

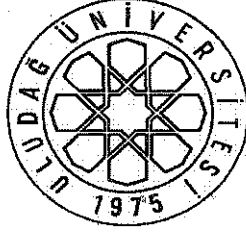
T.C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ORGANİK ASİT - BAKTERİYAL İNOKULANT KOMBİNASYONUNUN
MISIR SİLAJLARININ FERMANTASYON, AEROBİK STABİLİTE ve
YEM DEĞERİ ÜZERİNE ETKİLERİ

ERDİNÇ ALTINÇEKİÇ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI

Bursa – 2006



T.C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ORGANİK ASİT - BAKTERİYAL İNOKULANT KOMBİNASYONUNUN
MISIR SİLAJLARININ FERMANTASYON, AEROBİK STABİLİTE ve
YEM DEĞERİ ÜZERİNE ETKİLERİ

ERDİNÇ ALTINÇEKİÇ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI

Bursa – 2006

Bu tez, 30.06.2006 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile / oy çokluğu ile kabul edilmiştir.

Doç.Dr. İsmail FİLYA
Danışman

Prof.Dr. İlhan TURGUT
Asil Üye

Doç.Dr. Mehmet KOYUNCU
Asil Üye

ÖZET

Bu çalışma, silaj katkı maddesi olarak kullanılan bir homofermantatif laktik asit bakterisi (LAB) inokulantının ve formik asit temeline dayalı bir koruyucunun (FAT) mısır (*Zea mays* L.) silajlarının fermantasyon, aerobik stabilite ve yem değeri üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla düzenlenmiştir. Mısır, süt olum döneminde hasat edilmiş ve hasattan hemen sonra yaklaşık 2.0 cm boyutunda parçalanmıştır. Araştırmada LAB inokulanı olarak Pioneer 1132 H/M F (Pioneer®, Hi Bred International Inc., Des Moines, USA), FAT olarak ise KemiSile 2000 (KemiSile®, Kemira Oyj - Industrial Chemicals, Finland) kullanılmıştır. LAB inokulanı mısıra 10^6 cfu/g; FAT % 0.3, 0.4 ve 0.5; LAB+FAT ise 10^6 cfu/g+% 0.3, 10^6 cfu/g+% 0.4 ve 10^6 cfu/g+% 0.5 düzeylerinde katılmıştır. Kontrol ve katkı maddeleri ile muamele edilen mısır her uygulama için 3'er tekerrür olarak 30 kg kapasiteli plastik torbalara silolanmıştır. Silolamadan 60 gün sonra açılan tüm silajlarda kimyasal ve mikrobiyolojik analizler yapılmıştır. Silolama döneminin sonunda (60. gün) açılan tüm silajlara 5 gün süre ile aerobik stabilite testi uygulanmıştır. Sonuç olarak, LAB inokulanı mısır silajlarının fermantasyon özelliklerini geliştirirken, FAT aerobik stabiliteyi geliştirmiştir ($P<0.05$). LAB+FAT kombinasyonu ise silajların fermantasyon özellikleri ve aerobik stabiliteyi etkilememiştir. Diğer yandan LAB, FAT ve LAB+FAT mısır silajlarının *in vitro* organik madde sindirilebilirliğini düşürmüştür ($P<0.05$).

Anahtar kelimeler: mısır silajı, fermantasyon, aerobik stabilite, homofermantatif laktik asit bakterisi inokulanı, formik asit, yem değeri

ABSTRACT

The effects of combination of organic acid-bacterial inoculant on the fermentation, aerobic stability and feed value of maize silages.

This study was carried out to determine the effects of a homofermentative lactic acid bacterial (LAB) inoculant and formic acid-based preservative (FAP) used as silage additives, on the fermentation, aerobic stability and feed value of maize (*Zea mays* L.) silages. Maize was harvested at milk stage and chopped about 2.0 cm after harvest. Pioneer 1132 H/M F (Pioneer[®], Hi Bred International Inc., Des Moines, USA) and KemiSile 2000 (KemiSile[®], Kemira Oyj- Industrial Chemicals, Finland) were used as LAB and FAP. LAB, FAP and LAB+FAP were applied to maize at 10^6 cfu/g; 0.3, 0.4 and 0.5 %; 10^6 cfu/g+0.3 %, 10^6 cfu/g+0.4 % and 10^6 cfu/g+0.5, respectively. Control and additives applied maize ensiled in 30 kg capacity plastic bag as 3 replicates for each treatment. All silages were sampled for chemical and microbiological analyses on day 60 after ensiling. All silages were opened at the end of the ensiling period (60 days) and subjected to an aerobic stability test for 5 days. As a result, LAB inoculant improved fermentation characteristics and FAP improved aerobic stability of maize silages ($P<0.05$). Combination of LAB+FAP did not affect fermentation characteristics and aerobic stability of silages. On the other hand, LAB, FAP and LAB+FAP decreased *in vitro* organic matter digestibility of maize silages ($P<0.05$).

Key words: maize silage, fermentation, aerobic stability, homofermentative lactic acid bacteria, formic acid, feed value

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ÇİZELGELER DİZİNİ	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
SİMGELER DİZİNİ	vii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	5
2.1. Bakteriyal İnokulantlar ve Organik Asitlerin Mısır Silajlarının Fermantasyon Özellikleri Üzerine Etkileri	5
2.2. Bakteriyal İnokulantlar ve Organik Asitlerin Mısır Silajlarının Aerobik Stabilite Özellikleri Üzerine Etkileri	17
2.3. Bakteriyal İnokulantlar ve Organik Asitlerin <i>In Vitro</i> Gaz Üretimi ve OM Sindirilebilirliği Üzerine Etkileri	24
3. MATERYAL ve YÖNTEM	28
3.1. Materyal	28
3.1.1. Silaj materyali	28
3.1.2. Kullanılan katkı maddeleri	28
3.2. Yöntem	28
3.2.1. Mısır silajlarının yapılması	28
3.2.2. Katkı maddelerinin uygulanması	29
3.2.3. Kimyasal analizler	29
3.2.3.1. pH ölçümü	29
3.2.3.2. Kuru madde (KM)	30
3.2.3.3. Ham kül (HK)	30
3.2.3.4. Ham protein (HP)	30
3.2.3.5. Suda çözünebilir karbonhidrat (SÇK)	31
3.2.3.6. Nötr deterjanda çözünmeyen lif (NDF)	31
3.2.3.7. Asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF)	32
3.2.3.8. Asit deterjanda çözünmeyen lignin (ADL)	32
3.2.4. Silo asitleri analizleri	33
3.2.5. Amonyak azotu tayini	34
3.2.6. Mikrobiyolojik analizler	35
3.2.7. Aerobik stabilite testi	35
3.2.8. <i>In vitro</i> gaz üretim tekniğinin uygulanması	36
3.2.9. İstatistik analizler	37
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA	38
4.1. Mısır Silajlarının Fermantasyon Özellikleri	38
4.2. Mısır Silajlarının Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları	44
4.3. Mısır Silajlarının Aerobik Stabilite Testi Sonuçları	47
4.4. Mısır Silajlarının Hücre Duvarı Bileşenlerine Ait Araştırma Sonuçları	51
4.5. Mısır Silajlarının <i>In vitro</i> Gaz Üretimi ve OM Sindirilebilirliği	55

KAYNAKLAR
TEŞEKKÜR
ÖZGEÇMİŞ

62
71
72

ÇİZELGELER DİZİNİ**Sayfa No**

Çizelge 4.1.	Mısır silajlarına ait kimyasal analiz sonuçları	38
Çizelge 4.2.	Taze mısır ve silajların mikrobiyolojik analiz sonuçları	44
Çizelge 4.3.	Mısır silajlarına ait aerobik stabilite testi sonuçları	47
Çizelge 4.4.	Mısır silajlarının hücre duvarı bileşenleri	51
Çizelge 4.5.	Mısır silajlarının <i>in vitro</i> gaz üretimlerine ait araştırma sonuçları	55
Çizelge 4.6.	Mısır silajlarının OM sindirilebilirliklerine ait araştırma sonuçları	56

ŞEKİLLER DİZİNİ**Sayfa No**

Şekil 4.1.	Fermantasyon süresince mısır silajlarındaki pH ve SÇK değişimleri	39
Şekil 4.2.	Fermantasyon süresince mısır silajlarındaki NH ₃ -N, laktik ve asetik asit değişimleri	40
Şekil 4.3.	Fermantasyon süresince mısır silajlarının lactobacilli, maya ve küf (log cfu/g KM) değişimleri	45
Şekil 4.4.	Mısır silajlarının pH ve CO ₂ üretim miktarları (g/kgKM)	48
Şekil 4.5.	Beş günlük aerobik dönem boyunca mısır silajlarındaki maya ve küf değişimleri	49
Şekil 4.6.	Taze ve silolanmış mısırın NDF, ADF ve ADL içerikleri	52
Şekil 4.7.	Taze ve silolanmış mısırın hemisellüloz ve sellüloz içerikleri	53
Şekil 4.8.	Mısır silajlarının <i>in vitro</i> gaz üretimi ve OM sindirilebilirliklerine ait araştırma sonuçları	57

SİMGELER DİZİNİ

ADF	: Asit deterjanda çözünmeyen lif
ADL	: Asit deterjanda çözünmeyen lignin
AA	: Asetik asit
Amonyak-N	: Amonyak azotu
BA	: Bütrik asit
FAT	: Formik asit temeline dayalı koruyucu
HK	: Ham kül
HP	: Ham protein
HS	: Ham sellüloz
İA	: İnokulant A
İB	: İnokulant B
İC	: İnokulant C
İD	: İnokulant D
KM	: Kuru madde
LA	: Laktik asit
LAB	: Laktik asit bakterisi
log cfu	: Logaritma koloniform ünite
NDF	: Nötr deterjanda çözünmeyen lif
OM	: Organik madde
OMS	: Organik madde sindirilebilirliği
PAB	: Propiyonik asit bakterisi
PAT	: Propiyonik asit temeline dayalı koruyucu
SÇK	: Suda çözünebilir karbonhidrat

1. GİRİŞ

Su içeriği genellikle % 50' den daha yüksek olan yeşil yemler, tarımsal kökenli yan ürünler ve diğer bitkisel materyallerin havasız ve asidik bir ortamda doğal fermantasyonları sonucunda üretilen kaba yem kaynağına silaj, yapılan bu işleme silolama, silolama işleminin yapıldığı yere ise silo adı verilir (Filya 2001a).

Silolama işleminin anaerobik koşullar altında laktik asit bakterilerinin (LAB) suda çözünebilir karbonhidratları (SÇK), doğal fermantasyon yoluyla başta laktik asit olmak üzere organik asitlere fermente etmesi temeline dayanır. Sonuç olarak pH düşer, zararlı aerobik mikroorganizmaların aktivitesi engellenir ve böylece silolanan materyal korunmuş olur (Weinberg ve Muck 1996).

Silaj yapımında başta özellikle sıcak ülkeler olmak üzere tüm dünyada karşılaşılan en önemli sorunlardan birisi silajların aerobik olarak stabil olmayışlarıdır. Silajın yemlemede kullanılmak üzere açılmasıyla birlikte silo içerisine yoğun bir hava girişı söz konusudur. Bu durumda silo içerisinde başta maya ve küf olmak üzere diğer aerobik mikroorganizmaların yeniden faaliyete geçmesiyle birlikte silaj bozulmaya başlar ve çok büyük besin madde kayıpları ortaya çıkar. Silajların aerobik bozulmasını başlatan mayalar, asetik asit bakterileri, bacilli, küfler ve enterococci grubu gibi mikrobiyal populasyonlardır (Lindgren ve ark. 1985; Muck ve Pitt 1994). LAB fermantasyon döneminde silo içerisindeki en önemli mikrofloradır. Çünkü silolanan materyal laktik asit tarafından korunur. Başta enterobacteriaceae ailesinin üyeleri, clostridia, koliform, maya ve küfler olmak üzere diğer mikroorganizmalar silaj fermantasyonu üzerinde olumsuz etkide bulunurlar. Söz konusu mikroorganizmalar LAB ile rekabete girerek ortamdaki fermente olabilir karbonhidratlar ile fermantasyon ürünlerini kullanıp silaj fermantasyonunu olumsuz yönde etkilerler (Weinberg ve Muck 1996). Bunların aktivasyonu sonucunda silaj ısınmaya başlar, ortamdaki şekerler ve fermantasyon ürünleri gibi sindirilebilir besin maddeleri hızla parçalanırlar. Clostridial sporlar silaj kalitesi üzerinde oldukça önemli bir etkiye sahiptirler. Bunlar sakkarolitik ve

proteolitik clostridia olmak üzere iki gruba ayrılır. Sakkarolitik clostridia bitki bünyesindeki şekerleri ve organik asitleri bütrik aside dönüştürken, proteolitik clostridia ise amino asitleri ve uçucu organik asitleri fermente eder (Woolford 1984). Clostridial aktivite sonucu silo ortamının asitliğindeki artış yavaşlar veya tamamen durur (Gordon 1989). Özellikle bu dönemde görülen bazı küfler hayvanlar için öldürücü olabilecek mikotoksinler üretebilirler. Söz konusu mikotoksinlerin hayvansal ürünler ile birlikte insanlara geçme riski de oldukça yüksektir (Wilkinson 1999).

Silaj fermantasyonunda hedef, silo içerisindeki biyolojik aktivitenin sona ermesiyle birlikte stabil bir pH' nın sağlanmasıdır. Bu da, materyalin kimyasal bileşimindeki değişiklikleri göz önünde bulundurarak oluşacak besin maddeleri kaybını en aza indirmekle gerçekleşir. Bunun için laktik asit üreten bakterilerin gelişimini teşvik etmek ve istenmeyen mikroorganizmaların aktivasyonunu engellemek gerekir (Gordon 1989).

Silolama sırasında SÇK ve protein kayıplarının azaltılması, uygun bir fermantasyonun oluşması ve istenmeyen mikroorganizmaların oluşumunun önlenmesi gibi silaj kalitesinin artırılmasına yönelik çalışmalarda silaj katkı maddeleri olarak karbonhidrat kaynakları, bakteriyel inokulantlar, inorganik tuzlar, organik asitler ve enzimler kullanılmaktadır (Filya 2001a).

Silaj fermantasyonunda en çok kullanılan LAB inokulantları başta *Lactobacillus plantarum* ve diğer *Lactobacillus* türleri, *Streptococcus* (*Enterococcus*) ve çeşitli *Pediococcus* türlerini tek başlarına veya çeşitli karışımlar halinde bir arada bulunduran ticari ürünlerdir. Silaj fermantasyonunda LAB inokulantları, silajlarda laktik asit fermantasyonunu teşvik etmek, pH düşüşünü hızlandırmak ve ortamda yeterli düzeyde LAB popülasyonunun gelişimini garanti altına almak amacıyla kullanılmaktadır. Laktik asit bakterileri homofermantatif ve heterofermantatif olmak üzere iki gruba ayrılırlar. Homofermantatif olanlar glukoz ve 6 karbonlu şekerlerden yalnızca laktik asit üretirlerken, heterofermantatif olanlar ise laktik asidin yanı sıra asetik asit, etanol ve CO₂ de üretirler (McDonald ve ark. 1991). Ayrıca kullanımlarının kolay

ve güvenli olması, toksik etkilerinin olmayışı, silaj yapımında kullanılan makinelerde korozyona sebep olmamaları, çevre kirliliği yaratmamaları ve doğal ürünler olmaları da kullanımlarının yaygınlık kazanmasında önemli bir etken olmuştur (Filya ve ark. 2000).

Homofermantatif LAB inokulantları bitki bünyesindeki şekerleri yalnızca laktik aside parçaladıkları için silajların fermantasyon özelliklerini önemli düzeyde geliştirirler. Nitekim, Lindgren ve ark. (1983), Weinberg ve ark. (1988), Henderson ve ark. (1990), Sanderson (1993), Weinberg ve ark. (1993), Stokes ve Chen (1994), Filya ve ark. (2000), (2003a,b), (2004a), (2005a), Filya (2002a,b), (2003b,c) LAB inokulantlarının silajların pH, asetik asit, bütrik asit ve amonyak-N düzeylerini düşürüp, lactobacilli sayılarını, laktik asit içeriklerini ve laktik:asetik asit oranını artırarak fermantasyon özelliklerini geliştirdiklerini belirlemişlerdir. Homofermantatif LAB inokulantlarının silajların aerobik stabiliteyi üzerindeki etkilerinin araştırıldığı çoğu araştırma sonucunda ise sözkonusu inokulantların silajların aerobik stabiliteyi etkilemediği veya düşürdüğü belirlenmiştir (Weinberg ve ark. 1993; Muck ve Kung 1997; Cai ve ark. 1999; Filya ve ark. 2000, 2003a,b, 2004a, 2005a; Filya 2002a,b, 2003b,c; Polat ve ark. 2005). Diğer yandan heterofermantatif LAB inokulantları bitki bünyesindeki şekerleri laktik asidin yanı sıra asetik asit, etanol ve CO₂' e parçalamaktadır. Dolayısıyla heterofermantatif LAB' nin fermantasyonu sonucu oluşan asetik asit, silajlarda aerobik bozulmanın başlıca sorumlusu olan maya ve küf gelişimini engellemektedir. Nitekim, heterofermantatif LAB' nin silajların aerobik stabiliteyi üzerindeki etkilerinin incelendiği çalışmalarda sözkonusu inokulantların silajların maya ve küf içeriklerini düşürerek aerobik stabiliteyi geliştirdikleri saptanmıştır (Driehuis ve ark. 1999a,b; Kung ve Ranjit 2000; Oude Elferink ve ark. 2001; Weinberg ve ark. 2002; Filya 2003b,c).

Silaj katkı maddesi olarak kullanılan organik asitler, silolanan materyalin çok hızlı bir şekilde pH' sını düşürerek silo içerisinde istenen asit ortam yaratırlar ve bu şekilde silolanan materyalin korunmasını sağlarlar. Bu katkı maddelerinin büyük çoğunluğu antimikrobiyal etkiye sahiptirler (Filya 2001a). Organik asitler, doğada çeşitli organizmaların bünyelerinde bulunan, çevreye ve

canlılara zararı olmayan asitlerdir. Bunlar metabolizmada tamamen CO₂ ile suya okside olurlar ve vücutta herhangi bir kalıntı bırakmazlar. Bu asitler karboksilik asitler olarak da bilinmektedirler. Örneğin formik, asetik, propiyonik ve bütrik asit gibi organik asitler bitki ve hayvanlarda doğal olarak bulunan karboksilik asitlerdir. Yüksek oranda fermente edilebilme özelliğine sahip olan bu bitkisel asitlerin çoğu rumen mikroorganizmaları için enerji kaynağıdır (Best 2000). Organik asitler silajlarda asetik, propiyonik ve bütrik asit gibi kısa zincirli uçucu yağ asitlerinin miktarlarını artırarak maya ve küf gelişiminin baskı altına alınmasını ve böylece silajların aerobik olarak stabil kalmasını sağlamaktadırlar (McDonald ve ark. 1991). Bu noktadan hareketle, son yıllarda silajlarda bozulmaya neden olan mikroorganizmaların gelişimini ve çoğalmasını önleyerek silajların aerobik stabiliteyi artırmak amacıyla organik asit temeline dayalı koruyucu (FAT) özellikteki katkı maddeleri geliştirilmiştir. Yapılan çeşitli araştırmalarda özellikle formik asit ve FAT, katıldıkları silajların pH' larını çok kısa bir süre içerisinde düşürerek fermantasyonu sınırlandırdıkları ve silajlarda aerobik bozulmaya neden olan maya, küf, enterobacteria ve clostridia gelişimini önleyerek silajların aerobik stabiliteyi geliştirdikleri saptanmıştır (Lindgren ve ark. 1983; Driehuis ve Van Wikselaar 1996; Winters ve ark. 2001; Filya 2003a; Filya ve Sucu 2003, 2005; Filya ve ark. 2004b, 2005b). Bu amaçla FAT geniş bir kullanım alanı bulmuştur. Formik asidin, kuru madde (KM) düzeyi düşük ve SÇK' ca zengin yemlerin silolanması durumunda fermantasyon üzerinde olumlu etkiye sahip olduğu bildirilmektedir (Jaakkola 1990; Snyman ve Joubert 1996). Formik asit, pH' yı hızla düşürme özelliği nedeniyle silajlarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Formik asit katılan silajlarda enerjinin sindirilebilirliği artmakta, silaj fermantasyonu sırasında protein parçalanması önlenilmekte ve hayvanların KM tüketimleri artmaktadır. Formik asit katılan silajı tüketen ineklerin süt veriminde az da olsa bir artış sağlanmaktadır. Ancak tüm bu olumlu özelliklerine rağmen, bu asitler ile çalışmanın zor, tehlikeli ve pahalı olması gibi faktörler bu asitlerin silaj katkı maddesi olarak kullanımını sınırlandırmaktadır (Filya 2001a).

Bu çalışmada, homofermantatif LAB ve organik asit kombinasyonunun çiftlik koşullarında yapılan mısır silajlarının fermantasyon, mikrobiyal flora,

aerobik stabilite ve *in vitro* organik madde sindirilebilirliği üzerine olan etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ARAşTIRMASI

2.1. Bakteriyal İnokulantlar ve Organik Asitlerin Mısır Silajlarının Fermantasyon Özellikleri Üzerine Etkileri

Kung ve ark. (1993) hamur olum döneminde hasat edilen (% 34.7 KM) mısır bitkisinde 2 farklı homofermantatif LAB inokulantı (IA ve IB) kullanmışlardır. Silolama döneminin sonunda (130. gün) kontrol, IA ve IB gruplarında KM içeriklerini sırasıyla % 34.7, 32.9 ve 33.3; ham protein içeriklerini % 7.7, 7.6 ve 7.6; pH' larını 3.7, 3.7 ve 3.8; amonyak-N içeriklerini % 0.06, 0.07 ve 0.06 olarak saptamışlardır. Araştırma sonunda LAB inokulantı kullanılan silajların KM içeriklerinin kontrol silajından daha yüksek bulunduğunu fakat bu farkın istatistiki olarak önemsiz olduğunu bildirmişlerdir ($P>0.05$). IA uygulamasının mısır silajının pH düzeyini artırmak dışında silaj kompozisyonunu etkilemediğini, IB uygulamasının ise mısır silajının pH' sını etkilemezken laktik asit içeriğini artırdığını bildirmişlerdir.

Sanderson (1993) silolamanın 40. ve 186. günü (son gün) yapılan açımlarda silajların fermantasyon özelliklerini ve mikrobiyal popülasyonunu incelemiştir. Kontrol silajlarının pH' ları inokulant kullanılan silajlardan daha yüksek bulunmuştur ($P<0.01$). Açımların 40. ve 186. gününde kontrol silajların pH' ları sırası ile 3.7 ve 3.6 olarak belirlenirken, inokulant kullanılan silajların pH' ları 3.6 ve 3.6 olarak belirlenmiştir. İnokulant kullanılan silajlarda SÇK içeriklerinin fermantasyon süresince düştüğü ve silolamanın son gününde % 3.0 olarak saptandığı, kontrol silajında ise 40. günde (3.4) artış gösterdiği ve silolamanın son günü % 4.2 olarak saptandığı bildirilmiştir. Araştırıcı silolamanın 40. gününde kontrol ve inokulant kullanılan silajlarda nötr deterjanda çözünmeyen lif (NDF) kapsamını sırasıyla % 44.9 ve 45.9; asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF) kapsamını % 24.5 ve 24.9; fermantasyonun 186. gününde NDF içeriklerini % 43.5 ve 44.8; ADF kapsamını % 25.0 ve 25.6 olarak saptamışlardır. Kontrol ve inokulant kullanılan silajların lactobacilli sayılarını

silolama dönemi sonunda sırası ile 3.5 ve < 2.0 cfu/g; maya sayılarını ise < 4.0 ve 4.7 cfu/g olarak saptamıştır. Sonuç olarak % 32.0 KM içeriğine sahip mısır bitkisinde homofermantatif LAB inokulantı kullanımının silaj fermentasyonunu geliştirdiğini bildirmiştir.

Bolsen ve ark. (1996a) % 33.5 KM' ye sahip mısır bitkisinde LAB inokulantı kullanımının mısır silajının fermentasyon özellikleri ve aerobik stabilitesi üzerine etkilerini inceledikleri araştırmalarında, inokulant kullanımının mısır silajlarının pH' sını ve amonyak-N içeriklerini düşürdüğünü saptamışlardır. Araştırmacılar silolamanın 90. gününde kontrol ve LAB inokulantı katılan grupların pH' larını sırasıyla 3.7 ve 3.7; amonyak-N içeriklerini % 0.2 ve 0.2; laktik asit içeriklerini % 4.8 ve 5.3; asetik asit içeriklerini % 2.1 ve 1.6 olarak saptamışlardır.

Sebastian ve ark. (1996) mısır bitkisini propiyonik asit ve *Lactobacillus plantarum*+*Enterococcus faecium* karışımı bir bakteriyel inokulant kullanarak 202 gün boyunca silolamışlar ve silolamanın belirli günlerinde silajların kimyasal ve mikrobiyolojik içeriklerini incelemişlerdir. Araştırma sonunda silajların amonyak-N içeriklerinin fermentasyon dönemi sonunda arttığını fakat bu artışın gruplar arasında herhangi bir farklılığa neden olmadığını belirlemişlerdir. Nitekim silolama döneminin sonunda (202. gün) kontrol, propiyonik asit ve LAB inokulantı katılan silaj gruplarının pH' larını sırasıyla 6.1, 4.8 ve 4.4; SÇK içeriklerini % 0.5, 1.3 ve 0.8; amonyak-N içeriklerini % 6.0, 3.8 ve 4.8; laktik asit içeriklerini % 0.3, 0.4 ve 0.8; asetik asit içeriklerini % 0.0, 0.1 ve 0.1 olarak belirlemişlerdir. Ayrıca inokulant katılan silajların laktik asit içeriklerinin kontrol ve propiyonik asit katılan silajlara göre silolamanın her döneminde önemli düzeyde ($P<0.01$) yüksek olduğunu saptamışlardır. Asetik asit içeriğinin ise tüm silajlarda 138. güne kadar belirgin bir şekilde arttığını 138. gün ve 202. gün arasında düşüş gösterdiğini fakat asetik asidin bu artma ve azalma düzeyleri üzerinde katkı maddesi kullanmanın etkisi olmadığı, bütrik asit oluşumuna ise silajların hiç birinde rastlamadıklarını bildirmişlerdir. Diğer yandan araştırmacılar kontrol, propiyonik asit ve LAB inokulantı katılan silajlarda lactobacilli sayılarını sırasıyla 8.4, 7.4 ve 6.6 cfu/g olarak saptamışlardır. Fermentasyonun ilk 7

gününde tüm grupların lactobacilli sayıları artarken, 7. ve 42. günler arasında bu artış yarı yarıya azalmış, 42. ve 138. günler arasında genellikle değişmeden kalmış, 138. ve 202. günler arasında ise önemli düzeyde azalmıştır ($P<0.01$). Silajların maya ve küf sayıları ilk 21 gün azalırken, 21. ve 202. günler arasında artmış ve en büyük artış kontrol grubu silajlarda gözlenmiştir.

Meeske ve Basson (1998) *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus bulgarius* ve *Lactobacillus acidophilus* ile amilaz ve sellüloz içeren LAB+enzim karışımı bakteriyal inokulant kullanımının mısır silajının fermantasyon özellikleri üzerine etkilerini inceledikleri araştırmalarında, söz konusu inokulantın silajların pH' sını ve amonyak-N içeriklerini düşürdüğünü belirlemişlerdir. Araştırmacılar silolamanın 95. gününde açılan silajların KM içeriklerini kontrol ve inokulant kullanılan gruplarda % 27.6 olarak belirlerlerken; NDF içeriklerini kontrol ve LAB inokulantı kullanılan gruplarda sırasıyla % 49.6 ve 49.2; SÇK içeriklerini % 7.1 ve 5.2; ham protein içeriklerini % 9.3 ve 9.4; amonyak-N düzeylerini % 5.3 ve 5.2; laktik asit içeriklerini % 6.9 ve 6.4; asetik asit içeriklerini ise % 1.1 ve 1.4 olarak belirlemişlerdir. Diğer yandan silolamanın 95. gününde açılan silajların maya sayılarını kontrol silajlarında 2.1 cfu/g, LAB inokulantı kullanılan silajlarda 2.6 cfu/g; küf sayılarını ise sırasıyla 0 ve 2.0 cfu/g olarak saptamışlardır. Kontrol ve LAB kullanılan silajların lactobacilli sayılarını 95 günlük silolama sürecinin tüm dönemlerinde birbirlerine benzer olarak bulmuşlardır.

Özdüven ve ark. (1999) *Lactobacillus plantarum* kullanımının mısır silajının kalitesi üzerindeki etkilerini inceledikleri çalışmalarında 60 günlük silolama dönemi sonunda kontrol ve LAB inokulantı katılan silajlarda pH değerlerini sırası ile 3.86 ve 3.73; ham protein içeriklerini % 5.9 ve 5.7; amonyak-N içeriklerini % 0.6 ve 0.5; SÇK içeriklerini % 8.3 ve 9.8; laktik asit içeriklerini % 2.5 ve 2.6; asetik asit içeriklerini % 0.8 ve 0.8; lactobacilli sayılarını 6.7 ve 6.4 cfu/g; maya sayılarını 6.0 ve 5.8 cfu/g olarak saptamışlardır.

Kung ve ark. (2000) mısır bitkisinde 3 farklı konsantrasyonda propiyonik asit (% 0.1, % 0.2, ve % 0.3) kullanarak 106 gün boyunca silolamışlardır. Silolamanın 106. günü açılan mısır silajlarının KM içeriklerinin (% 35.1-35.8)

kontrol grubunun KM içeriğinden (% 35.1) farklı olmadığını belirlerken, pH' larının (5.4) kontrol grubuna (5.8) göre önemli ölçüde azaldığını belirlemişlerdir ($P<0.05$). Ayrıca mısır silajının propiyonik asit içeriği de kullanılan propiyonik asit konsantrasyonunun artışına bağlı olarak artmıştır. Propiyonik asit içeriği, % 0.1 propiyonik asit katılan silajda % 0.2 olarak saptanırken, % 0.3 propiyonik asit katılan silajda % 0.7 olarak saptanmıştır. Araştırma sonucunda propiyonik asit mısır silajının amonyak-N, ham protein, ADF, NDF ve nişasta içeriğini etkilememiştir. % 0.1 ve 0.2 propiyonik asit katılan silajlarda maya sayılarının (sırasıyla 5.3, 5.8 cfu/g) kontrol grubunun maya sayısından (5.5) farklı olmadığı saptanırken, % 0.3 propiyonik asit katılan silajdaki maya sayısının (4.1 cfu/g) kontrol grubundan daha düşük olduğu saptanmıştır ($P<0.05$).

Ranjit ve Kung (2000) süt olum döneminde hasat edilen mısırdaki 2 farklı homofermantatif LAB inokulantı (IA ve IB) kullanımının mısır silajlarının asetik asit, etanol, SÇK, ham protein, amonyak-N düzeylerini ve ADF içeriklerini etkilemediğini fakat IB kullanımının mısır silajının NDF içeriğini düşürdüğünü belirlemişlerdir. Kontrol, IA ve IB gruplarının pH' larını sırasıyla 3.8, 3.7 ve 3.7; KM içeriklerini % 28.6, 29.9 ve 30.0; SÇK içeriklerini % 3.7, 3.1 ve 4.0; amonyak-N içeriklerini tüm silajlarda % 0.1; maya sayılarını 6.1, 5.6 ve 5.8 cfu/g; küf sayılarını 4.3, 4.3 ve 3.4 cfu/g olarak saptamışlardır.

Filya (2002a) 3 farklı homofermantatif LAB (IA, IB, IC) inokulantının mısır ve sorgum silajlarının fermentasyon ve aerobik stabilite özellikleri üzerine etkilerini incelediği çalışmasında silolamanın son döneminde (50. gün) LAB inokulantlarının silajların pH' larını kontrol grubuna göre önemli düzeyde ($P<0.05$) düşürdüğünü, SÇK içeriklerini ise etkilemediğini belirlemiştir. Diğer yandan inokulantlar silajların maya sayılarını etkilemezken, küf sayılarını kontrol grubuna göre önemli düzeyde düşürmüştür ($P<0.05$). Araştırmacı kontrol, IA, IB ve IC kullanılan silajlarda maya sayılarını sırası ile 5.1, 4.7, 5.1 ve 4.9 cfu/g; küf sayılarını 4.0, 1.3, 1.1 ve 1.7 olarak saptamıştır.

Filya (2002b) homofermantatif LAB ve LAB+enzim karışımı silaj inokulantlarının mısır silajının fermentasyon ve aerobik stabilite özellikleri

üzerine etkilerini incelediği çalışmasında silolamanın son döneminde (50. gün) her iki inokulant da silajların pH' larını önemli düzeyde düşürürken, SÇK içeriklerini önemli düzeyde artırmıştır ($P<0.05$). Ayrıca her iki inokulantın da silajların amonyak-N, ham protein ve ham kül içeriklerini etkilemediği, laktik asit içeriğini artırdığı, asetik asit ve bütrik asit içeriklerini ise önemli düzeyde ($P<0.05$) düşürdüğü belirlenmiştir. Mikrobiyolojik analiz sonuçlarına göre her iki inokulant da mısır silajlarının lactobacilli sayılarını önemli düzeyde ($P<0.05$) artırmış, küf sayılarını önemli düzeyde ($P<0.05$) düşürmüştür, maya sayılarını ise etkilememiştir. Kontrol, LAB ve LAB+enzim karışımı inokulant içeren silajlardaki NDF içerikleri sırası ile % 52.0, 52.5 ve 46.2; ADF içerikleri % 27.2, 27.1 ve 22.4 olarak saptanmıştır. Araştırmada enzim kullanımı silajların NDF ve ADF içeriklerini düşürmüştür.

Aksu ve ark. (2003) mısır silajında bakteriyel inokulant kullanımının silajın pH'sını ve bütrik asit içeriklerini kontrol grubuna göre önemli düzeyde ($P<0.05$) düşürdüğünü, laktik asit içeriğini artırdığını, asetik asit içeriğini ise etkilemediğini bildirmişlerdir. İnokulant kullanılan silajlardaki bütrik asit miktarının (% 5.4) kontrol grubu silajlara göre (% 7.1) daha düşük bulunmasının nedenini inokulant kullanılan silajlardaki yüksek laktik asit miktarının proteolitik aktivite üzerindeki inhibe edici etkisinden kaynaklandığını bildirmişlerdir.

Basmacıoğlu ve ark. (2003) mısır bitkisinde 10^4 cfu/g (IA) ve 10^6 cfu/g (IB) düzeylerinde homofermantatif LAB+enzim inokulantı kullanmışlardır. Silolamanın 14., 28., 42. ve 56. gününde açılan silajların fermantasyon özelliklerini değerlendirdikleri araştırmalarında LAB+enzim inokulantı kullanımı silolamanın 14. günü dışındaki tüm silajların pH' ları ile asetik asit içeriklerini önemli düzeyde düşürmüştür ($P<0.05$). İnokulant kullanımı silolamanın 42. ve 56. günlerinde silajların laktik asit içeriklerini artırmış fakat bu artış istatistiki olarak önemsiz düzeyde bulunmuştur ($P>0.05$). Diğer yandan fermantasyon süresince silajların KM, SÇK, HP ve bütrik asit içerikleri bakımından uygulamalar arasında farklılık gözlenmemiştir. Nitekim silolamanın 56. gününde silajların pH' larını kontrol, IA ve IB gruplarında sırasıyla 3.8, 3.7 ve 3.7; SÇK içeriklerini tüm silajlarda % 1.2; HP içeriklerini % 6.1, 6.1 ve 6.0; amonyak-N içeriklerini % 0.0,

0.0 ve 0.1; laktik asit içeriklerini % 6.4, 7.0 ve 6.7; asetik asit içeriklerini % 2.0, 1.6 ve 1.9; bütrik asit içeriklerini ise tüm silajlarda % 0.1 olarak saptamışlardır. Mikrobiyolojik analiz sonuçlarına göre kontrol, IA ve IB gruplarında lactobacilli sayılarını sırasıyla 4.4, 5.2 ve 5.2 cfu/g; maya sayılarını 2.1, 2.1 ve 2.2 cfu/g olarak saptamışlardır. Silajların hiç birinde küf oluşumuna rastlanmamıştır.

Baytok ve ark. (2003) % 0.5 düzeyinde formik asit ve homofermantatif LAB inokulantı kullanımının mısır silajının fermantasyon özellikleri üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Formik asit kullanımı mısır silajlarının amonyak-N içeriklerini önemli düzeyde düşürmüştür ($P<0.05$). Nitekim araştırmacılar silolamanın 60. gününde açılan silajların amonyak-N içeriklerini kontrol, formik asit ve LAB inokulantı kullanılan gruplarda sırasıyla % 1.1, 0.8 ve 1.0 olarak belirlemişlerdir. Araştırmacılar formik asit kullanımına bağlı amonyak-N düzeyindeki düşüşün nedeninin silaj fermantasyonunu sınırlandırarak proteolitik bakteri fermantasyonunu önlemesinden kaynaklanabileceğini bildirmişlerdir. Diğer yandan LAB inokulantı kullanımı mısır silajlarının laktik asit içeriklerini önemli düzeyde artırırken, asetik asit içeriklerini önemli düzeyde düşürmüştür ($P<0.05$). Araştırmada mısır silajlarının laktik asit içerikleri kontrol, formik asit ve LAB inokulantı kullanılan gruplarda sırasıyla % 1.1, 1.5 ve 3.1; asetik asit içerikleri % 2.7, 3.2 ve 1.7; bütrik asit içerikleri % 0.2 ve 0.3 olarak belirlenmiştir. Ayrıca araştırmada formik asidin hücre duvarı bileşenleri üzerine etkileri incelendiğinde ise formik asit kullanımının silajların NDF ve ADF içeriklerini düşürdüğü gözlenmiştir. Nitekim araştırmada NDF içeriklerini kontrol, formik asit ve LAB inokulantı kullanılan gruplarda sırasıyla % 61.9, 60.9 ve 55.3; ADF içeriklerini ise % 36.2, 35.2 ve 32.2 olarak saptamışlardır.

Filya (2003a) hamur olum döneminde biçilen mısır bitkisini % 0.23 düzeyinde formik asit, % 0.33 düzeyinde asetik asit ve % 0.43 düzeyinde propiyonik asit ile muamele etmiştir. Silolamadan 60 gün sonra açılan silajların pH' larını kontrol ve organik asit kullanılan tüm gruplarda 3.6 olarak belirlerken, KM içeriklerini kontrol, formik asit, asetik asit ve propiyonik asit katılan silajlarda sırasıyla % 35.3, 35.0, 35.7 ve 36.0; SÇK içeriklerini % 3.6, 3.9, 3.7 ve 3.9; laktik asit içeriklerini % 5.9, 2.0, 3.8 ve 3.5; asetik asit içeriklerini % 1.6, 0.3, 2.8

ve 0.9 olarak belirlemiştir. Diğer yandan araştırıcı kontrol, formik asit, asetik asit ve propiyonik asit kullanılan silajların lactobacilli sayıları sırasıyla 10.7, 6.5, 10.1 ve 9.6 cfu/g; maya sayıları 6.5, 3.5, 3.2 ve 1.6 cfu/g; küf sayıları 4.4, 3.0, 2.7 ve 1.0 cfu/g olarak saptamıştır. Mikrobiyolojik analiz sonuçları değerlendirildiğinde ise mısır silajına katılan organik asitlerin silajların maya ve küf sayılarını önemli düzeyde düşürdüğü ve en büyük düşüşün propiyonik asit kullanılan silajlarda görüldüğü saptanmıştır ($P<0.05$).

Filya (2003b) homofermantatif LAB inokulantı kullanımının mısır, buğday ve sorgum silajlarının fermantasyon ve aerobik stabilite özellikleri üzerine etkilerini incelediği çalışmasında silolamanın 60. gününde kontrol ve LAB inokulantı kullanılan grupların pH' larını 3.6 olarak belirlerken; SÇK içeriklerini % 2.9 ve 2.6; laktik asit içeriklerini % 3.7 ve 5.1; asetik asit içeriklerini % 1.1 ve 3.0; amonyak-N içeriklerini % 1.1 ve 0.8; lactobacilli sayılarını 7.2 ve 9.0 cfu/g; maya sayılarını 3.2 ve 4.3 cfu/g; küf sayılarını 2.9 ve 2.6 cfu/g olarak saptamıştır. Araştırıcı sonuç olarak homofermantatif LAB inokulantının mısır silajlarının fermantasyon özelliklerini geliştirdiğini bildirmiştir.

Filya (2003c) homofermantatif LAB inokulantı kullanımının mısır ve sorgum silajlarının fermantasyon ve aerobik stabilite özellikleri üzerine etkilerini incelediği çalışmasında silolamanın son gününde (90. gün) kontrol ve LAB inokulantı kullanılan mısır silajlarının pH' larını 3.7 ve 3.6 olarak belirlerken; SÇK içeriklerini % 3.1 ve 2.5; laktik asit içeriklerini % 4.0 ve 7.9; asetik asit içeriklerini % 1.2 ve 0.3 olarak belirlemiştir. Diğer yandan kontrol ve LAB inokulantı kullanılan mısır silajlarının lactobacilli sayılarını sırası ile 8.35 ve 10.4 cfu/g; maya sayılarını 3.9 ve 4.5 cfu/g; küf sayılarını 3.3 ve 3.1 cfu/g olarak saptamıştır.

Filya ve Sucu (2003) mısır silajında homofermantatif LAB inokulantı ve formik asit kullanımının bu silajların fermantasyon özellikleri üzerine etkilerini inceledikleri çalışmalarında LAB inokulantı kullanımının silajların fermantasyon özelliklerini önemli düzeyde ($P<0.05$) geliştirdiğini belirlerken, formik asidin silajların fermantasyon özelliklerini etkilemediğini belirlemişlerdir. Silolamanın

90. gününde mısır silajlarının KM içeriklerini kontrol, LAB inokulantı ve formik asit kullanılan silajlarda sırasıyla % 35.1, 33.6 ve 27.4; SÇK içeriklerini % 2.1, 1.8 ve 1.7; amonyak-N içeriklerini % 6.1, 1.0 ve 0.2; ham protein içeriklerini % 6.0, 5.9 ve 7.8; laktik asit içeriklerini % 2.0, 9.4 ve 3.2; asetik asit içeriklerini % 4.0, 0 ve 1.7; bütrik asit içeriklerini % 3.1, 0 ve 0 olarak saptamışlardır. LAB inokulantı kullanılan silajların formik asit kullanılan silajlara göre önemli düzeyde ($P<0.05$) yüksek laktik asit ürettiği, bunun yanı sıra her iki katkı maddesi kullanımının da mısır silajlarının bütrik asit içeriklerini önemli düzeyde düşürdüğü ($P<0.05$) ve özellikle de LAB inokulantı kullanılan silajların asetik asit düzeylerinin önemli düzeyde ($P<0.05$) düştüğü saptanmıştır. Silajların mikrobiyolojik popülasyonları değerlendirildiğinde kontrol, LAB inokulantı ve formik asit kullanılan silajlarda lactobacilli sayıları sırasıyla 5.9, 9.5 ve 6.1 cfu/g; maya sayıları 6.8, 6.5 ve 1.6 cfu/g; küf sayıları 7.1, 4.4 ve 0.5 cfu/g olarak saptanmıştır.

Filya ve ark. (2003a) yaptıkları çalışmada, hamur olum döneminde (% 34.0 KM) hasat edilen mısır bitkisinde 2 farklı homofermantatif LAB inokulantı (IA ve IB) kullanarak 90 gün boyunca silolamışlardır. Silolamanın 90. gününde IA ve IB kullanımının silajların pH ve amonyak-N' u düzeylerini kontrol grubuna göre önemli düzeyde düşürdüğünü, SÇK ve laktik asit içeriklerini ise önemli düzeyde ($P<0.05$) artırdığını belirlemişlerdir. Araştırmada kontrol, IA ve IB grubu silajların pH' larını sırasıyla 3.7, 3.5 ve 3.5; SÇK içeriklerini % 0.8, 3.9 ve 3.5; amonyak-N' u içeriklerini % 2.6, 0.2 ve 0.4; ham kül içeriklerini % 6.5, 6.4 ve 6.4; laktik asit içeriklerini % 3.3, 7.6 ve 6.9; HP içeriklerini ise hem kontrol hem de inokulantlı gruplarda % 6.0 olarak belirlemişlerdir. Bu sonucu, mısırın yeterli düzeyde fermente edilebilir substrat içermesine bağlı olarak, LAB inokulantlarının SÇK' ı fermente etmesi sonucunda bu silajlarda temel fermantasyon ürünün laktik asit olması ve dolayısıyla bu gruplarda üretilen laktik asidin daha az SÇK kullanılarak üretilmesi olarak değerlendirmişlerdir. Diğer yandan araştırmacılar LAB inokulantı katılan silajlarda lactobacilli sayısının arttığını, buna bağlı olarak bu silajlarda laktik asit üretiminin fazla olduğunu ve pH' larının düştüğünü belirtmişlerdir. Kontrol, IA ve IB gruplarında lactobacilli

sayıları sırasıyla 7.1, 8.4 ve 8.2 cfu/g; maya sayıları 4.7, 4.9 ve 5.0 cfu/g; küf sayıları 4.0, 3.7 ve 3.5 cfu/g olarak saptanmıştır.

Filya ve ark. (2003b) hamur olum döneminde (% 34.7 KM) hasat edilen mısır bitkisinde 2 farklı homofermantatif LAB inokulantı (IA ve IB) kullanmışlardır. Araştırma sonucunda silajların pH, KM, SÇK, amonyak-N, HP ve HK içerikleri bakımından gruplar arasında farklılık gözlenmemiş olup silajların pH' ları 3.6 ve 3.7 arasında değişim göstermiştir. Diğer yandan inokulant kullanımı mısır silajlarının laktik asit içeriklerini önemli düzeyde artırırken asetik asit düzeylerini önemli düzeyde düşürmüştür ($P<0.05$). Nitekim araştırmacılar silajların laktik asit içeriklerini kontrol, IA ve IB gruplarında sırasıyla % 4.1, 10.7 ve 14.5; asetik asit içeriklerini % 3.8, 0.4 ve 0.5; bütrik asit içeriklerini % 5.0, 0.3 ve 0.2 olarak saptamışlardır. Silajların mikrobiyolojik analiz sonuçları incelendiğinde ise inokulant kullanımının kontrol grubuna göre silajların lactobacilli sayılarını önemli düzeyde artırdığı, maya ve küf sayılarını ise önemli düzeyde ($P<0.05$) düşürdüğü gözlenmiştir. Nitekim araştırma sonucunda silajların lactobacilli sayıları kontrol, IA ve IB gruplarında sırasıyla 8.0, 12.6 ve 11.9 cfu/g; maya sayıları 6.6, 6.5 ve 6.2 cfu/g; küf sayıları 5.7, 1.4 ve 1.2 cfu/g olarak saptanmıştır.

Filya ve ark. (2004a) mısır silajlarında LAB inokulantı ve LAB+propiyonik asit bakteri inokulantı (PAB) kombinasyonu kullandıkları çalışmalarında 60 günlük silolama dönemi sonunda tüm silajların pH ve SÇK düzeylerinin azaldığını, laktik asetik ve propiyonik asit düzeylerinin arttığını saptamışlardır. LAB ve LAB+PAB kullanılan silajların laktik asit içeriklerinin kontrol ve PAB kullanılan silajlardan önemli düzeyde yüksek olduğunu bildirmişlerdir ($P<0.05$). Silajların laktik asit içerikleri kontrol, LAB ve LAB+PAB kullanılan gruplarda sırasıyla % 1.2, 1.5 ve 3.2 olarak saptanmıştır. Araştırmacılar kontrol, LAB ve LAB+PAB kullanılan mısır silajlarının lactobacilli sayılarını sırasıyla 7.0, 8.8 ve 8.6 cfu/g; maya sayılarını 5.5, 7.1 ve 4.5 cfu/g; küf sayılarını 5.0, 4.9 ve 4.0 cfu/g olarak bildirmişlerdir.

Filya ve ark. (2004b) hamur olum döneminde hasat edilen (% 33.7 KM) mısır bitkisini % 0.2, 0.3 ve 0.4 düzeylerinde FAT kullanarak 90 gün boyunca silolamışlardır. Silolama dönemi sonunda (90. gün) mısır silajlarının pH' larını kontrol, % 0.2, 0.3 ve 0.4 FAT kullanılan gruplarda sırasıyla 4.0, 3.7, 3.7 ve 3.5; SÇK içeriklerini % 2.2, 2.5, 2.6 ve 2.6; amonyak-N içeriklerini % 7.9, 7.1, 6.6 ve 6.4 olarak saptamışlardır. Araştırmacılar FAT kullanımının mısır silajlarının laktik, asetik ve bütrik asit içeriklerini düşürdüğünü belirlemişlerdir. Nitekim laktik asit içeriklerini kontrol, % 0.2, 0.3 ve 0.4 düzeylerinde FAT kullanılan gruplarda sırasıyla % 5.1, 3.3, 3.3 ve 3.1; asetik asit içeriklerini % 4.2, 2.7, 1.0 ve 0.6; bütrik asit içeriklerini ise % 4.2, 2.3, 0.8 ve 0.5 olarak saptamışlardır. Ayrıca FAT kullanımının yüksek düzeyde bir antimikrobiyal aktivite göstererek silajlardaki maya ve küf gelişimini önlediğini belirlemişlerdir. Araştırmada kontrol, % 0.2, 0.3 ve 0.4 düzeylerinde FAT kullanılan grupların lactobacilli sayıları sırasıyla 8.1, 5.8, 5.3 ve 5.0 cfu/g; maya sayıları 35.4, 23.2, 19.6 ve 12.4 cfu/g; küf sayıları 30.7, 11.8, 7.0 ve 4.9 cfu/g olarak saptanmıştır.

Muck (2004) 3 farklı KM içeriğine sahip (% 17.3, 24.6 ve 26.3) mısır bitkisini sırasıyla 1999, 2000 ve 2001 yıllarında *Pediococcus pentosaceus*+*Propionibacterium jensei* içeren bakteri inokulantı (IA) ve *Lactobacillus plantarum*+*Enterococcus faecium* (IB) içeren bakteri inokulantı kullanarak silolamış ve bu inokulantların mısır silajlarının fermantasyon özellikleri ile aerobik stabiliteleri üzerine olan etkilerini incelemiştir. Araştırmacı inokulant kullanılan silajların pH' larının her üç yılda da kontrol grubuna göre farklı olmadığını belirlemiştir. 1999 yılında kontrol, IA ve IB gruplarında laktik asit içeriklerini sırasıyla % 5.5, 5.2 ve 5.2, asetik asit içeriklerini % 2.3, 2.2 ve 2.4; 2000 yılında laktik asit içeriklerini % 5.3, 5.8 ve 5.5, asetik asit içeriklerini % 1.0, 1.1 ve 1.1; 2001 yılında laktik asit içeriklerini % 7.3, 8.9 ve 8.1, asetik asit içeriklerini % 1.8, 2.3 ve 2.0 olarak saptamıştır. Mikrobiyal analiz sonuçlarını incelediğinde ise maya sayılarını 1999 yılında kontrol, IA ve IB gruplarında sırasıyla 3.2, 3.0 ve 3.3 cfu/g, küf sayılarını 3.8, 2.8 ve 2.6 cfu/g; 2000 yılında maya sayılarını 3.4, 3.8 ve 3.9 cfu/g, küf sayılarını 3.2, 3.6 ve 3.2 cfu/g; 2001 yılında maya sayılarını 3.6, 5.4 ve 3.1cfu/g, küf sayılarını 2.6, 2.7 ve 1.9 cfu/g olarak saptamıştır.

Filya ve Sucu (2005) süt olum döneminde hasat edilmiş (% 21.8 KM) mısır bitkisini % 0.1, 0.15, 0.20, 0.25, 0.30, 0.35 ve 0.40 FAT kullanarak silolamışlar ve silolama dönemi sonunda açılan silajların kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerini incelemişlerdir. Silolama dönemi sonunda (90. gün) kontrol, % 0.1, 0.15, 0.20, 0.25, 0.30, 0.35 ve 0.40 FAT kullanılan gruplarda pH' ları sırasıyla 4.1, 3.8, 3.7, 3.7, 3.4, 3.2, 3.1 ve 3.1; KM içeriklerini % 21.6, 21.6, 21.1, 21.6, 21.8, 21.9, 21.7 ve 22.2; SK içeriklerini % 2.2, 2.1, 2.1, 2.0, 2.0, 1.8, 1.6 ve 1.5; amonyak-N içeriklerini % 8.8, 8.2, 5.1, 4.8, 4.6, 4.8, 4.9 ve 2.9; laktik asit içeriklerini % 6.3, 4.1, 4.0, 3.7, 3.6, 3.2, 3.0 ve 2.7; asetik asit içeriklerini % 4.0, 2.3, 2.0, 1.8, 1.4, 1.1, 0.9 ve 0.4; bütrik asit içeriklerini % 2.7, 2.1, 2.0, 1.6, 1.6, 1.2, 0.7 ve 0.3 olarak saptamışlardır. Araştırmada değişik düzeylerde kullanılan FAT mısır silajlarının pH' larını kontrol grubuna göre düşürmüş ($P<0.05$), KM ve SK içeriklerini ise etkilememiştir. Diğer yandan silajların lactobacilli, maya ve küf sayıları da FAT kullanılan gruplarda kontrol grubuna göre önemli düzeyde ($P<0.05$) dşmş ve bu düşüş yüksek düzeyde FAT kullanılan silajlarda daha fazla olmuştur. Nitekim araştırmacılar lactobacilli sayılarını kontrol, % 0.1, 0.15, 0.2, 0.25, 0.3, 0.35 ve 0.4 FAT kullanılan gruplarda sırasıyla 7.6, 6.1, 5.7, 5.5, 5.4, 4.8, 4.5 ve 4.0 cfu/g; maya sayılarını 6.3, 3.1, 3.1, 3.0, 2.9, 2.4, 2.3 ve 1.8 cfu/g; kf sayılarını 7.3, 4.1, 3.7, 3.5, 3.0, 2.6, 2.1 ve 1.5 cfu/g olarak saptamışlardır.

Filya ve ark. (2005a) hamur olum döneminde hasat edilmiş % 35.8 KM içeriğine sahip mısır bitkisini LAB inokulantı ve PAB+LAB kombinasyonu kullanarak silolamışlardır. Silolamanın son döneminde (60. gün) açılan silajların pH' larının 3.6-3.7 arasında değişim gösterdiğini saptamışlardır. Ayrıca LAB+PAB kullanılan silajların SK içeriklerinin kontrol ve LAB inokulantı kullanılan gruba göre daha yüksek olduğunu saptamışlardır ($P<0.05$). Araştırmacılar mikrobiyolojik analiz sonuçlarına göre maya sayılarını kontrol, LAB, PAB+LAB gruplarında sırasıyla 5.5, 7.1 ve 4.5 cfu/g; kf sayılarını ise 5.0, 4.9 ve 4.0 cfu/g olarak saptamışlardır.

Filya ve ark. (2005b) hamur olum döneminde (%33.7 KM) hasat edilen mısır bitkisini % 0.2, 0.3 ve 0.4 FAT kullanarak 90 gün boyunca silolamışlardır.

Silolamanın 90. gününde mısır silajlarının pH' larının 3.5-4.0 arasında değişim gösterdiğini saptamışlar ve FAT katkısının silajların pH' larını kontrol silajına göre önemli düzeyde ($P<0.05$) düşürdüğünü, en önemli düşüşün de % 0.4 FAT kullanılan grupta saptandığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar mısır silajlarının KM içeriklerini kontrol, % 0.2, 0.3 ve 0.4 FAT kullanılan gruplarda sırasıyla % 31.7, 32.0, 33.3 ve 34.3; SÇK içeriklerini % 2.2, 2.5, 2.6 ve 2.6 olarak saptamışlardır. FAT kullanımının silajların amonyak-N, laktik, asetik, bütrik asit içeriklerini kontrol grubuna göre önemli düzeyde düşürdüğünü bildirmişlerdir ($P<0.05$). Nitekim amonyak-N içeriklerini kontrol, % 0.2, 0.3 ve 0.4 FAT kullanılan gruplarda sırasıyla % 7.9, 7.1, 6.6 ve 6.4; laktik asit içeriklerini % 5.1, 3.3, 3.3 ve 3.1; asetik asit içeriklerini % 4.2, 2.7, 1.0 ve 0.6; bütrik asit içeriklerini % 4.6, 2.3, 0.8 ve 0.5 olarak saptamışlardır. Diğer yandan kontrol, % 0.2, 0.3 ve 0.4 düzeylerinde FAT kullanılan gruplarda silajların lactobacilli sayılarını sırasıyla 8.1, 5.8, 5.3 ve 5.0 cfu/g; maya sayılarını 35.4, 23.2, 19.6 ve 12.4 cfu/g; küf sayılarını ise 30.7, 11.8, 7.0 ve 4.9 cfu/g olarak saptamışlardır.

Kleinschmit ve ark. (2005) mısır silajlarında homofermantatif LAB inokulantı ve PAT kullanımının silajların KM içerikleri ve fermantasyon özellikleri üzerinde etkili olmadığını saptamışlardır. Silolamanın son gününde (122. gün) mısır silajlarının KM içeriğinin % 25.5-26.8 arasında değişim gösterdiğini belirlemişlerdir. Mısır silajlarının ADF, NDF ve amonyak-N içeriklerinin tüm gruplar için benzer olduğunu; inokulant ve PAT kullanılan mısır silajlarının HP içeriklerinin kontrol silajından farklı olmadığını; silajların SÇK içeriklerinin % 2.4 ile 3.0 arasında değiştiğini saptamışlardır. Araştırmacılar mısır silajlarının laktik asit içeriklerini kontrol, LAB ve PAT gruplarında sırasıyla % 8.2, 7.8 ve 8.1; asetik asit içeriklerini % 3.0, 2.1 ve 2.0; maya sayılarını 4.4, 4.8 ve 4.3 cfu/g olarak saptamışlardır.

Polat ve ark. (2005) süt olum döneminde hasat edilen (% 23.7 KM) mısır bitkisinde LAB ve LAB+enzim karışımı kullandıkları çalışmalarında silolamanın 60. gününde açılan silajlarda en yüksek pH düzeyini 3.6 ile LAB grubunda saptamışlardır. LAB+enzim grubunun SÇK içeriğinin % 25.7 olduğunu ve bu değer kontrol ve LAB gruplarına göre önemli düzeyde ($P<0.05$) yüksek

bulduğunu bildirmişlerdir. Diğer yandan amonyak-N içeriğinin LAB grubunda (0.9 g/kg) kontrol grubu (0.8 g/kg) ve LAB+enzim grubuna (0.7 g/kg) göre yüksek bulunduğunu bildirmişlerdir. Araştırma sonunda silajların lactobacilli sayıları kontrol, LAB ve LAB+enzim gruplarında sırasıyla 5.7, 6.6 ve 5.7 cfu/g olarak saptanırken, maya sayıları 6.0, 5.0 ve 5.5 cfu/g olarak saptanmıştır.

2.2. Bakteriyel inokulantlar ve Organik Asitlerin Mısır Silajlarının Aerobik Stabilite Özellikleri Üzerine Etkileri

Sanderson (1993) mısır silajında homofermantatif LAB kullanımının aerobik stabilite üzerine olan etkisinin incelediği çalışmada, silolamanın 40. gününde açılan silajlara 7 gün süre ile, 186. günde açılan silajlara da 9 gün süre ile aerobik stabilite testi uygulamıştır. Silolamanın 40. gününde kontrol ve LAB inokulantı kullanılan gruplarda lactobacilli sayılarını sırasıyla 3.8 ve <2.0 cfu/g, maya sayılarını 4.2 ve 5.5 cfu/g; 186. gününde kontrol ve LAB inokulantı kullanılan gruplarda ise lactobacilli sayılarını sırasıyla 5.2 ve 7.5 cfu/g, maya sayılarını 8.1 ve 8.5 cfu/g olarak saptamıştır.

Bolsen ve ark. (1996a) % 33.5 KM' ye sahip mısır bitkisinde LAB ve LAB+PAB inokulantının mısır silajlarının aerobik stabilitesi üzerine etkilerini inceledikleri araştırmalarında, 90 günlük silolama dönemi sonunda açılan silajlara 10 gün süreyle aerobik stabilite testi uygulamışlardır. Silajların doğrudan hava ile temas ettiği bu 10 günlük dönemde kontrol, LAB ve LAB+PAB gruplarının pH' larını 6.1, 5.9 ve 5.1; maya sayılarını 8.4 9.1 ve 9.4 cfu/g; küf sayılarını 7.8, 7.6 ve 7.6 cfu/g olarak saptamışlardır. Bu 10 günlük aerobik dönem boyunca kontrol, LAB ve LAB+PAB gruplarının aerobik olarak stabil kalma sürelerini ise sırasıyla 118, 94 ve 122 saat olarak saptamışlardır.

Sebastian ve ark. (1996) propiyonik asit ve *Lactobacillus plantarum*+*Enterococcus faecium* karışımı bir bakteriyel inokulant kullandıkları mısır silajlarını silolamanın son günü (202. gün) açarak silajlara 7 gün süre ile aerobik stabilite testi uygulamışlardır. Silajların pH' larını kontrol, propiyonik asit ve LAB kullanılan gruplarda sırasıyla 5.3, 5.1 ve 5.9; amonyak-N içeriklerini % 1.5, 2.9 ve 4.4; SÇK içeriklerini % 1.2, 1.4 ve 0. 7; laktik asit içeriklerini % 0.0,

0.3 ve 0.1; asetik asit içeriklerini % 0.2, 0.2 ve 0.1 olarak belirlemişlerdir. Lactobacilli sayılarını kontrol, propiyonik asit ve LAB kullanılan gruplarda sırası ile 8.3, 7.6 ve 8.1 cfu/g; maya ve küf sayılarını ise 9.0, 7.0 ve 8.8 cfu/g olarak saptamışlardır. Araştırmacılar aerobik stabilite üzerinde, silajların mikrobiyal popülasyonu ve sıcaklık değişimleri kadar silajların kimyasal bileşimlerinin de etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Meeske ve Basson (1998) *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus bulgarius* ve *Lactobacillus acidophilus* ile amilaz ve sellüloz içeren LAB+enzim karışımı bakteriyal inokulant kullanımının mısır silajlarının fermantasyon ve aerobik stabilite özellikleri üzerine etkilerini inceledikleri araştırmalarında, söz konusu inokulantın silajların pH' sını ve amonyak-N içeriklerini düşürdüğünü belirlerken, silajların doğrudan hava ile temas ettiği 5 günlük aerobik dönem boyunca üretilen CO₂ miktarını kontrol silajlarında 9.9 g/kg, LAB inokulantı kullanılan silajlarda 7.6 g/kg olarak belirlemişlerdir.

Özdüven ve ark. (1999) *Lactobacillus plantarum* kattıkları mısır silajlarını 60 günlük silolama dönemi sonunda 7 gün süreyle aerobik stabilite testine tabi tutmuşlar ve silajların hava ile temas ettiği bu 7 gün boyunca kontrol ve LAB inokulantı katılan silajların pH' larını 6.8; maya sayılarını 8.4 ve 8.0 cfu/g olarak belirlemişlerdir. Bu dönemde ortam sıcaklığının ortalama 21.1 °C olarak gerçekleştiğini ve sıcaklık değerleri üzerinde günün etkisinin önemli olduğunu ($P<0.05$), ancak araştırmada kullanılan *L. plantarum*' un mısır silajlarının aerobik stabilitesini etkilemediğini bildirmişlerdir.

Kung ve ark. (2000) mısır silajında propiyonik asidi 3 farklı (% 0.1, 0.2, ve 0.3) konsantrasyonda kullanarak mısır silajlarının aerobik stabilite üzerine etkilerini inceledikleri çalışmalarında, propiyonik asit kullanımının silajların aerobik stabilitelerini kontrol grubuna göre önemli düzeyde geliştirdiğini saptamışlardır ($P<0.05$). Araştırma sonucunda, silajların bozulma süreleri kontrol ve % 0.2 propiyonik asit ile muamele edilmiş gruplarda sırasıyla 35.3 ve 56 saat olarak saptanmıştır ($P<0.05$).

Ranjit ve Kung (2000) 2 farklı homofermantatif LAB inokulantı (IA ve IB) kullandıkları mısır silajlarını silolamanın 100. gününde açarak silajlara 6 gün süre ile aerobik stabilite testi uygulamışlardır. Araştırma sonucunda LAB inokulantı kullanımının silajların laktat/asetat oranını, amonyak-N düzeyini ve SÇK içeriğini etkilemediğini saptamışlar ve buna dayanarak her iki inokulantın da silolama sırasında 7.5 cfu/g' dan fazla lactobacilli içermesine rağmen silaj fermentasyonunu etkin hale getirmeye yeterli olmadığı sonucuna varmışlardır. Ancak araştırmada her iki inokulantın da beklenmedik bir şekilde mısır silajının aerobik stabilitesini geliştirdiğini saptamışlardır. LAB inokulantı kullanılan silajlarda küf sayılarını (5.7 cfu/g) kontrol grubuna göre (6.1 cfu/g) düşük bulmuşlardır. Araştırmacılar LAB inokulantı kullanılan silajların küf sayılarında meydana gelen bu düşüşün silajların kimyasal yapılarıyla açıklanamayacağını ancak silaj bünyesinde yer alan bazı antifungal bileşiklerin buna neden olabileceğini bildirmişlerdir. Diğer yandan araştırma sonucunda, silajların bozulma sürelerini kontrol, IA ve IB gruplarında sırasıyla 26.5, 32.8 ve 33.0 saat olarak saptamışlardır ($P<0.05$).

Filya (2002a) hamur olum döneminde biçilen (% 36.4 KM) mısır bitkisinde LAB inokulantı ve LAB+enzim karışımı inokulant kullanarak 50 gün boyunca silolamıştır. 50 günlük silolama dönemini sonunda açılan silajlara 5 gün süre ile aerobik stabilite testi uygulanmış ve her iki inokulantın da silajların hava ile temas ettiği bu 5 günlük aerobik dönem boyunca silajların pH' larını etkilemediği bildirilmiştir. Diğer yandan, bu dönemde her iki inokulantın da CO₂ üretimini, maya ve küf popülasyonunu önemli düzeyde ($P<0.05$) artırdığı saptanmıştır. Nitekim kontrol, LAB ve LAB+enzim gruplarında CO₂ üretimleri sırasıyla 12.3, 18.8 ve 23.6 g/kg; maya sayıları 4.8, 7.2 ve 9.9 cfu/g; küf sayıları ise 5.3, 8.6 ve 11.1 cfu/g olarak saptanmıştır.

Basmacıoğlu ve ark. (2003) *Lactobacillus plantarum*+*Pediococcus acidilactici*+amilaz enzimi içeren inokulantı 10⁴ cfu/g LAB ve 10⁶ cfu/g LAB düzeylerinde kattıkları mısır silajlarını silolamanın son günü (56. gün) açarak 7 günlük aerobik stabilite testine tabi tutmuşlardır. Silajların hava ile temas ettiği bu 7 günlük süre boyunca asetik asit, laktik asit, bütrik asit, maya ve küf

içerikleri bakımından kontrol silajı ve inokulantlı silaj grupları arasında görülen farklılığın önemsiz bulunduğunu bildirmişlerdir ($P>0.01$). Bu dönemde kontrol, 10^4 cfu/g LAB ve 10^6 cfu/g LAB düzeyinde LAB katılan silajların maya sayılarını sırası ile 4.3 4.3 ve 4.5 cfu/g; küf sayılarını tüm silajlarda 6.3 cfu/g olarak saptamışlardır.

Filya (2003a) hamur olum döneminde biçilen (% 34.9 KM) mısır bitkisini % 0.23 düzeyinde formik asit, % 0.33 düzeyinde asetik asit ve % 0.43 düzeyinde propiyonik asit ile muamele etmiş ve 60 günlük silolama dönemi sonunda açılan tüm silajlara 5 gün süre ile aerobik stabilite testi uygulamıştır. Bu dönemde mısır silajlarının aerobik stabiliteyi üzerinde asetik ve propiyonik asidin herhangi bir etkisinin görülmediğini fakat formik asidin CO_2 üretimini önemli düzeyde ($P<0.05$) düşürerek silajların aerobik stabiliteyi artırdığını bildirmiştir. Silajların hava ile doğrudan temas ettiği bu 5 günlük aerobik dönem boyunca kontrol, formik asit, asetik asit ve propiyonik asit katılan mısır silajlarının pH' larını sırası ile 3.7, 3.6, 3.7 ve 3.7; CO_2 üretimlerini 7.5, 3.5, 7.1 ve 7.2 g/kg; maya sayılarını 5.3, 0.5, 3.2 ve 3.7 cfu/g; küf sayılarını 3.8, 0.8, 0.8 ve 0.8 cfu/g olarak saptamıştır. Araştırmacı mikrobiyolojik analiz bulgularına göre mısır silajına katılan formik asidin silajlarda bozulmaya neden olan mikroorganizma popülasyonlarının azaltılması üzerinde oldukça etkili olduğunu; silajların maya, küf ve lactobacilli içeriğini önemli düzeyde düşürdüğünü saptamıştır ($P<0.05$).

Filya (2003b) homofermentatif LAB inokulantı kullandığı mısır silajını, 60 günlük silolama dönemi sonunda 5 gün süreyle aerobik stabilite testine tabi tutmuş ve silajların hava ile temas ettiği bu dönemde CO_2 üretimlerini kontrol ve LAB inokulantı katılan grupta sırasıyla 25.5 ve 47.6 g/kg; maya sayılarını 6.5 ve 7.7 cfu/g; küf sayılarını 3.3 ve 2.8 cfu/g olarak saptamıştır.

Filya ve Sucu (2003) mısır, sorgum ve buğday silajlarında homofermentatif LAB inokulantı ve formik asit kullanımının bu silajların aerobik stabiliteyi üzerine olan etkilerini inceledikleri çalışmalarında LAB inokulantının 90 günlük silolama dönemi sonunda açılan ve 5 gün süre ile aerobik stabilite

testi uygulanan silajlarda yoğun bir CO₂ çıkışına neden olduğunu ($P<0.05$), buna karşın formik asidin silajlardaki CO₂ çıkışını önemli düzeyde düşürerek ($P<0.05$) silajların aerobik olarak stabil kalmalarını sağladığını saptamışlardır. 5 günlük aerobik dönem sonunda kontrol, LAB inokulantı ve formik asit katılan silajların pH değerleri sırası ile 4.0, 3.8 ve 3.1; CO₂ üretimleri 9.8, 14.2 ve 4.6 g/kg olarak saptanmıştır. Kontrol, LAB inokulantı ve formik asit katılan silajların maya sayıları sırası ile 5.2, 7.9 ve 0.6 cfu/g; küf sayıları 3.3, 3.1 ve 0.3 cfu/g olarak saptanmış ve formik asidin mısır silajlarındaki maya ve küf popülasyonlarını kontrol ve LAB inokulantı kullanılan silajlara göre önemli düzeyde düşürdüğü belirlenmiştir ($P<0.05$).

Filya ve ark. (2003a) hamur olum döneminde hasat edilen (% 34.0 KM) mısır bitkisinde 2 farklı homofermentatif LAB inokulantı (IA ve IB) kullanımının mısır silajının aerobik stabilite özellikleri üzerine etkilerini inceledikleri çalışmada, silajları 90 günlük silolama dönemi sonunda açarak silajlara 5 gün süre ile aerobik stabilite testi uygulamışlardır. Silajların hava ile temas ettiği bu 5 günlük süre sonunda kontrol, IA ve IB katılan silajların pH değerlerini sırası ile 4.0, 3.7 ve 3.8; CO₂ üretimlerini sırası 4.4, 4.0 ve 5.1 g/kg; maya sayılarını 4.9, 1.5 ve 1.8 cfu/g; küf sayılarını 8.4, 7.2 ve 8.0 cfu/g olarak saptamışlardır. Bu test sonuçlarına göre her iki inokulantın da silajların pH, CO₂ üretimi ve küf sayılarını etkilemediğini ancak maya sayılarını önemli düzeyde düşürdüğünü belirlemişlerdir ($P<0.05$).

Filya ve ark. (2003b) 2 farklı homofermentatif LAB inokulantı (IA ve IB) kullandıkları mısır silajlarını 60 günlük silolama dönemi sonunda 5 gün süre ile aerobik stabilite testine tabi tutmuşlardır. Silajların hava ile doğrudan temas ettiği bu dönem sonunda pH değerlerini hem kontrol hem de inokulantlı gruplarda 3.9; CO₂ üretimlerini kontrol, IA ve IB katılan silaj gruplarında sırası ile, 6.5, 17.4 ve 28.1 g/kg; maya sayılarını 5.0, 10.1 ve 16.9 cfu/g; küf sayılarını 6.2, 9.8 ve 13.2 cfu/g olarak saptamışlardır. Araştırmada kullanılan LAB inokulantlarının mısır silajlarının pH' larını etkilemediğini buna karşın CO₂ üretimlerini ile maya ve küf sayılarını önemli düzeyde artırdığını bildirmişlerdir ($P<0.05$). Bu 5 günlük aerobik dönem sonunda silajların pH, CO₂, maya ve küf

içerikleri bakımından LAB inokulantı katılan silajlar ile kontrol grubu silajlar arasındaki farklılıkların önemli bulunduğunu bildirmişlerdir ($P<0.05$).

Filya ve ark. (2004a) propiyonik asit bakteri inokulantı (PAB), LAB inokulantı ve LAB+PAB inokulantı kattıkları buğday, mısır ve sorgum silajlarını silolamanın 60. gününde açarak 5 gün süre ile aerobik stabilite testine tabi tutmuşlardır. Bu test sonucunda tek başına PAB katılan tüm silajların etkili bir şekilde korunduğunu ve aerobik stabilitelelerinin diğer inokulantlı silaj gruplarına göre önemli düzeyde geliştiğini saptamışlardır ($P<0.05$). Kontrol, LAB, PAB ve LAB+PAB kullanılan silajlarda CO₂ üretimlerini sırası ile 25.6, 44.5, 5.8 ve 31.9 g/kg olarak belirlemişlerdir. Araştırmacılar LAB+PAB kombinasyonunun mısır, sorgum ve buğday silajlarının aerobik stabilitesini geliştirmede yetersiz kaldığını bildirmişlerdir.

Filya ve ark. (2004b) hamur olum döneminde (% 33.7 KM) hasat edilmiş mısır bitkisini % 0.2, 0.3 ve 0.4 FAT kullanarak silolamışlar ve 90 günlük silolama dönemi sonunda açılan silajlara 5 gün süre ile aerobik stabilite testi uygulamışlardır. Bu 5 gün boyunca doğrudan hava ile temas eden silajlarda CO₂ üretimlerini kontrol, % 0.2, 0.3 ve 0.4 FAT katılan silajlarda sırası ile 95.4, 89.3, 87.3 ve 82.1 g/kg; pH' larını 4.7, 3.9, 3.8 ve 3.7; maya sayılarını 14.7, 11.5, 10.7 ve 8.5 cfu/g; küf sayılarını 17.5, 10.8, 9.1 ve 7.2 cfu/g olarak saptamışlardır.

Kung ve ark. (2004) daneleri yüksek nem içeriğine sahip mısır bitkisini % 0.1 ve 0.2 propiyonik asit temelli koruyucu (PAT) ile, tek başına LAB inokulantı ve % 0.1 ve 0.2 PAT+LAB kombinasyonu kullanarak silolamışlar ve fermantasyonun son döneminde (120. gün) açtıkları silajların aerobik stabilitelelerini belirlemişlerdir. Kontrol silajının 116 saat stabil kaldığını, beklenin aksine % 0.1 PAT+LAB kombinasyonunun kontrol silajına göre aerobik olarak stabil kalma süresini etkilemediğini fakat % 0.2 PAT+LAB kombinasyonu kullanılan silajlarda tüm silajlara göre en yüksek aerobik stabilitenin sağlandığını (390 saat) saptamışlardır. Tek başına LAB kullanılan silajların ise aerobik olarak stabil kalma sürelerinin kontrol silajından daha kısa olduğunu bildirmişlerdir.

Filya ve Sucu (2005) süt olum döneminde hasat edilen % 21.8 KM içeriğine sahip mısır bitkisini % 0.1, 0.15, 0.2, 0.25, 0.3, 0.35 ve 0.4 FAT kullanarak silolamışlar ve silolamanın 90. gününde açılan silajlara 5 gün süre ile aerobik testi uygulamışlardır. Bu 5 gün boyunca hava ile temas eden mısır silajların pH değerlerini kontrol, % 0.1, 0.15, 0.2, 0.25, 0.3, 0.35 ve 0.4 FAT katılan silaj gruplarında sırasıyla 4.4, 4.1, 4.0, 3.9, 3.8, 3.6, 3.5 ve 3.4 olarak saptamışlar ve FAT katılan silajların pH' larının kontrol silajından önemli derecede düşük bulunduğunu bildirmişlerdir ($P<0.05$). 5 günlük dönem boyunca kontrol, % 0.1, 0.15, 0.2, 0.25, 0.3, 0.35 ve 0.4 FAT katılan silaj gruplarında CO₂ üretimlerini sırasıyla 6.9, 7.0, 7.1, 7.0, 5.6, 4.7, 4.7 ve 4.6 g/kg olarak saptamışlar, % 0.3 ve 0.4 FAT katılan silajlarda diğer silajlara göre daha düşük bir CO₂ retimi meydana geldiğini ve bu silajlar ile diğer silajlar arasındaki farklılığın önemli düzeyde olduğunu bildirmişlerdir ($P<0.05$). Diğer yandan kontrol, % 0.1, 0.15, 0.2, 0.25, 0.3, 0.35 ve 0.4 FAT katılan silaj gruplarında maya sayılarını sırası ile 4.0, 3.9, 3.9, 3.8, 2.0, 1.6, 1.8 ve 1.6 cfu/g; kf sayılarını ise 4.7, 3.9, 3.2, 2.5, 1.8, 1.5, 1.1 ve 0.5 cfu/g olarak saptamışlar, % 0.3 ve 0.4 FAT katılan silajların maya sayılarının diğer silajlara göre önemli düzeyde düşük olduğunu ($P<0.05$), sadece % 0.1 FAT katılan silaj hariç tüm silajların kf sayılarının kontrol silajına göre önemli düzeyde düşük bulunduğunu bildirmişlerdir ($P<0.05$).

Filya ve ark. (2005a) PAB inokulantı, LAB inokulantı ve PAB+LAB kombinasyonu kullanarak 60 gün boyunca siloladıkları mısır silolama dönemi sonunda 5 gün süre ile aerobik stabilite testine tabi tutmuşlar ve PAB kullanımının mısır silajlarındaki CO₂ üretimini diğer silajlara göre önemli düzeyde düşürdüğünü saptamışlar ($P<0.05$) ve CO₂ üretimlerini kontrol, LAB, PAB, ve PAB+LAB kullanılan silajlarda sırası ile 25.6, 44.5, 5.8 ve 31.9 g/kg olarak bildirmişlerdir. Diğer yandan PAB katılan silajların maya (<2.0 cfu/g) ve kf (<2.0 cfu/g) sayılarının diğer gruplara göre düştüğünü bildirmişlerdir. Bu 5 günlük dönemde kontrol, LAB, PAB+LAB katılan silajların maya sayılarını ise sırası ile 6.1, 8.3 ve 5.3 cfu/g; kf sayılarını 4.5, 4.8 ve 3.0cfu/g olarak saptamışlardır. PAB kullanımının fermentasyon sırasında ürettiği propiyonik ve asetik asit sayesinde mısır silajlarındaki maya ve küf gelişimini engelleyerek silajların

aerobik stabilitelerini geliştirdiği sonucuna varmışlardır. LAB kattıkları mısır silajlarının ise aerobik olarak stabil olmadıklarını belirtmişlerdir. Bunun nedenini de bu silajlarda yoğun olarak üretilen laktik asidin bazı mayalar tarafından besin maddesi olarak kullanılması sonucu maya popülasyonunun artış göstermesi ve bunun da silajlarda aerobik bozulmaya yol açması olarak bildirmişlerdir.

2.3. Bakteriyal inokulantlar ve Organik Asitlerin *In Vitro* Gaz Üretimi ve OM Sindirilebilirliği Üzerine Etkileri

In vitro yöntemler yaklaşık 40-50 yıldır gerek kaba, gerekse yoğun yemlerin sindirilme dereceleri ve yem değerinin saptanmasında kullanılmaktadır. *In vitro* yöntemler içerisinde son zamanlarda giderek artan oranlarda başvurulan yöntem "gaz üretim tekniğidir". Bu yöntem, hayvandan alınan rumen sıvısı ile gaz sızdırmaz tüpler içerisindeki yem örneğinin değişik sürelerdeki fermantasyonu sonucu açığa çıkan gazların hacminin ölçülerek yemlerin organik maddelerinin (OM) sindirilebilirliğinin saptanması esasına dayanmaktadır (Menke ve Steingass 1988).

Rumen mikroorganizmaları gelişimleri için gerekli olan enerjiyi karbonhidratların fermantasyonu sonucu oluşan uçucu yağ asitleri (UYA), CO₂ ve metandan (CH₄) karşılarlar aynı zamanda da mikrobiyal biokitlenin sentezi için gerekli olan karbon iskeletini de bu yolla sağlarlar (Beever, 1993). UYA rumen mukozasından emilerek mukozal hücrelere enerji sağlar. UYA üretiminden ve rumendeki bikarbonat tamponundan oluşan gaz atmosfere verilir. Bu gaz *in vitro* olarak ölçülen gazdır. Yemlerin *in vitro* olarak rumen sıvısında inkübe edilmeleri sonucu bünyelerindeki karbonhidratların fermantasyonuyla UYA, CO₂, CH₄ ve mikrobiyal hücreler oluşur. Gaz üretimi karbonhidratların UYA' ne fermente olması sonucu oluşur. Gaz üretim tekniğinde saptanan gaz, fermantasyon sonucu oluşan direkt gaz ile UYA' nin tamponlanması sırasında oluşan indirekt gazdan oluşur. Kullanılan substrat eğer ağırlıklı olarak asetat ve bütrata fermente oluyorsa, gaz üretimi daha fazla olmaktadır. Diğer yandan eğer substrat, asitleri tamponlamak için sadece

propiyonata fermente oluyorsa düşük gaz üretimi gözlenir ve oluşan gaz sadece indirekt gazdır (Blümmel ve Ørskov, 1993).

Bakteriyal inokulantlar ile yapılan çalışmalarda inokulantların silajların besin maddeleri parçalanabilirliği üzerine etkilerinin genellikle olumlu yönde olduğu bildirilmektedir (Castle 1986; Bolsen ve ark. 1996a). Bakteriyal inokulantların KM ve sellüloz parçalanabilirliğini artırdığı belirtilmektedir. Ancak LAB' nin hücre duvarı bileşenleri ve diğer komponentler üzerine olan etki mekanizmaları tam olarak açıklanamamıştır. İnokulant kullanılarak hazırlanan silajlardaki düşük pH' nın hemisellülozun asit hidrolizini artırdığı ve bunun hücre duvarı fraksiyonlarını açarak rumen mikroorganizmalarınca daha kolay sindirilebilir hale geldiği belirtilmektedir (Bolsen ve ark. 1996a). Luther (1986)' in inokulant kullanımının mısır silajının kalitesi ve besin maddelerinin sindirilebilirliği üzerine etkilerini incelediği araştırmasında, inokulant kullanılan gruplarda KM ve HP parçalanabilirliği kontrol grubu silajlara göre daha yüksek olduğunu belirlemiş ve KM parçalanabilirliğini kontrol ve inokulant kullanılan gruplarda sırasıyla % 65.7 ve % 68.5; HP parçalanabilirliğini de %58.9 ve %59.8 olarak saptamıştır. Ayrıca LAB inokulantları, ruminatlardaki KM tüketimini artırmakta (Rooke ve Kafilzadeh 1994), KM tüketimindeki bu artıştan silajların sindirilebilirliği de olumlu yönde etkilenmektedir (Flores ve ark. 1999; Kleinmans ve Hooper 1999). Nitekim mısır bitkisinde (% 27.6 KM) LAB+enzim karışımı bakteriyal inokulant kullanımının *in vitro* sindirilme derecesi ve kuzuların besi performansı üzerindeki etkilerinin incelendiği bir çalışmada, LAB+enzim karışımı bakteriyal inokulant kullanımının *in vitro* OM sindirilebilirliğini arttırdığını ve bu silajları tüketen kuzuların kontrol grubuna göre daha iyi bir besi performansı gösterdikleri saptanmıştır (Meeske ve Basson 1998). LAB inokulantı kullanımının kuzuların performansları üzerindeki etkilerinin incelendiği bir başka araştırmada da benzer sonuçlar elde edilmiş olup, inokulant kullanımının mısır ve buğday silajlarının OM parçalanabilirliğini önemli düzeyde artırdığı saptanmıştır ($P<0.01$) (Kleinmans ve Hooper 1999). Keady ve ark. (1994) *L. plantarum* kullanımının silaj fermantasyonunda herhangi bir gelişme sağlamaksızın silaj tüketimi ile hayvanların performanslarında artış sağladığını bildirmişlerdir.

In vitro gaz üretimi hayvanların KM tüketimlerini belirlemek amacıyla da kullanılabilir. Çeşitli araştırmacılar KM tüketimi ile gaz üretimi arasında yüksek bir korelasyonun olduğunu bildirmişlerdir (Blümmel ve Becker 1997; Chenost ve ark. 1997; Fernandez-Rivera 1997; Romney ve ark. 1997). Blümmel ve Ørskov (1993) ekponensiyel modele dayalı $P = a + b(1 - e^{-ct})$ fermantasyon kinetiklerini ve sığırlarda yem tüketimi belirlemek için gaz üretim tekniğini adapte etmişler ve sonuçta çoklu regresyon modelindeki denklemde tanımlanan toplam gaz üretim değeri ($a+b$) ile yem tüketimi (0.88), parçalanabilir KM tüketimi (0.93) ve büyüme (0.95) arasında yüksek düzeyde bir korelasyon olduğunu belirlemişlerdir.

Filya (2003b), mısır, sorgum ve buğday bitkisini *L. plantarum*, *L. buchneri* ve bunların kombinasyonunu kullanarak 60 gün boyunca silolamıştır. Silolama dönemi sonunda açılan mısır silajlarının 48 saatlik inkübasyon süresi sonunda *in situ* rumen KM parçalanabilirliklerini kontrol ve *L. plantarum* katılan silajlarda sırası ile % 53.4 ve 54.1 olarak, OM parçalanabilirliklerini ise % 54.7 ve 55.4 olarak belirlemiştir. Araştırmacı LAB inokulantı kullanımının mısır silajlarının KM ve OM parçalanabilirliklerini etkilemediğini bildirmiştir.

Filya (2003c), mısır (% 23.5 KM) ve sorgum (% 22.2 KM) bitkisini *L. plantarum*, *L. buchneri* ve bunların kombinasyonunu kullanarak 90 gün boyunca silolamıştır. Silolama dönemi sonunda açılan mısır silajlarının 48 saatlik inkübasyon süresi sonunda *in situ* rumen KM parçalanabilirliklerini kontrol ve *L. plantarum* katılan silajlarda sırası ile % 46.4 ve 46.6 olarak belirlerken, OM parçalanabilirliklerini % 47.8 ve 48.3 olarak belirlemiştir.

Filya ve ark. (2003a), hamur olum döneminde hasat edilmiş (% 34.0 KM) mısır bitkisini 2 farklı homofermantatif LAB inokulantı kullanarak 90 gün boyunca silolamışlardır. Araştırmacılar silolama dönemi sonunda açılan silajların 48 saatlik inkübasyon süresi sonunda *in situ* rumen KM ve OM parçalanabilirliklerinin bir miktar arttığını ancak bu artışın istatistiki olarak önemsiz olduğunu belirlemişlerdir ($P > 0.05$). Kontrol, İA ve İB kullanılan

silajlarda KM parçalanabilirliklerini sırası ile % 56.9, 57.8 ve 58.4; OM parçalanabilirliklerini % 60.6, 62.5 ve 61.7 olarak bildirmişlerdir.

Filya ve ark. (2005b), hamur olum döneminde hasat edilmiş (% 33.7 KM) mısır bitkisini % 0.20, 0.30 ve 0.40 düzeylerinde FAT kullanarak 90 gün boyunca silolamışlardır. Silolama dönemi sonunda açılan silajların 48 saatlik inkübasyon süresi sonunda *in situ* rumen KM ve OM parçalanabilirliklerinin arttığını ve en büyük artışın 0.3 ve 0.4 FAT kullanılan silajlarda meydana geldiğini saptamışlardır. Kontrol, % 0.2, 0.3 ve 0.4 FAT kullanılan silajlarda KM parçalanabilirliklerini sırası ile % 45.5, 47.0, 49.1 ve 51.4 olarak, OM parçalanabilirliklerini % 47.9, 49.3, 51.5 ve 53.4 olarak bildirmişlerdir.

Filya ve Sucu (2005), süt olum döneminde hasat edilmiş (% 21.8 KM) mısır bitkisini % 0.1, 0.15, 0.2, 0.25, 0.3, 0.35 ve 0.4 düzeylerinde FAT kullanarak 90 gün boyunca silolamışlardır. Silolama dönemi sonunda açılan silajların 48 saatlik inkübasyon süresi sonunda *in situ* rumen KM parçalanabilirliklerini kontrol ve % 0.1, 0.15, 0.2, 0.25, 0.3, 0.35 ve 0.4 FAT kullanılan silajlarda sırası ile % 46.2, 46.4, 46.8, 46.9, 47.6, 47.9, 51.0 ve 53.7 olarak belirlerken, OM parçalanabilirliklerini % 48.2, 48.4, 49.6, 50.0, 50.4, 50.3, 53.0 ve 54.0 olarak belirlemişlerdir. Araştırmacılar % 0.35 ve 0.4 düzeylerinde katılan FAT' in silajların KM ve OM parçalanabilirlikleri üzerinde daha etkili olduğunu ve bu silajların KM ve OM parçalanabilirliklerinin kontrol silajına göre önemli düzeyde arttığını bildirmişlerdir ($P<0.05$).

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Silaj materyali

Araştırmada Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezi'nde yetiştirilen C-955 mısır çeşidi (*Zea mays* L.) kullanılmıştır.

3.1.2. Kullanılan katkı maddeleri

1. Formik asit temeline dayalı koruyucu (FAT, KemiSile 2000, (KemiSile®, Kemira Oyj - Industrial Chemicals, Finland)). Üretici firmanın bildirdiğine göre ürün %55 formik asit, %24 amonyum format, %5 propiyonik asit, %1 benzoik asit, %1 benzoik asit esteri ve %14 su içermektedir.
2. Homofermantatif LAB inokulantı (Pioneer 1132, Pioneer®, Hi Bred International Inc., Des Moines, USA). *Lactobacillus plantarum* ve *Enterococcus faecium* içermekte olup üretici firmanın bildirdiğine göre toplam mikroorganizma sayısı 1.25×10^{11} cfu/g'dır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Mısır silajlarının yapılması

Araştırmada kullanılan mısır süt olum (% 26.4 KM) döneminde hasat edilmiş ve silaj makinesinde yaklaşık 2.0 cm boyutunda parçalanmıştır. Parçalanmış mısır, katkı maddeleri ilave edildikten sonra yaklaşık 30 kg kapasiteli, 90x60 cm boyutlarında, 0.3 mm kalınlığında ve hava geçirmeyen plastik torbalara silolanmıştır. Torbaların ağızları hava almayacak şekilde PVC bantlarla sıkıca kapatılmıştır. Araştırmada her uygulama için (kontrol, % 0.3, 0.4 ve 0.5 FAT, LAB, % 0.3 FAT+LAB, % 0.4 FAT+LAB ve % 0.5 FAT+LAB) 3 paralelden oluşan toplam 24 adet torba silaj yapılmıştır. Silolama dönemi sonunda açılan bu silajlarda kimyasal ve mikrobiyolojik analizler yapılmış olup aynı zamanda silajlara 5 gün süre ile aerobik stabilite testi uygulanmıştır.

3.2.2. Katkı maddelerinin uygulanması

Kullanılan katkı maddeleri aşağıda belirtildiği şekilde uygulanmıştır.

1. Kontrol grubu, katkı maddesi içermemektedir.
2. FAT; yaklaşık olarak 2.0 cm boyutunda parçalanmış 30 kg mısıra % 0.3 (300 ml FAT), 0.4 (400 ml FAT), ve 0.5 (500 ml FAT), düzeylerinde uygulanmıştır.
3. LAB; 0.24 g tartılarak 20 ml çeşme suyunda çözündürülmüş ve 30 kg mısıra homojen bir şekilde püskürtülerek iyice karıştırılmıştır. Böylece mısıra 1×10^6 cfu/g düzeyinde LAB katılmıştır.
4. FAT+LAB; % 0.3 FAT+LAB (300 ml FAT+0.24 g LAB), % 0.4 FAT+LAB (400 ml FAT+0.24 g LAB), % 0.5 FAT+LAB (500 ml FAT+0.24 g LAB) şeklinde hazırlanmıştır. Hazırlanan kombinasyonlar, 30 kg mısıra homojen bir şekilde püskürtülerek iyice karıştırılmıştır.

3.2.3. Kimyasal analizler

Araştırmada kullanılan taze ve silaj materyallerinin pH, KM, HK, HP ve amonyak-N içerikleri Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü Araştırma ve Uygulama Laboratuvarı'nda AOAC (1990)'da bildirilen klasik yöntemlere göre, SÇK içerikleri Dubois ve ark. (1956) tarafından bildirilen fenol sülfürik asit yöntemine göre belirlenmiştir. Hücre duvarı bileşenleri Van Soest ark. (1991) tarafından bildirilen yöntemine göre, silo asitleri ise Akyıldız (1984) tarafından bildirilen Lepper yöntemine göre saptanmıştır.

3.2.3.1. pH ölçümü

Silaj örneklerinden 40 g tartılarak üzerine 360 ml saf su ilave edilmiş 3 dakika süre ile çalkalayıcıda çalkalandıktan sonra Whatman No:1 süzme kağıdı kullanılarak süzülür. pH metrenin probu süzük içerisine daldırılarak sabit bir değer elde edinceye kadar beklendikten sonra pH değerleri okunarak kaydedilmiştir.

3.2.3.2. Kuru madde

Taze ve silaj materyallerine ait örneklerin KM içerikleri yaklaşık 200-250 g yaş örnek 60 °C de 48 saat havalı kurutma dolabında tutulduktan sonra belirlenmiştir.

$$\text{KM (\%)} = \frac{(\text{dara+kuru örnek}) - \text{dara}}{(\text{dara+örnek}) - \text{dara}} \times 100$$

3.2.3.3. Ham kül

Yem örneklerinin ham kül içerikleri ise, 3 g yem örneğinin porselen kroze içersine tartılarak ayarlanabilir kül fırınında 550-600 °C' de kademeli olarak yakılmasıyla saptanmıştır.

3.2.3.4. Ham protein

Örneklerin HP içerikleri Kjeldahl yöntemine (Nx6.25) göre belirlenmiştir. Bu yöntemle göre, 1 mm çapında öğütülmüş yem örneğinden tartılarak yakma tüpüne aktarılmış ve üzerine bir ölçü kaşığı yardımıyla yaklaşık 4-6 g yakma tozu konulmuştur. Daha sonra tüplere 15 ml H₂SO₄ eklenmiştir. Yakma tüpü, yakma setine konularak 200-250 °C arasında 15-20 dk süre ile ön yakmaya tabi tutulmuş, bu süre sonunda sıcaklık 380 °C'ye getirilmiş ve karışımın sarımsı yeşil bir renk alarak berraklaşmasından sonra 380 °C'de yakma işlemi en az 20-30 dk daha sürdürülmüştür. Bundan sonra damıtma işlemine geçilmiştir. Damıtma sırasında, açığa çıkan amonyağı tutmak üzere bir erlene % 2' lik borik asit (H₃BO₃) çözeltisinden 50 ml konulmuş ve üzerine 3-4 damla indikatör damlatılmıştır. Yakma tüpü damıtma aygıtındaki yerine takılarak üzerine 75 ml % 40' lık NaOH çözeltisi eklenmiştir. Yaklaşık 10-12 dk süren damıtma işlemi sonunda 0.1 N HCl çözeltisi kullanılarak titrasyon yapılmıştır. Titrasyon işlemine erlen içersindeki yeşil renk açık pembe renge dönüşene kadar devam edilmiş ve bu noktada titrasyona son verilerek harcanan H₂SO₄ miktarı (ml) kaydedilmiştir.

$$0.1 \times 0.014 \times 6.25 \times (\text{titrasyonda kullanılan HCL' nin ml' si}) \times 100$$

$$\text{HP, (\%)} = \frac{\text{Örnek miktarı, g}}{\text{Örnek miktarı, g}}$$

Örnek miktarı, g

3.2.3.5. Suda çözünebilir karbonhidrat

SÇK analizi için yaklaşık 40 g silaj örneği üzerine 360 ml saf su (1/9) ilave edilerek 3 dakika süre ile çalkalayıcıda çalkalandıktan sonra Whatman no: 1 filtre kâğıdından süzölmüştür. Daha sonra elde edilen süzük tekrar 1:9 oranında seyreltilmiştir. Bu seyreltilmiş ekstraktan otomatik pipet yardımıyla 1 ml alınarak deney tüpüne aktarılmış, üzerine 1 ml saf su, 0.150 ml % 80' lik fenol çözeltisi ile 5 ml % 98' lik sülfürik asit (H₂SO₄) çözeltisi ilave edilmiştir ve tüpler 30 saniye süre ile vortekste karıştırılmıştır. Daha sonra tüpler 15 dakika soğumaya bırakılmıştır. Soğuyan örnekler spektrofotometre cihazının kuvvetlerine konulmuş ve 490 nm dalga boyunda absorpsiyon değerleri okunarak kaydedilmiştir.

3.2.3.6. Nötr deterjanda çözünmeyen lif

600 ml' lik bir beher içerisine elek çapı 1 mm olan değirmende öğütölmüş 0.5 g yem örneği, 50 ml NDF çözeltisi, 1 ml decahidro naftalin (C₁₀H₁₈) ve 0.25 g kadar sodyum disülfid (Na₂S₂O₅) ilave edilmiştir. Karışım ısıtıcı düzeneğe yerleştirilmiş ve kaynamaya başladıktan sonra 1 saat daha kaynatılmış ve bu süre bitiminde de tara ağırlığı kaydedilmiş olan (1. tartı) filtrelili cam krozede (Gooch, prozite: 1) sıcak saf su ile yıkanmıştır. Cam kroze içindeki NDF kalıntısı asetonla son bir süzme işleminden geçirilmiştir. Daha sonra 1 gece boyunca etüvde 100 °C de kurutulmuş ve soğuduktan sonra da tartılmıştır (2. tartı). Örneklerin NDF içerikleri aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\text{NDF, \%} = [(2. \text{ tartı} - 1. \text{ tartı}) / (\text{örnek miktarı})] \times 100$$

1. tartı = Boş kroze ağırlığı, g

2. tartı = NDF kalıntısı içeren etüvde kurutulmuş olan krozenin ağırlığı, g

3.2.3.7. Asit deterjanda çözünmeyen lif

600 ml' lik bir beher içersine elek çapı 1 mm olan değirmende öğütülmüş 0.5 g yem örneği, 50 ml ADF₁ çözeltisi ve 1 ml decahidro naftalin ilave edilerek ısıtıcı düzeneğe yerleştirilmiş ve kaynamaya başladıktan sonra 1 saat daha kaynatılmıştır. Bu sürenin sonunda dara ağırlığı kaydedilmiş olan (1. tartı) filtreli cam krozede sıcak saf su ve asetonla süzdürüldükten sonra 1 gece boyunca etüvde 100 °C de kurutulmuş ve soğuduktan sonra da tartılmıştır (2. tartı). Örneklerin ADF içerikleri aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\text{ADF, \%} = (2. \text{ tartı} - 1. \text{ tartı}) / (\text{örnek miktarı}) \times 100$$

1. tartı = Boş kroze ağırlığı, g
2. tartı = ADF kalıntısı içeren etüvde kurutulmuş olan krozenin ağırlığı, g

3.2.3.8. Asit deterjanda çözünmeyen lignin

ADL analizi için ADF analizinde uygulanan prosedür kullanılmıştır. İçerisinde ADF kalıntısı bulunan cam kroze ADF hesabı için tartıldıktan sonra cam krozenin içinde kalan örnek, ADF₂ çözeltisi (% 72' lik H₂SO₄) ile 2-3 kez süzdürüldükten sonra oda sıcaklığında 3 saat bekletilmiştir. Bu sürenin sonunda asitinden arındırmak için sıcak saf su ile yıkanmıştır. Bu işlemden sonra 1 gece boyunca etüvde 100 °C de kurutulmuş ve soğuduktan sonra da tartılmıştır (3. tartı).

$$\text{ADL, \%} = [(3. \text{ tartı} - 1. \text{ tartı}) / (\text{örnek miktarı})] \times 100$$

1. tartı = Boş kroze ağırlığı, g
2. tartı = % 72' lik H₂SO₄ ile süzdürülmüş ve etüvde kurutulmuş ADL kalıntısı içeren krozenin ağırlığı, g

Yemlerin NDF, ADF ve ADL içerikleri arasındaki farktan yararlanılarak selüloz ve hemiselüloz içerikleri saptanmıştır.

$$\text{Sellüloz, \%} = \text{ADF} - \text{ADL}$$

$$\text{Hemisellüloz, \%} = \text{NDF} - \text{ADF}$$

3.2.4. Silo asitleri analizleri

Silo asitleri analizlerinin aşamaları aşağıda belirtilmiştir.

Silajın hazırlanması

Darası alınmış 1000 ml' lik bir beher içerisinde 100 g silaj örneği tartılmış ve üzerine 1 lt saf su konulmuştur. Bu karışım en az 12 saat oda sıcaklığında bekletilmiştir. Bu bekleme süresi boyunca karışım birçok kez çalkalanmıştır. Bu sürenin sonunda 1000 ml' lik bir beher alınarak üzerine bir huni yerleştirilmiştir. Huninin üzerine bir kurutma kağıdı konularak silajın sıvı kısmının süzülmesi sağlanmıştır.

Şekerden arındırma

250 ml' lik bir ölçü silindirine hazırlanan süzükten 200 ml alınarak, üzerine 20 ml kireç sütü (200 g kalsiyum oksit (CaO) suda çözündürülmüş 1 lt' ye tamamlanır) ve 10 ml bakır sülfat (200 g bakır sülfat (CuSO₄5H₂O) suda çözündürülüp 1 lt' ye tamamlanır) ilave edilmiş ve cam cubukla karıştırıldıktan sonra 1 saat bekletilmiştir. Daha sonra yine kurutma kağıdı ile tekrar süzülerek berrak bir süzük elde edilmiştir.

Asetik ve bütrik asit tayini

500 ml' lik bir cam balona şekerden arındırılan berrak süzükten 200 ml konulmuş, üzerine 5 ml seyreltik sülfürik (konsantre sülfürik asit saf su ile 1:1 oranında karıştırılır) asit çözeltisi ilave edilmiştir. Cam balonun içine birkaç kaynama taşı konulmuş ve kısa bir süre çalkalanan cam balon önceden hazırlanan destilasyon cihazına yerleştirilmiştir. Soğutucu düzeneğin diğer ucuna da 100 ml' lik örnek toplanacak ölçü balonu yerleştirilmiştir. Kaynamaya başlayınca ısıtıcının sıcaklığı düşürülmüştür ve yaklaşık 20 dakikada balondaki karışım yoğunlaşarak ölçü balonunun içinde 100 ml' lik damıtık madde toplanmıştır. Daha sonra bu balon alınarak yerine hemen 50 ml'lik ölçü balonu yerleştirilmiştir. Bu balonda da yaklaşık 10 dakikada 50 ml damıtık madde toplanmıştır. Toplanan damıtıklardan 100 ml'lik olan D₁, 50 ml'lik olan D₂ olarak adlandırılmıştır.

Laktik asit tayini

Buraya kadar yapılan bütün işlemlerden sonra destilasyon balonunda 55 ml örnek kalmıştır. Bu örneğin üzerine 55 ml krom sülfür asit çözeltisi (45.5 g krom asidi saf su içerisinde çözündürülür, üzerine 45.5 ml sülfürik asit eklenip saf su ile 1lt' ye tamamlanır) eklenerek geriye soğutucu sisteme takılmış ve kaynatmaya devam edilmiştir. Kaynamaya başladıktan sonra 5 dk kaynamaya bırakılmıştır. 5 dk' nın sonunda balon alınarak üzerine 100 ml saf su eklenmiş ve tekrar soğutucuya takılmıştır. Soğutucunun diğer ucuna da 50 ml' lik damıtık çözeltinin toplanacağı ölçü balonu konulmuştur. Toplanan bu 50 ml' lik damıtık D₃ olarak adlandırılmıştır.

Titrasyon

Üç damıtma ürünü, hazırladığımız indikatörden (1g fenolfitaleyn 100 ml etil alkol ile çözündürülür) 3-4 damla damlatılarak 0.05 N (2 g NaOH saf su ile 1 lt' ye tamamlanır) NaOH ile titre edilmiştir. Bu şekilde harcanan NaOH miktarı ml olarak kaydedilmiştir.

$$\text{Asetik asit, \%} = 0.0962 D_2 - 0.0213 D_1$$

$$\text{Bütrik asit, \%} = 0.0431 D_1 - 0.0680 D_2$$

$$\text{Laktik asit, \%} = 0.1230 D_3 - (0.0086 \times \text{asetik asit} + 0.0029)$$

3.2.5. Amonyak azotu tayini

Amonyak-N tayini için yaklaşık 40 g silaj örneği, üzerine 360 ml saf su (1/9) ilave edilerek 3 dk süre ile çalkalayıcıda çalkalandıktan sonra Whatman no: 1 filtre kâğıdı kullanılarak süzölmüştür. Daha sonra elde edilen süzükten 100 ml alınarak Kjeldahl destilasyon ünitesine yerleştirilmiş ve 12 dakika süre ile destile edilmiştir. Damıtma sonucunda açık pembe renk elde edilinceye kadar 1 N HCl ile titre edilmiştir. Bu şekilde harcanan HCl miktarı ml olarak kaydedilmiştir.

3.2.6. Mikrobiyolojik analizler

Araştırmada kullanılan taze ve silolanmış mısırın içerdikleri lactobacilli, maya ve küf gibi mikrobiyal populasyonlar Filya ve ark. (2000) tarafından belirlenen yöntemlere göre saptanmıştır. Bu yönteme göre açılan silajlardan steril naylon torbalara 40' ar g örnek alınmış ve üzerlerine 360 ml steril deionize su ilave edilerek 3 dk süre ile çalkalayıcıda çalkalanmıştır. Bu karışımdan steril fizyolojik su (8.5 g saf NaCl/l) kullanılarak seyreltme yöntemiyle yeni karışımlar elde edilmiştir. Lactobacilli sayımında besi ortamı olarak Rogosa agar kullanılmıştır. Rogosa agar otoklavda 121 C de 30 dakika süre ile sterilize edilmiştir. Daha sonra agar steril petri kaplarına yayılarak üzerlerine 1 ml örnek konulmuştur. 30 C de 3 gün süre ile inkübatörde tutulduktan sonra lactobacilli sayımı koloni sayma cihazında gerçekleştirilmiştir. Maya ve küf sayımı için besi ortamı olarak malt ekstrakt agar kullanılmıştır. Steril petri kaplarına, laktik asit konularak sterilize edilmiş malt ekstrakt agar yayılarak donması beklenmiştir. Daha sonra üzerine 0.1 ml örnek alınarak drigalski spatülü ile tüm yzeeye yayılmıştır. 30 C' de 3 gün süre ile inkübatörde tutulduktan sonra maya ve küf sayımı da koloni sayma cihazında yapılmıştır. Tüm sayılar Log₁₀ tabanında ifade edilmiştir.

3.2.7. Aerobik stabilite testi

Silaj rneklerinin aerobik stabilite testlerinde Ashbell ve ark. (1991) tarafından geliştirilen yöntem kullanılmıştır. Silolamanın 60. gününde açılan mısır silajları 5 gün süre ile aerobik stabilite testine tabi tutulmuştur. Aerobik stabilitenin 5. günündeki silaj örneklerinin pH'ları ölçülmüş, CO₂ üretimleri saptanmış ve Filya ve ark. (2000) tarafından geliştirilen değerlendirme yöntemi ile de silajların görsel kflenmeleri gözlenmiş ve silajların içerdiği maya ve kf populasyonları belirlenmiştir.

Aerobik stabilite testinin uygulanması için 1.5 lt' lik polietilen şişeler kullanılmıştır. Bir test ünitesinin oluşturulması için pet şişe 1 lt ve 0.5 lt olmak üzere ikiye kesilmiş, 1 lt' lik pet şişeye hava sirkülasyonunu sağlamak için kapak

kısmına 1 cm çapında delik açılıp üzeri telle kapatılarak 0.5 lt' lik kesilen kısmın üzerine yerleştirilmiştir. 250-300 g arasında taze silaj örnekleri hazırlanan ünitenin üst kısmına sıkıştırılmadan yerleştirilmiş ve % 25' lik KOH çözeltisinden 100 ml ünitenin alt kısmına konulmuştur. Daha sonra 5 gün süre ile oda sıcaklığında bekletilmiştir. Aerobik aktivite sonucu silaj örneklerinde oluşan ve havadan 1.5 kat daha yoğun olan CO₂ gazı alta çökerek tabanda tutulmuştur. Daha sonra CO₂ gazı miktarı aşağıda belirtilen denkleme göre hesaplanmıştır.

$$CO_2 = 0.044 \times T \times V / (A \times TM \times KM)$$

T= titrasyonda harcanan 1 N HCl asit miktarı (ml);

V= % 25 KOH çözeltisinin toplam hacmi (ml);

A=ünitenin alt kısmına ilave edilen KOH miktarı (ml);

TM= taze silaj materyalinin ağırlığı (kg);

KM= taze silaj materyalinin kuru madde miktarı (g/kg)

3.2.8. *In vitro* gaz üretim tekniğinin uygulanması

Yemlerin rumende parçalanabilirlik parametrelerinin belirlenmesinde bir *in vitro* yöntem olan gaz üretim tekniği kullanılmıştır (Menke ve Steingass 1988). Yöntemde yemlerin gaz üretimini saptayabilmek için 100 ml hacimli özel sızdırmaz cam tüpler kullanılmıştır. Yöntemin uygulanması sırasında cam tüplere üç paralel olarak, yaklaşık 500 mg yaş silaj örneği tartıldıktan hemen sonra gaz oluşumunu sağlamak amacıyla tüplerin içerisine 40 ml rumen sıvısı, makro element, iz element, tampon, resazurin ve redüksiyon çözeltileri karışımı eklenmiştir. Araştırmada kullanılan rumen sıvısı karışımı; 620 ml saf su+310 ml makro element çözeltisi+0.16 ml iz element çözeltisi+310 ml tampon çözelti+1,6 ml resazurin ve redüksiyon çözeltilerinden oluşur. Bu işlemden sonra tüpler 39 °C' deki su banyosunda inkübasyona alınarak inkübasyonun 3., 6., 12., 24., 48., 72. ve 96. saatlerinde tüpler içerisinde üretilen gaz miktarları saptanmıştır. Bu amaçla, öncelikle kör örneklerin inkübasyonu sonucu oluşan ortalama gaz hacmi her yem örneğinin inkübasyonu sonucu oluşan gaz hacminden çıkarılarak yem örneklerinin oluşturduğu net gaz hacimleri saptanmıştır. KM içerikleri bilinen söz konusu

örneklerin 500 mg KM başına oluşturdukları gaz miktarı basit matematiksel işlemle saptanmıştır. Üretilen gaz miktarları, Ørskov ve McDonald (1979) tarafından geliştirilen $P = a + b(1 - e^{-ct})$ eksponensiyel denkleminin modifiye edilmesi sonucu oluşturulan $GP = a + b(1 - e^{-ct})$ eksponensiyel denklemine göre Neway bilgisayar programında hesaplanmıştır.

Bu denklemde;

- P : Süreye bağlı olarak substrattan elde edilen gaz üretimini, (ml)
a : Yemin yapay rumene konulduğu anda oluşan gaz hacmini, (ml)
b : Süreye bağlı olarak oluşan gaz hacmini, (ml)
a+b : Potansiyel gaz üretimini, (ml)
c : Gaz üretim hız sabitini, (s^{-1})
t : Gaz üretim süresini, (s) göstermektedir.

Gaz üretim tekniği ile yemlerin KM ve OM sindirilebilirliklerinin saptanması; Organik maddenin sindirilebilirliği (OMS, %), gaz üretimi (Gb), ham protein (HP, g/kg KM) ve ham kül (HK, g/kg KM) içeriğinden yararlanılarak yapılmıştır.

$$OMS (\%) = 14.88 + 0.889 Gb_{24} + 0.045 HP + 0.065 HK$$

3.2.9. İstatistik analizler

Araştırmadan elde edilen verilerin istatistiki olarak değerlendirilmesinde varyans analizi, ortalamalar arasındaki farklılıkların önem seviyesinin kontrol edilmesinde Duncan çoklu karşılaştırma testinden yararlanılmıştır (SAS, 1988).

Mikrobiyolojik analizlerde üç örnek karıştırılıp bir örnek olarak analizi yapıldığı için istatistik değerlendirme yapılamamıştır.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA

4.1. Mısır Silajlarının Fermantasyon Özellikleri

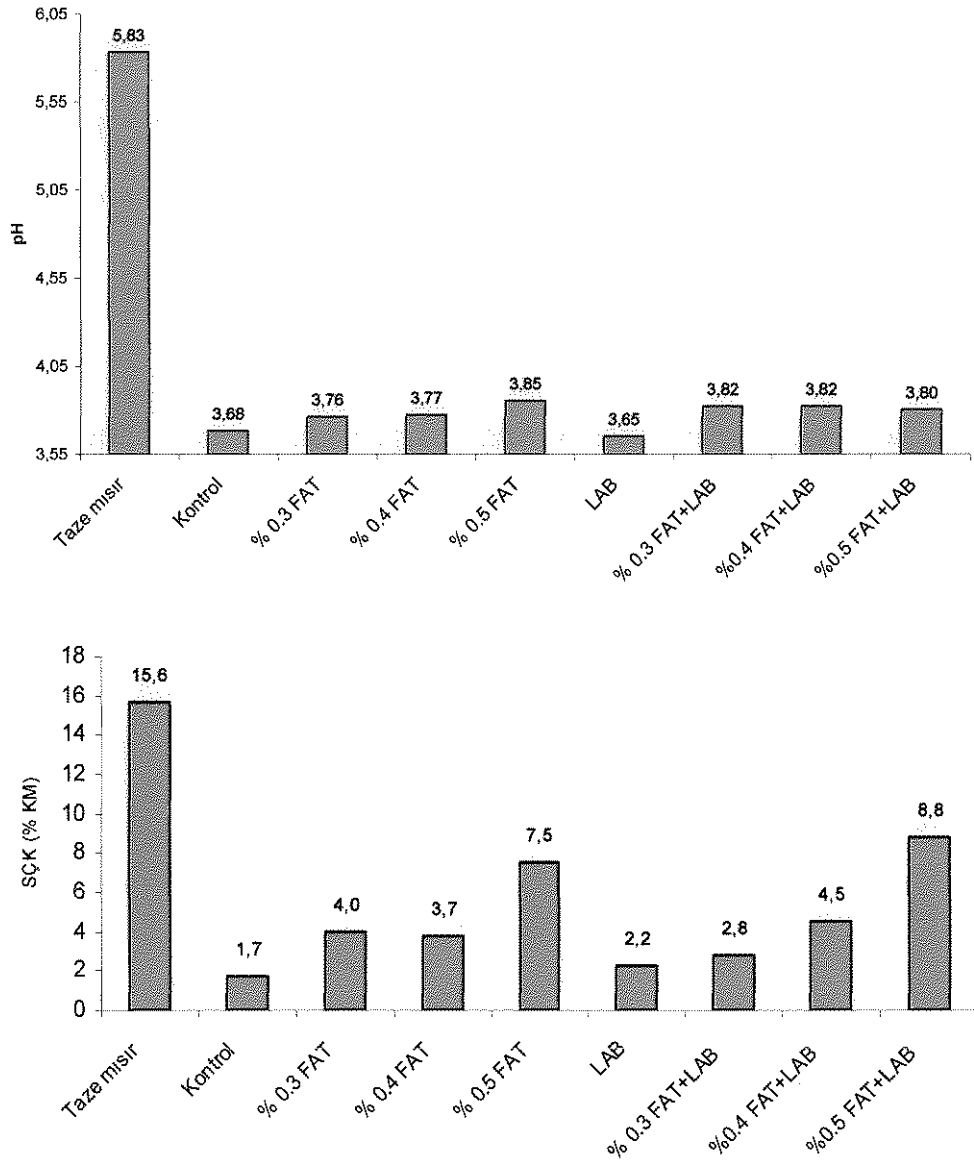
Araştırma materyalini oluşturan taze ve silolanmış mısıra ait kimyasal analiz sonuçları Çizelge 4.1. ve 4.2' de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Mısır silajlarına ait kimyasal analiz sonuçları ($\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$)

Uygulama	KM	pH	SÇK	NH ₃ -N	HP	HK	LA	AA	BA
Taze									
Mısır	26.4±0.11	5.83±0.13	15.6±0.08	-	7.2±0.17	6.0±0.12	-	-	-
Silaj									
Kontrol	25.7±0.11	3.68±0.01 ^{bc}	1.7±0.03 ^f	15.6±0.72 ^a	7.1±0.16 ^{cd}	7.5±0.06 ^{bbc}	2.1±0.03 ^b	0.6±0.06 ^{cd}	0
% 0.3 FAT	24.5±0.17	3.76±0.01 ^{ab}	4.0±0.00 ^{cd}	10.1±0.15 ^{cd}	6.7±0.21 ^d	7.3±0.07 ^{bcd}	1.4±0.00 ^c	0.6±0.03 ^{cd}	0
% 0.4 FAT	25.0±0.14	3.77±0.04 ^{ab}	3.7±0.02 ^d	7.0±0.44 ^f	8.2±0.21 ^a	7.8±0.03 ^a	1.3±0.02 ^{cd}	0.1±0.01 ^e	0
% 0.5 FAT	24.6±0.09	3.85±0.06 ^a	7.5±0.55 ^b	3.7±0.14 ^g	7.2±0.07 ^{bcd}	7.7±0.06 ^{ab}	1.3±0.05 ^{cd}	0.9±0.01 ^a	0
LAB	25.6±0.27	3.65±0.00 ^c	2.2±0.06 ^{ef}	13.8±0.77 ^b	7.1±0.09 ^{bcd}	7.0±0.20 ^d	2.3±0.09 ^a	0.5±0.06 ^d	0
% 0.3 FAT+LAB	23.5±0.31	3.82±0.01 ^a	2.8±0.15 ^e	11.1±0.67 ^c	7.4±0.05 ^{bc}	7.4±0.05 ^{bcd}	1.3±0.07 ^{cd}	0.8±0.07 ^{ab}	0
% 0.4 FAT+LAB	23.9±0.19	3.82±0.03 ^a	4.5±0.23 ^e	9.3±0.21 ^{de}	7.0±0.27 ^{cd}	7.6±0.26 ^{abc}	1.2±0.05 ^d	0.7±0.00 ^{bc}	0
% 0.5 FAT+LAB	24.4±0.18	3.80±0.01 ^a	8.8±0.26 ^a	8.0±0.03 ^{ef}	7.7±0.14 ^{ab}	7.2±0.03 ^{cd}	1.3±0.06 ^{cd}	0.9±0.10 ^{ab}	0

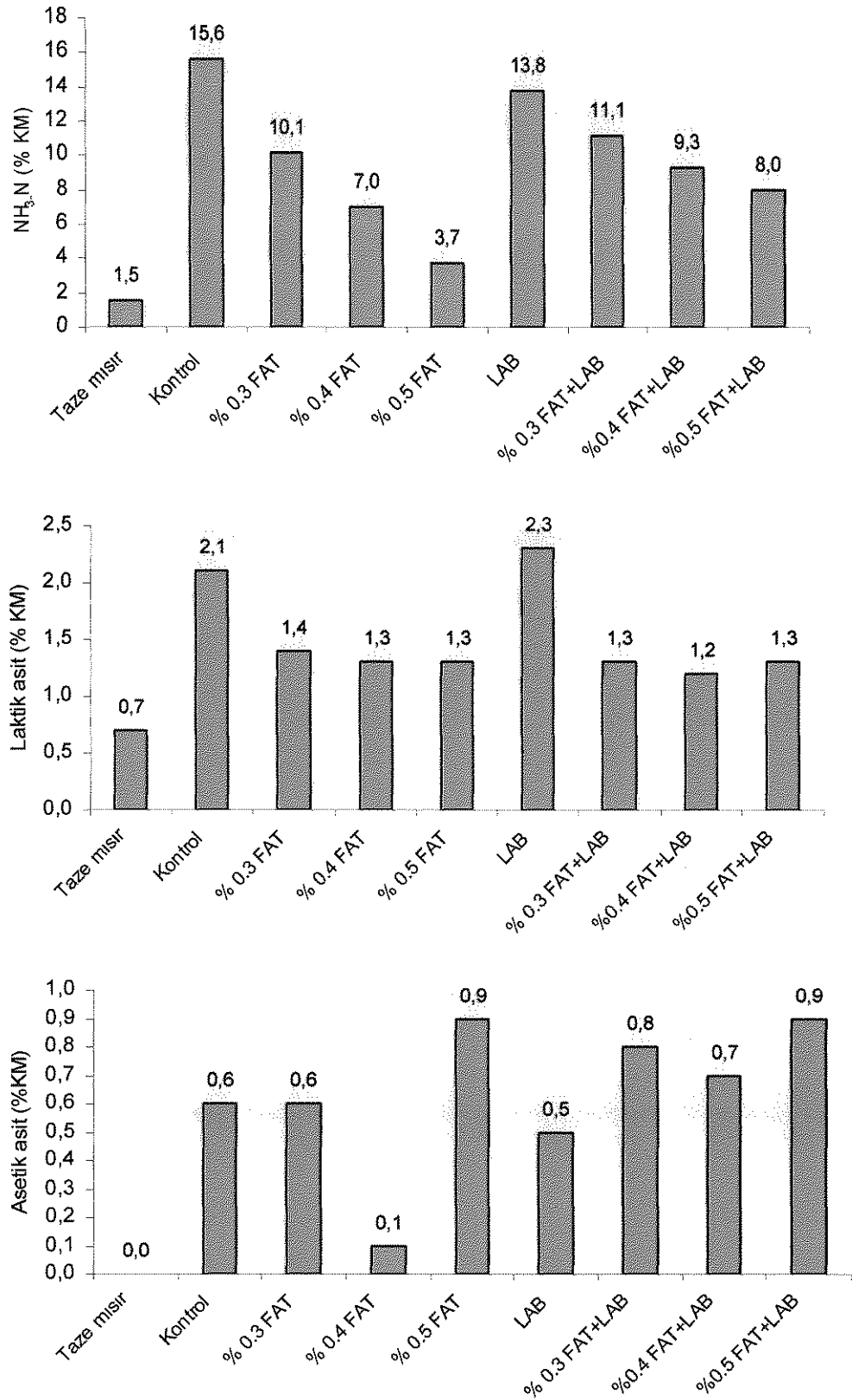
KM, kuru madde; SÇK suda çözünebilir karbonhidrat; NH₃-N, amonyak azotu; HP, ham protein; HK, ham kül; LA, laktik asit; AA, asetik asit; BA, bütrik asit; LAB, laktik asit bakterisi inokulanı; FAT, formik asit temeline dayalı koruyucu. Aynı sütunda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir ($P<0.05$).

Çizelge 4.1. ile Şekil 4.1. ve 4.2.' nin incelenmesinden anlaşılacağı gibi araştırmada kullanılan LAB, FAT ve FAT+LAB kombinasyonu mısır silajlarının fermantasyon özelliklerini farklı düzeylerde etkilemiştir. Taze mısırın KM içeriğinin % 26.4±0.11 olarak saptandığı araştırmada 60 günlük silolama süresinin sonunda mısır silajlarının KM içerikleri % 23.5-25.7 arasında değişim göstermiştir. LAB ve FAT silajların KM içeriklerini etkilememiştir. Taze mısırın pH' sının 5.8±0.13 olarak saptandığı bu araştırmada silolamanın 60. gününde mısır silajlarının pH' sı tüm gruplarda 3.7-3.9 arasında değişim göstermiştir. Araştırmada % 0.5 FAT ve % 0.3, 0.4 ve 0.5 FAT+LAB kombinasyonlarının pH' ları kontrol grubuna göre önemli düzeyde yüksek bulunmuştur ($P<0.05$).



Şekil 4.1. Fermantasyon süresince mısır silajlarındaki pH ve SÇK değişimleri

KM, kuru madde; SÇK, suda çözünabilir karbonhidrat; LAB, laktik asit bakterisi inokulanı; FAT, formik asit temeline dayalı koruyucu.



Şekil 4.2. Fermantasyon süresince mısır silajlarındaki NH₃-N, laktik ve asetik asit değişimleri

LAB, laktik asit bakterisi inokulanı; FAT, formik asit temelli koruyucu.

Araştırmada taze mısırın % 15.6 ± 0.08 olan SÇK içeriği silolamanın 60. gününde kontrol dahil tüm silajlarda (% 1.7 ± 0.03) düşüş göstermiştir. Katkı maddesi kullanılan gruplar SÇK içerikleri bakımından kıyaslandığında % 0.5 FAT+LAB kombinasyonu katılan mısır silajının SÇK içeriğinin (% 8.8 ± 0.28) katkı maddesi kullanılan diğer tüm silajlara göre en yüksek olduğu belirlenmiş ve bu farklılık önemli bulunmuştur ($P < 0.05$). Bunun yanı sıra % 0.3, 0.4 ve 0.5 FAT ve % 0.3 ve 0.4 FAT+LAB kullanımı da mısır silajlarının SÇK içeriğini kontrol grubuna göre önemli düzeyde artırmıştır ($P < 0.05$).

Amonyak-N düzeylerine ait sonuçlar incelendiğinde araştırmada kontrol grubunun amonyak-N düzeyinin (15.6 ± 0.72) diğer tüm gruplardan önemli düzeyde yüksek olduğu gözlenmiştir ($P < 0.05$). Amonyak-N düzeyinin beklendiği gibi FAT kullanılan gruplarda kontrol grubu ve LAB kullanılan gruplara göre önemli düzeyde düşük olduğu belirlenmiştir ($P < 0.05$). Bu düşüş FAT düzeyinin artışına bağlı olarak hız kazanmaktadır. Nitekim araştırma sonucunda amonyak-N içerikleri % 0.3, 0.4 ve 0.5 FAT kullanılan gruplarda sırasıyla % 10.1 ± 0.15 , 7.0 ± 0.44 ve 3.7 ± 0.14 olarak saptanmıştır. Formik asit silajlarda ısınmayı engelleyerek silolama esnasında proteinlerin parçalanmasını önlemekte silajların amonyak-N içeriklerini düşürmektedirler (Winters ve ark. 2001; Filya ve Sucu 2003, 2005). Sebastian ve ark. (1996) inokulant kullanılan mısır silajlarının amonyak-N içeriklerinin silolama dönemini süresinin uzaması ile paralel bir artış gösterdiğini saptamışlardır. Silolama döneminin sonunda (202. gün) kontrol ve LAB inokulantı kullanılan silajların amonyak-N içeriklerini 6.02 ve 4.83 olarak bildirmişlerdir. Bolsen ve ark. (1996a) LAB inokulantı ve LAB+PAB inokulantı ile muamelenin mısır silajlarının amonyak-N içeriklerini düşürdüğünü bildirmişlerdir. Filya (2002b) katkı maddesi olarak LAB inokulantı kullanımının mısır silajının pH' sını önemli düzeyde düşürürken, SÇK içeriklerini önemli düzeyde artırdığını, amonyak-N' u içeriğini ise etkilemediğini bildirmiştir. Muck (1993), 1885 ve 1992 yılları arasında Kuzey Amerika ve Avrupa'da yonca, serin iklim buğdaygil yem bitkileri ve mısır ile yapılan 250' den fazla araştırmanın sonuçlarını incelemiş ve mısır ile yapılan çalışmaların % 40' unda LAB inokulantlarının pH ve amonyak-N düzeylerini düşürdüğünü, laktik asit

oranını artırdığını dolayısıyla silaj fermantasyonunu önemli düzeyde geliştirdiğini bildirmiştir.

Araştırmada mısır silajının laktik asit içeriklerine ilişkin sonuçlar incelendiğinde taze mısırdaki % 0.7 ± 0.03 olan laktik asit içeriği fermantasyonun 60. gününde açılan kontrol silajında % 2.1 ± 0.03 olarak saptanmıştır. Beklendiği gibi araştırmada kullanılan LAB inokulantı, silolama dönemi sonunda mısır silajlarının laktik asit içeriğini kontrol ve diğer gruplarda önemli düzeyde artırmıştır ($P < 0.05$). Diğer yandan FAT ve FAT+LAB kombinasyonlarının laktik asit içerikleri kontrol silajına göre önemli düzeyde düşük bulunmuştur ($P < 0.05$). Araştırmada kontrol ve diğer tüm gruplarda bütrik asit görülmemiştir. Nitekim Spoelstra ve ark. (1991), formik asidin silajların laktik asit içeriğini düşürdüğünü bildirirken, Kennedy (1990), formik asidin silajların asetik asit miktarını düşürdüğünü bildirmiştir. Wilson (1996), formik asit katkısı ile silajın laktik asit düzeyinde görülen bu düşüş, formik asidin siloda istenmeyen mikroorganizmalarla birlikte laktik asit bakterilerinin de üremelerini engellemesine ve laktik asit üretiminin engellenmesi ile oluşan sınırlı silaj fermantasyonuna bağlanabilir. Filya (2003a) mısır silajına organik asit ilavesinin silolamanın başlangıcından itibaren siloda pH' yı düşürüp asidik bir ortam yaratarak fermantasyonu sınırlandırdığını böylece bu silajlarda laktik ve asetik asit üretiminin daha düşük olduğunu bildirmiştir. Filya (2002a) LAB inokulant içeren silajlarda ortamda yoğun olarak bulunan laktik asit bakterilerinin SÇK' yı kullanarak laktik asit üretmeleri sonucu silajlarda laktik asit içeriğinin yükseldiğini, pH' nın da düştüğünü bildirmiştir.

Silajların asetik asit değişimleri incelendiğinde fermantasyon süresince kontrol silajında ve katkı maddesi kullanılan tüm silajlarda belirli düzeylerde asetik asit oluştuğu gözlemlenmiştir. Silolamanın 60. gününde kontrol silajının asetik asit içeriği % 0.6 ± 0.08 olarak saptanmıştır. Katkı maddesi olarak % 0.4 FAT kullanılan silajda asetik asit içeriğinin (% 0.1 ± 0.01) hem kontrol grubu hem de katkı maddesi kullanılan tüm gruplara göre önemli düzeyde düşük olduğu saptanmıştır ($P < 0.05$). % 0.3 FAT kullanımının silajın asetik asit içeriği üzerine etki etmediği belirlenirken, % 0.5 FAT ile % 0.3 FAT+LAB ve % 0.5 FAT+LAB

kullanımının silajın asetik asit içeriğini kontrol silajına göre önemli düzeyde artırdığı saptanmıştır ($P<0.05$). Araştırmada % 0.3 FAT kullanımı, mısır silajının asetik asit içeriğinde kontrol grubuna göre bir değişikliğe neden olmazken, % 0.4 FAT kullanımı silajın asetik asit içeriğini hem kontrol grubuna hem de diğer katkı maddesi kullanılan gruplara göre önemli ölçüde düşürürken ($P<0.05$), tersine % 0.5 FAT kullanımı asetik asit içeriğini önemli düzeyde ($P<0.05$) artırmıştır ve bu artış diğer uygulama grupları ile karşılaştırıldığında en yüksek düzeyde olduğu saptanmıştır. Laktik asit bakteri inokulantlarının kullanıldığı gruplarda asetik asit içeriğinin daha yüksek olmasının *Lactobacillus plantarum*' un laktatı besin maddesi olarak kullanarak asetat üretmesinin sonucu olduğuna dair bir görüş vardır (Wurtz 1954). Nitekim Filya (2002b) mısır silajında LAB ve LAB+enzim karışımı inokulant kullandığı çalışmasında silolamanın son dönemindeki silajlarda asetik ve bütrik asit içeriklerinin her iki inokulant kullanımıyla da önemli düzeyde ($P<0.05$) düştüğünü ve silaj ortamında laktik asit bakterilerinin dominant mikroflora olması nedeniyle bu asidik ortamda asetik ve bütrik asit üreten mikroorganizmaların faaliyet göstermediğini bildirmiştir. Konuya ilişkin yapılan benzer çalışmalarda da formik asidin silajlardaki laktik ve asetik asit konsantrasyonlarını düşürdüğü belirtilmiştir (Filya ve Sucu 2003). Mısır silajında LAB kullanımının fermantasyon gelişimi üzerindeki etkilerinin incelendiği çeşitli araştırmalarda LAB uygulamasının kontrol grubuna göre önemli farklılıklar meydana getirmemesinin nedeni olarak mısırın yüksek SÇK içeriğine sahip olması gösterilmiştir (Bolsen ve ark. 1992). Araştırma bulguları, silajların bütrik asit içerikleri Filya ve ark. (2000)' nin ile ilgili benzer konularda yapılan araştırma sonuçları ile uyum içerisindedir.

4.2. Mısır Silajlarının Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları

Taze ve silolanmış mısıra ait mikrobiyolojik analiz sonuçları Çizelge 4.2. ve Şekil 4.3.' de verilmiştir.

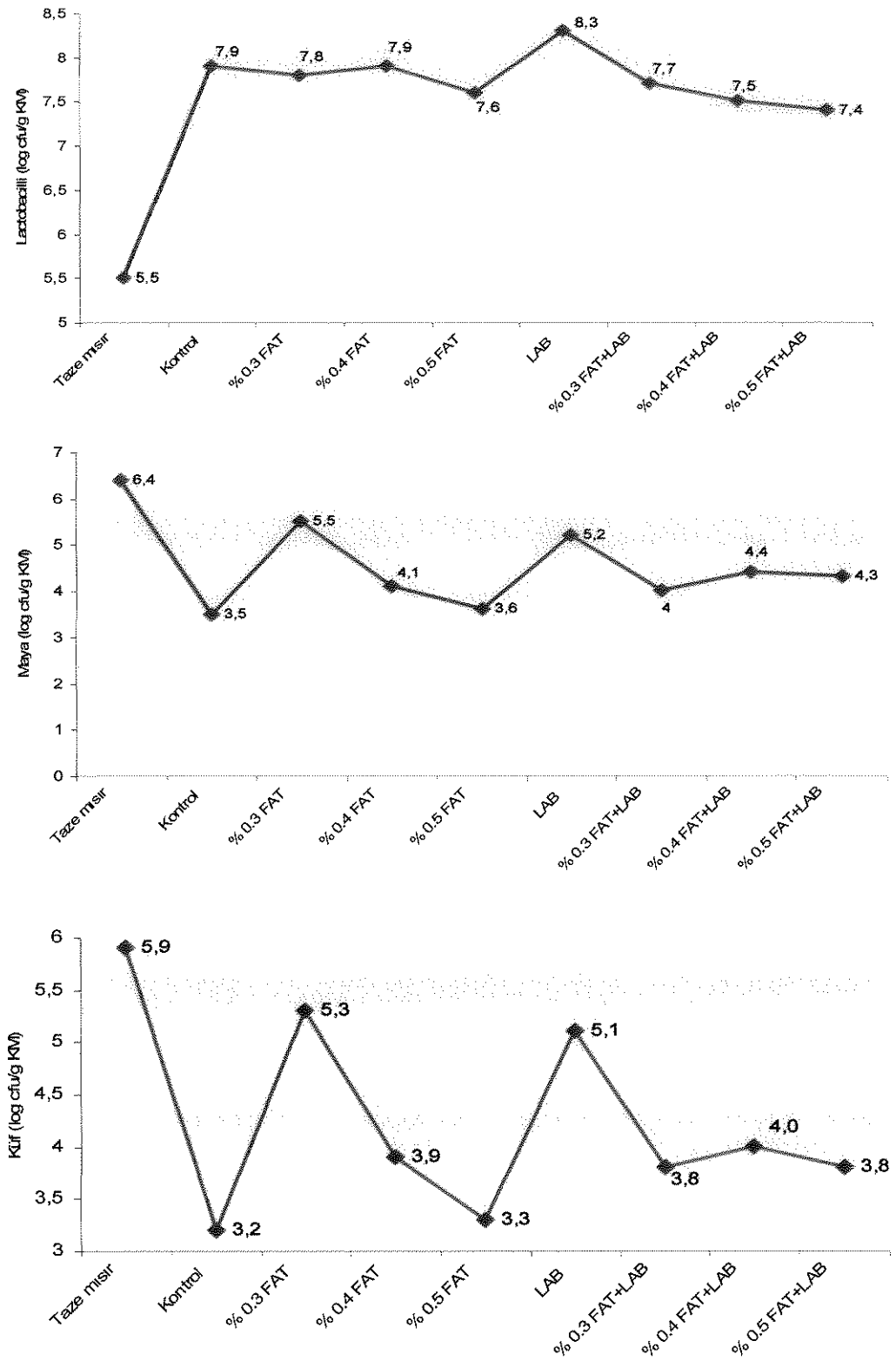
Çizelge 4.2. ve Şekil 4.3.' de görüldüğü gibi tek başına LAB kullanılan silajların lactobacilli, maya ve küf sayıları kontrol silajından daha yüksek bulunmuştur.

Çizelge 4.2. Taze mısır ve silajların mikrobiyolojik analiz sonuçları (\bar{X} ; log cfu/g KM)

Uygulama	Lactobacilli	Maya	Küf
Taze			
Mısır	5.5	6.4	5.9
Silaj			
Kontrol	7.9	3.5	3.2
% 0.3 FAT	7.8	5.5	5.3
% 0.4 FAT	7.9	4.1	3.9
% 0.5 FAT	7.6	3.6	3.3
LAB	8.3	5.2	5.1
% 0.3 FAT+LAB	7.7	4.0	3.8
% 0.4 FAT+LAB	7.5	4.4	4.0
% 0.5 FAT+LAB	7.4	4.3	3.8

Log cfu/g, logaritma koloniform ünite; KM, kuru madde; LAB, laktik asit bakterisi inokulanı; FAT, formik asit temeline dayalı koruyucu

Bu beklenen bir sonuç olup bu konuda çalışan çoğu araştırmacı LAB inokulantlarının mısır silajlarının lactobacilli sayısını artırdığını belirlemiştir (Filya 2003a,b; Filya ve ark. 2003a,b; Weinberg ve ark. 1993, 2002).



Şekil 4.3. Fermentasyon süresince mısır silajlarının lactobacilli, maya ve küf (log cfu/g KM) değişimleri
LAB, laktik asit bakterisi inokulanı; FAT, formik asit temeline dayalı koruyucu

Mısır silajında % 0.4 FAT kullanımı, silajların lactobacilli sayılarında herhangi bir değişikliğe neden olmazken, FAT ve FAT+LAB kullanılan silajların lactobacilli sayılarının kontrol silajına göre azalmasına neden olmuştur. Filya (2003a) buna formik asidin silaj fermantasyonunu sınırlandırıcı etkisinin neden olduğunu bildirmiştir. Taze mısırın maya ve küf sayısı sırası ile 6.4 ve 5.9 cfu/g olarak saptanmıştır. Fermantasyon süresince FAT ve FAT+LAB silajların maya ve küf sayılarında popülasyonunda kontrol grubuna göre bir artış gözlenmiştir. En yüksek artış, tek başına LAB kullanılan grupta ve % 0.3 FAT kullanılan grupta olmuştur. Sadece % 0.5 FAT kullanılan silajın maya ve küf sayısı kontrol silajına yakın değerler göstermiştir. Filya ve Sucu (2005), mısır silajında formik asit kullanımının (% 0.1, 0.15, 0.2, 0.25, 0.3, 0.35, 0.4) silajların lactobacilli, maya ve küf sayılarını kontrol silajına göre önemli düzeyde düşürdüğünü ($P<0.05$), ve mikroorganizma sayısındaki bu düşüşün kullanılan FAT düzeyinin artışına bağlı olarak arttığını bildirmişlerdir. Sebastian ve ark. (1996) LAB inokulantı kullanımının mısır silajlarının maya sayılarını artırdığını, lactobacilli sayılarını ise düşürdüğünü bildirmişlerdir. Diğer yandan, Kung ve ark. (2004) ile Filya ve ark. (2004a) mısır silajında PAB+LAB inokulantı kullanımının silajların maya ve küf sayılarını önemli düzeyde düşürdüğünü saptamışlardır ($P<0.05$). Araştırmacılar propiyonik asidin silajlardaki maya ve küf gelişimini önleyici antibakteriyal etkisinin bu sonucu doğrulduğunu bildirmişlerdir. Rust ve ark. (1989) inokulant kullanımının silajların mikrobiyal popülasyonunu değiştirmedğini bildirmişlerdir.

Elde edilen bulgular, mısır silajlarında FAT, LAB ve FAT+LAB kullanımının silajlarda aerobik bozulmaya neden maya ve küf oluşumunu önlemede yetersiz kaldığını göstermiştir. Benzer konuda yapılan çalışmalarda çoğu araştırmacı LAB inokulantlarının mısır silajlarının maya ve küf sayılarını artırdığını belirlemişlerdir (Filya ve ark. 2003a; Filya ve Sucu 2005). Weinberg ve ark. (1993) buna, LAB inokulantlarının silajların laktik asit miktarını artırdığını ve ortamdaki mayaların da bu laktik asidi besin maddesi olarak kullanıp üremelerinin neden olduğunu bildirmiştir.

4.3. Mısır Silajlarının Aerobik Stabilite Testi Sonuçları

Mısır silajlarına ait mikrobiyolojik analiz sonuçları Çizelge 4.3. ve Şekil 4.4.' de verilmiştir.

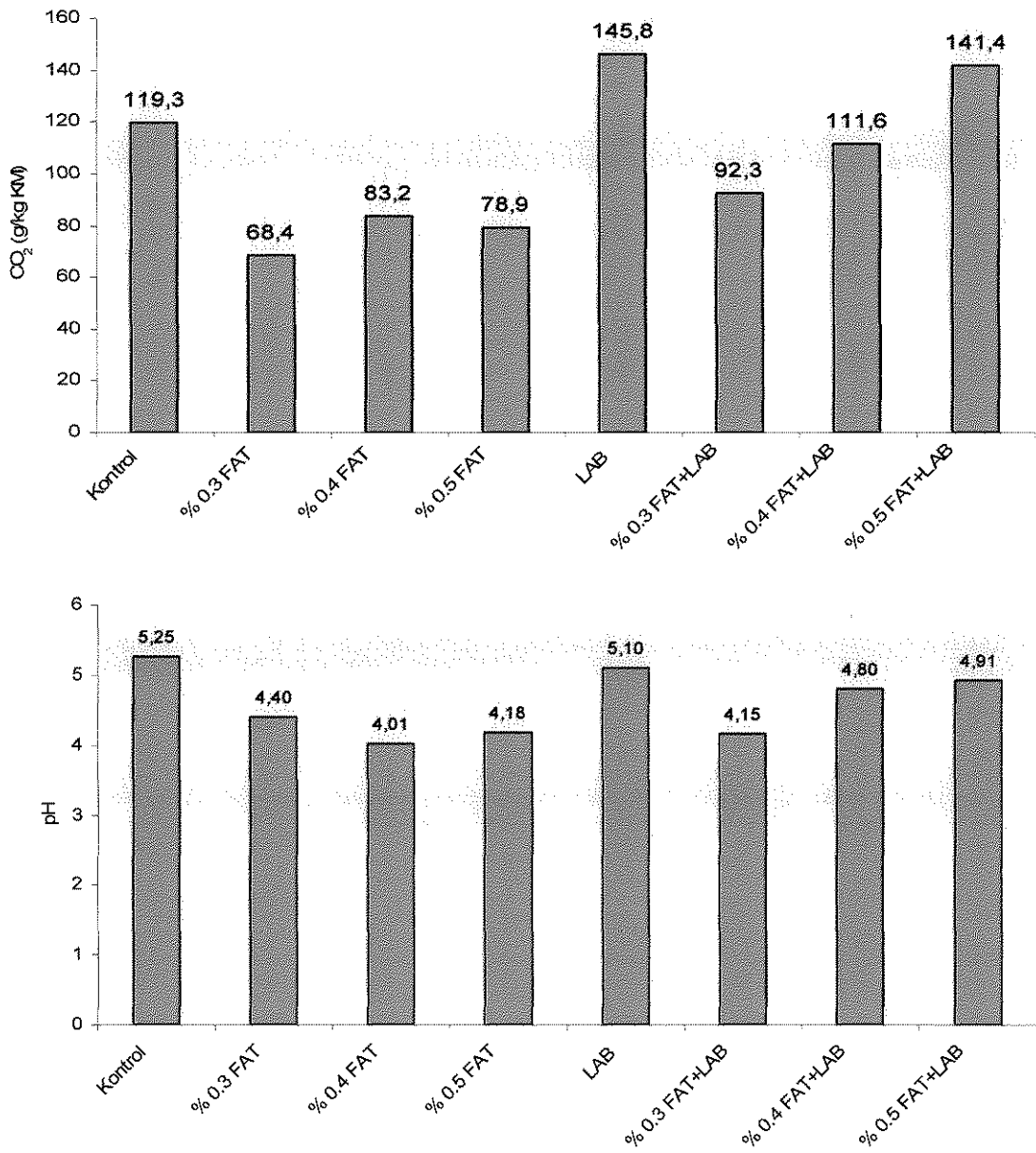
Çizelge 4.3. Mısır silajlarına ait aerobik stabilite testi sonuçları ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$)

Uygulama	pH	CO ₂ (g/kg KM)	Maya (log cfu/g KM)	Küf (log cfu/g KM)
Kontrol	5.3±0.29	119.3±25.74	8.0	7.8
% 0.3 FAT	4.4±0.42	68.4±19.44	4.6	7.1
% 0.4 FAT	4.0±0.10	83.2±39.25	6.6	7.3
% 0.5 FAT	4.2±0.25	78.9±37.55	6.5	7.6
LAB	5.1±0.58	145.8±27.29	7.2	7.0
% 0.3 FAT+LAB	4.1±0.15	92.3±21.73	4.6	7.2
% 0.4 FAT+LAB	4.8±0.48	111.6±40.58	7.2	7.5
% 0.5 FAT+LAB	4.9±0.49	141.4±32.59	7.7	7.9

KM, kuru madde; LAB, laktik asit bakteri inokulanı; FAT, formik asit temeline dayalı koruyucu. Ortalamalar arasındaki farklılıklar önemsizdir ($P>0.05$).

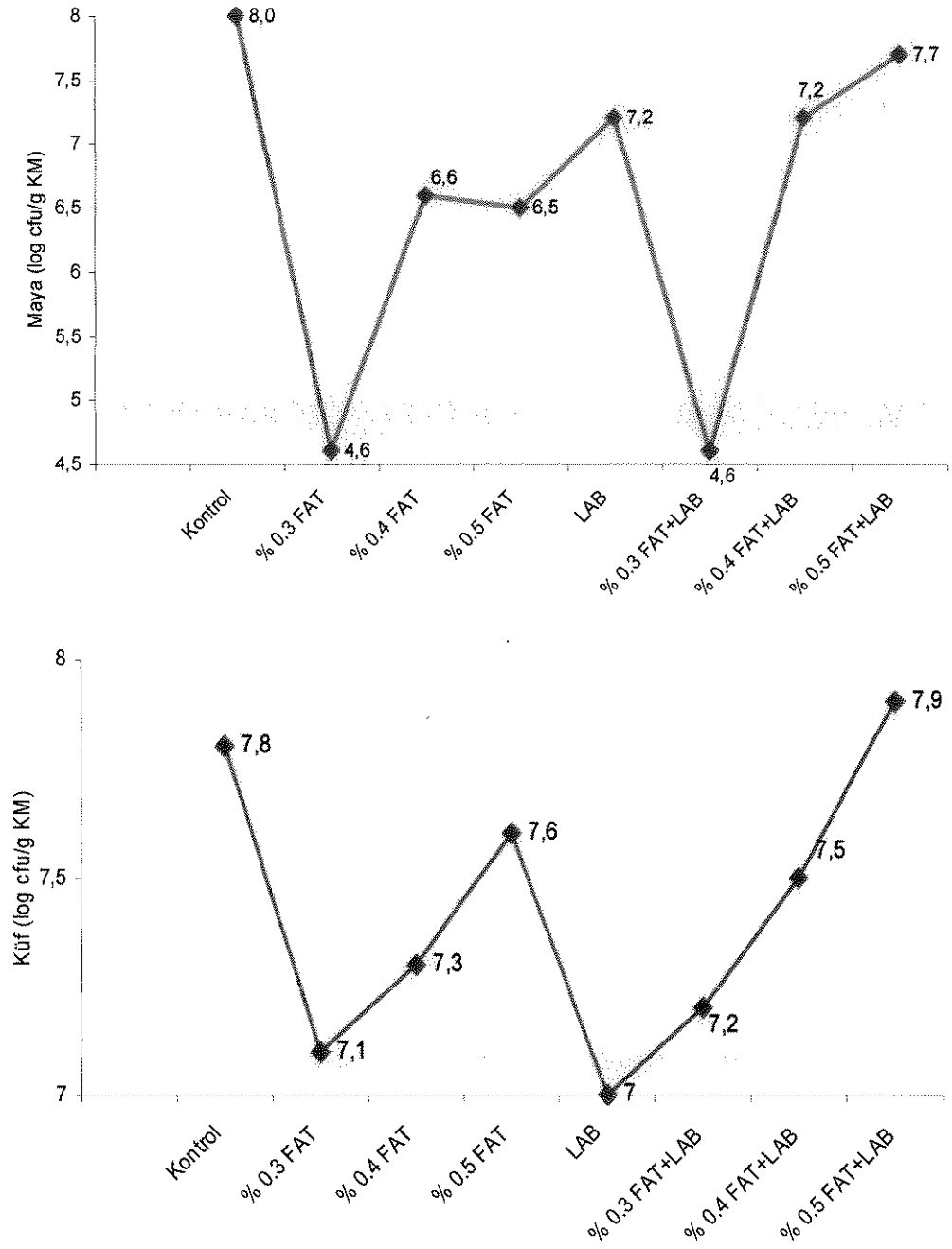
Silolama dönemi sonunda (60. gün) açılan silajlar 5 günlük aerobik stabilite testine tabi tutulmuş ve 5 günlük aerobik dönem sonucunda LAB ve % 0.5 FAT+LAB kullanılan silajlar dışındaki tüm silajlarda kontrol silajına göre daha düşük bir CO₂ üretimi gözlenmiş ancak bu farklılık istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$). Bu dönemdeki tüm mısır silajlarının pH' larında meydana gelen artışlar da kontrol silajının pH' sı ile karşılaştırıldığında istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$). Araştırmada mısır silajında % 0.5 FAT kullanımı dışındaki düzeylerde FAT ve FAT+LAB kullanımı, silajların doğrudan hava ile temas ettiği 5 günlük aerobik dönem boyunca CO₂ üretimlerini kontrol ve LAB inokulanı kullanılan silajlara göre rakamsal olarak düşürmüştür ancak bu

silajların standart hatalarının çok büyük olması söz konusu silajlar arasında görülen farklılıkların istatistiki olarak önemsiz bulunmasına neden olmuştur. Nitekim Weinberg ve ark. (1993), Filya ve ark. (2000), Filya (2002a; 2003a), Filya ve Sucu (2003; 2005) homofermantatif LAB inokulantı kullanılan silajlarda CO₂ üretiminin arttığını ve silajların aerobik stabilitelelerinin düştüğünü bildirmişlerdir. Araştırmacılar homofermantatif LAB inokulantı kullanımının silajların aerobik stabilitelelerini olumsuz etkileyerek düşürmesinin nedenini bu silajlardaki yüksek maya sayısına bağlamışlardır.



Şekil 4.4. Mısır silajlarının pH ve CO₂ üretim miktarları (g/kg KM)

LAB, laktik asit bakteri inokulantı; FAT, formik asit temeline dayalı koruyucu.



Şekil 4.5. Beş günlük aerobik dönem boyunca mısır silajlarındaki maya ve küf değişimleri (cfu/g)
LAB, laktik asit bakterisi inokulanı; FAT, formik asit temeline dayalı koruyucu.

McDonald ve ark. (1991) asetik, propiyonik ve bütirik asit gibi uçucu yağ asitlerinin özellikle maya ve küf gelişimini baskı altına alarak silajlardaki aerobik bozulmayı önlediğini bildirmiştir. Sanderson (1993) mısır bitkisinde LAB inokulantı kullandığı çalışmasında, inokulant kullanımının silajların pH' sını kontrol grubuna göre önemli düzeyde ($P<0.05$) düşürdüğünü ancak silajları aerobik bozulmaya karşı korumayamadıklarını bildirmiştir. Filya (2003a) formik asidin silajlarda bozulmaya neden olan mikroorganizma popülasyonlarının azaltılması üzerinde oldukça etkili olduğunu, silajların maya ve küf içeriğini önemli düzeyde ($P<0.05$) düşürdüğünü ve silajlarda CO₂ üretimini azaltarak aerobik stabiliteyi artırdığını bildirmiştir. Bolsen ve ark. (1996a) formik asidin mayalar üzerinde sınırlı bir etkiye sahip olduğunu bu nedenle formik asitle yapılan silajlarda aerobik stabilitenin düşük olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmada aerobik stabilite testi sonucunda LAB, FAT, LAB+FAT kullanılan silajların maya ve küf sayılarının kontrol grubuna göre düşüş gösterdiği saptanmıştır. En az maya % 0.3 FAT ve % 0.3 FAT+LAB kullanılan silajlarda görülmüştür. Driehuis ve Wikselaar (1996) mısır silajına katılan formik asidin silajın maya popülasyonunu düşürerek aerobik stabiliteyi artırdığını, asetik ve propiyonik asit üretimini etkilemediğini saptamışlardır. Diğer yandan Filya (2000b) organik asitlerin silajların aerobik stabilitesini artırdığını bildirmiştir. Filya (2003a) mısır silajlarına katılan formik asidin CO₂ üretimi ile maya ve küf sayılarını önemli düzeyde düşürerek aerobik stabiliteyi artırdığını bildirmiştir.

4.4. Mısır Silajlarının Hücre Duvarı Bileşenlerine Ait Araştırma Sonuçları

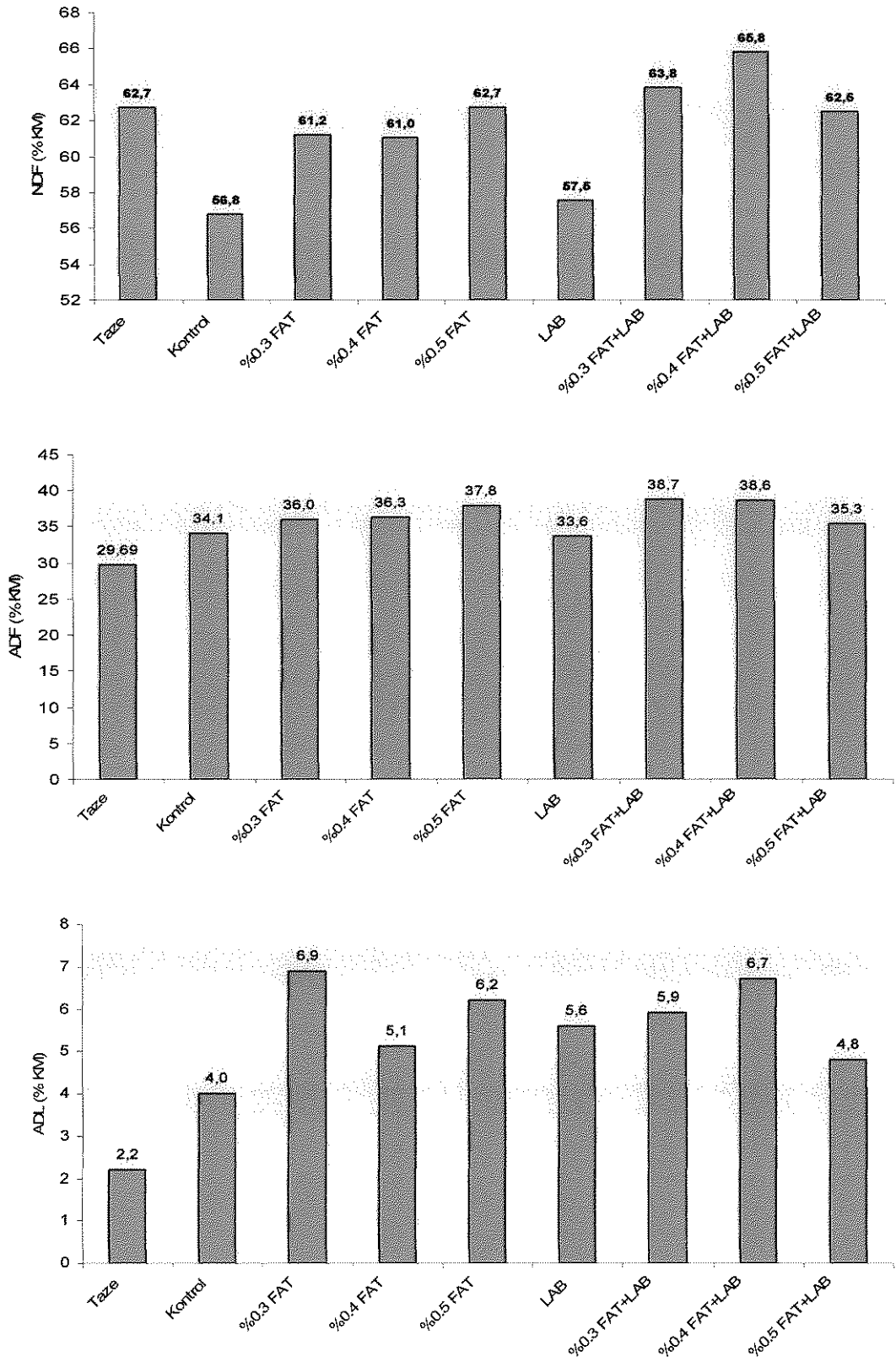
Mısır silajlarının hücre duvarı bileşenlerine ait araştırma sonuçları Çizelge 4.4. ile Şekil 4.5. ve 4.6.' da verilmiştir.

Çizelge 4.4. ve Şekil 4.5. ile 4.6.' da görüldüğü gibi taze mısırdaki NDF, ADF, ADL, hemisellüloz ve sellüloz içerikleri sırasıyla % 62.7±0.69, 29.7±0.56, 2.2±0.35, 33.0±0.0.23 ve 27.5±0.58 olarak saptanan araştırmada tek başına LAB inokulanı kullanılan silajlarda fermantasyon süresince NDF, ADL ve hemisellüloz dışında ADF ve selüloz içeriklerinde genel olarak bir azalma meydana gelmiştir. FAT ve FAT+LAB kullanılan gruplarda ise tüm hücre duvarı bileşenleri kontrol silajına göre artış göstermiştir. Araştırma sonucunda kullanılan katkı maddelerinin silajların hücre duvarı bileşenleri üzerinde etkili olduğu saptanmıştır.

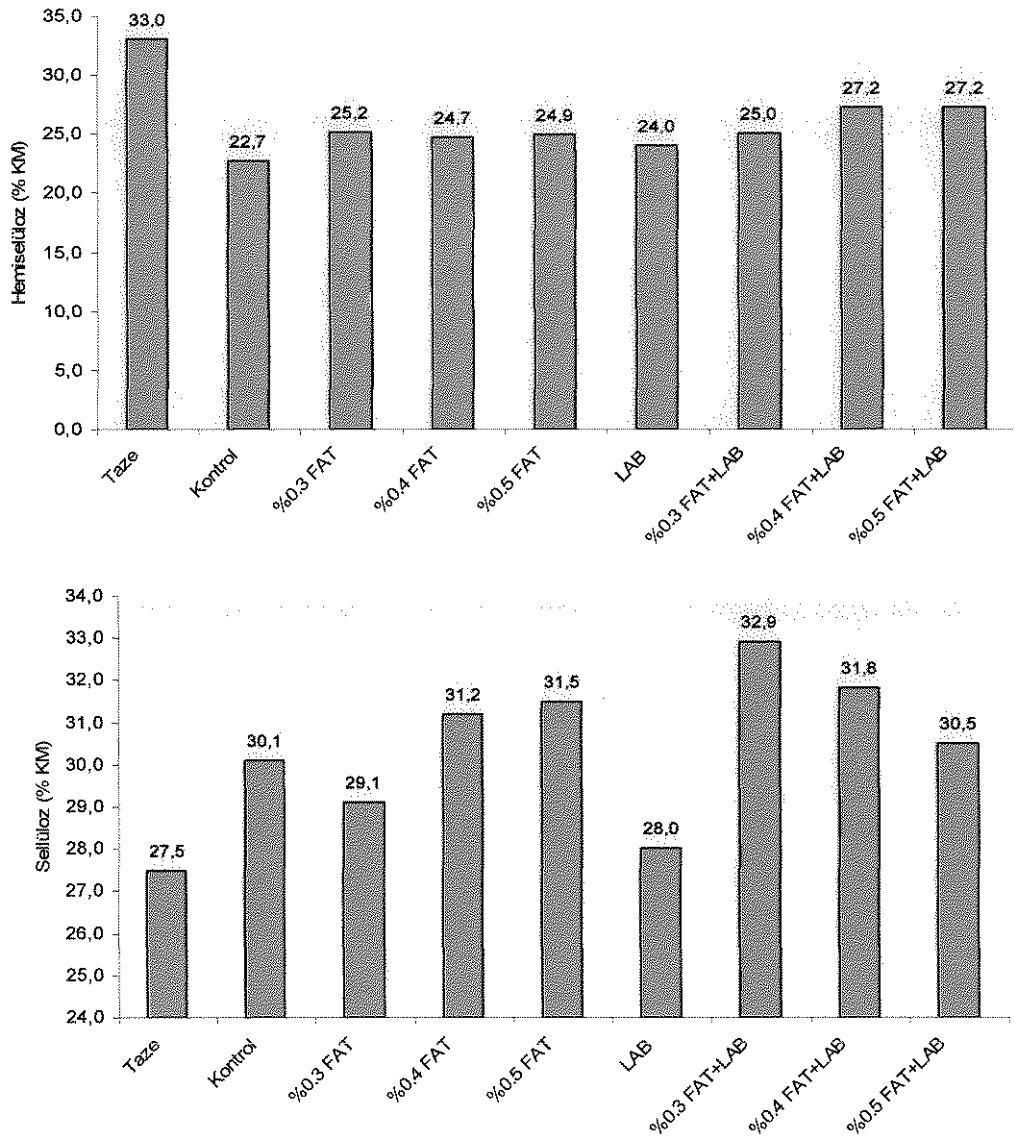
Çizelge 4.4. Mısır silajlarının hücre duvarı bileşenleri ($\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$, %KM)

Uygulamalar	NDF	ADF	ADL	Hemisellüloz	Sellüloz
Taze	62.7±0.69	29.7±0.56	2.2±0.35	33.0±0.0.23	27.5±0.58
Kontrol	56.8±0.81 ^d	34.1±0.23 ^{de}	4.0±0.40	22.7±0.87 ^b	30.1±0.35 ^{abc}
% 0.3 FAT	61.2±0.87 ^d	36.0±0.81 ^e	6.9±1.10	25.2±0.29 ^b	29.1±0.46 ^c
% 0.4 FAT	61.0±0.40 ^c	36.3±1.04 ^{bcd}	5.1±0.87	24.7±0.92 ^{ab}	31.2±1.16 ^{bc}
% 0.5 FAT	62.7±0.69 ^c	37.8±0.58 ^{bc}	6.2±1.27	24.9±0.92 ^{ab}	31.5±1.10 ^{ab}
LAB	57.5±0.29 ^{bc}	33.6±0.92 ^{ab}	5.6±0.29	24.0±1.27 ^{ab}	28.0±1.04 ^{ab}
% 0.3 FAT+ LAB	63.8±0.35 ^b	38.7±0.35 ^a	5.9±0.46	25.0±0.69 ^{ab}	32.9±0.58 ^a
% 0.4 FAT+ LAB	65.8±0.75 ^a	38.6±0.29 ^a	6.7±1.91	27.2±1.98 ^a	31.8±1.68 ^{ab}
% 0.5 FAT+ LAB	62.5±0.46 ^{bc}	35.3±0.35 ^{ode}	4.8±0.52	27.2±0.81 ^a	30.5±0.46 ^{abc}

NDF, Nötr deterjanda çözünmeyen lif; ADF, asit deterjanda çözünmeyen lif; ADL, asit deterjanda çözünmeyen lignin; Aynı sütunda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir ($P<0.05$).



Şekil 4.6. Taze ve silanmış mısırın NDF, ADF ve ADL içerikleri (g/kg KM)
 NDF, nötr deterjanda çözünmeyen lif; ADF, asit deterjanda çözünmeyen lif; ADL, asit deterjanda çözünmeyen lignin;
 LAB, laktik asit bakterisi inokulanı; FAT, formik asit temeline dayalı koruyucu.



Şekil 4.7. Taze ve silolanmış mısırın hemisellüloz ve sellüloz içerikleri (g/kg KM)
LAB, laktik asit bakteri inokulanı; FAT, formik asit temeline dayalı koruyucu.

Filya (2002a) silolamanın 50. gününde açılan mısır silajlarının NDF içeriklerini kontrol ve LAB gruplarında sırasıyla KM' de % 50.2 ve 52.5; ADF içeriklerini % 27.2 ve 27.1; ADL içeriklerini % 4.3 ve 4.6; hemiselüloz içeriklerini % 24.8 ve 25.4; sellüloz içeriklerini % 22.9 ve 22.5 olarak saptamıştır. Filya ve ark. (2003b) yaptıkları bir başka çalışmada bakteriyal inokulant kullanımının mısır silajlarının hücre duvarı bileşenleri üzerindeki etkilerini önemsiz bulmuşlardır ($P>0.05$). Bunda da mısırın yeterli düzeyde SÇK içermesinin etkili olduğunu bildirmişlerdir. Polat ve ark. (2005) bakteriyal inokulant kullandıkları mısır silajlarının NDF içeriklerini kontrol ve LAB gruplarında sırasıyla % 57.1 ve 56.7; ADF içeriklerini % 30.0 ve 30.2; sellüloz içeriklerini % 27.0 ve 26.5; hemiselüloz içeriklerini ise % 25.2 ve 25.3; ADL içeriklerini ise her iki grupta da % 4.9 olarak saptamışlardır. Ranjit ve Kung (2000) 2 farklı homofermantatif laktik asit bakteri inokulantı (IA ve IB) kullandıkları mısır silajlarının NDF içeriklerini kontrol, IA ve IB gruplarında sırasıyla % 46.2, 44.2 ve 43.0; ADF içeriklerini % 26.5, 25.2 ve 24.6 olarak belirlemişlerdir. Rust ve ark. (1989) yapmış oldukları çalışmada LAB inokulantı kullanımının silajların NDF ve ADF içeriklerini etkilemediğini bildirmişlerdir.

4.5. Mısır Silajlarının *In Vitro* Gaz Üretimi ve OM Sindirilebilirliği

Mısır silajlarının *in vitro* gaz üretimine ait araştırma sonuçları Çizelge 4.5. ve Şekil 4.7.' de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Mısır Silajlarının *in vitro* gaz üretimlerine ait araştırma sonuçları ($\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$)

Uygulamalar	İnkübasyon Zamanları (saat)						
	3.	6.	12.	24.	48.	72.	96.
Kontrol	20.8±0.68 ^a	26.2±0.83 ^a	37.0±1.21 ^a	47.7±5.20 ^a	55.5±1.89 ^a	63.0±3.73 ^a	65.2±3.70 ^a
% 0.3 FAT	17.8±0.14 ^b	23.2±0.14 ^b	30.3±1.18 ^b	36.8±1.88 ^b	44.0±2.24 ^b	46.8±2.72 ^b	48.8±2.72 ^b
% 0.4 FAT	17.0±0.47 ^b	21.8±0.85 ^{bc}	28.8±1.11 ^{bc}	37.0±1.61 ^{bc}	42.0±2.06 ^b	42.4±1.59 ^b	46.3±2.32 ^b
% 0.5 FAT	15.0±0.00 ^c	19.7±0.27 ^{cd}	27.3±0.54 ^{bcd}	34.3±0.33 ^{bc}	41.3±0.27 ^b	44.2±0.36 ^b	45.8±0.41 ^b
LAB	15.5±0.24 ^c	19.2±0.36 ^d	24.5±0.36 ^{cd}	30.7±0.44 ^c	35.8±0.54 ^b	37.3±0.81 ^b	38.8±0.81 ^b
% 0.3 FAT+LAB	15.3±0.14 ^c	19.8±0.24 ^{cd}	27.2±0.47 ^{bcd}	35.0±0.50 ^{bc}	42.5±0.95 ^b	46.0±1.18 ^b	48.2±1.06 ^b
% 0.4 FAT+LAB	13.5±0.24 ^d	17.3±0.94 ^d	23.0±1.66 ^d	29.8±2.75 ^c	37.3±3.07 ^b	41.3±4.13 ^b	42.7±4.01 ^b
% 0.5 FAT+LAB	15.5±0.24 ^c	19.3±0.94 ^{cd}	25.8±1.67 ^{bcd}	32.7±2.89 ^{bc}	38.7±3.19 ^b	41.2±3.65 ^b	42.5±3.42 ^b

LAB, laktik asit bakteri inokulanı; FAT, formik asit temeline dayalı koruyucu

Aynı sütunda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir ($P<0.05$).

Çizelge 4.5 ve Şekil 4.7' de görüldüğü gibi incelenen tüm inkübasyon zamanlarında araştırmada kullanılan FAT, LAB ve FAT+LAB mısır silajlarının *in vitro* gaz üretimlerini kontrol grubuna göre önemli düzeyde düşürmüştür ($P<0.05$). Üçüncü saatteki en düşük gaz üretim düzeyi 13.5±0.24 ml ile % 0.4 FAT+LAB kullanılan grupta saptanırken, en yüksek gaz üretim düzeyi 20.8±0.68 ml ile kontrol grubunda saptanmıştır. Altıncı saatteki gaz üretim düzeylerine bakıldığında gaz üretim düzeylerinin 17.3±0.94 ile 26.2±0.83 ml arasında değiştiği gözlenmiş ve yine en yüksek gaz üretimi kontrol grubunda en düşük gaz üretimi ise % 0.4 FAT+LAB kullanılan grupta saptanmıştır. Kırk sekizinci saate kadar silajlar arasında rakamsal olarak en düşük gaz üretimi % 0.4

FAT+LAB kullanılan silajlarda meydana gelmiştir. İnkübasyonun 48. 72. ve 96. saatlerinde ise en düşük gaz üretimi tek başına LAB kullanılan grupta saptanmıştır. İnkübasyonun 48., 72. ve 96. saatlerdeki gaz üretimleri bakımından kontrol grubu ile FAT, LAB ve FAT+LAB kullanılan silajlar arasındaki farklılıklar önemli bulunurken ($P<0.05$), katkı maddeleri arasındaki farklılıklar önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$).

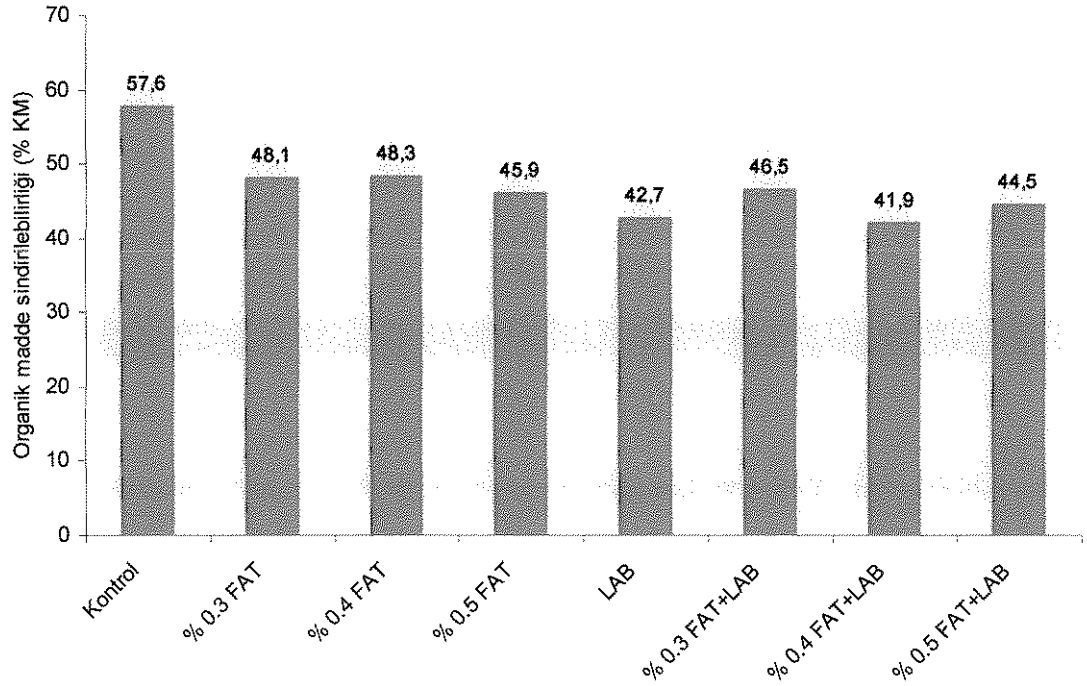
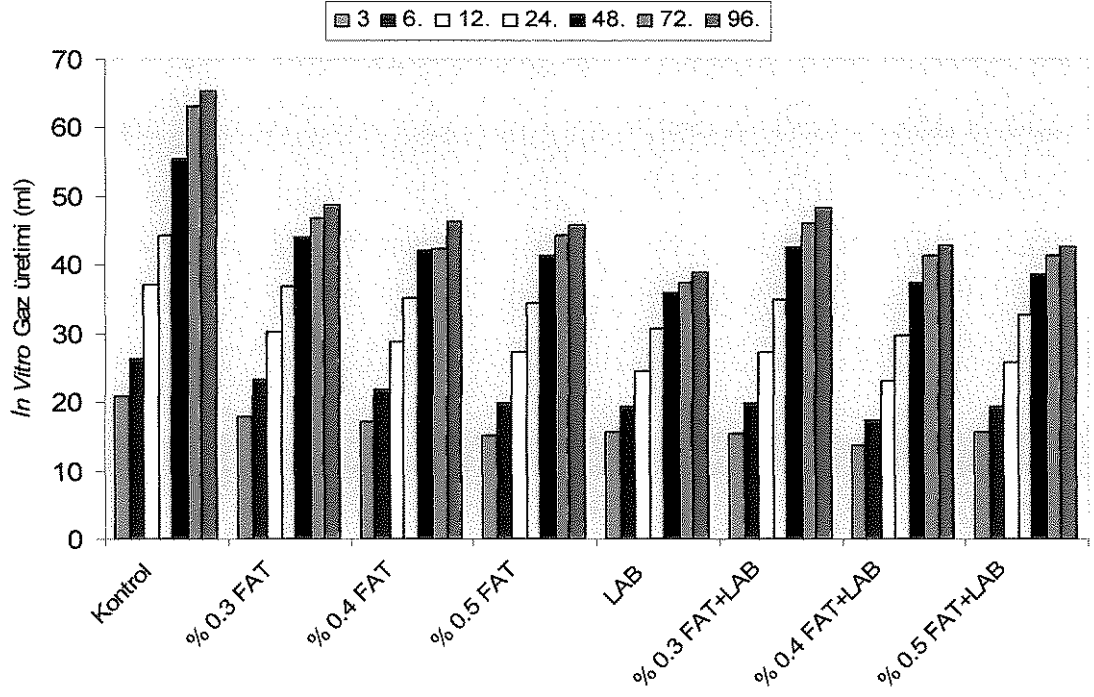
Araştırmada mısır silajlarının OM sindirilebilirliğine ait araştırma sonuçları Çizelge 4.6. ve Şekil 4.7.' de verilmiştir. OM sindirilebilirliğine bakıldığında gaz üretim değerleri ile uyum içerisinde olduğu ve kontrol grubundaki OM sindirilebilirliğinin tüm katkı maddesi kullanılan silajlara göre % 57.6 ile en yüksek olduğu saptanmıştır. Diğer yandan FAT ve LAB kullanılan tüm silajlarda OM sindirilebilirliği bakımından fark olmadığı belirlenmiştir. % 0.4 FAT+LAB kullanılan grubun OM sindirilebilirliğinin % 41.9 ile en düşük düzeyde olduğu gözlenmiştir. Mısır silajında FAT ve LAB inokulantı ya da bunların kombinasyonlarının kullanımı silajların OM sindirilebilirliğini düşürmüştür.

Çizelge 4.6. Mısır silajlarının OM sindirilebilirliklerine ait araştırma sonuçları (% KM)

Uygulamalar	OM	OMS
Kontrol	19.0±0.02 ^{ab}	57.6±4.87 ^a
% 0.3 FAT	17.9±0.06 ^c	48.1±1.77 ^b
% 0.4 FAT	18.0±0.03 ^c	48.3±1.55 ^b
% 0.5 FAT	17.8±0.04 ^c	45.9±0.23 ^b
LAB	19.3±0.17 ^a	42.7±0.36 ^b
% 0.3 FAT+LAB	16.9±0.04 ^c	46.5±0.42 ^b
% 0.4 FAT+LAB	17.2±0.25 ^c	41.9±2.33 ^b
% 0.5 FAT+LAB	18.0±0.03 ^{bc}	44.5±2.47 ^b

LAB, laktik asit bakteri inokulantı; FAT, formik asit temeline dayalı koruyucu

Aynı sütunda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir ($P<0.05$).



Şekil 4.8. Mısır Silajlarının *in vitro* gaz üretimi ve OM sindirilebilirliklerine ait araştırma sonuçları
LAB, laktik asit bakterisi inokulanlı; FAT, formik asit temelinde dayalı koruyucu

LAB' nin çoğunlukta olduğu silajlarda, fermantasyon ürünü olarak genellikle yüksek düzeyde laktik asit ve düşük düzeylerde asetik asit ve etanol oluşur. Bu tür silajların ruminantların KM tüketimini artırdıkları (Bolsen ve ark. 1996a), bu artışın hem silajların KM ve OM sindirilebilirliğini hem de ruminantların verim performanslarını olumlu yönde etkiledikleri bildirilmektedir (Havillah ve Kaiser 1992).

Bingöl ve Baytok (2003), sorgum silajına formik asit katkısının rumende KM parçalanabilirliğini olumsuz yönde etkilediğini, bunun nedeninin silajın fermantasyon kalitesinin sınırlandırılmış olması ve buna bağlı olarak bitkideki yapısal karbonhidratların hidrolize olmasından kaynaklandığı sonucuna varmışlardır. Filya (2000a), LAB inokulantlarının özellikle ruminantlarda silaj KM' sinin sindirilebilirliği üzerinde olumlu etkide bulunduğunu ve çoğunlukla silajların KM sindirilebilirliğini artırdığını bildirmiştir. Kung ve ark. (1990) LAB inokulantı kullanımının silajların *in vitro* NDF parçalanabilirliklerini katkısız silajlara göre önemli ölçüde artırdığını bildirirken, Sanderson (1993) inokulant kullanılan silajlarla kullanılmayan silajlar arasında *in vitro* NDF ve ADF parçalanabilirliği bakımından bir farklılığın olmadığını bildirmiştir ve NDF parçalanabilirliğini kontrol ve LAB inokulantlı gruplarda sırasıyla % 67.4 ve 63.1; ADF parçalanabilirliğini % 56.8 ve 63.8 olarak saptamıştır. Polat ve ark. (2005) LAB inokulantı kullanımının mısır silajının parçalanabilirlik düzeyleri üzerine etkisi olmadığını belirtmişler, kontrol ve LAB inokulantlı gruplarda sırasıyla KM sindirilebilirliğini % 66.3 ve 69.8; OM sindirilebilirliğini % 70.1 ve 72.1 olarak saptamışlardır. Aksu ve ark. (2003) bakteriyal inokulant kullanımının mısır silajının KM sindirilebilirliğini önemli derecede ($P<0.05$) artırdığını, OM sindirilebilirliğini ise değiştirmedeğini saptamışlardır. KM parçalanabilirliğindeki artışı, laktik asit bakterilerinin silaj fermantasyonunu stabilize ederek ham besin maddelerinin sindirilme derecelerini olumlu etkilediği şeklinde değerlendirmişlerdir. Bazı araştırmalarda (Filya ve ark. 2000; Nadeau ve ark. 2000; Basmacıoğlu ve ark. 2003) inokulant kullanımının rumen KM ve OM parçalanabilirliği üzerinde etkili olmadığı bildirilirken, bazı çalışmalarda (Filya 2002b; Chen ve ark. 1994) KM parçalanabilirliği üzerinde olumlu etkileri olduğu, bazı çalışmalarda da (Kennedy 1990) OM sindirilebilirliğini azalttığı bildirilmiştir.

Diğer yandan formik asit katkısının bazı çalışmalarda (Jacobs ve ark. 1991; Patterson ve ark. 1997) silajın KM ve OM sindirilebilirliğini artırırken, bazı çalışmalarda (Mabjessh ve ark. 1997) formik asit katkısının KM ve OM sindirilebilirliği üzerinde etkili olmadığı bildirilmiştir.

Filya ve Sucu (2003) özellikle % 3.5 ve 4.0 düzeyinde kullanılan FAT' in mısır silajlarının KM ve OM sindirilebilirliklerini kontrol silajına göre önemli düzeyde ($P<0.05$) artırdığını saptamışlardır. Bu sonuç üzerinde formik asidin antimikrobiyal özelliğinin etkili olduğunu bildirmişlerdir. Formik asidin antimikrobiyal özelliği nedeniyle maya ve küf gibi silajlarda aerobik bozulmaya neden ve bu nedenle de hayvanlar tarafından daha iyi değerlendirilmesini engelleyen mikroorganizma popülasyonlarının gelişmesini önlediğini belirtmişlerdir. Bunun bir sonucu olarak FAT katılan silajların KM ve OM sindirilebilirlikleri artış göstermiştir. McDonald ve ark. (1991) formik asidin ruminantların KM tüketimini artırdığını ve bunun da hayvanların verim performanslarına yansıdığını bildirirlerken, Filya (2000b) formik asidin silajlarda bozulmaya neden olan mikroorganizma popülasyonlarını baskı altına alarak gelişip çoğalmalarını engellediğini ve bunun sonucunda elde edilen hijyenik açıdan temiz silajların ruminantların verim performanslarını artırdığını bildirmiştir. Nadeau ve ark. (2000) formik asit katılarak yapılan buğdaygil ve baklagil silajlarının ruminantlarda KM parçalanabilirliğini artırdığını belirlemişlerdir. Filya ve Sucu (2003) süt olum dönemi gibi erken bir dönemde hasat edilen ve silaj yapımı için düşük bir KM içeriğine sahip mısırın silolanması sırasında FAT kullanımının, mısır silajlarının fermantasyonunu yavaşlatarak aerobik stabiliteleri ile *in situ* rumen KM ve OM parçalanabilirliklerini geliştirebileceğini bildirmişlerdir. Araştırma sonucunda silajların CO₂ üretimlerine dayanarak mısırdaki en az % 2.5, *in situ* rumen KM ve OM parçalanabilirlikleri dayanarak ise en az % 3.5 düzeyinde FAT kullanılması gerektiğini saptamışlardır. Son yıllardaki çalışmalarda oldukça sürpriz bir şekilde yaklaşık % 60' ında, bakteriyel inokulantların KM parçalanabilirliği ve yaklaşık % 35' inde de ham selüloz sindirilebilirliğini artırdığı bildirilmiştir (Gordon 1989; Rooke ve Kafilzadeh 1994). Bu sonuçlar gerçekten ilginç ve anlaşılması zordur. Çünkü LAB' nin bitki hücre duvarını oluşturan selüloz,

hemiselüloz, lignin ve diğer bileşikler üzerinde etkisinin olmadığı ve bu bileşiklerin özellikle süt ve besi sığırlarında sınırlı düzeyde sindirilebildiği bilinmektedir. Ancak Muck (1993) tarafından bakteriyal inokulantların ortamın pH' sını düşürmesi sonucu, hemiselülozların hidrolizi için siloda ilave bir miktar asit oluştuğu ve bu asit ortamdan etkilenen bitki hücre duvarı fraksiyonlarının rumen mikroorganizmaları tarafından daha hızlı ve yoğun bir şekilde parçalanmaya açık hale gelebileceği şeklinde açıklanmıştır. Bu sonuçlara göre, bakteriyal inokulantların hayvanların performanslarını nasıl artırdığı sorusunun cevabı olarak; silaj KM' sinin parçalanabilirliğindeki artışın anahtar rol oynadığı ve KM parçalanabilirliği yüksek olan silajların hayvanların performanslarını artıracacağı söylenebilir. Ballard ve ark. (2001) % 27.8, 27.3 ve 33.7 KM içeriğine sahip 3 farklı mısır bitkisinin *in vitro* KM parçalanabilirliklerini inkübasyonun 30. saatinde sırasıyla % 75.1, 79.2 ve 73.7 olarak saptamışlardır. Silolama döneminin sonunda silajların KM içeriklerini sırasıyla % 26.4, 25.9 ve 32.7; *in vitro* KM parçalanabilirliklerini ise % 73.8, 77.5 ve 73.9 olarak saptamışlardır. Russell ve ark. (1992) mısırın *in vitro* KM parçalanabilirliğinin azalmasının lignin ve ADF içeriğinin artması ile arasında yüksek bir korelasyon olduğunu bildirmiştir.

Sonuç olarak, bu araştırmada silaj katkı maddesi olarak kullanılan FAT, silo içerisinde asit bir ortam yaratarak fermantasyonu ve fermantasyon ürünlerinin miktarını sınırlandırarak mısır silajlarının aerobik stabilitelerini geliştirmiştir. FAT, mısır silajlarının lactobacilli sayılarını kontrol silajına göre bir miktar düşürürken, maya ve küf sayılarının artışını önlemede yetersiz kalmıştır. Hücre duvarı bileşenlerini kontrol grubuna göre artırmış, *in vitro* gaz üretim değerlerini ve OM sindirilebilirliklerini ise düşürmüştür. Araştırmada kullanılan LAB inokulantı mısır silajlarının fermantasyon özelliklerini olumlu yönde etkileyerek artırırken, silajların aerobik stabilitelerini düşürmüştür. LAB kullanımı, silajlarda hem lactobacilli hem de maya ve küf sayılarının artmasına neden olmuştur. Hücre duvarı bileşenlerini kontrol grubuna göre artırırken, *in vitro* gaz üretim değerlerini ve OM sindirilebilirliklerini düşürmüştür. FAT+LAB kombinasyonu ise mısır silajlarının fermantasyon özellikleri ve aerobik stabilitelerini etkilemezken, lactobacilli, maya ve küf sayılarını artırmıştır. Ayrıca

FAT+LAB mısır silajlarının hücre duvarı bileşenlerini artırmış, *in vitro* gaz üretim değerlerini ve OM sindirilebilirliklerini düşürmüştür.

KAYNAKLAR

- Aksu, T., Baytok, E. ve Bolat, D. 2003. Bir Bakteriyal Silaj İnokulantının Mısır Silajının Fermantasyonu ve Ham Besin Maddelerinin Sindirilme Derecelerine Etkisi. II. Ulusal Hayvan Besleme Kongresi, 18-20 Eylül 2003, Konya, s. 453-455.
- Akyıldız, A.R. 1984. Yemler Bilgisi Laboratuvar Klavuzu. Ankara Üniv. Zir. Fak. No: 895, Ankara.
- A.O.A.C. 1990. Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis, 15th ed., Vol. 1. AOAC, Washington, DC, p. 69-79.
- Ashbell, G., Weinberg, Z.G., Azrieli, A., Hen, Y. and Horev, B. 1991. A Simple System to Study the Aerobic Deterioration of Silages. Can. Agric. Eng. 33: 391-393.
- Ballard, C.S., Thomas, E.D., Tsang, D.S., Mandebvu, P., Sniffen, C.J., Endres, M.I. and Carter, M.P.J. 2001. Effect of Corn Silage Hybrid on Dry Matter Yield, Nutrient Composition, *In Vitro* Digestion, Intake by Dairy Heifers, and Milk Production by Dairy Cows. J. Dairy Sci., 84: 442-452.
- Basmacığolu, H., Ergül, M. ve Karaayvaz, K. 2003. Mısır Silajında Katkı Maddesi Olarak Bakteri+Enzim Karışımı Kullanımının Silaj Fermantasyonu ile Aerobik Dayanıklılık Üzerine Etkisi. II. Ulusal Hayvan Besleme Kongresi, 18-20 Eylül 2003, Konya, s. 432-435.
- Baytok, E., Aksu, T., Karslı, M.A. and Muruz, H. 2003. Formik Asit, Melas ve İnokulant Katkılarının Mısır Silajının Bileşimi, Rumen Fermantasyonu, Organik Madde Sindirilebilirliği ve Mikrobiyal Protein Sentezine Etkileri. 1. Silajların Bileşimi ve Fermantasyonu. II. Ulusal Hayvan Besleme Kongresi, 18-20 Eylül 2003. Konya, s. 42-46.
- Beever, D.E. 1993. Rumen function. In: Forbes, J.M. and J. France (Eds) Quantitative Aspects of Ruminants Digestion and Metabolism. CAB Int. Wallingford. p. 187-215.
- Best, P. 2000. How Do Acids Work as Growth Promoters. Feed Int. May 2000, p. 23-24.
- Bingöl, N.T. ve Baytok, E. 2003. Sorgum Silajına Katılan Bazı Katkı Maddelerinin Silaj Kalitesi ve Besin Maddelerinin Rumendeki Yıkılımı Üzerine Etkileri. II. Ulusal Hayvan Besleme Kongresi, 18-20 Eylül 2003, Konya, s. 56-60.
- Blümmel, M., H. and Ørskov, E.R. 1993. Comparison of *In Vitro* Gas Production and Nylon Bag Degradability of Roughages in Predicting Feed in Take in Cattle, Anim. Feed Sci. Technol., 40: 109-119.

- Blümmel, M. and Becker, K. 1997. The Degradability Characteristics of Fifty Four Roughages and Roughage Neutral Detergent Fibres Described by *In Vitro* Gas Production and Their Relationship to Voluntary Feed Intake. *British J. Nutr.*, 77: 757-768.
- Bolsen, K. K., Sonan, R. N., Dalke, B., Pope, R., Riley, J. G. and Laytimi, A. 1992. Evaluation of Inoculant and NPN Silage Additives: A Summary of 26 Trials and 65 Farm- Scale Silages. In: *Kansas Agric. Exp. Sta. Rpt. of Prog.* 651. Kansas State University, Manhattan. p. 101 - 102.
- Bolsen, K.K., Bonilla, D.R., Huck, G.L., Young, M.A. and Hart-Thakur, R.A. 1996a. Effect of Propionic Acid Bacterial Inoculant on Fermentation and Aerobic Stability of Whole-Plant Corn Silage. *Cattlemen's Day*, p. 78-81.
- Bolsen, K. K., Ashbell, G. and Weinberg, Z.G. 1996b. Silage Fermentation and Silage Additives. *AJAS.*, 9: 483-493.
- Cai, Y., Benno, Y., Ogawa, M. and Kumai, S. 1999. Effect of Applying Lactic Acid Bacteria Isolated from Forage Crops on Fermentation Characteristics and Aerobic Deterioration of Silage. *J. Dairy Sci.*, 82: 520-526.
- Castle, M.E. 1986. Conclusions and Future Prospects. In: *Proc. Eurobac Conf.* 12-16 August, 1986. Uppsala, Sweden. p. 184-188.
- Chen, J., Stokes, M.R. and Wallace, C.R. 1994. Effects of Enzyme-Inoculant System on Preservation and Nutritive Value of Haycrop and Corn Silage. *J. Dairy Sci.*, 77: 501-512.
- Chenost, M., Deverre, F., Aufrere, J. and Demarquilly, C., 1997. The Use of Gas-Test Technique for Predicting The Feeding Value Forage Plants. In: *In Vitro* Techniques for Measuring Nutrient Supply to Ruminants. In: *Proc. Occasional Meeting of the British Society of Anim. Sci.*, 8-10 July 1997, University of Reading, UK.
- Driehuis, F. and Van Wixselaar, P.G. 1996. Effects of Addition Formic, Acetic or Propionic Acid to Maize Silage and Low Dry Matter Grass Silage on the Microbial Flora and Aerobic Stability. *Proc. of the 11th International Silage Conference.* Aberystwyth, Wales, p. 256-257.
- Driehuis, F., Oude Elferink, S. J. W. H. and Spoelstra, S. F. 1999a. Anaerobic Lactic Acid Degradation During Ensilage of Whole-Crop Maize Inoculated with *Lactobacillus buchneri* Inhibits Yeast Growth and Improves Aerobic Stability. *J. Appl. Microbiol.* 87(4): 583-594.
- Driehuis, F., Oude Elferink, S. J. W. H. and Van Wixselaar, P. G. 1999b. *Lactobacillus buchneri* Improves the Aerobic Stability of Laboratory and Farm-Scale Whole-Crop Maize Silage but Does Not Affect Feed Intake and

Milk Production of Dairy Cows. In *Proc.XIIIth Int'l Silage Conf.*, 264-265. Uppsala, Sweden: Swedish University of Agricultural Sciences.

Dubois, M., Giles, K.A., Hamilton, J.K., Rebes, P.A. and Smith, F. 1956. Colorimetric Method for Determination of Sugars and Related Substances. *Anal. Chem.*, 28: 350-356.

Fernandez-Rivera, S. 1997. Relationships Between Gas Release *In Vitro* and *In Vivo* Quality Measures of Tropical Forages. In: *In Vitro* Techniques for Measuring Nutrient Supply to Ruminants, Proceedings of Occasional Meeting of British Soc. Anim. Sci., 8-10 July 1997, University of Reading, UK.

Filya, İ. 2000a. Silaj Katkı Maddelerinin Ruminantları Performansları Üzerindeki Etkileri. *Ege Zootekni Derneği Hayvansal Üretim Dergisi*, 41: 76-83.

Filya, İ. 2000b. Silaj Fermantasyonunda Katkı Maddeleri Kullanımı. *On Dokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 15, 3: 118-125.

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.*, 88: 39-46.

Filya, İ. 2001a. Silaj Teknolojisi. Hakan Ofset, İzmir. 66 s.

Filya, İ. 2002a. Laktik Asit Bakteri İnokulantlarının Mısır ve Sorgum Silajlarının Fermantasyon, Aerobik Stabilite ve *In Situ* Rumen Parçalanabilirlik Özellikleri Üzerine Etkileri. *Turk J. Vet. Anim. Sci.*, 26: 815-823.

Filya, İ. 2002b. Laktik Asit Bakteri ve Laktik Asit Bakteri+Enzim Karışımı Silaj İnokulantlarının Mısır Silajı Üzerine Etkileri. *Turk J. Vet. Anim. Sci.*, 26: 679-687.

Filya, İ. 2003a. Organik Asitlerin Buğday, Mısır ve Sorgum Silajlarının Mikrobiyal Flora İle Aerobik Stabiliteleri Üzerine Etkileri. III. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi, 14-16 Ekim 2003, Ankara, s. 299-308.

Filya, İ. 2003b. The Effect of *Lactobacillus buchneri*, with or without Homofermentative Lactic Acid Bacteria, on the Fermentation, Aerobic Stability and Ruminal Degradability of Wheat, Sorghum and Maize Silages. *J. Appl. Microbiol.*, 95: 1080-1086.

Filya, İ. 2003c. The Effect of *Lactobacillus buchneri* and *Lactobacillus plantarum* on the Fermentation, Aerobic Stability, and Ruminal Degradability of Low Dry Matter Corn and Sorghum Silages. *J. Dairy Sci.* 86: 3575-3581.

Filya, İ. ve Sucu, E. 2003. Silajlarda Fermantasyon Kalitesi ve Aerobik Stabilitenin Geliştirilmesi Üzerinde Araştırmalar. GAP III. Tarım Kongresi, 2-3 Ekim 2003, Şanlıurfa, s. 273-278.

Filya, İ., Sucu, E. ve Hanoğlu, H. 2003a. Bakteriyal İnokulantların Küçük Plastik Balya Mısır Silajlarının Fermentasyon Özellikleri ve Besleme Değerleri Üzerindeki Etkileri. II. Ulusal Hayvan Besleme Kongresi, 18-20 Eylül 2003, Konya, s. 230-233.

Filya, İ., Sucu, E. Turgut, İ. ve Karabulut, A. 2003b. Bakteriyal İnokulantların Mısır Silajları Üzerine Etkileri. III. Ulusal Zootekni Kongresi, Ankara, 2003, s. 280-291.

Filya, İ., Sucu, E. and Karabulut, A., 2004a. The Effect of *Propionibacterium Acidipropionici*, with or *Lactobacillus plantarum*, on the Fermentation and Aerobic Stability of Wheat, Sorghum and Maize Silages. J. Appl. Microbiol., 97: 818-826.

Filya, İ., Sucu, E. ve Canbolat, Ö. 2004b. Silaj Fermentasyonunda Organik Asit Kullanımı Üzerine Araştırmalar. II. Formik Asit Temeline Dayalı Bir Koruyucunun Çiftlik Koşullarında Yapılan Mısır Silajlarının Fermentasyon, Mikrobiyal Flora, Aerobik Stabilite ve *In Situ* Rumen Parçalanabilirlik Özellikleri Üzerine Etkisi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 18 (2): 35-45.

Filya, İ. ve Sucu, E., 2005. Silaj Fermentasyonunda Organik Asit Kullanımı Üzerine Araştırmalar. I. Formik Asit Temeline Dayalı Bir Koruyucunun Laboratuvar Koşullarında Yapılan Mısır Silajlarının Fermentasyon, Mikrobiyal Flora, Aerobik Stabilite ve *In Situ* Rumen Parçalanabilirlik Özellikleri Üzerine Etkisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi, 11 (1): 51-56.

Filya, İ., Sucu, E. ve Karabulut, A. 2005a. Propiyonik Asit Bakterilerinin Mısır Silajlarının Mikrobiyal Flora ve Aerobik Stabiliteleri Üzerine Etkileri. III. Ulusal Hayvan Besleme Kongresi, 7-10 Eylül 2005, Adana, s. 500-504.

Filya, İ., Sucu, E. ve Canbolat, Ö. 2005b. Silaj Yapımında ve Süt İneklerinin Beslenmesinde Organik Asit Kullanımı Üzerinde Araştırmalar. 1. Formik Asit Temeline Dayalı Bir Koruyucunun Mısır Silajlarının Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi. III. Ulusal Hayvan Besleme Kongresi, 7-10 Eylül 2005, Adana, s. 1719-1722.

Flores, G., Castro, J., Arraez, A.G., Amil, A., Brea, T. and Warleta, M.G. 1999. Effect of a Bacterial Additive on Silage Fermentation, Digestibility, Ruminant Degradability, Intake and Performance of Lactating Dairy Cattle in Galicia (NW Spain). In: Proc. 12th International Silage Conference. Uppsala, Sweden. p. 181-182.

- Gordon, F.J. 1989. Effect of Silage Additives and Wilting on Animal Performance. Proceeding of The Twenty-Third Feed Manufactures Conference, University of Nottingham (Ed:W. Harising), p.159-173.
- Havillah, E.J. and Kaiser, A.G. 1992. Sorghums for Silage, a review. *AIAS Occasional Public.*, 68: 38-354.
- Henderson, A.R., Seale, D.R., Anderson, D.H. and Heron, S.J.E. 1990. The Effect of Formic Acid and Bacterial Inoculants on the Fermentation and Nutritive Value of Perennial Ryegrass Silages. In: S. Lindgren and K. L. Peterson (Ed.), *Proc. of the Eurobac Conference Swedish University of Agricultural Sciences, Upsala, Sweden.* p. 93-98.
- Jaakkola, S.J. 1990. The Effect of Cell Wall Degrading Enzymes on the Preservation of Grass and on the Silage Intake and Digestibility in Sheep. *J. Agric. Sci.*, 62: 51-62.
- Jacobs, J.L., Cook, J.E. and Mcallan, A.B. 1991. Enzymes as Silage Additive. 2. The Effect of Grass Dry Matter Content Ensilage Quality and Performance in Sheep. *Grass and Forage Sci.*, 46:191-199.
- Keady, T.W.J., Steen, R.W.J., Kilpatrick, D.J. and Mayne, C.S. 1994. Effects of Inoculant Treatment on Silage Fermentation, Digestibility and Intake by Growing Cattle. *Grass Forage Sci.*, 49: 284-294.
- Kennedy, S.J. 1990. An Evaluation of Three Bacterial Inoculants and Formic Acid as Additive for Harvest Grass. *Grass Forage Sci.*, 45: 281-288.
- Kleinmans, J. and Hooper, P. 1999. The Effect of a Commercial Silage Inoculant (Pioneer® Brand 1188) on Animal Performance. In: *Proc. 12th International Silage Conference.* Uppsala, Sweden. p. 319-320.
- Kleinschmit, D.H., Schmidt, R.J. and Kung, L. 2005. The Effect of Various Antifungal Additives on the Fermentation and Aerobic Stability of Corn Silage. *J. Dairy Sci.*, 88: 2130-2139.
- Kung, L., Carmean, B.R. and Tung, R.S. 1990. Microbial Inoculation or Cellulase Enzyme Treatment of Barley and Vetch Silages Harvested at Three Maturities. *J. Dairy Sci.*, 73: 1304-1311.
- Kung, L., Chen, J.H., Kreck, M. and Knutsen, K. 1993. Effect of Microbial Inoculants on the Nutritive Value of Corn Silage for Lactating Dairy Cows. *J. Dairy Sci.*, 76: 3763-3770.
- Kung, L., Robinson, J.R., Ranjit, N.K., Chen, J.H., Golt, C.M. and Pesek, J.D. 2000. Microbial Populations, Fermentation End-Products, and Aerobic Stability of Corn Silage Treated with Ammonia or a Propionic Acid-Based Preservative. *J. Dairy Sci.*, 83: 1479-1486.

Kung, L., Myers, C.L., Neylon, J.M., Taylor, C.C., Lazartic, J., Mills, J.A. and Whiter, A.G. 2004. The Effects of Buffered Propionic Acid-Based Additives Alone or Combined with Microbial Inoculation on The Fermentation of High Moisture Corn and Whole-Crop Barley. *J. Dairy Sci.*, 87: 1310-1316.

Lindgren, S., Lingvall, A. P., Kartzow, A., and Rydberg, E. 1983. Effects of Inoculants, Grain and Formic Acid on Silage Fermentation. *Swedish J. Agric. Res.*, 13: 91-100.

Lindgren, S., Petterson, K., Kasparsson, A, Jonsson, A. and Lingvall, P. 1985. Microbial Dynamics During Aerobic Deterioration of Silages. *J. Sci. Food Agric.* 36: 765-774.

Luther, R.M. 1986. Effect of Microbial Inoculation of Whole Plant Corn Silage on Chemical Characteristics, Preservation and Utilization by Steers. *J. Anim. Sci.*, 36: 1329-1336.

Mabjessh, S.J., Arieli, A., Brunckental, I., Zamwell, S. and Tagari, H. 1997. Effect of Ruminant Degradability of Crude Protein and Non-Structural Carbohydrates on the Efficiency of Bacterial Crude Protein Synthesis and Amino Acids Flow to the Abomasum of Cows. *J. Dairy Sci.*, 80: 2939-2949.

McDonald, P., Henderson, A.R. and Heron, S.J.E. 1991. *The Biochemistry of Silage*. (2nd ed.) Chalcombe Publ., Church Lane, Kingston, Canterbury, Kent, UK.

Meeske, R and Basson, H.M. 1998. The Effect of a Lactic Acid Bacterial Inoculant on Maize Silage. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 70: 239-247.

Menke, K.H. and Steingass, H. 1988. Estimation of the Energetic Feed Values Obtained from Chemical Analysis and *In Vitro* Gas Production Using Rumen Liquid. *Anim. Res. Dev.*, 28: 7-55.

Muck, R.E. 1993. The Role of Silage Additives in Making High Quality Silage. In *Silage Production from Seed to Animal*. Syracuse, NY: NRAES-67, Northeast Regional Agricultural Engineering Service. p. 106-116.

Muck, R.E. 2004. Effects of Corn Silage Inoculants on Aerobic Stability. *Am. Soc. Agric. Eng.*, 47 (4): 1011-1016.

Muck, R.E. and Pitt, R.E., 1994. Aerobic Deterioration of Corn Silage Relative to the Silo Face. *Trans. ASAE*. 37: 735-743.

Muck, R.E. and Kung, L. 1997. Effects of Silage Additives on Ensiling. In: *Proc. From Silage, Field to Feedbunk North American Conference*, Heshey, Pennsylvania. Northeast Regional Agricultural Engineering Service Publication 99, Ithaca, NY.

Nadeau, E.M.G., Buxton, D.R., Russell, J.R., Allison, M.J. and Young, J.W. 2000. Enzyme, Bacterial Inoculant and Formic Acid Effects on Silage Composition of Orchardgrass and Alfalfa. *J. Dairy Sci.*, 83 (7): 1487-1502.

Ørskov, E.R. and McDonald, I. 1979. The Estimation of Protein Degradability in The Rumen from Incubation Measurements Weighed According to Rate of Passage. *J. Agric. Sci.*, 92: 499-503.

Özdüven, M.L., Koç, F. ve Yurtman, İ.Y. 1999. Mikrobiyal Katkı Maddelerinin Mısır Silajında Kalite ve Aerobik Duyarlılık Üzerindeki Etkileri. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 5 (3): 7-12.

Patterson, D.C., Mayne, C.S. and Gordon, F.J. 1997. An Evaluation of an Inoculant/enzyme Preparation as an Additive for Grass Silage for Dairy Cattle. *Grass Forage Science*, 52 (3): 325-335.

Polat, C., Koç, F. ve Özdüven, M.L. 2005. Mısır Silajında Laktik Asit Bakteri ve Laktik Asit Bakteri+Enzim Karışımı İnokulantların Fermantasyon ve Toklularda Ham Besin Maddelerinin Sindirilme Dereceleri Üzerine Etkileri. *Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2 (1): 13-22.

Ranjit, N.K. and Kung, L. 2000. The Effect of *Lactobacillus buchneri*, *Lactobacillus plantarum* or a Chemical Preservative on the Fermentation and Aerobic Stability of Corn Silage. *J. Dairy Sci.*, 83: 526-535.

Romney, D.L., Cadario, F.C., Owen, E. and Murray, A.H. 1997. Comparison of Parameters from the Theodorou Gas Production Technique Using Nitrogen-Free and Nitrogen-Rich Media as Predictors of DM Intake and Digestibility. In: *In Vitro* Techniques for Measuring Nutrient Supply to Ruminants. In: Proc. Occasional Meeting of the British Society of Animal Science, 8–10 July 1997, University of Reading, UK.

Rooke, J.A. and Kafilzadeh, F. 1994. 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.*, 49: 324-333.

Russell, J.R., Irlbeck, N.A., Hallauer, A.R., and Buxton, D.R. 1992. Nutritive Value and Ensiling Characteristics of Maize Herbage as Influenced by Agronomic Factors. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 38: 11-24.

Rust, S.R., Kim, H.S. and Enders, G.L. 1989. Effects of A Microbial Inoculant on Fermentation Characteristics and Nutritional Value of Corn Silage. *J. Prod. Agric.*, 2: 235-241.

Sanderson, M. A. 1993. Aerobic Stability and *In Vitro* Fiber Digestibility of Microbially Inoculated Corn and Sorghum Silages. *J. Anim. Sci.*, 71: 505-514.

SAS., 1988. Statistical Analysis System®. User's Guide: Statistics, Version 6.2 Edition. SAS Inst. Inc. Cary, NC.

Sebastian, S., Phillip, L.E., Fellner, V. and Idziak, E.S. 1996. Comparative Assessment of Bacterial Inoculation and Propionic Acid Treatment on Aerobic Stability and Microbial Populations of Ensiled High-Moisture Ear Corn. *J. Anim. Sci.*, 74: 447-456.

Snyman, L.D. and Joubert, H.W. 1996. Effect of Maturity Stage and Method of Preservation on the Yield and Quality of Forage Sorghum, *Anim. Feed Sci. Technol.*, 57: 63-73.

Spoelstra, S.F., Steg, A. and Beuvink J.M.W. 1991. Application of Cell Wall Degrading Enzymes to Grass Silage. *Agricultural Biotechnology in Focus in The Netherlands*.

Stokes, M. and Chen, J. 1994. Effect of an Enzym-Inoculant Mixture on the Course of Fermentation of Corn Silage. *J.Dairy Sci.*, 77: 3401-3409.

Van Soest, P.H., Robertson, J.B. and Lewis, B.A. 1991. Methods for Dietary Fiber, Neutral Detergent Fiber and Nonstarch Polysaccharides in Relation to Animal Nutrition. *J.Dairy Sci.*, 74: 3583-3597.

Weinberg, Z.G., Asbell, G. and Azrieli, A. 1988. The Effect of Applying Lactic Acid Bacteria at Ensilage on the Chemical and Microbiological Composition of Vetch, Wheat and Alfalfa Silages. *J. Appl. Bacteriol.*, 64: 1-7.

Weinberg, Z.G., Ashbell, G., Hen, Y. and Azrieli, A. 1993. The Effect of Applying Lactic Acid Bacteria at Ensiling on the Aerobic Stability of Silages. *J. Appl. Bacteriol.*, 75: 512-518.

Weinberg, Z.G. and Muck, R.E. 1996. New Trends and Opportunities in the Development and Use of Inoculants for Silage. *FEMS Microbiology Reviews*. 19: 53-68.

Weinberg, Z.G., Asbell, G., Hen, Y. and Azrieli, A., Szakacs, G. and Filya, I. 2002. Ensiling Whole-Crop Wheat and Corn in Large Containers with *Lactobacillus plantarum* and *Lactobacillus buchneri*. *J. Ind. Microbiol. Biotechnol.* 28: 7-11.

Wilkinson, J.M., 1999. Silage and Health. In: Proc. 12th International Silage Conference, Uppsala, Sweden. p. 67-83.

Wilson, R.E. 1996. Effects of Fertilizer N. Additives and Season on Silage Fermentation in Laboratory Silages. *Irish J. Agric. Food Res.*, 8: 307-318.

Winters, A.I., Fycan, R. and Jones, R. 2001. Effect of Formic Acid and a Bacterial Inoculant on the Amino Acid Composition of Grass Silage and on Animal Performance. *Grass Forage Sci.*, 56: 181-192.

Woolford, M. K., 1984. *The Silage Fermentation*. Markel Dekker, Inc., New York. p. 63.

Wurtz, B. 1954. Antagonism Between Lactic Acid and Proteolytic Bacteria in Silage. In: *Proc. The European Grassland Conference*. The European Productivity of The Organization for European Economics Co-Operation, Project No. 224: 266-270.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans öğrenimim ve tez çalışmam sırasında desteğini esirgemeyen danışmanım Sayın Doç. Dr. İsmail FİLYA' ya ve göstermiş olduğu sabır dolu yardımlarından dolayı sevgili eşim Şeniz ÖZİŐ ALTINÇEKİÇ' e teşekkür ediyorum.

Ayrıca analiz çalışmalarında yardımcı olan Sayın Arş. Gör. Dr. Önder CANBOLAT başta olmak üzere bölümümüzün diğer Araştırma Görevlileri' ne ve silajlık materyalin hazırlanmasında yardımcı olan bölümümüz öğrencilerine de teşekkürü bir borç bilirim.

Erdinç ALTINÇEKİÇ

ÖZGEÇMİŞ

1977 yılında İstanbul' da doğdum. İlk ve orta öğrenimini İstanbul' da tamamladım. 1993 yılında Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü' nü kazandım. 1998 yılı Haziran ayında mezun oldum. 2003 yılında Uludağ üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim dalında yüksek lisans eğitimime başladım. Halen, özel sektörde Yem Satış Bölge Sorumlusu olarak çalışmaktayım.

Erdinç ALTINÇEKİÇ