01a	*
Laktik asit, % TM	0.85±0.04a	0.62±0.05b	0.66±0.04b	*
SÇK, g/kg KM	-	-	-	
Maya-küf, log ₁₀ cfu/g TM	6.76±0.18c	7.51±0.02b	8.54±0.03a	**

KM: Kuru madde; NH₃-N: Amonyak nitrojeni; SÇK: Suda çözünebilir karbonhidratlar. Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir, *p<0.05,** p<0.01.

NH₃-N, SÇK ve laktik asit içeriğindeki düşüşler dikkati çekmektedir.

Kitlede gerçekleşen sıcaklık değişimleri ele alınan kimyasal ve mikrobiyolojik parametreler bazında değerlendirildiğinde silajlarda açım sonrası aerobik bozulmanın uygulamalara bağlı olmaksızın hızla gerçekleştiği, bir başka tanımlama ile LAB ve LAB+E inokulant kullanımının bu konuda özel bir etki yaratmadığı, hatta aerobik bozulmayı hızlandırdığını söylemek mümkündür.

Sonuç

Araştırmada kullanılan LAB ve LAB+E karışımı inokulantlar

Kaynaklar

- Akyıldız, A.R., 1984. Yemler Bilgisi Laboratuvar Kılavuzu. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları: 895, Ders Kitabı: 213, s. 236, Ankara.
- Alççek, A., Özkan, K., 1997. Silo Yemlerinde Fiziksel ve Kimyasal yöntemlerle Silaj Kalitesinin Saptanması, Türkiye I. Silaj Kongresi, s. 235-240, Bursa.
- Anonim, 1986. The Analysis of Agricultural Material, Reference Book: 427, Pp. 428, London.
- Basmacıoğlu, 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-İzmir.
- Bolsen, K.K. and Heidker, J.K., 1985. Silage Additives USA. Chalcombe Pull. Church Lane, Kingston, Canterbury, Kent, UK.
- Bolsen, K.K., Curtis, J.L., Lin, Brent, B.E., Feyerherm, A.M., Urban, J.E., 1992. Effects of Silage Additives on the Microbial Succession an Fermentation Process of Alfaalfa and Corn Silage, J. Dairy sci., 75:11, 3066-3080.
- Bulgurlu, Ş. ve Ergül, M., 1978. Yemlerin Fiziksel Kimyasal ve Biyolojik Analiz Metotları. E.Ü. Basımevi, Yayın No. 127, İzmir.
- Chen, J., Stokes, M.R., Wallace, C.R., 1994. Effects of Enzyme- Inoculant Systems on Preservation and Nutritive Value of Hay

fermantasyonu geliştirerek, silajların kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerini olumlu yönde etkilemişlerdir. Bunda mısırın silaj fermentasyonu açısından yeterli düzeyde SÇK içermesi etkili olmuştur. Mısırın silolanması sırasında kullanılan LAB ve LAB+E karışımı inokulantlar, mısır silajlarının fermentasyon özellikleri ile in vivo HS sindirilebilirliğini artırırken aerobik stabilitelelerini düşürmüşlerdir. Diğer yandan LAB+E karışımı inokulantlar silajların NDF ve ADF içeriklerini azaltmışlardır

Crop and Corn Silages, J. Dairy Sci., 77, 501-512.

- Cleale R.M. Firkins, J.L. Beek, F., Clark, J.H., Joster, E.H., Mc Coy, G.C., Klusmeyer, T.H., Van Der Beek, F., 1990. Effects of Inoculant of Whole Plant Corn Forage with P. Acidilactici and L. Xylous on Preservation of Silage and Heifer Growth, J. Dairy Sci., 73:3, 711-718.
- Combs, D.K., Tessman, M.J., Larsen, H.S., 1986. Effects of Microbial Inoculation on Silage Fermentation in Large Scale Laboratory Silos, J. Dairy Sci., 69: Supplement 1, 186.
- Davies, D.R., Merry, R.J., Williams, A.P., Bakewell, E.L., Leemans, D. K., Tweed, J.K.S., 1998. Proteolysis During Ensilage of Forages Varying in Soluble Sugar Content, J. Dairy Sci, 81, 444-453.
- Filya, İ., Ashbell, G., Hen, Y. and Weinberg, Z.G., 2000. The Effect of Bacterial Inoculants on the Fermentation and Aerobic Stability of Whole Crop Wheat Silage. Anim. Feed Sci. Technol. 2000; 88: 39-46.
- Filya, İ., 2002. Laktik Asit Bakteri ve Laktik Asit Bakteri+Enzim Karışımı Silaj İnokulantlarının Mısır Silajı Üzerine Etkileri. Turk J Vet Anim Sci, 26 (2002) 679-687.
- Holden, A.N.G., 1989. Some Effect of Silage Inoculant on Aerobic Stability Grass Silage, Dissertation-abstract-International, B-Sciences and Engineering, 49: 10, 4150.

- Hristov, A.N. and McAllister, T. A., 2002. Effect of inoculants on whole-crop barley silage fermentation and dry matter disappearance in situ. *J. Anim. Sci.*, 80, 510-516.
- Kılıç, A., 1986. Silo Yemi (Öğretim, Öğrenim ve Uygulama Önerileri), s. 327, İzmir.
- McDonald, P., Edwards, R.A., Greenhalgh, J.F.D., 1988. *Animal Nutrition*. 4th Edition. Longman Scientific and Technical. 543 p.
- McDonald, P., Henderson, A.R., Heron, S.J.E., 1991. *The Biochemistry of Silage*. Second Edition. 340 p. Chalcombe Publication.
- Meeske, R., Ashbell, G., Weinberg, Z.G. and Kipnis, T., 1993. Ensiling Forage Sorghum at Two Stages of Maturity with the Addition of Lactic Acid Bacterial Inoculants. *Anim. Feed Sci. Technol.*; 43:165-175.
- Meery, R.J., R.F.Cussen-MacKenna, R. Jones, 1993. *Biological Silage Additives*. *Ciencia E Investigación Agraria*. Vol 20:2 Mayo-Agosto. Facultad de Agronomía Santiago de Chile.
- Moon, M.J., Ely, L.O Sudweeks, E.M., 1980. Aerobic Deterioration Wheat, Lucerne and Maize Silages Prepared With *L. acidophilus* and a *Candida* spp., *J. APP. Bact.*, 49:75.
- Nadeau, E.M.G., Buxton, D.R., Russell, J.R., Allison, M.J., Young, J.W., 2000a. Enzyme, Bacterial Inoculant, and Formic Acid Effects on Silage Composition of Orchardgrass and Alfalfa. *Journal of Dairy Sci.*, 83(7), 1487-1502.
- Nadeau, E.M.G., Russell, J.R., Buxton, D.R., 2000b. Intake, digestibility, and composition of Orchardgrass and Alfalfa Silages Treated with Cellulase, Inoculant, and Formic Acid Fed to Lambs. *Journal of Animal Sci.*, 78(11), 2980-2989.
- O'leary, J., Hemken, L.W., 1986. Effect of Inoculation With a Commercial Culture on Corn Silage Preservation, *J. Dairy Sci.*, 69: Supplement 1, 140.
- Pahlow, G., 1988. Improvement of the Aerobic Stability by Inoculants, *Wirtschaftseige Futter*, 28:2, 107-122.
- Pahlow, G., Zimmer, E., 1985. Effect of *Lactobacillus* Inoculant on Fermentation an aerobic Stability of Grass Silage, *Japanese Society of Grassland Science*.
- Petterson, K., 1988. Ensiling of Forages: Factors Affecting Silage Fermentation and quality, *Sveriges Lantbruksuniversitet*, Pp:46, Uppsala.
- Playne, M.J., Mc Donald, P., 1966. The Buffering Constituent of Herbage and of Silage, *J. Sci. Fd. Agric*, 17, 264-268.
- Polat C., Yurtman, İ. Y., Koç, F., Coşkuntuna, L., Özdüven, M. L., 1998. Mikrobiyal Katkı Maddesi Kullanımının I. ve II. Ürün Mısır, Fiğ Tahıl Karışımı, Ayçiçeği Silajlarında Fermantasyon Gelişimi ve Aerobik Stabilité Üzerindeki Etkileri. Proje No: VHAG - 1238, s. 79, Tekirdağ.
- Rooke, J.A. and Kafilzadeh, F. The Effect Upon Fermentation and Nutritive Value of Silages Produced After Treatment by Three Different Inoculants of Lactic Acid Bacteria Applied Alone or in Combination. *Grass Forage Sci.* 1994; 49: 324-333.
- Rust, S.R., Kim, H.S., Enders, G.L., 1989. Effects of Microbial Inoculant on Fermentation Characteristics and Nutritional Value of Corn Silage. *Journal of Production Agriculture*, 2:3, 235-241.
- Seale, D.R, Pahlow, G., Spoelstra, S.F., Lindgren, S., Dellaglio, F., Lowe, J.F., 1990. Methods for the Microbiological Analysis of Silage, *Proceeding of The Eurobac Conference*, 147, Uppsala.
- Shockey, W.L., Dehority, B.H., Conrad, H.R., 1985. Effect of Microbial Inoculant on the Fermentation of Alfaalfa and Corn, *J.Dairy Sci.*, 68:11, 3076-3080.
- Soysal, M.İ., 1998. *Biyometrinin Prensipleri (İstatistik I ve II Ders Notları)*, Yayın No:95, Ders Kitabı No: 64, T.Ü. Tekirdağ Ziraat Fakültesi, s.331, Tekirdağ.
- Stokes, M. and Chen, J., 1994. Effects of an Enzyme-Inoculant Mixture on the Course of Fermentation of Corn Silage. *J. Dairy Sci.*; 77: 3401-3409.
- Tümer, S., 1996. TYUAP Ege-Marmara Dilimi Çiftçi Şartlarında Silaj Deneme ve Demonstrasyonları, *Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü*, s. 25, İzmir.
- Weinberg, Z.G., Ashbell, G., Hen, Y. and Azrieli, A., 1993. The Effect of Applying Lactic Acid Bacteria Ensiling on the Aerobic Stability of Silages. *J. Appl. Bacteriol.*; 75: 512-518.
- Woolford, M.K., 1984. *The Microbiology of Silage*. In: *The Silage Fermentation*, Marcel Dekker, New York, Pp. 35-42.