

T.C.
NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BAKTERİYAL İNOKULANTLARIN TRİTİKALE
SİLAJININ FERMANTASYON, AEROBİK
STABİLİTE VE İN VİTRO ORGANİK MADDE
SİNDİRİLEBİLİRLİĞİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

Zeynep KURŞUN
Yüksek Lisans Tezi
Zootekni Anabilim Dalı
Danışman:
Yrd. Doç. Dr. M. Levent ÖZDÜVEN
Tekirdağ-2009

T.C.
NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BAKTERİYAL İNOKULANTLARIN TRİTİKALE SİLAJININ FERMANTASYON,
AEROBİK STABİLİTE VE İN VİTRO ORGANİK MADDE SİNDİRİLEBİLİRLİĞİ
ÜZERİNE ETKİLERİ

Zeynep KURŞUN

ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN:

Yrd. Doç. Dr. M. Levent ÖZDÜVEN

TEKİRDAĞ-2009

Her hakkı saklıdır

Yrd. Doç. Dr. M. Levent ÖZDÜVEN danışmanlığında, Zeynep KURŞUN tarafından hazırlanan bu çalışma 23/02/2009 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Zootekni Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak oybirliği ile kabul edilmiştir.

Juri Başkanı : Prof. Dr. İsmet BAŞER

İmza :

Üye :Yrd. Doç. Dr. M. Levent ÖZDÜVEN (Danışman)

İmza :

Üye : Yrd. Doç. Dr. Cemal POLAT

İmza :

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Orhan DAĞLIOĞLU
Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

BAKTERİYAL İNOKULANTLARIN TRİTİKALE SİLAJININ FERMANTASYON, AEROBİK STABİLİTE VE İN VİTRO ORGANİK MADDE SİNDİRİLEBİLİRLİĞİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Zeynep KURŞUN

Namık Kemal Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Zootečni Anabilim Dalı

Danışman :
Yrd. Doç. Dr. M. Levent ÖZDÜVEN

Bu çalışma laktik asit bakteri inokulantların, tritikale (*xTriticosecale Wittmack*) silajlarının fermantasyon, aerobik stabilite, hücre duvarı kapsamı ve *in vitro* organik madde sindirilebilirliği özellikleri üzerindeki etkilerinin saptanması amacı ile düzenlenmiştir. Laktik asit bakteri inokulantı olarak Inoculant-1188 (Pioneer®, USA), laktik asit bakteri+Enzim karışımı inokulant olarak Sil-All (Allteck, UK) kullanılmıştır. İnokulantlar silajlara 6.18 log₁₀ koloni form ünite/g düzeyinde katılmışlardır. Tritikale, süt olum döneminde hasat edilmiş ve yalnızca gaz çıkışına olanak tanıyan, 1,5 litrelik özel kavanozlara silolanmıştır. Kavanozlar laboratuvar koşullarında 25±2°C'de depolanmışlardır. Silolamadan sonraki 2, 5, 8 ve 45. günlerde her gruptan 3' er kavanoz açılarak silajlarda kimyasal ve mikrobiyolojik analizler yapılmıştır. Silolama döneminin sonunda açılan tüm silajlara 5 gün süre ile aerobik stabilite testi uygulanmıştır. Ayrıca bu silajların, *in vitro* organik madde sindirilebilirliği saptanmıştır. Sonuç olarak her iki inokulant da, tritikale silajlarının fermantasyon özelliklerini artırmış ancak aerobik stabilitelerini düşürmüştür. Laktik asit bakteri+enzim karışımı inokulant, silajların nötr ve asit deterjanda çözünmeyen lif kapsamını düşürürken, *in vitro* organik madde sindirilebilirliğini artırmıştır.

Anahtar kelimeler: Tritikale, Laktik asit bakteri inokulantları, Enzim, Fermantasyon, Aerobik stabilite, Hücre duvarı kapsamı, *in vitro* organik madde sindirilebilirliği

2009 , 64 sayfa

ABSTRACT

MSc. Thesis

The Effects of Bacterial Inoculants on the Fermentation, Aerobic Stability and *In Vitro* Organic Matter Digestability Characteristics of Triticale Silages

Zeynep KURŞUN

Namık Kemal University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Main Science Division of Animal Science

Supervisor : Asistant Prof. Dr. M. Levent ÖZDÜVEN

This study was carried out to determine the effects of lactic acid bacteria (LAB) inoculants on the fermentation, aerobic stability and *in vitro* organic matter digestability characteristics of triticale (*xTriticosecale Wittmack*) silages. Inoculant-1188 (Pioneer®, USA), and Sil-All (Alltech, UK) were used as lactic acid bacteria and lactic acid bacteria+enzyme mixture inoculants. Inoculants were applied to silages at 6.18 log₁₀ cfu/g levels. Triticale was harvested milk stage of maturity and ensiled in 1.5-l special anaerobic jars, equipped with a lid enabling gas release only. The jars were stored at 25±2°C under laboratory conditions. Three jars from each group were sampled for chemical and microbiological analysis 2, 5, 8 and 45 days after ensiling. At the end of the ensiling period all silages were subjected to an aerobic stability test for 5 days. In addition, *in vitro* organic matter digestability of these silages were determined. Both inoculants increased characteristics of fermentation but impaired aerobic stability of triticale silages. Lactic acid bacteria+enzyme mixture inoculant decreased neutral and acid detergent fiber content and increased *in vitro* organic matter digestability of silages.

Keywords : Triticale, Lactic acid bacterial inoculants, Enzyme, Fermentation, Aerobic stability, Cell wall content, *in vitro* organicmatter digestability

2009, 64 pages

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

ÖZET	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	vi
KISALTMALAR DİZİNİ	vii
ÇİZELGE LİSTESİ	viii
ŞEKİL LİSTESİ.....	ix
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	4
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	20
3.1.MATERYAL	20
3.1.1. SİLAJ MATERYALİ	20
3.1.2. SİLAJLARIN HAZIRLANMASI.....	20
3.2.YÖNTEM	21
3.2.1.SİLAJ KALİTESİ TAKDİRİ İÇİN KULLANILAN YÖNTEMLER	21
3.2.1.1.pH ve Bc Analizleri	21
3.2.1.2. SÇK Analizi	21
3.2.1.3. NH ₃ -N Analizi.....	22
3.2.1.4. Organik Asit Analizleri.....	22
3.2.1.4.1. Laktik Asit Analizleri	22
3.2.1.4.2. Asetik Asit Analizleri	23
3.2.1.5. Mikrobiyolojik Analizler	24
3.2.2. HAM BESİN MADDELERİ VE HÜCRE DUVARI İÇERİKLERİ ANALİZLERİ 24	
3.2.2.1.Ham Besin Maddeleri İçerikleri Analiz Yöntemleri	24
3.2.2.2. Hücre Duvarı İçerikleri Analiz Yöntemleri	25
3.2.2.3. Enzimde OM Çözünübilirliği Analiz Yöntemleri	27
3.2.2.4. Aerobik Bozulmaya Dirence İlişkin Analizler.....	28
3.2.3. İSTATİKSEL ANALİZLER	29
4. BULGULAR.....	30
4.1. Silajların Fermantasyon Özellikleri	30
4.1.1. Silajların Kimyasal analizleri.....	30
4.1.2. Silajların Mikrobiyolojik analizleri.....	35
4.2. Silajların Aerobik Stabiliteleri	36
4.3. Silajların Hücre Duvarı Bileşenleri.....	36
4.4. Silajların in vitro Organik Madde Sindirilebilirliği	37
5. TARTIŞMA.....	39
6. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	45
7. KAYNAKLAR	46
ÖZGEÇMİŞ.....	54
TEŞEKKÜR	55

KISALTMALAR DİZİNİ

ADF	:Asit çözücülerde çözünmeyen karbonhidratlar
ADL	:Asit çözücülerde çözünmeyen lignin
Bc	:Buffer kapasitesi
CTAB	:Cetil trimetil amonyum bromidin
EÇOM	:Enzimde çözünmeyen organik madde
HK	:Ham kül
HP	:Ham protein
KM	:Kurumadde
LAB	:Laktik asit bakterileri
ME	:Metabolik enerji
NDF	:Nötral çözücülerde çözünmeyen karbonhidratlar
OM	:Organik madde
OMS	:Organik madde sindirilebilirliği
SÇK	:Suda çözünebilir karbonhidratlar

ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa No
Çizelge 1. Tritikale silajlarına ait kimyasal analiz sonuçları.....	32
Çizelge 2. Tritikale silajlarına ait kimyasal ve mikrobiyolojik analiz sonuçları.....	35
Çizelge 3. Tritikale silajlarının aerobik stabilite test sonuçları.....	36
Çizelge 4. Tritikale silajlarının hücre duvarı kapsamına ilişkin analiz sonuçları.....	37
Çizelge 5. Silajların <i>in vitro</i> OM sindirilebilirlik özellikleri.....	38

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1. Tritikale silajlarının fermantasyon süresince pH değişimleri.....	33
Şekil 2. Tritikale silajlarının fermantasyon süresince SÇK değişimleri	33
Şekil 3. Tritikale silajlarının fermantasyon süresince NH ₃ -N değişimleri.....	34
Şekil 4. Tritikale silajlarının fermantasyon süresince laktik asit değişimleri.....	34
Şekil 5. Tritikale silajlarının fermantasyon süresince asetik asit değişimleri	34

1. GİRİŞ

Silaj, genellikle su içeriği %50'nin üzerinde olan yeşil yem, bitkisel ürün, tarımsal artık ve atıkların doğal fermantasyonu sonucu elde edilen bir yem kaynağıdır (Meeske ve ark. 1993). Silolama olayında temel olarak, laktik asit bakterileri (LAB) anaerobik koşullar altında suda çözünebilir karbonhidratları (SÇK) başta laktik asit olmak üzere organik asitlere dönüştürürler. Bunun sonucunda pH düşer ve su içeriği yüksek materyal bozulmaya neden olan mikroorganizmalardan korunmuş olur (Weinberg ve ark. 1993).

İklim, bitki çeşidi, bitkinin kimyasal bileşimi ve silolama tekniği gibi birçok faktörün kontrol edilmemesi durumunda fermantasyon olayları arzu edilmeyen bir şekilde gerçekleşebilir. Silolama süresince gerçekleşen fermantasyon olaylarının bir sonucu olarak silajlarda kuru madde (KM), pH, organik asit (asetik, bütrik ve laktik) bileşimi, amonyak azotu (NH₃-N) miktarı gibi özellikler bakımından gözlenecek değerlerin, silaja ilişkin KM tüketimi ve besleme değerliliği üzerinde önemli etkilere sahip olduğu bilinmektedir (Kılıç 1986, Phipps ve Wilkinson 1986, Mc Donald ve ark. 1988).

Süt sığırlarının beslenmesinde önemli bir yer tutan silajların kalitesini arttırmak, bozulmadan kaynaklanabilecek kayıpları en aza indirmek ve silaj fermantasyonunu garanti altına almak amacıyla son yıllarda çeşitli katkı maddeleri kullanılmaktadır. Etki mekanizmaları, yapıları ve kullanım amaçlarına göre farklı gruplar altında incelenebilecek olan katkı maddelerini silolanan kitlede arzu edilmeyen mikroorganizma aktivitesini baskı altına alan katkı maddeleri (çeşitli asit ve bunların karışımları, tuz vb.) ve laktik asit aktivitesini destekleyen katkı maddeleri (şeker ve nişasta içeren besin maddeleri, enzimler, mikrobiyal kültürler vb.) olmak üzere iki ana grupta değerlendirmek de olasıdır (Mc Donald ve ark. 1991; Henderson 1992).

Bu katkı maddeleri arasında laktik asit bakterilerini içeren inokulantları, üretimlerinin endüstriyel anlamda gerçekleşmesini sağlayan tekniklerin (Liyofilizasyon/freze drying) gelişmesi ticari anlamda hem üretimlerini hem de kullanımlarını arttırmıştır (Robinson ve Mcevoy, 1993). Silaj yapımında kullanılan laktik asit bakteri inokulantlarını; belirli dozlarda kullanılmaları durumunda silolanacak kitlede homofermantatif nitelikli fermantasyon olaylarının gelişmesini sağlayacak yoğunlukta laktik asit bakterileri ya da gruplarını içeren ürünler olarak tanımlamak mümkündür (Yurtman ve ark. 1997). Bu inokulantlar genellikle *Lactobacillus*, *Pediococcus* ve *Enterococcus* cinsi mikroorganizmaları içerirler. Ancak bakteriyel inokulantların büyük bir

çoğunluğu, başta *Lactobasillus plantarum* olmak üzere homofermantatif özellikteki LAB'ni içerirler. Bu tür mikroorganizmalar, şekerleri ağırlıklı olarak laktik aside fermente ederler (Tengerdy ve ark. 1991). Laktik asit bakteri inokulantlarının kullanımının oldukça kolay olması, güvenli oluşları, toksik etkilerinin olmayışı, silaj yapımında kullanılan makinelerde korozyona sebep olmamaları, çevre kirliliği yaratmamaları ve sonuç olarak doğal ürünler olmaları gibi önemli avantajlara sahip oldukları için kimyasal kökenli katkı maddelerine göre daha fazla tercih edilmektedirler (Weinberg ve ark. 1993).

LAB inokulantların kullanıldığı birçok çalışmada, bu katkı maddelerinin silajların pH'larını hızla düşürdüğü, laktik asit ve laktik asit/asetik asit oranını arttırdığı, asetik asit, bütrik asit, NH₃-N ve etanol düzeylerini düşürdüğü ve lactobacilli içeriklerini arttırarak silaj fermantasyonunu geliştirdiği saptanmıştır (Weinberg ve ark. 1993; Stokes ve Chen 1994, Sheperd ve ark. 1995, Moran ve ark. 1996, Meeske ve ark. 1999, Filya ve ark. 2000, Filya 2002a, Filya 2002b). Laktik asit bakterileri inokulantlarının silaj fermantasyonunu geliştirmenin yanında ruminantların süt verimini, canlı ağırlık artışını ve yemin değerlendirilme etkenliğinde de gelişme sağladıkları bildirilmektedir (Moran ve ark. 1996, Kleinmans ve Hooper 1999, Murck 1993, Kung ve ark. 2003). Bunun yanı sıra LAB inokulantlarının silajların aerobik dayanıklılığı (silo ömrü) üzerindeki etkilerinin incelendiği araştırma sonuçlarında, bazı araştırmacılar LAB inokulantlarının silajların aerobik dayanıklılıklarını arttırdığını bildirirken (Weinberg ve ark. 1993, Meeske ve Basson 1999), bazı araştırmacılar ise etkilemediğini (Moran ve ark. 1996) veya aerobik dayanıklılığı düşürerek, silajlarda gözle görülür bir küflenme ve yoğun karbondioksit gazı üretimine neden olduklarını bildirmişlerdir (Stokes ve Chen 1994, Meeske ve Basson 1998, Filya 2002b, Polat ve ark. 2005). Filya ve ark. (2000) ise silajların aerobik dayanıklılığının düştüğünü, KM içeriği yeterli olanların ise arttığını bildirmektedir.

Laktik asit bakterileri ile birlikte kullanılan selüloz, hemiselüloz ve pektinaz gibi hücre duvarını parçalayıcı enzimler ile amilaz gibi nişastayı parçalayan enzim katılan silajlarda LAB faaliyeti için ilave bir substrat açığa çıkararak silaj fermantasyonunu geliştirirken (Meeske ve ark., 1993; Weinberg ve ark., 1993), silajların nötral deterjanlarda çözünmeyen karbonhidratlar (NDF), asit deterjanlarda çözünmeyen karbonhidratlar (ADF), asit deterjanlarda çözünmeyen lignin (ADL), hemiselüloz ve selüloz içeriklerini düşürmekte (Tengerdy ve ark. 1991, Stokes ve Chen 1994, Nadeau ve ark. 2000, Filya 2002a), KM, OM, NDF ve ADF parçalanabilirliğini artırmakta (Tengerdy ve ark. 1991, Flores ve ark. 1999, Kleinmans ve Hooper 1999, Filya 2002a), aerobik dayanıklılığını ise

etkilememekte veya dűűűrerek gűzle gűrűlűr bir kűflenme ve yoęun bir karbondioksit gazı űretimine neden olmaktadır (Meeske ve ark. 1993, Weinberg ve ark. 1993).

Bu alıřma ile, tritikale hasıllarına laktik asit bakteri ve laktik asit bakteri +enzim inokulantlarının ilavesinin silaj fermantasyon űzellikleri, ham besin maddeleri, hűcre duvarı bileřenleri, *in vitro* KM ve organik maddeler (OM) sindirilebilirlięi űzerindeki etkilerinin laboratuvar kořullarında incelenmesi amaçlanmıřtır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Sığır ve koyun gibi çok gözlü mide sistemine sahip hayvanlar ruminantlar olarak tanımlanabilmektedir. Sindirim sisteminini oluşturan unsurlar bazında anatomik anlamdaki bu farklılığın etkileri, tüketilen rasyonların yapısından, rasyonlarda yer alan besin madde gruplarının parçalanımı ve ürüne dönüşümlerine kadar çok geniş bir alana yansır. Bu hayvanlar rumen, retikulum, omasum ve abomasum adı verilen dört bölmeye ayrılmış bir mideye sahiptirler. Mide gözlerinden en büyük hacime sahip olan rumen, taşıdığı uygun koşullar nedeniyle birçok mikroorganizma için gelişme ortamı yaratmaktadır. Bu mikroorganizmaların sentezledikleri enzimler ile yemlerin kimyasal parçalanımı gerçekleşir. Rumende KM'nin %70-85'i burada yaşayan mikroorganizmalar tarafından parçalanarak uçucu yağ asitlerine, karbondioksite, metana, amonyağa ve mikrobiyal proteinlere dönüştürülür. Ruminant yemlerinin selüloz, nişasta ve proteinleri de bu mikrobiyal aktivite ile parçalanır. Yüksek miktarda selüloz içeren kaba yemlerden tek mideli hayvanlar yararlanamazken, ruminantlar mikroorganizmalar sayesinde selülozu parçalayarak onları değerlendirebilmektedirler. Ruminantların rumen fermantasyonunun düzenli bir şekilde sürdürebilmesi için rasyonlarında en az %18-20 düzeyinde ham selüloz (HS) olması gerekmektedir. Hayvanların yeterli miktarda selüloz içermeyen rasyonları tüketmesi durumunda rumen mikroorganizma faaliyetlerinde, rumen epitel katmanında ve rumen fonksiyonlarında olumsuz yönde gelişmeler ortaya çıkmaktadır. Ayrıca süt yağ seviyesinde de düşmeler gözlenmektedir. Bu nedenlerle rasyon KM'sinin en az %28-30 kadarının kaba yemle karşılanması gerekmektedir. Genelde kaba yemin kalitesi yükseldikçe daha fazla kaba yem verme olanağı da artmaktadır. Kaba yemler besin maddeleri bakımından yoğun yemlere nazaran daha düşük değerlere sahip olmasına karşın sindirim organlarını doldurarak sindirim olaylarının düzenli yürümesini, böylelikle besin maddelerinden daha iyi yararlanmayı sağlamaktadır (Church, 1976; Kirchgessner, 1980; Alçiçek, 1988; Işık, 1996; Aksoy ve ark. 2000; Özduven 2002).

Genotip ve çevresel koşulların iyileştirilmesine yönelik çalışmalarda gözlenen gelişmeler ile ruminantlarda verim düzeyi geçmiş dönemlere nazaran oldukça hızlı bir şekilde yükselmiştir. Ancak bu gelişmeler besleme açısından bazı sorunların ortaya çıkmasına neden olmuştur. Verim düzeyinin artmasıyla beraber hayvanlar için uygulanabilecek olan besleme programlarında merkezi sorunu KM tüketim kapasitesi oluşturmaktadır (Clark ve Davis 1983, NRC 1989). Hayvanın ırkı, canlı ağırlık, verim

düzeyi, laktasyon dönemi, çevresel faktörler, sosyal etkileşimler gibi unsurların yanı sıra rasyonun yapısına ilişkin özellikler ve kaba yemlerin kalitesi KM tüketimine etki eden başlıca unsurlardır. Bu nedenle yüksek tüketim potansiyeli ve sindirilebilirliğe sahip kaba yemler yüksek verimi destekleyebilecek besleme programlarının gelişmesinde anahtar rol oynamaktadır. Kaliteli kaba yem üretimi ve kullanımı sadece yüksek verimle şekillenen sorunların giderilmesi açısından değil, aynı zamanda ekonomik anlamda da büyük önem taşımaktadırlar. Kaliteli kaba yemlerin hayvan beslemede kullanımı sonucu kesif yem kullanımı azaltılabilmekte, bu bağlamda da maliyetler önemli ölçüde düşürülebilmektedir. Nitekim kaliteli kaba yem kullanımı durumunda süt sığırlarının yaşama payı dışında belli bir miktar süt üretimi için gereksinim duyduğu besin maddelerini de karşılayabileceği bildirilmektedir (Öğün ve Yurtman 1989).

Ülkemizde 11.1 milyon büyükbaş ve 31.7 milyon küçükbaş hayvan varlığı bulunmaktadır (Anonim, 2008). Hayvan varlığı bakımından önemli bir konumda olmamıza rağmen, birim hayvanlardan elde edilen verim oldukça düşüktür. Ülkemizdeki hayvanlar genel olarak genetik kapasitesi yüksek materyaller olmasına karşın, temel sorun, onların kaliteli yemlerle beslenmesindeki yetersizliklerden kaynaklanmaktadır. Bu nedenle ülkemizdeki hayvanların yeterli kaliteli kaba yemlerle beslenmemeleri sonucu, genetik kapasitelerinin çok altında verim alınmaktadır (Karayiğit, 2005).

Hayvan başına verimliliğin artmasında ve besleme maliyetlerinin aşağıya çekilmesinde kaba yemlerin son derece önemli olduğu bilinen bir gerçektir (Yaylak ve Alççek 2003). Ülkemizde en önemli kaba yem kaynakları çayır-mera alanları ile yem bitkileri ekilişleridir. Hayvan varlığımız dikkate alındığında kaliteli kaba yem ihtiyacının 40 milyon ton/KM dolayında olduğu hesaplanmaktadır. Yıllık kaba yem üretimimizin 49.4 milyon ton/KM olduğu, ancak üretilen kaba yemlerin yaklaşık %83'ünün saman, kavuz ve kapçık gibi sellülozca zengin, fakat yem değeri oldukça düşük olan kaba yemlerden oluştuğu bildirilmektedir (Filya, 2007). Kaliteli kaba yem açığının oluşmasında tarla tarımı içerisinde yeterli yem bitkileri alanının bulunmaması yanında çayır ve meraların bozulması en büyük etkenlerdir. Ekonomik ve fizyolojik zorunluluklar açısından varlığı tartışmasız önem taşıyan kaba yem kaynaklarının yetersizliği durumunda, başvurulabilecek yöntemlere ilişkin uzun yıllara dayanan çalışmalar halihazırda sürdürülmektedir (Avcioğlu, 2000; Çomaklı ve ark., 2000). Özellikle ruminantların beslenmesinde ucuz yem kaynaklarının bulunması ve bu kaynakların verimli bir şekilde kullanılması büyük önem

taşımaktadır. Çünkü hayvansal girdiler içinde yem giderleri % 60-70 gibi önemli bir yere sahiptir. Mevcut kaba yem açığının giderilmesi çayır-mera alanlarının ıslah edilmesi, yem bitkileri ekilişlerinin artırılması ve silaj yapımının yaygınlaştırılması ile mümkündür (Anonim, 1998).

Gerek ülkemizde gerekse dünyada silajı yapılan çok sayıda bitkisel ürün ve yan ürün bulunmaktadır. Mısır, silajlık olarak üretiminin en popüler olduğu bitkisel materyal olup, dünyanın birçok bölgesinde ve Türkiye’de diğer baklagil kökenli yem materyalleri ile birlikte silaj yapımında en fazla kullanılan ürün durumundadır. Ülkemizde silo yemleri üretimi sürekli bir artış göstermekte olup, 1997 yılında 1.845.992 ton olan silo yemi üretimimiz, 2000 yılında 3.442.787 tona, 2003 yılında ise 4.987.331 tona ulaşmıştır. Üretilen toplam silo yemlerinin yapımında kullanılan temel bitki mısır olup, 1997 yılında ülkemizde yapılan toplam silajın %67.0’sini, 2000 yılında %74.1’ini ve 2003 yılında %84.7’sini mısır silajı oluşturmuştur (Filya 2007).

McDonald ve ark. (1991), silolama yeteneği göz önüne alındığında yüksek KM içeriği, laktik asit fermantasyonu için yeterli düzeyde SÇK kapsamı ve düşük Bc nedeniyle mısırın ideal özelliklere sahip olduğunu bildirmektedir. Mısır silajı, gerek içerdiği enerji ve gerekse hayvanlar tarafından sevilerek tüketilmesi nedeniyle silajlık yem bitkilerinin ‘en iyisi’ olma özelliğini taşımaktadır (Cherney ve ark. 2004, Konca ve ark. 2005, Di Marco ve ark. 2007). Bunun dışında, üretim maliyetleri açısından diğer silajlık yem bitkileri ile karşılaştırıldığında, üretilen her ton mısır silajı kuru maddesi diğer yem bitkilerinden daha ucuza elde edilmektedir (Konca ve ark. 2005). Bununla Ancak kırıç, eğimli veya kumlu topraklarda ve yetersiz yağış alınan yıllarda mısırın dekara kuru madde verimi 700-800 kg gibi oldukça düşük düzeylerde gerçekleşebilir (Van Duinkerken ve ark. 1999). Sulama imkanları mısırın gelişiminde sınırlayıcı bir faktör olduğu durumlarda tritikalenin mısırın yerine alternatif olabilecek bir tahıl bitkisi olduğu bildirilmektedir (Hill ve Leaver 1999).

Tritikale (*Triticosecale Wittmack*) genetik olarak buğday ve çavdarın melezlenmesi sonucunda elde edilmiş serin iklim tahıl cinsidir. Çavdarın yüksek adaptasyon özelliği ile buğdayın verim ve kalitesini birleştirmeyi amaçlayan melezleme çalışmalarının sonucunda elde edilen tritikale, dünyada birçok ülkede geniş alanlarda yetiştirilmektedir (Atak ve Çiftçi, 2005). Tritikale dünyada ekim alanı ve üretim miktarları ile bir çok ülkede henüz resmi istatistiklere girmemiş olmasına rağmen, bugün büyük bir kısmı gelişmiş ülkelerde

olmak üzere, 2.9 milyon hektardan fazla bir alanda ekimi yapılmakta ve bu üretimin büyük bir kısmı hayvan yemi olarak kullanılmaktadır. Özellikle Polonya ve Rusya gibi problemlili topraklara sahip olan ülkelerde tritikale geniş bir ekiliş alanına sahiptir. Dünyadaki toplam tritikale ekim alanının % 80'i kışlık, % 20'si ise yazlık olarak ekilmektedir. Tritikalede başlangıçta ıslah çalışmaları, marjinal buğday üretim alanları için yüksek verimli, kurağa toleranslı ve insan beslenmesinde kullanılabilir olma özellikleri üzerinde yoğunlaşmıştır. Ancak, son zamanlardaki ıslah programları, farklı çevre koşullarında hayvan yemi ve ot üretimi amaçlı çeşitlerin ıslahı üzerine olmuştur. Geniş bir kullanım alanı olan tritikalenin hastalıklara, zararlılara, kuraklığa, asit ve problemlili topraklara karşı dayanıklı veya toleranslı olduğu anlaşılmış ve tahıl yem çeşitleri yerine geçebileceği ortaya konmuştur. Bu özelliklerinden dolayı girdisi oransal olarak daha az olduğundan çevreyi koruma özelliğine sahiptir (Furan ve ark. 2005).

Tritikale yüksek tane ve yeşil ot verimi, hızlı büyüme ve gelişme özelliği ve yüksek orandaki lizin içeriği nedeniyle insan ve hayvan beslenmesinde önemli bir serin iklim tahıl cinsidir (Akgün ve Kara, 2002). Tritikale tane ürünü olarak çoğunlukla hayvan beslenmesinde, bazen de hasıl ve silaj olarak kaba yem üretimi veya otlatma için de yetiştirilmektedir.

Konca ve ark. (2005), silo yemlerinde silaj kalitesinin saptanması amacıyla yaptıkları çalışmada değerlendirilen iki trikale silajı örneğinin KM içerikleri %19.94 ve 31.27, ME değeri 10.70 ile 11.90 MJ/kg ve NEL değeri 6.45 ile 7.26, pH değerleri 5,86, HP değerleri 7.16 ve 6.07, HY değerleri 2.45 ve 1.90, HS değerleri 20.37 ile 24.51, NÖM değerleri 63.25 ile 57.14, HK değerleri ise 6,77 ile 10.38 olarak saptamışlardır. KM ve pH değerleri dikkate alınarak hesaplanan Flieg puanlarının ise tritikale silajlarında 11 ile 33 arasında değişim gösterdiği bildirilerek kalite değerlendirilmesi sonucunda trikale örneklerinin kötü ve orta sınıfta değerlendirildiği sonucuna varılmıştır.

Emile ve ark. (2007) farklı silajların koyunlarda sindirilebilirliği üzerine genetik varyasyonun incelendiği çalışmada 6 tritikale örneğinin KM içeriklerini % 29.6, 34.0, 32.3, 32.9, 35.7 ile 39.0; organik madde içeriklerini 933, 944, 941, 942, 945 ve 951 g/kg KM; HP içeriklerini 72, 71, 73, 72, 72 ile 68 g/kg KM; HS içeriklerini 326, 324, 304, 325, 327 ile 283 g/kg KM; NDF içeriklerini 598, 603, 564, 629, 617 ve 558 g/kg KM; lignin içeriklerini 98, 84, 83, 88, 83 ve 84 g/kg KM olarak saptanmıştır. Tritikale silajlarının

fermantasyon özelliklerinin incelenmesi sonucunda pH değerlerini 4.31, 4.13, 4.15, 4.33, 4.29 ve 4.15; laktik asit miktarlarını 50.7, 44.2, 41.6, 40.3, 31.4 ve 30.3 g/kg; asetik asit miktarlarını 14.8, 10.3, 12.9, 11.5, 9.6 ve 10.1 g/kg; Bütirik asit miktarlarını 1.3, 1.4, 1.4, 1.0, 1.0 ve 0.5 g/kg; NH₃-N 94, 89, 102, 93, 87 ve 87 g/kg; çözülebilir azot 666, 680, 696, 732, 693 ve 672 g/kg olduğunu bildirmektedirler.

Vatandoost ve ark. (2007) holstein süt sığırlarının rasyonlarına mısır silajının yerine tritikale ve arpa silajının kullanımının performans üzerine etkilerinin incelendiği çalışmada trikale silajının pH değerini 5.54, HP içeriklerini 112.4 g/kg KM, NH₃-N içeriklerini 16.85 g/kg KM, NDF içeriklerini ise 470 g/kg KM olarak bildirmişlerdir.

Weiss ve ark. (2009), süt sığırlarının rasyonlarında kullanılan farklı silaj yemlerinin karşılaştırılmasının yapıldığı çalışmalarında, tritikale silajının KM, HP ve NDF içeriklerini sırasıyla %28.4, %16.7 ve %52.9 olarak saptandığı bildirilmiştir.

Silaj, genellikle su içeriği %50'nin üzerinde olan yeşil yem, bitkisel ürün, tarımsal artık ve atıkların içerdiği suda SÇK (Sakaroz, Glikoz, Fruktoz gibi şekerler) havasız bir ortamda, laktik asit bakterileri (LAB) tarafından doğal fermentasyon yoluyla laktik aside dönüştürülmesi sonucu oluşan fermente bir yemdir (Meeske ve ark. 1993, Filya 2005). Yapılan bu işleme silolama, silolama işleminin yapıldığı yere ise silo adı verilir. Silolama olayında temel olarak, LAB anaerobik koşullar altında SÇK'ı başta laktik asit olmak üzere organik asitlere dönüştürürler. Bunun sonucunda pH düşer ve su içeriği yüksek materyal bozulmaya neden olan mikroorganizmalardan korunmuş olur (Weinberg ve ark. 1993). Ancak iklim, bitki çeşidi ve kimyasal bileşimi, silolama tekniği gibi birçok faktör kontrol edilmediği takdirde fermentasyon olayları arzu edilmeyen bir şekilde gerçekleşir. Silolama süresince gerçekleşen fermentasyon olaylarının bir sonucu olarak silajlarda KM, pH, organik asit bileşimi, NH₃-N gibi özellikler bakımından gözlenecek değerlerin, silaja ilişkin KM tüketimi ve besleme değerliliği üzerinde önemli etkilere sahip olduğu bilinmektedir (Kılıç 1986, Phipps 1986, Mc Donald ve ark. 1988, Yurtman ve ark. 1997).

Silajı yapılacak bitkilerin kimyasal ve mikrobiyolojik kompozisyonları bitkilerin silolanabilirlik özelliklerini ve silaj kalitelerini önemli düzeyde etkilemektedir. Bitkilerin KM içeriği, SÇK miktarları, protein içeriği, tamponlama kapasitesi ve mikrobiyolojik yapısı silaj fermentasyonu açısından çok büyük önem taşımaktadır.

Silolanacak bitkisel materyallerin KM içerikleri gerek fermantasyon kalitesini gerekse de fermantasyon için gereksinim duyulan LAB'nin gelişimini önemli düzeylerde etkilemektedirler. Silaj fermantasyonu açısından en uygun KM içeriği kesin olarak belli olmamakla birlikte silolanacak ürünlerin % 30-42 arasında KM içermesi arzu edilmektedir. Bitkilerin çok erken dönemlerde hasat edilmesiyle yapılan silajlarda da bütrik asidin yoğun olduğu kötü bir fermantasyon görülür. Çok erken dönemlerde hasat edilen ürünlerin KM içerikleri oldukça düşük olduğu için bu tip ürünler daha fazla soldurma süresine gereksinim duyarlar. Bu süresinin uzaması bitkilerdeki enzim aktivitesini artırarak bozulmaya ve kayıplara sebep olur. Diğer yandan bitkilerin fizyolojik özellikleri ile hava ve toprak nemi, sıcaklık ve gün uzunluğu gibi çevre koşulları da doğru hasat zamanının belirlenmesi üzerinde etkili faktörlerdir (Filya 2005).

Bitkilerde bulunan karbonhidratlar yapısal ve yapısal olmayan karbonhidratlar olmak üzere iki gruba ayrılırlar. Yapısal karbonhidratlar bitki hücre duvarında bulunan elementlerden meydana gelmiştir. Yapısal olmayan karbonhidratlar ise bitkilerde hücre içinde yer alırlar. Yapısal karbonhidratlar başlıca hücre duvarı (sellüloz, hemisellüloz, lignin), nişasta, pektin ve β -glukanlardan oluşur. Buna karşılık yapısal olmayan yani hücre içi bileşenleri ise glukoz, fruktoz, sukroz ve fruktanlar ile az miktarlarda di, tri ve tetra sakkaritler gibi şekerlerden oluşurlar. Yapısal olmayan karbonhidratların hepsi soğuk suda çözünebildikleri için bunlara SÇK denir. Silaj fermantasyonu sırasında SÇK LAB tarafından hızla fermente edilirler. Fermantasyon ancak yeterli düzeyde SÇK sağlanmasıyla gerçekleşir. Bir ürünün iyi bir şekilde silolanabilmesi için başta heksozlar olmak üzere KM'de en az %3-5 düzeyinde fermente olabilir karbonhidrat içermesi gerekir. Su içeriği yüksek olan bitkilerde, siloda pH'nın düşürülüp asit ortamın sağlanabilmesi için daha fazla SÇK gerekir. Dolayısıyla bitkilerin SÇK içerikleri silaj fermantasyonu açısından büyük öneme sahiptir (Filya 2005).

Bitkilerin tamponlama kapasiteleri fermantasyon kalitesi açısından çok önemli bir faktör olup bitkilerin tampon özelliklerinin büyük bir kısmı içerdikleri anyonlardan (organik asit tuzları, ortofosfatlar, sülfatlar, nitratlar ve klorürler) ileri gelirken, yaklaşık %10-20'lik bir kısmı ise bitki proteinlerinin aktivitelerinden ileri gelir. Baklagillerin tamponlama kapasiteleri buğdaygillerden daha yüksektir. Bu nedenle baklagiller buğdaygillere göre daha zor silolanırlar. Yüksek tamponlama kapasitelerine sahip bitkiler

zor silolanmalarının yanı sıra fermente olabilmek için hem daha fazla SÇK'a gereksinim duyarlar hem de bu bitkilerin fermente olabilmesi için daha uzun bir süre gerekir. Diğer yandan silaj pH'sını yükselttikleri için bu tür bitkilerden yapılan silajlarda kayıp oranı daha yüksek olur (Filya 2007).

Herhangi bir bitkisel ürün silolandıktan sonra oluşacak fermantasyonun kalitesi silajların besleme değeri ve hijyenik yapıları açısından büyük önem taşımaktadır. Silaj fermantasyonu sırasında oluşan; pH, NH₃-N ve organik asitlerin miktar ve kompozisyonları gibi son derece önemli silaj parametreleri fermantasyonun kalitesini belirlerler. Özellikle pH değeri ve NH₃-N düzeyleri düşük, laktik ve asetik asit oranı yüksek silajlar gerek bu silajları tüketen hayvanların verimlerinin artırılması açısından gerekse sağlıkları üzerinde herhangi bir olumsuz etkinin görülmemesi açısından istenen silajlardır. Çünkü silaj yapımında temel amaç, silajı tüketen hayvanların sağlıkları üzerinde olumsuz bir etkiye neden olmadan verimlerinin ekonomik olarak artırılmasıdır (Filya 2000).

Silaj üretiminde fermantasyon olaylarının kontrol altına alınabilmesi bakımından başvurulan yollardan birisi de katkı maddesi kullanımınıdır. Katkı maddeleri kullanımı silaj yapımının önemli bir aşaması olup, parçalama işlemi ile birlikte kombine edilmelidir. Çünkü parçalama işlemi silaj katkı maddelerinin silolanana materyale homojen bir şekilde karışmasına olanak sağlar (Filya 2005). Silajlık bitkilerin silolanmaları esnasında SÇK ve HP kayıplarının azaltılması, uygun bir fermantasyonun oluşması, bazı zararlı mikroorganizmaların üremelerinin önlenmesi gibi silaj niteliğinin artırılmasına yönelik çalışmalarda melas, tahıl kırmaları, kuru şeker pancarı posası gibi karbonhidrat kaynakları, tuz gibi inorganik tuzlar, laktik, propiyonik ve formik asit gibi organik asitler, amonyak ve üre gibi NPN bileşikler, LAB inokulantları, enzimler veya LAB+Enzim karışımı içeren inokulantlar gibi farklı uygulamalar yapılmaktadır (Kılıç ve ark. 2000, Filya 2005).

Silaj fermantasyonunun kontrolü amacıyla kullanılan klasik katkı maddelerine olan kimi üstünlükleri nedeniyle mikrobiyal katkı maddeleri son yıllarda oldukça geniş kullanım alanı bulmuşlardır. Silolanacak kitlede fermantasyonun yönlendirilmesi amacı ile mikrobiyal katkı maddesi kullanım fikri yakın bir geçmişe sahip değildir. Konuya ilişkin ilk uygulamaların 1909 yılında Fransız araştırmacılar tarafından gerçekleştirildiği bilinmektedir (Merry ve ark. 1993). Silaj mikrobiyolojisi konusundaki metotların gelişimi

ile mikrobiyal katkı maddelerinin gelişimi arasında sıkı bir ilişkinin var olduğu gözlenmektedir. Seale ve ark. (1990), özellikle 1980'li yıllarda silaj mikrobiyolojisine olan ilginin artmasının mikrobiyal katkı maddelerinin değerlendirilmesine olan gereksiniminin bir sonucu olarak yorumlamaktadırlar. Aynı araştırmacılar, çoğu 1950-1960 yılları arasındaki kısa dönemde geliştirilen silaj mikrobiyolojisine ilişkin metotların günümüz koşullarında yeniden gözden geçirilmesine ve standardizasyonuna gereksinim duyduğunu vurgulamaktadırlar. Üretimlerini endüstriyel ölçekte gerçekleşmesini sağlayan tekniklerin (liyofilizasyon/ freze drying) gelişimi ile birlikte mikrobiyal katkı maddelerinin ticari anlamda üretimleri ve kullanımları yaygınlık kazanmıştır (Wilkinson 1984, Merry ve ark. 1993, Robinson 1993).

Kullanım amaçları göz önünde bulundurularak mikrobiyal katkı maddelerinin kullanım etkinliğini belirleyen temel unsurları uygulama yoğunluğu, katkının biyolojik kompozisyonu ve ortamda yeterli besin maddelerinin bulunması olarak sıralamak mümkündür. Mikrobiyal katkı maddelerinin içerdiği LAB'nin ortamda baskın hale geçebilmesi açısından uygulama yoğunluğu büyük önem taşımaktadır. Hemen her koşulda, silolanan kitlede gerek fermantasyon gelişim basamaklarını ve gerekse de son ürün özelliklerini belirleyen temel faktör, hasat zamanı yeşil materyalde yer alan epifitik LAB'nin yoğunluğu ve kompozisyonudur. Bir çok durumda bu yoğunluk 1.0- 6.0 log₁₀ cfu/g arasında değişmektedir. Araştırmacılar mikrobiyal katkı maddesinden beklenen etkinliğin gerçekleşebilmesi için uygulama yoğunluğu ile epifitik populasyon yoğunluğu arasındaki oranın en az 1/1 olması gerektiğini, mevcut koşullar çerçevesinde de böylesi bir seviyenin uygulama yoğunluğu olarak 6.0 log₁₀ cfu/g'lık bir seviyenin seçilmesi durumunda gerçekleşebileceğini bildirmektedirler (Pitt ve Liebensperger 1987).

Silaj yapımında beklenen başarının temin edilmesi, havasız koşullarda silolanan kitle içerisinde hızlı bir şekilde homofermantatif karakterdeki laktik asit fermantasyonunun başlatılabilmesine bağlıdır. Mikrobiyal katkıların kullanılmadığı durumlarda bu gelişimin belirleyicisi epifitik populasyonun niteliğidir. Bu noktada temel sorun, silolanmak üzere hasat edilen materyal üzerinde yer alan mikroorganizma varlığının sadece LAB tarafından oluşturulmuyor olmasıdır. Bu aşamada silolanacak materyal üzerinde arzu edilmeyen mikroorganizmaların varlığı da söz konusudur. Bu mikroorganizmalar silo içerisindeki koşullara da bağımlı olarak besin kaynakları tarafından epifitik LAB ile rekabete girerler. Bir çok durumda silolanacak materyal üzerinde yer alan LAB'nin kendileri ile rekabete

girecek arzu edilmeyen mikroorganizma gruplarına (enterobakter ve funguslar) oranla 100-1000 kat daha az sayıda yer alabildikleri bilinmektedir. Buna ilaveten silolanabilecek materyal üzerinde yer alan LAB'nin her zaman için homofermantatif nitelikte fermantasyonunun gelişimini sağlayacak niteliklere sahip olamayacağı da bilinmektedir (McDonald ve ark. 1991, Lin ve ark. 1992, Merry ve ark. 1993, Petterson 1988, Yurtman ve ark. 1997). Mikrobiyal katkı maddelerinin diğer silaj katkılarına olan temel üstünlüğünü bu noktada açıklamak mümkündür.

Silaj yapımında fermantasyon olaylarının kontrolü amacıyla kullanılan mikrobiyal katkı maddelerini ya da başka bir isimlendirmeyele bakteri kökenli inokulantları; belirli dozlarda kullanılmaları durumunda silolanacak kitlede arzu edilen yönde (homofermantatif) fermantasyon olaylarının gelişimini sağlayabilecek yoğunlukta LAB ya da bakteri gruplarını içeren ürünler olarak tanımlanabilmektedir (Yurtman ve ark. 1997, Özdüven ve ark. 1999). Bu inokulantlar genellikle *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*, *Pediococcus acidilactici*, *Pediococcus cerevisiae*, *Pediococcus pentosaceus* ve *Enterococcus faecium* olmak üzere homofermantatif özellikteki LAB'ni içerirler. Bu tür mikroorganizmalar, şekerleri ağırlıklı olarak laktik aside fermente ederler (Tengerdy ve ark. 1991). Laktik asit bakteri inokulantlarının kullanıldığı birçok çalışmada, bu katkı maddelerinin silajların pH'larını hızla düşürdüğü, laktik asit ve laktik asit/asetik asit oranını arttırdığı, asetik asit, bütrik asit, NH₃-N ve etanol düzeylerini düşürdüğü ve lactobacilli içeriklerini arttırarak silaj fermantasyonunu geliştirdiği saptanmıştır (Weinberg ve ark 1993, Stokes ve Chen 1994, Moran ve ark. 1996, Filya ve ark. 2000). Bunun yanı sıra LAB inokulantlarının silajların aerobik stabiliteleri (aerobik koşullara dayanıklılık ve silo ömrü) üzerindeki etkilerinin incelendiği araştırma sonuçlarında, bazı araştırmacılar LAB inokulantlarının silajların aerobik dayanıklılığını arttırdığını bildirirken (Weinberg ve ark. 1993), bazı araştırmacılar ise etkilemediğini (Moran ve ark. 1996) veya aerobik dayanıklılığını düşürerek, silajlarda gözle görülür bir küflenme ve yoğun karbondioksit gazı üretimine neden olduklarını bildirmişlerdir (Stokes ve Chen 1994). Filya ve ark. (2000) ise LAB inokulantlarının silajların aerobik dayanıklılığını düşürdüğünü, KM içeriği yeterli olanların ise aerobik dayanıklılığının arttırdığını bildirmişlerdir.

Bir ürünün iyi bir şekilde silolanabilmesi için başta heksozlar olmak üzere KM'de en az %3-5 düzeyinde fermente olabilir karbonhidrat içermesi gerekir. Silolanacak bitki

materyallerinin yeterli düzeyde SÇK'nın bulunması durumunda LAB'nin inokulasyonu silaj kalitesini arttırabilmektedir. Ortamda yeterli miktarda SÇK bulunmaması durumunda ise silaj kalitesi düşmektedir. Bitkilerde bulunan karbonhidratların büyük bir bölümünü LAB tarafından fermente edilemeyen yapısal karbonhidratlar oluşturmaktadır. Bu nedenle SÇK bakımından yetersiz olan ürünlerin silolanması sırasında yeterli düzeyde fermente olabilir karbonhidrat sağlayabilmek için hücre duvarını ve nişastayı parçalayan enzimlerin kullanılması önerilmektedir. Bu enzimler selüloz, hemiselüloz, pektinaz ve amilazdır (Filya ve ark. 2001).

Kuru madde içeriği düşük olan ürünlerden yapılan silajlarda, KM içeriği yüksek olan veya soldurulmuş ürünlerden yapılan silajlara göre daha etkilidirler. Diğer yandan bu enzimlerin selüloz, hemiselüloz ve pektinaz karışımı halinde bulunması ve silolanacak ürüne bu şekilde üçlü bir karışım halinde katılması, tek başlarına katılmalarına göre daha iyi sonuç vermektedir (Filya 2001).

Hücre duvarını parçalayıcı enzimler, genel olarak SÇK içeriklerinin yetersiz olmasından dolayı zor silolanarak baklagil ve buğdaygil-baklagil karışımı yem bitkileri ile KM içerikleri düşük olan buğdaygil ve baklagil yem bitkilerinden yapılan silajların pH, asetik asit ve diğer uçucu yağ asitleri içeriklerini düşürmektedirler. Bunun yanı sıra bu enzimler katıldıkları silajların NDF, ADF ve ADL olarak saptanan hücre duvarı bileşenlerini düşürürken, laktik asit ve SÇK içeriklerini arttırmaktadırlar (Filya 2001).

Bolsen ve Heidker (1985) ile Chen ve ark. (1994), LAB inokulantlarının enzimler ile birlikte karışım halinde silaj katkı maddesi olarak kullanılabileceğini bildirmektedirler. Laktik asit bakterileri ile birlikte kullanılan selüloz, hemiselüloz ve pektinaz gibi hücre duvarını parçalayıcı enzimler ile amilaz gibi nişastayı parçalayan enzimlerin, katıldıkları silajlarda ilave substrat çıkararak silajda fermantasyonu olumlu yönde geliştirdiği, hücre duvarı içeriklerini düşürdüğü, KM ve organik maddeler (OM)'in sindirilebilirliğini arttırdığı, ADF ve NDF parçalanabilirliklerini arttırdığı, aerobik dayanıklılığın ise etkilenmediği bildirilmektedir (Filya 2002).

Günümüzde mikrobiyal inokulant pazarında çok sayıda ürün yer almaktadır. Bu çeşitliliği mikrobiyal inokulant etkenliğini çok sayıda faktörün etkisi altında değişim gösterebilmesiyle açıklamak mümkündür. Özellikle mikrobiyal katkı maddeleri,

kullanımlarının oldukça kolay olması, güvenli oluşları, toksik etkilerinin olmayışı, silaj yapımında kullanılan makinelerde korozyona sebep olmamaları, çevre kirliliği yaratmamaları ve sonuç olarak doğal ürünler olmaları gibi önemli avantajlara sahip oldukları için kimyasal kökenli katkı maddelerine göre daha fazla tercih edilmektedir (Weinberg ve ark. 1993, Filya 2002). Uygulama yoğunluğu, katkının biyolojik bileşimi, ortamdaki yararlı besin madde miktarı gibi faktörler bakteri inokulantlarının başarısını belirlemektedir. Dolayısıyla silajı yapılacak bitkisel materyale ilişkin özellikler bu noktada önemli etkiye sahiptir (Özdüven ve ark. 1999).

Sheperd ve ark. (1995), iki farklı LAB+Enzim karışımı inokulantlarının yaklaşık 1/10 çiçeklenme döneminde hasat edilen yonca hasıllarının fermantasyon özelliklerini saptamak amacıyla yürüttükleri çalışmalarında, yüzonyedi günlük silolama sonrası elde edilen yonca silajlarında kontrol, LAB+Enzim 1 (*Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus acidilactici*, amilaz ve selüloz içeren) ve LAB+Enzim 2 (*Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus acidilactici*, amilaz, pektinaz ve selüloz içeren) inokulant gruplarında laktik asit içeriklerini sırasıyla %3.5, 7.4 ve 7.8; asetik asit içeriklerini %3.5, 1.2 ve 1.4; NH₃-N içeriklerini %0.65, 0.42 ve 0.37; NDF içeriklerini KM' de %43.8, 40.6 ve 40.0; ADF içeriklerini 38.9, 37.3 ve 35.6; hemiselüloz içeriklerini ise 4.9, 3.3 ve 4.3 olarak saptamışlardır. Araştırmacılar her iki LAB+Enzim inokulantının yonca silajlarının fermantasyon özelliklerini geliştirdiğini, NDF, ADF ve hemiselüloz içeriklerini azalttığını bildirmektedirler.

Meeske ve Basson (1998), LAB inokulantlarının hamur olum döneminde hasat edilen mısır silajlarının fermantasyon ve aerobik stabilite özelliklerini saptamak amacıyla yürüttükleri çalışmalarında, doksan beş günlük silolama sonrası elde edilen mısır silajlarında kontrol ve *Lactobacillus plantarum*+*Lactobacillus bulgaricus*+*Lactobacillus acidophilus* içeren inokulant gruplarında sırasıyla pH değerlerini 3.7 ve 3.9; SÇK içeriklerini 71 ve 52 g/kg KM; laktik asit içeriklerini %6.9 ve 6.4; asetik asit içeriklerini %1.1 ve 1.4; LAB sayılarını 7.6 ve 7.6 log₁₀ cfu/g; maya sayılarını 2.1 ve 2.6 log₁₀ cfu/g; küf sayılarını ise 0.0 ve 2.0 log₁₀ cfu/g olarak saptamışlardır. Araştırmacılar LAB inokulantının mısır silajlarının fermantasyon özelliklerini üzerindeki etkilerinin çok az olduğunu bildirmektedirler.

Filya ve ark. (2000), LAB inokulantlarının süt olum döneminde hasat edilen buğday silajlarının fermentasyon ve aerobik stabilite özelliklerini saptamak amacıyla yürüttükleri çalışmalarında, silolama öncesi buğday hasıllarında pH, KM, SÇK, HK ve HP içeriklerini sırasıyla 6.7, 368 g/kg, 52 g/kg KM, 93 g/kg KM ve 138 g/kg KM olarak bildirmektedirler. Altmış beş günlük silolama sonrası elde edilen buğday silajlarında kontrol, *Lactobacillus plantarum* + *Enterococcus faecium* ve *Lactobacillus pentosus* içeren inokulant gruplarında sırasıyla pH değerlerini 4.4, 3.9 ve 3.9; SÇK içeriklerini 43, 26 ve 25 g/kg KM; laktik asit içeriklerini 8, 35 ve 28 g/kg KM; asetik asit içeriklerini 6, 4 ve 5 g/kg KM; LAB sayılarını 7.2, 5.7 ve 6.2 log₁₀ cfu/g; maya sayılarını 3.4, 0.0 ve 0.0 log₁₀ cfu/g olarak saptamışlardır. Araştırmacılar her iki LAB inokulantının da buğday silajlarının fermentasyon özelliklerini geliştirdiğini, LAB sayılarını arttırdığını ve maya sayılarını düşürdüğünü bildirmektedirler.

Filya ve ark. (2001), hücre duvarını parçalayıcı enzim kullanılan yonca silajlarında SÇK' ların LAB tarafından fermente edildiğini, silajların pH ve amonyak-azotu düzeyinin düştüğünü, ayrıca silajlardaki protein parçalanmasının azaldığını ve protein geri kazanımının arttığını bildirmektedir. Diğer yandan her iki inokulant da silajların asetik asit miktarlarını istatistiksel anlamda önemli düzeyde düşürmüşlerdir (P<0.05). Silaj ortamında LAB'nin dominant mikroflora olması nedeniyle bu asidik ortamda asetik asit üreten mikroorganizmaların faaliyet gösteremediği söylenebilir.

Filya ve ark. (2001) süt olum döneminde hasat edilen sorgumlarda LAB ve LAB+Enzim inokulantların kullanıldığı çalışmada, 60. gününde açılan silajların kontrol, LAB ve LAB+Enzim gruplarında sırasıyla pH değerlerini 4.5, 3.8 ve 3.8; SÇK miktarlarını KM'de % 4.0, 6.0 ve 6.0; laktik asit miktarlarını KM'de %5.0, 8.0 ve 8.0; asetik asit miktarlarını KM'de %3.0, 1.0 ve 1.0; LAB içeriklerini 7.7, 9.5, 9.2 cfu g/ KM; küf içeriklerini 2.1, 0 ve 0 cfu g/ KM; enterobacteria içeriklerini 0.4, 0 ve 0 cfu g/ KM; NDF içeriklerini KM' de %59.0, 59.0 ve 58.0; ADF içeriklerini 30.0, 29.0 ve 29.0; ADL içeriklerini ise 4.0, 4.0 ve 4.0 olarak saptamışlardır. Araştırmacılar her iki LAB inokulantının da sorgum silajlarının fermentasyon özelliklerini geliştirdiğini, LAB sayılarını arttırdığını, maya ve enterobakteri sayılarını düşürdüğünü, hücre duvarı bileşenlerini ise değiştirmedini bildirmektedirler.

Filya (2002), hamur olum döneminde hasat edilen mısırlarda LAB ve LAB+Enzim karışımı inokulantının kullanıldığı çalışmada, silolamanın 50. günündeki silajlarda pH'nın kontrol, LAB ve LAB+Enzim gruplarında sırasıyla 3.7, 3.6 ve 3.6; SÇK'nı KM'de %1.3, 3.0 ve 5.7; NH₃-N'nu KM'de %0.9, 0.4 ve 0.1; laktik asidi KM'de %3.8, 9.4 ve 13.6; asetik asidi KM'de %4.2, 0.3 ve 0.3; LAB içeriklerini 7.3, 12.4, 12.6 cfu g/ KM; küf içeriklerini 7.0, 6.9 ve 6.5 cfu g/ KM; küf içeriklerini 4.8, 1.0 ve 1.3 cfu g/ KM; NDF içeriklerini KM' de %52.0, 52.5 ve 46.2; ADF içeriklerini KM'de %27.2, 27.1 ve 22.4; ADL içeriklerini ise KM'de %4.3, 4.6 ve 4.1 olarak saptamışlardır. Araştırmacılar her iki LAB inokulantının da mısır silajlarının fermentasyon özelliklerini geliştirdiğini, LAB sayılarını arttırdığını, küf sayılarını ise düşürdüğünü, NDF ve ADF miktarlarının ise LAB+Enzim gruplarında önemli düzeyde azaldığını bildirmektedirler.

Filya (2003b), erken hamur olum döneminde hasat edilen buğday hasıllarına bakteriyel inokulant ilavesinin fermentasyon, aerobik stabilite ve *in situ* rumen parçalanabilirlik özelliklerini saptamak amacıyla yürüttüğü çalışmasında; buğday hasılında silolama öncesi pH, KM, SÇK, HK, HP, NDF, LAB, maya ve küf içeriklerini sırasıyla 6.3, 384 g/kg, 68g/kg KM, 70 g/kg KM, 66 g/kg KM, 505 g/kg KM, 4.2 log₁₀ cfu/g, 5.1 log₁₀ cfu/g ve 3.4 log₁₀ cfu/g olarak bildirmektedir. Altmış günlük silolama sonrası elde edilen buğday silajlarında kontrol, *Lactobacillus buchneri*, *Lactobacillus plantarum* ve *Lactobacillus buchneri* + *Lactobacillus plantarum* gruplarında sırasıyla pH değerlerini 3.9, 4.2, 3.8 ve 3.9; SÇK içeriklerini 47, 6, 42 ve 9 g/kg KM; laktik asit içeriklerini 33, 20, 47 ve 24 g/kg KM; asetik asit içeriklerini 8, 21, 6 ve 19 g/kg KM; NH₃-N içeriklerini 0.140, 0.135, 0.109 ve 0.115 g/kg TN; LAB sayılarını 6.1, 5.8, 7.7 ve 6.0 log₁₀ cfu/g; maya sayılarını 3.3, <2.0, 4.1 ve <2.0 log₁₀ cfu/g; küf sayılarını 2.8, <2.0, 3.1 ve <2.0 log₁₀ cfu/g olarak saptamıştır. Araştırmacı *Lactobacillus buchneri* + *Lactobacillus plantarum* uygulanan silajların diğer silajlara göre pH, NH₃-N ve fermentasyon kayıplarının önemli düzeyde daha az olduğunu, bununla birlikte *Lactobacillus buchneri*, *Lactobacillus plantarum* ve *Lactobacillus buchneri* + *Lactobacillus plantarum* uygulanan silajlarda *in situ* KM, OM ve NDF parçalanabilirliğinin etkilenmediğini bildirmektedir.

Aksu ve ark. (2004), mısırlarda *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus brevis*, *Lactobacillus bunscheri*, *Lactobacillus rhamnosus* ve *P. pentosaceus* içeren inokulant LAB inokulantının kullanıldığı çalışmada, silajlarda pH'ları kontrol ve LAB gruplarında sırasıyla 3.90 ve 3.63; laktik asitleri KM'de %1.67 ve 2.24; asetik asitleri KM'de % 4.94

ve 5.15; NDF miktarlarını KM'de %57.65 ve 57.11; ADF miktarları ise KM'de %36.19 ve 35.03 olarak saptamışlardır. Araştırmacılar LAB inokulantının mısır silajlarının fermantasyon özelliklerini geliştirdiğini, ancak ham besin madde ve hücre duvarı bileşenleri üzerindeki etkilerinin çok az olduğunu bildirmektedirler.

Sucu ve Filya (2006), LAB inokulantlarının hamur olum döneminde hasat edilen buğday silajlarının fermantasyon, aerobik stabilite ve *in situ* rumen parçalanabilirlik özelliklerini saptamak amacıyla yürüttükleri çalışmalarında, silolamanın 50. günündeki kontrol, LAB ve LAB + Enzim gruplarındaki silajlarda sırasıyla pH'ı 4.4, 3.7 ve 3.7; SÇK'ı 9, 18 ve 20 g/kg KM; laktik asitlerini 30, 39 ve 43 g/kg KM; asetik asitlerini 11, 3 ve 3 g/kg KM; NH₃-N'ini 115, 12 ve 15 g/kg TN; LAB sayılarını 5.5, 7.4 ve 7.2 log₁₀ cfu/g; maya sayılarını 7.7, 7.3 ve 7.0 log₁₀ cfu/g; küf sayılarını 2.8, 0.8 ve 1.0 log₁₀ cfu/g olarak belirlemişlerdir. Araştırmacılar aynı sırayla *in situ* KM parçalanabilirliğini %56.8, 56.6 ve 57.8; OM parçalanabilirliğini ise %54.0, 54.3 ve 56.7 olarak bulmuşlardır. Araştırmacılar her iki inokulantın da buğday silajlarının fermantasyon özelliklerini geliştirdiği, LAB sayılarını arttırdığı, maya ve küf sayılarını düşürdüğü, *in situ* rumen parçalanabilirlik özelliklerinin ise inokulant uygulamasından etkilenmediğini bildirmektedirler.

Sucu ve Filya (2006), hamur olum başlangıcında hasat edilen buğdaylara LAB ve LAB+Enzim karışımı inokulantının etkilerini inceledikleri çalışma sonucunda, silolamanın 50. gününde açılan silajların kontrol, LAB ve LAB+Enzim gruplarında sırasıyla pH değerlerini 4.4, 3.7 ve 3.7; SÇK miktarlarını KM'de %0.9, 1.8 ve 2.0; NH₃-N miktarlarını KM'de %11.5, 1.2 ve 1.5; laktik asit miktarlarını KM'de %3.0, 3.9 ve 4.3 olarak saptamışlardır.

Filya ve Sucu (2007), bazı biyolojik ve kimyasal katkı maddelerinin hamur olum döneminde hasat edilen buğday hasıllarının fermantasyon, mikrobiyal flora ve aerobik stabilite özellikleri üzerine etkilerini inceledikleri çalışmalarında, 90 günlük silolama sonrasında kontrol, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus buchneri*, *propionibacterium acidipropionici* ve formik asit uygulanan gruplarda pH değerlerini sırasıyla 4.22, 3.96, 4.67, 4.55 ve 3.94; SÇK içeriklerini 59.5, 54.3, 20.7, 57.9 ve 58.8 g/kg KM; laktik asit içeriklerini %4.96, 8.14, 3.63, 5.15 ve 5.65; asetik asit içeriklerini %0.93, 0.56, 2.74, 1.83 ve 1.49; bütrik asit içeriklerini %0.07, 0.02, 0.01, 0.03 ve 0.02; NH₃-N içeriklerini 0.230,

0.194, 0.259, 0.246 ve 0.155 g/kg KM; LAB sayılarını 4.28, 6.96, 3.97, 4.15 ve 4.03 log₁₀ cfu/g; maya sayılarını 3.37, 4.63, 2.04, 2.12 ve 1.81 log₁₀ cfu/g; küf sayılarını ise 1.50, 1.42, 1.38, 1.45 ve 1.23 log₁₀ cfu/g olarak bildirmektedirler. Elde edilen sonuçlara göre *Lactobacillus plantarum* inokule silajların yüksek düzeyde laktik asit üreterek silajlardaki homolaktik fermantasyonu geliştirirken; *Lactobacillus buchneri*, *propionibacterium acidipropionici* ve formik asit özellikle maya aktivitesini engelleyerek silajların aerobik stabilitesini geliştirdiği görülmektedir.

Başkavak ve ark. (2008) süt olum ile hamur olum döneminde hasat edilen buğdaylarda LAB+Enzim inokulantların kullanıldığı çalışmada, silolamanın 75. günündeki silajlarda pH'nın kontrol ve LAB+Enzim gruplarında sırasıyla süt olum döneminde 4.27 ve 4.09, hamur olum döneminde 4.64 ve 4.49; SÇK'nın KM'de süt olum döneminde %1.23 ve 2.02, hamur olum döneminde %0.56 ve 1.25; NH₃-N'un toplam nitrojen içerisinde süt olum döneminde 78.85 ve 68.19, hamur olum döneminde 102.41 ve 74.17; laktik asitin KM'de süt olum döneminde %3.78 ve 4.37, hamur olum döneminde %3.08 ve 3.73 olduğunu belirlemişlerdir.

Silaj açıldığında, anaerobik koşullar aerobik koşullara dönüşmektedir. Aerobik koşullar altında, açım öncesi oksijen yokluğu nedeni ile inaktif durumda olan mikroorganizmalar çoğalmaya başlar. Sonuç olarak silajın bozulması söz konusudur. Çoğunlukla “aerobik bozulma” olarak da tanımlanır. Silaj yapımında mikrobiyal katkı maddesi kullanımının, aerobik bozulmaya karşı direnç üzerindeki etkilerini inceleyen çalışmalardan elde edilen bulgular arasında tam bir uyum gözlenmemektedir. Mikrobiyal katkı maddesi kullanımının aerobik bozulmaya karşı direnç üzerinde herhangi bir etkiye sahip bulunmadığı yönünde bildirilişlerin (Rust ve ark., 1989) yanı sıra, bu tip katkı maddesi kullanımının aerobik bozulmayı kolaylaştırdığı doğrultusunda saptamalar da mevcuttur (Moon ve ark., 1980; Rooke ve Kafilzade, 1994; Chen ve ark., 1994). Yapılan çalışmalar farklı materyalden yapılmış olan silajların aerobik bozulmaya olan dirençleri bakımından farklı özellikler taşıdığını ortaya koymaktadır (Mc Donald ve ark., 1991). Yüksek düzeylerde SÇK içeriğine sahip olan silajlar aerobik bozulmaya daha hassastırlar (Woolford, 1978). Aerobik bozulmadan sorumlu başlıca mikroorganizmalar maya ve küflerdir. Söz konusu mikroorganizmalar ortamdaki şekerler ile laktik ve asetik asit gibi fermantasyon ürünlerini kullanarak büyük miktarlarda KM ve besin maddeleri kayıplarına neden olurlar. Bunun sonucunda silo içerisinde karbondioksit ve su açığa çıkar,

sıcaklık artar (Filya 2004). Nitekim Weinberg ve ark. (1993) ile Filya (2002) silajların yemlemede kullanılmak üzere açıldığı ve tamamen sınırsız bir şekilde hava girişine maruz kaldıkları dönemde, silajlardaki yoğun karbondioksit (CO₂) üretimi ve pH yükselmesi ile maya ve küf populasyonlarındaki artışın aerobik bozulmanın bir göstergesi olduğunu ve ayrıca fermantasyon sırasında oluşan yüksek düzeydeki laktik asit ve fermantasyon sonrasında kullanılmadan kalan şekerlerin varlığının silajların aerobik stabilitelelerini düşürdüğünü saptamışlardır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1.MATERYAL

3.1.1. SİLAJ MATERYALİ

Silaj materyali olarak, Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Merkezi'nde yetiştirilen tritikale (*Triticosecale Wittmack*) bitkisi kullanılmıştır.

3.1.2. SİLAJLARIN HAZIRLANMASI

Araştırmada kullanılan tritikale hasılı süt olum dönemlerinde hasat edilmiştir. Hasattan hemen sonra parçalama makinesinde yaklaşık 1.5 cm uzunluğunda parçalanmış ve bitkisel materyal homojen bir şekilde karıştırılarak silolama öncesi analizleri için örnek alınmıştır. Parçalanmış materyaller 1.5 litre kapasiteli laboratuvar tipi silo kaplarında silolanmıştır. Her grup için (kontrol, LAB ve LAB+enzim karışımı) 12 kavanoz olmak üzere toplam 36 kavanoz silaj yapılmıştır. Silo kaplarına doldurulacak materyalin hazırlanması amacıyla, stok karışım üç ana kısma ayrılmış, her üç kitlede naylon serili bir zemin üzerine ince tabaka oluşturacak şekilde yayılmıştır. Taze materyal ağırlıkları önceden tartılarak tespit edilen (20 kg) her üç kitleden LAB uygulanacak gruba *Lactobacillus plantarum* ve *Enterococcus faecium* içeren (Pioneer® 1188, USA) LAB+enzim uygulanacak gruba, biyolojik kompozisyonunda *Pediococcus acidilactici*, *Lactobacillus plantarum* ve *Streptococcus faecium* ile birlikte selüloz, hemiselüloz, pentozanaz ve amilaz içeren (Sil-All, Altech, UK) inokulanttan 0.2 g tartılarak üzerine 40 ml çeşme suyu konmuş ve iyice karışması sağlandıktan sonra taze materyal üzerine homojen bir şekilde el pülverizatörü ile püskürtülmüştür. Böylece taze tritikale hasılına 6.0 log₁₀ cfu/g LAB ile birlikte enzim karışımları katılmıştır. İyice sıkıştırılmış olan ve ağzaları kapatılan silo kapları, 25±2 °C sıcaklıkta karanlık bir ortamda muhafaza edilmiştir. Kaplar 45 günlük bir silolamadan sonra açılarak kimyasal ve mikrobiyolojik analizler yapılmıştır.

3.2.YÖNTEM

3.2.1.SİLAJ KALİTESİ TAKDİRİ İÇİN KULLANILAN YÖNTEMLER

Araştırmada kullanılan yemlerin silolama öncesinde pH, Bc, SÇK, mikrobiyolojik analizler, silolama sonrası örneklerde pH, SÇK, NH₃-N, organik asitler (asetik ve laktik asit) ve mikrobiyolojik analizler gerçekleştirilmiştir.

3.2.1.1.pH ve Bc Analizleri

Silolama öncesi taze materyalde ve açım sonrası elde edilen örneklerde pH ölçümleri için 50 g'lık örnekler 125 ml saf su ilave edilmiş ve oda sıcaklığında 1 saat süre ile zaman zaman karıştırılarak tutulmuştur. Daha sonra örnekler süzülüş ve elde edilen süzükte pH metre aracılığı ile okuma gerçekleştirilmiştir (Anonymous 1986).

Silolama öncesi alınan örnekte Bc'nin saptanabilmesi için 20 gram örneğe, 250 ml saf su ilave edilerek mekanik karıştırıcı aracılığı ile 1 dakika süre ile karıştırılmıştır. Karışım dört katlı gazlı bezden geçirilerek elde edilen süzüğün pH'sı 0.1 N HCl ile 3.00'e ayarlanmıştır. Daha sonra 0.1 N NaOH kullanılarak süzüğün pH'sı 4.00 e standardize edilmiştir. Süzük aynı yoğunluğa sahip NaOH ile karışımın pH'sı 4.00 den 6.00 ya çıkıncaya kadar işleme tabi tutulmuştur. pH'nın 4.00'den 6.00'ya yükselmesi için gerekli alkali miktarı meq/kg KM olarak kaydedilmiştir (Playne ve McDonald 1966).

3.2.1.2. SÇK Analizi

Başlangıç ve silaj örneklerinde SÇK analizi Anonymous (1986)' a göre yapılmıştır. Analize tabi tutulacak örnek 102 °C sıcaklıkta 2 saat süre ile kurutulmuştur. Kurutulup öğütülmüş örnekten 0.2 g tartılarak bir şişe içerisine konulmuş, üzerine 200 ml saf su ilave edilerek 1 saat süre ile çalkalanmıştır. Örneklerin ilk birkaç damlası ihmal edilecek şekilde süzülerek 50 ml'lik berrak ekstrakt elde edilmiştir. Standart eğrilerin hazırlanmasından sonra 2 ml ekstrakt alınarak 150x25 mm'lik borosilikat test tüplerine konulmuştur. Ön hazırlığı takiben absorbans değeri 620 nm'de 30 dakika içerisinde spektrofotometre aracılığı ile okunmuştur. Örnek ve kör denemeler sonrası tespit edilen absorbans değerlerine denk gelen mg glikoz değerleri arasındaki farklılık 500 katsayısı ile çarpılmıştır. Sonuç, örnek içerisinde yer alan g/kg SÇK miktarı olarak kaydedilmiştir.

3.2.1.3. NH₃-N Analizi

Silaj örneklerinde NH₃-N, silaj örneklerinden elde edilen ekstraktlarda mikro distilasyon metotlarına (Anonymous 1986) göre gerçekleştirilmiştir. Kırkbeş günlük süre sonrasında günlük elde edilen örneklerde NH₃-N tespiti için 20 g'lık taze örnek üzerine 100 ml saf su ilave edilerek çalkalama makinesinde 1 saat süre ile çalkalanmıştır. Daha sonra süzülerek elde edilen ekstrakte mikro distilasyon metodu aracılığı ile söz konusu parametre saptanmıştır.

3.2.1.4. Organik Asit Analizleri

Organik asit miktarlarının (asetik ve laktik asitler) tespitinde Koç ve Coşkuntuna (2003)'nin bildirdikleri spektrofotometrik yöntemle göre saptanmıştır.

3.2.1.4.1. Laktik Asit Analizleri

Derin dondurucuda -20 °C'de saklanan örnekler analizin yapılacağı gün çıkartılarak çözülünceye kadar oda sıcaklığında bir süre bekletilmişlerdir. Çözündürülen örnekler daha sonra 1:100 oranında seyreltilerek kullanılmıştır. Seyreltilen örneklerden otomatik pipet yardımıyla 1 ml sıvı tüplere aktarılmış üzerine 0.1 ml bakır sülfat (5g CuSO₄/100 ml saf su) ile 6 ml %98'lik sülfürik asit ilave edilmiştir. Hazırlanan tüpler 30 sn vortekste karıştırıldıktan sonra 5 dk. soğuk banyoda tutularak soğumaya bırakılmıştır. Bu süre sonunda tüplere 0.1 ml para hidroxy bi phenol (%0.5 Na OH/1000 ml saf su +2.5 g PHBP) eklenerek, tüpler 30 sn tekrar vortekste karıştırılmış ve 10 dk. oda sıcaklığında bekletilmiştir. Daha sonra tüpler 90 sn kaynar su içerisine daldırılıp çıkartılmış ve soğuması beklendikten sonra 565 nm dalga boyunda spektrofotometre cihazında okunmuştur.

Standart eğrinin oluşturulması

213 mg lityum laktat 500 ml saf su içerisinde çözündürülmüş ve üzerine 0.5 ml %98'lik sülfürik asit ilave edilmiştir (400 µg/ml). Elde edilen çözelti, önce 1:9 (40 µg/ml) daha sonra 1:1 (20 µg/ml, stok çözelti) oranında seyreltilerek kullanılmıştır. Daha sonra stok çözeltilerden 2.5, 5.0, 10.0,15.0 µg/ml lityum laktat içerecek şekilde yeni karışımlar elde edilmiştir. 1 ml seyreltik bulunan tüplerin içerisine 0.1 ml bakır sülfat ile 6 ml %98'lik sülfürik asit ilave edilmiş, 30 sn vortekste karıştırılmış ve 5 dakika soğuk banyoda

tutularak soğumaya bırakılmıştır. Bu süre sonunda tüplere 0.1 ml para hidroxy bi phenol eklenerek, tüpler 30 sn tekrar vortekste karıştırılmış ve 10 dakika oda sıcaklığında bekletilmiştir. Daha sonra tüpler 90 saniye kaynar su içerisine daldırılıp çıkartılmış ve soğuması beklendikten sonra 565 nm dalga boyunda spektrofotometre cihazında okunmuş ve standart eğri Microsoft Excel bilgisayar programında oluşturulmuştur.

Hesaplama

Standart eğriden, örneklerin $\mu\text{g/ml}$ ' leri okunarak saptanmıştır. Elde edilen örneklerin KM miktarlarına bölünmüş ve silajların %KM' de % laktik asit içerikleri saptanmıştır.

3.2.1.4.2. Asetik Asit Analizleri

Asetik asitin saptanması: 50-60 g numune 0.1 mg tartılarak blendere alınmıştır. Üzerine 80 ml CHCl_3 ilave edilmiş ve 3 dakika yüksek devirde karıştırılmıştır. Cam süzgece 10 cm çaplı süzgeç kağıdı yerleştirilmiş, karışım süzgece spatül yardımı ile aktarılmış ve emme yardımı ile süzölmüştür. Süzgeç kağıdında kalan pasta ve süzgeç kağıdı blendere aktarılmış ve üzerine 80 ml CHCl_3 ilave edilerek, 1 dakika çalıştırılmış, ikinci ekstraksiyon işlemi ile yeni süzgeç kağıdı kullanılarak ikinci bir süzme işlemi uygulanmıştır. Üçüncü ekstraksiyon ve süzme işlemi ikinci işlemde olduğu gibi uygulanmıştır. Süzgeç kağıdının kenarları ve çökelti 25 ml CHCl_3 ile yıkanmıştır. Çökelti bastırılarak CHCl_3 'ün büyük bir kısmı uzaklaştırılmıştır. Toplanan CHCl_3 ekstraktları 500 ml 'lik ayırıcıya aktarılmış, süzgeç ve ekstrakt toplama kabı 2'şer ml'lik CHCl_3 ile yıkanmış ve ayırıcıya aktarılmıştır. Ayırıcıya 33 ml 0.5 N NaOH çözeltisi ilave edilerek ekstrakte edilmiş CHCl_3 fazı 600 ml'lik, sulu faz 300 ml'lik behere alınmıştır. CHCl_3 fazı aynı ayırıcıya alınmış ve 33 ml 0.5 N NaOH çözeltisi ile ikinci bir ekstraksiyona işlemi uygulanmıştır. İkinci ekstraksiyonda emülsiyon oluşursa bekletme ile emülsiyon fazı kırılmıştır. Fazlar ait olan beherlere alınmış ve sonuncu ekstraksiyon işlemindeki emülsiyon fazı alkali fazın toplandığı behere alınmıştır. Alkali ekstrakt 70 ml yaklaşık 1 N HCl çözeltisi ile asidlendirilmiş, çözülmüş CHCl_3 'un uzaklaştırılması için 5-10 dakika hızlıca havalandırılmıştır. CHCl_3 tamamen uzaklaştığını koklayarak kontrol edilmiştir. Çözelti, süzgeç kağıdı yerleştirilmiş gözenekli cam süzgeçten süzölmüştür. Süzöntü 500 ml'lik balona aktarılmış ve çizgisine kadar saf su ile tamamlanmıştır. Standart çözelti karşı absorbansları spektrofotometrede 307 nm dalga boyunda okuma yapılmıştır.

Standart Çözeltinin Hazırlanması

500 ml'lik ayırıcıya 250 ml CHCl₃ alınmış, NaOH ile ekstrakte edilmiş, HCl ile asitlendirilmiş ve havalandırılmıştır. 500 ml'lik ölçü balonuna alınmış ve ölçüsüne kadar saf su ile tamamlanmıştır. Standart asetik asit çözeltisinden 1, 2, 3 ve 5ml pipetle alınarak 500 ml'lik ölçü balonlarına aktarılmış, her birine 100 ml 0.5 N'lik NaOH çözeltisi ve 70 ml 1 N HCl çözeltisi ilave edilmiş ve ölçü çizgisine kadar saf su ile tamamlanmış, standart çözeltilere karşı absorbanları spektrofotometrede 307 nm dalga boyunda okuma yapılmıştır.

Hesaplama ve Sonuçların Gösterilmesi

Asetik Asit (mg / kg) = [(C x 1000) / (M x 500 ml)]

C: Kalibrasyon eğrisinde bulunan asetik asit miktarı (mg) M: Deney numunesi, g

3.2.1.5. Mikrobiyolojik Analizler

Çalışmada gerek silolama öncesi taze materyalde ve gerekse de son ürünler üzerinde LAB, maya ve küf yoğunluklarının saptanmasına yönelik analizler gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla 25 g'lık örnekler peptonlu su aracılığı ile 2 dakikadan az olmamak koşulu ile karıştırılıp mikroorganizmaların mümkün olduğu ölçüde materyalden ayrılması sağlanmıştır. Elde edilen stok materyalden logaritmik seride dilüsyonlar hazırlanarak 1 saati aşmayan zaman zarfında ekim işlemi yapılmıştır. Laktik asit bakterileri için ekim ortamı olarak MRS Agar, maya ve küfler için Malt Ekstrakt Agar kullanılmıştır. Örneklere ait LAB, maya ve küfler için 30 °C sıcaklıkta 3 günlük inkübasyon dönemlerini takiben gerçekleştirilmiştir (Seale ve ark. 1990). Örneklere ait LAB, maya ve küf sayıları logaritma koliform üniteye (cfu/g) çevrilmiştir.

3.2.2. HAM BESİN MADDELERİ VE HÜCRE DUVARI İÇERİKLERİ ANALİZLERİ

3.2.2.1. Ham Besin Maddeleri İçerikleri Analiz Yöntemleri

Kuru madde miktarı; belli miktarda alınan silaj örneğinin 60 °C sıcaklıkta 48 saat süreyle kurutulması ve HK miktarı da 550 °C sıcaklıkta bir gece yakılması ile bulunmuştur. Yemin OM miktarı ise, KM ile HK arası farktan hesaplanmıştır. OM'yi oluşturan HP, belli miktardaki yem örneğinin önce kuvvetli asitle yakılarak azotun

amonyum sülfata, daha sonra da baz ile muameleye tabii tutularak amonyak formuna dönüştürülmesi ve bu amonyağın belli normalitedeki bir asitle titrasyonu sonucu elde edilen sarfiyattan hesaplanmıştır (Akyıldız 1984).

3.2.2.2. Hücre Duvarı İçerikleri Analiz Yöntemleri

Çalışmada silaj örneklerinde NDF, ADF ve asit ADL analizleri Van Soest analiz yönteminde öngörülen prensipler doğrultusunda gerçekleştirilmiştir (Close ve Menke 1986).

NDF analizi, hücrenin çözünebilir materyalinin sodyum lauryl sülfat içeren nötral çözücü ile kaynatılarak ekstraksiyonundan sonra hücre duvarı bileşenlerinin filtrasyon aracılığı ile ayrılması esasına dayanır (Close ve Menke 1986). 1 mm' lik elekten geçecek şekilde öğütülmüş yem numunesinden 0.5-1 g bir cam kaba tartılmıştır. Sırasıyla oda sıcaklığındaki 100 ml nötral çözücü solüsyonuna 93 g EDTA ve 34 g sodyum tetra borat tartılarak birlikte geniş bir kaba konmuştur. Distile su ilave edilmiş ve hafifçe ısıtılarak çözülmüştür. Bu çözeltiliye 150 g sodyum lauryl sülfat ve 50 ml 2-etoksietanol ilave edilmiştir. İkinci bir cam kapta 22.8 g susuz di sodyum hidrojen sülfat tartılır, distile su ilave edilir ve hafifçe ısıtılarak çözülmüştür. İlk çözeltiliye ilave edilmiş, karıştırılmış ve 5 litreye seyreltilmiştir. Çözelti pH'sı 6.9-7.1 arasında kontrol edilmiştir. Birkaç damla dekalın, 0.5 g sodyum sülfat katılmış ve geri soğutucuya takılmıştır. Çözelti hızla kaynama durumuna getirilmiş ve bir saat kaynatılmıştır. Ateşten alınıp 10 dakika tutulmuştur. Darası alınmış cam krozedden düşük vakum aracılığıyla filtre edilmiştir. Kalıntı iki kısım kaynamaya yakın sıcaklıktaki su ve iki kısım asetonla yıkanmıştır. Cam kroze kurutma dolabında 103 °C sıcaklıkta 4 saat veya 100 °C sıcaklıkta bir gece tutulmuştur. Sonra desikatörde soğutulmuş ve tartılmıştır.

Hesaplama: $NDF (g/kg KM) = a - b / N \times 1000$

a = NDF içeren kuru cam krozenin ağırlığı, g

b = cam krozenin darası alınmış ağırlığı, g

N=örneğin ağırlığı, g

ADF analizinde, yem örneği cetil trimetil amonyum bromidin (CTAB)-H₂SO₄ solüsyonu ile kaynatılmıştır. Filtrasyon sonrasında başlıca lignoselüloz ile silikadan oluşan

ve ADF olarak adlandırılan çözünmeyen materyal kalır (Close ve Menke 1986). Bir mm'lik elekten geçecek şekilde öğütülmüş numuneden 0.5 g kadar behere tartılmıştır. 100 ml soğuk H₂SO₄ - CTAB solüsyonu (100 g CTAB 5 litre 1 N H₂SO₄ çözülür, gerekirse filtre edilir) ve birkaç damla dekalin ilave edilmiştir. Isıtıcıya konmuştur. Solüsyon hızla kaynama durumuna getirilmiş ve 1 saat hafifçe kaynatılmıştır. Düşük bir vakum ile darası alınmış cam krozeden sıcakken filtre edilmiştir. Kalıntı kaynamaya yakın su ile köpük oluşumu bitene kadar yıkanmıştır. Daha sonra asetonla yıkanmıştır. Kroze kurutma dolabında 103 °C sıcaklıkta bir gece tutulmuştur. Desikatörde soğutulmuş ve tartılmıştır.

Hesaplama: ADF (g/kg KM) = a-b /N x 1000

a = ADF içeren kuru cam kroze ağırlığı, g

b =Darası alınmış cam krozenin ağırlığı, g

N =numune miktarı, g

ADL analizinde, %72'lik sülfirik asit içeren çözücü solüsyonun (%72'lik H₂SO₄-CTAB) selülozu ayrıştırması ile elde edilen kalıntının kül fırınında yakılması ile kütini de içeren lignin miktarı saptanmıştır (Close ve Menke 1986). Bir mm'lik elekten geçecek şekilde öğütülmüş numuneden 0.5 g kadar behere tartılır. 100 ml'lik soğuk %72'lik H₂SO₄- CTAB (100 g CTAB 5 litre %72'lik sülfirik asitte çözdürülmüştür, gerekirse filtre edilmiştir) ve birkaç damla dekalin ilave edilerek ısıtıcıya konmuştur. Solüsyon hızla kaynama durumuna getirilmiş ve bir saat hafifçe kaynatılmıştır. Düşük bir vakum ile darası alınmış cam krozeden sıcakken filtre edilmiştir. Kalıntı kaynamaya yakın sıcaklıktaki su ile köpük oluşumu bitene kadar yıkanmıştır. Daha sonra asetonla yıkama işlemine devam edilmiştir. Cam kroze yarıya kadar hazırlanan asit çözücü solüsyonu ile doldurulmuş ve asit uçana kadar karıştırılmıştır. Bu işlem üç defa tekrarlanmıştır. Oda sıcaklığında 3 saat muhafaza edilmiştir. Daha sonra düşük vakumla süzölmüştür. Kroze 103 °C sıcaklıkta 4 saat kurutulmuş veya 100 °C sıcaklıkta bir gece tutulmuştur. Desikatörde alınmış, soğutulmuş ve tartılmıştır. Yakma fırınında 500-550 °C sıcaklıkta 3 saat süre ile yakılmıştır. Desikatöre alınmış, soğutulmuş ve tartılmıştır.

Hesaplama: ADL (g/kg KM) = a-b / N x 1000

a = Krozenin kurutmadan sonraki ağırlığı, g

b = Krozenin yakmadan sonraki ağırlığı, g

N = Numune miktarı, g

Yem materyallerinin selüloz ve hemiselüloz içeriklerinin saptanmasında NDF, ADF, ADL analizleri sonrasında elde edilen değerlerden yararlanılmış olup (Close ve Menke 1986), hesaplamada kullanılan formüller aşağıda verilmektedir;

$$\text{Selüloz (g/kg KM)} = \text{ADF} - \text{ADL}$$

$$\text{Hemiselüloz (g/kg KM)} = \text{NDF} - \text{ADF}$$

3.2.2.3. Enzimde OM Çözünürlüğü Analiz Yöntemleri

Çalışmada silaj örneklerindeki *in vitro* enzimde OM çözünürlük düzeyinin saptanması Naumann ve Bassler (1993) tarafından önerilen selülaz yöntemi ile gerçekleştirilmiştir.

Yönteme göre, kurutularak öğütülmüş materyalden alınan 0.3 g'lık örnek daha önce altı kapatılmış olan süzgeçli cam kaplara (800 °C ısıya dayanıklı, por. 1, altı ve üstü kapaklı, 50 ml'lik Gooch krozeler) tartılır. Her biri 3'er paralel olacak şekilde tartılan yem örnekleri üzerine 40 °C sıcaklıktaki pepsin+HCl çözeltisinden 30 ml ilave edilir ve cam kabın üst kısmı kapatılır. Cam kaplar 40 °C sıcaklığa ayarlı inkübatör dolabına konur ve 5 saat sonra kaplar iyice karıştırılır. Burada enzim aktivitesinde herhangi bir yetersizliğe neden olmamak için, çözelti sıcaklığının 39-40 °C sıcaklıkta tutulmasına dikkat edilmiştir. Cam kaplar 24 saat inkübatör dolabında kaldıktan sonra 80 °C sıcaklıktaki su banyosunda 45 dakika bekletilerek nişastanın hidrolizi sağlanır. Bu işlemin ardından cam kaplar açılarak içindeki çözelti vakum pompası yardımı ile emilir ve içinde kalan kısım sıcak su ile yıkanır. Alt kısmından kapatılan cam kaplara selülaz+buffer çözeltisinden 30 ml ilave edilir ve 40 °C sıcaklıktaki inkübatör dolabında 24 saat bekletilir. Bu işlem sonrası cam kapların kapakları açılır, çözeltiler süzülür ve sıcak su ile yıkanır. Süzme işleminden sonra 105 °C sıcaklığa ayarlı kurutma dolabında bir gece boyunca kurutulup, tartım işlemi yapılır. Cam kaplar 550 °C sıcaklığa ayarlı kül fırınında en az 90 dakika yakılmış ve tartım gerçekleştirilmiştir.

Analizler sonrası elde edilen sonuçlardan yararlanılarak enzimde çözünen KM, OM ve enzimde çözünmeyen OM miktarları aşağıdaki eşitlikler yardımı ile bulunmuştur.

$$\begin{aligned} \text{Kuru madde sindirilebilirliği, \%} &= [B_1-(A_1-A_0) \times 100]/B_1 \\ \text{Organik madde sindirilebilirliği, \%} &= [B_1-(A_1-A_2) \times 100]/B_1-C_1 \\ \text{Enzimde çözünmeyen organik madde (EÇOM)} &= 100-\text{OM sindirilebilirliği} \end{aligned}$$

A₀: Ghoch krozesinin darası, g

A₁: 105 °C'de kurutulduktan sonraki dara+örnek ağırlığı, g

A₂: 550 °C'de yandıktan sonraki dara+örnek ağırlığı, g

B₁: Analize alınan örnek miktarı, g/KM

C₁: Analize alınan örnekteki kül miktarı, g/KM

Enzimatik (selülaz) yöntemde kullanılan çözeltiler; pepsin- HCl çözeltisi: 2g pepsin+0.1 N HCl; asetat buffer çözeltisi: 5.9 ml asetik asit+ 1 litre destile su (çözelti A) ve 13.6g sodyum asetat + 1 litre destile su (çözelti B) hazırlandıktan sonra 400ml çözelti A ile 600 ml çözelti B karıştırılır; selülaz buffer çözeltisi: 3.3 g selülaz enzimi (trichoderma viride; onozuka R-10, 1 U/mg aktivite)+1 litre asetat buffer çözeltisi

3.2.2.4. Aerobik Bozulmaya, Dirence İlişkin Analizler

Ashbell ve ark. (1991) tarafından geliştirilen yöntem kullanılarak silajların silolamanın 45 gününde açılarak 5 gün aerobik stabilite testine tabi tutulmuşlardır. Aerobik stabilitenin 5. günündeki silaj örneklerinin pH' ları ölçülmüş ve CO₂ üretimleri saptanmıştır. Ayrıca Filya ve ark. (2000) tarafından geliştirilen değerlendirme yöntemi ile silajların görsel küflenmeleri gözlenmiş ve silajların içerdiği maya ve küf popülasyonları 3.2.5 .'de belirtildiği şekilde saptanmıştır.

Araştırmada, aerobik stabilite testinin uygulanması için 1 atm ve 25 °C de 24 saatteki CO₂ geçirgenlik oranı 15-25 ml /mil/254 m olan stabil, aşınmaya dirençli gaz sızdırmaz özellikteki 1.5 litrelik polietilen (PET) şişeler kullanılmıştır. Bir test ünitesinin oluşturulması için pet şişe 1 litre ve 0.5 litre olmak üzere ikiye kesilmiştir. 1 litrelik PET şişenin kapak kısmına hava sirkülasyonunu sağlamak için 1 cm çapında delik açılıp üzeri

telle kapatılmıştır. Daha sonra 0.5 litrelik kesilen kısmın üzerine yerleştirilmiştir. 250-300 g arasında taze silaj örnekleri, ünitenin üst kısmına sıkıştırılmadan yerleştirilmiş ve %20'lik potasyum hidroksit (KOH) çözeltisinden 100 mL ünitenin alt kısmına konulmuştur. Hazırlanan söz konusu ünite 5 gün 20 °C, 30 °C ve 37 °C' de bekletilmiştir. Bu sayede aerobik aktivite sonucu silaj örneklerinde oluşan ve havadan 1.5 kat daha yoğun olan CO₂ gazı altta çökerek tabanda tutulmuştur. Çözeltiden 10 ml alınarak 1N'lik %37 'lik hidroklorik asit çözeltisiyle titre edilmiştir. pH'nın 8.1-3.6 arasında harcanan HCl miktarı saptanmış ve 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 materyalin ağırlığı (kg)

KM= taze materyalin kuru madde miktarı(g/kg)

3.2.3. İSTATİKSEL ANALİZLER

Grup ortalamaları incelenen faktörler bakımından fark olup olmadığı, diğer bir deyimle ortalamalar arasındaki farkın şanstın ileri gelip gelmediğini belirlemek için verilerin, homojen nitelikteki popülasyondan alınan tesadüfi örnekleme niteliğinde olduğu anlaşıldığından Tamamıyla Şansa Bağlı Deneme Planına göre varyans analizi yapılmıştır.

Ayrıca grup ortalamalarının hangilerinin birbirinden farklı olup olmadığını anlamak için DUNCAN çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır (Soysal 1998). Bu amaçla Statistica (1995) paket programı kullanılmıştır.

4. BULGULAR

4.1. Silajların Fermantasyon Özellikleri

4.1.1. Silajların Kimyasal Analizleri

Araştırmanın yem materyalini oluşturan taze ve silolanmış tritikale hasılına ait kimyasal analiz sonuçları Çizelge 1 ve Şekil 2’de verilmiştir.

Çizelgeden de görülebileceği gibi, her iki inokulant da fermantasyonun başlarından itibaren tritikale silajlarının pH ve amonyak-azotu miktarlarını önemli düzeyde düşürürken, SÇK içeriklerini önemli düzeyde artırmıştır ($P<0.05$). Ayrıca her iki inokulant da fermantasyonun başlarından itibaren laktik asit miktarlarını önemli düzeyde artırmış, asetik asit miktarlarını ise önemli düzeyde düşürmüştür ($P<0.05$). Silolamanın 45. günlerinde LAB ve LAB+Enzim karışımı inokulant içeren silajların SÇK ve laktik asit miktarları kontrol grubu silajlardan önemli düzeyde yüksek; pH, NH_3-N ve asetik asit miktarları ise önemli düzeyde düşük bulunmuştur ($P<0.05$).

Taze tritikalenin KM içeriğinin %36.88 olarak belirlendiği araştırmada, fermantasyon süresince tritikale silajlarının KM içerikleri %35.44-36.90 değerleri arasında değişmiştir. Araştırmada, LAB ve LAB+Enzim kullanımı tritikale silajlarının KM içeriklerini etkilememiştir ($P>0.05$). Taze tritikalenin tamponlama kapasitesi ve pH’sı sırasıyla 168 meq/kg KM ve 5.73 olarak saptanmıştır. Silaj kalitesine etki eden temel faktörlerden birisi, fermantasyonun erken aşamasında ortam pH’sındaki düşüş hızıdır. Silolanan kitlenin pH’nın olabildiğince çabuk bir şekilde 4.2-4.0’ın altına düşmesi arzu edilir (Polat ve ark. 2005). Kung ve Shaver (2001) kaliteli bir silajda pH’nın 3.7-4.2 arasında olması gerektiğini bildirmektedirler. LAB ve LAB+Enzim gruplarındaki silajların pH’ları fermantasyonun 2. gününden itibaren hızla düşerek, 45. günde kontrol, LAB ve LAB+Enzim grupları için sırasıyla 4.54, 3.84 ve 3.71 olarak saptanmıştır. Araştırmadan elde edilen pH değerlerine ilişkin bulgular LAB ve LAB+Enzim grubu silajlarının iyi kalitede silajlar olduğunu göstermektedir.

Taze tritikalenin 63.73 g/kg KM olan SÇK içerikleri fermantasyonun tüm dönemlerinde düşme eğilimi göstermiştir. Ancak bu etki kontrol grubu silajlarında daha belirgin bir şekilde gerçekleşmiştir. Nitekim fermantasyonun 45.gününde en düşük SÇK içeriği 14,73 g/kg KM ile kontrol grubunda saptanmıştır. LAB+Enzim karışımı

inokulantların içerdiği enzimlerin tritikaledeki hücre duvarını (Çizelge 3) ve nişastayı parçalaması sonucu açığa çıkan ilave substratların fermente olması sonucu, SÇK' ın bir bölümü kullanılmadan kalmıştır. Silolama döneminin sonunda LAB ve LAB+Enzim grubunda SÇK miktarları kontrol grubuna göre önemli düzeyde daha yüksek bulunmuştur ($P<0.05$).

Taze tritikalenin HP ve HK içerikleri sırasıyla %9.01 ve 5.47 olarak saptanmıştır. Fermantasyon süresi boyunca tritikale silajlarının HP ve HK içerikleri sırasıyla %8.49-9.07 ve 5.26-5.68 arasında değişmiştir. Araştırmada, tritikale silajlarında her iki inokulantın HK üzerindeki etkileri fermantasyonun tüm dönemlerinde önemsiz bulunurken ($P>0.05$), HP içeriklerinde ise sadece 8. günde önemli düzeyde yüksek bulunmuştur ($P<0.05$).

Taze tritikalenin NH_3-N içeriği 22.91 g/kg TN olarak saptanmıştır. Bitki hasadından sonra görülen en önemli aktivite proteolisis olayıdır. Bu olayda bitki bünyesindeki proteinler, proteaz enzimleri tarafından amino asit ve amonyaka parçalamaktadır (Filya 2001). Bu nedenlerle NH_3-N oluşumu protein parçalanma düzeyini gösteren önemli bir parametredir. Araştırmada, fermantasyonun 2. gününden itibaren LAB ve LAB+Enzim gruplarında NH_3-N içeriği kontrol grubu silajlarına göre önemli düzeylerde daha düşük bulunmuştur ($P<0.005$). Petterson (1988)'un kaliteli bir silajda NH_3-N içeriğinin 80.00 g/kg TN den yüksek olmaması gerektiğini bildirmektedir. Araştırmadan elde NH_3-N içeriklerine ilişkin bulgular LAB ve LAB+Enzim grubu silajlarının iyi kalitede silajlar olduğunu göstermektedir.

Taze tritikalenin laktik asit içeriği KM'de %0.90 olarak saptandığı araştırmada, yapılan tüm silajların laktik asit içerikleri fermantasyon süresi boyunca artış göstermiş olup, bu etki LAB ve LAB+Enzim gruplarında daha belirgin bir şekilde gerçekleşmiştir. Nitekim fermantasyonun 45.gününde en düşük laktik asit içeriği KM'de %2.60 ile kontrol grubunda saptanırken, LAB ve LAB+Enzim gruplarında sırasıyla %3.61 ve 3.73 ile önemli düzeyde daha yüksek bulunmuştur ($P<0.05$). Taze tritikalenin asetik asit içeriği KM'de %0.27 olarak saptandığı araştırmada, fermantasyon süresince LAB ve LAB+Enzim gruplarında asetik asit içerikleri kontrol grubu silajlarına göre önemli düzeylerde daha düşük bulunmuştur ($P<0.05$).

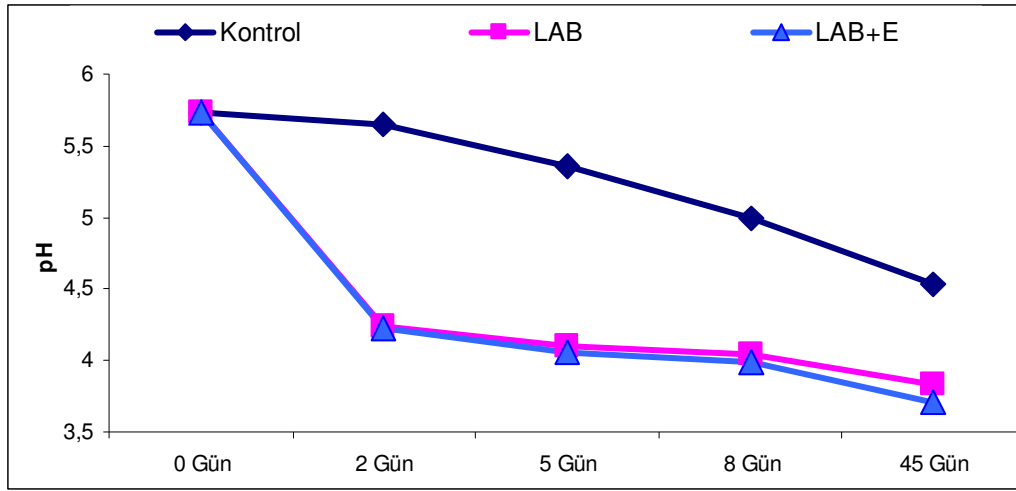
Çizelge 1.Tritikale silajlarına ait kimyasal analiz sonuçları

Günler	Uygulama	Tk	pH	KM, %	SÇK, g/kg KM	HP	HK	NH ₃ -N, g/kg TN	LA, %	AA, %	KM Kaybı, %
0			5.73±0.01	36.88±0.30	63.73±2.08	9.01±0.07	5.47±0.08	22.91	0.90	0.27	
2	Kontrol		5.65±0.04a	36.56±0.56	44.23±1.50	9.07±0.14	5.40±0.13	37.55±3.12	1.253±0.04a	0.12±0.06	1.60±0.12a
	LAB		4.24±0.06b	36.38±0.53	47.03±1.25	8.98±0.07	5.36±0.17	30.51±3.48	1.827±0.06b	0.00±0.00	0.47±0.02b
	LAB+E		4.22±0.02b	36.58±0.26	48.97±1.34	8.97±0.10	5.68±0.18	27.45±3.30	1.717±0.07b	0.00±0.00	0.36±0.07b
5	Kontrol		5.36±0.05a	36.50±0.35	33.23±1.01c	8.74±0.08	5.20±0.07	54.78±2.81a	1.52±0.05a	0.58±0.03a	2.71±0.05a
	LAB		4.10±0.02ab	36.42±0.16	39.10±1.08b	8.96±0.06	5.55±0.02	25.36±5.18b	2.29±0.09b	0.24±0.03b	0.92±0.10b
	LAB+E		4.06±0.03b	36.47±0.55	43.03±1.12a	8.96±0.12	5.61±0.23	23.86±2.02b	2.47±0.10b	0.28±0.05b	0.96±0.11b
8	Kontrol		5.00±0.03a	36.35±0.33	25.87±1.04a	8.55±0.12b	5.52±0.05	82.39±3.73a	1.98±0.08b	0.91±0.05a	3.77±0.09a
	LAB		4.05±0.04b	36.90±0.42	33.67±1.22b	8.83±0.06ab	5.59±0.10	27.62±3.26b	2.76±0.10a	0.66±0.02b	1.87±0.59b
	LAB+E		3.99±0.03b	36.21±0.27	36.63±0.97b	8.95±0.11a	5.59±0.20	38.00±3.53b	2.89±0.07a	0.66±0.03b	2.10±0.25b
45	Kontrol		4.54±0.02a	35.52±0.37	14.73±1.41b	8.49±0.07	5.64±0.16	103.08±7.53a	2.60±0.10a	1.78±0.04a	5.81±0.28a
	LAB		3.84±0.04b	35.44±0.21	22.87±0.78a	8.64±0.06	5.43±0.11	57.01±4.11b	3.61±0.08b	0.68±0.06b	3.57±0.15b
	LAB+E		3.71±0.02c	35.48±0.3	25.03±1.01a	8.55±0.04	5.26±0.14	48.78±4.2b	3.73±0.09b	0.86±0.06b	3.21±0.27b

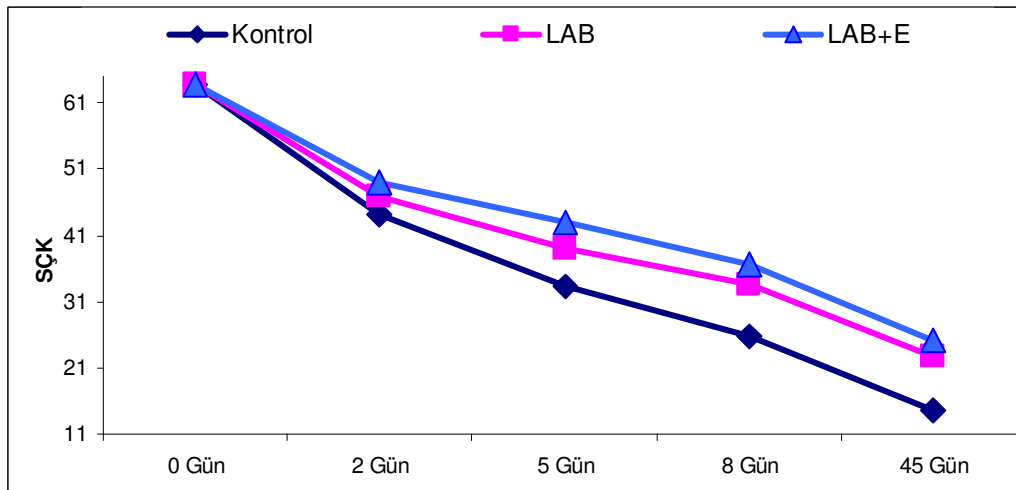
LAB: laktik asit bakteri inokulantı; LAB+E: laktik asit bakteri+enzim karışımı inokulant; Tk: Tamponlama kapasitesi; KM: kuru madde; SÇK: suda çözünebilir karbonhidratlar; NH₃-N: amonyak azotu; LA: laktik asit; AA: asetik asit

Aynı sütunda belirtilen günlerde farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir, P<0.05

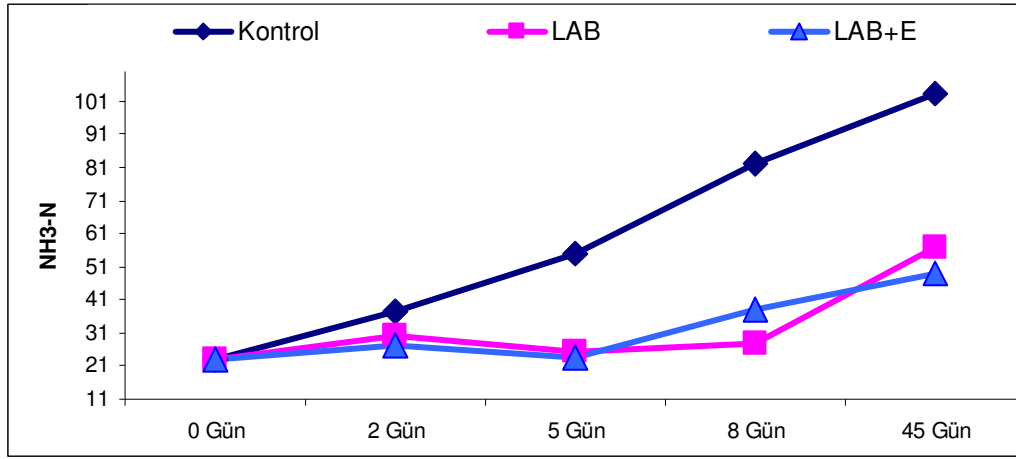
Tritikale silajlarının KM kayıpları üzerindeki etkileri incelendiğinde, fermantasyon süresince tüm gruplarda KM kaybında bir artış gözlenmiştir. Özellikle fermantasyon başlangıcında görülen solunum sırasında CO₂ ve su açığa çıkmaktadır. Solunum sırasında oluşan fermantatif gazların oluşturduğu kayıplar KM kayıplarını oluşturmaktadır. Araştırmada fermantasyon süresince tritikale silajlarının KM kayıpları %0.36-5.81 arasında değişmiştir. Fermantasyonun tüm günlerinde LAB ve LAB+Enzim kullanımı bu artışı önemli düzeylerde engellemiştir (P<0.05).



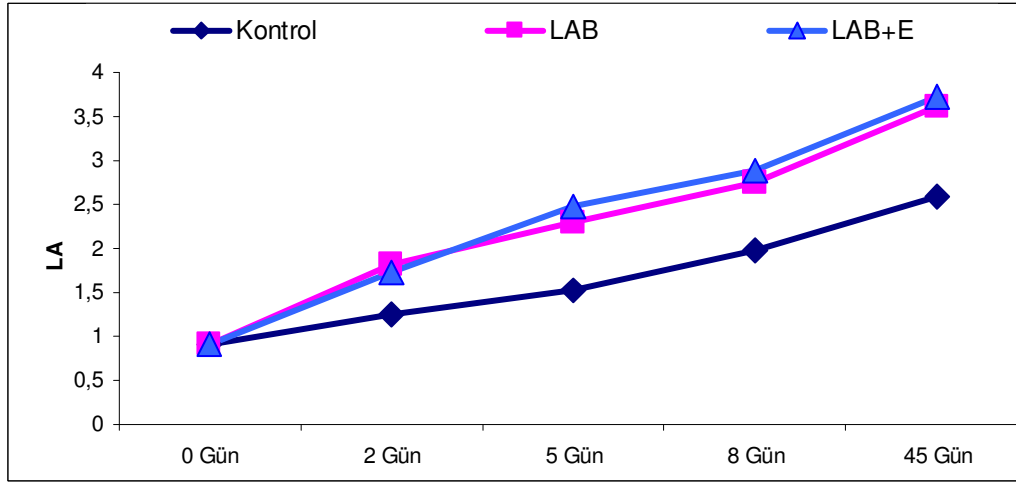
Şekil 1. Tritikale silajlarının fermantasyon süresince pH değişimleri



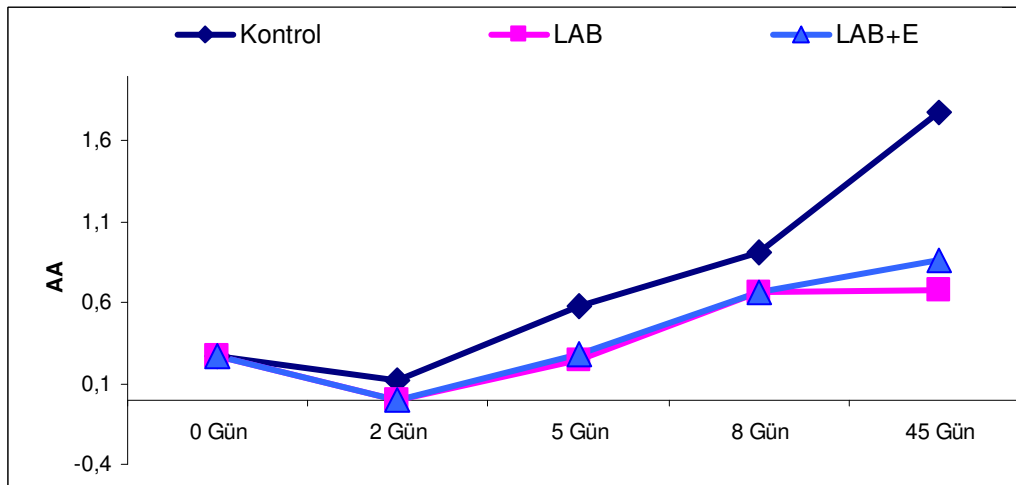
Şekil 2. Tritikale silajlarının fermantasyon süresince SÇK değişimleri



Şekil 3. Tritikale silajlarının fermantasyon süresince $\text{NH}_3\text{-N}$ değişimleri



Şekil 4. Tritikale silajlarının fermantasyon süresince laktik asit değişimleri



Şekil 5. Tritikale silajlarının fermantasyon süresince asetik asit değişimleri

4.1.2. Silajların Mikrobiyolojik Analizleri

Taze ve silolanmış tritikalenin mikrobiyolojik analiz sonuçları Çizelge 2' de verilmiştir.

Çizelge 2. Tritikale silajlarına ait kimyasal ve mikrobiyolojik analiz sonuçları, (\log_{10} cfu/g KM)

Günler	Uygulama	LAB	Maya	Küf
0		3.81±0.05	4.04±0.09	2.51±0.12
2	Kontrol	3.88±0.06b	4.24±0.03	2.46±0.09a
	LAB	4.04±0.03a	4.31±0.06	0.66±0.67b
	LAB+E	4.10±0.02a	4.24±0.03	0.00±0.00b
5	Kontrol	4.00±0.03b	4.56±0.03	0.00±0.00
	LAB	4.39±0.04a	4.45±0.04	0.00±0.00
	LAB+E	4.37±0.05a	4.53±0.03	0.00±0.00
8	Kontrol	4.32±0.04b	4.88±0.04	0.77±0.77
	LAB	5.44±0.06a	4.90±0.04	0.00±0.00
	LAB+E	5.39±0.04a	4.82±0.06	0.99±0.49
45	Kontrol	4.59±0.01b	5.18±0.08	3.15±0.22a
	LAB	6.01±0.04a	5.05±0.02	2.34±0.24b
	LAB+E	6.08±0.06a	5.06±0.06	2.22±0.24b

\log_{10} cfu, logaritma koloniform ünite; KM: kuru madde; LAB: laktik asit bakteri inokulantı; LAB+E: laktik asit bakteri+enzim karışımı inokulant.

Aynı sütunda belirtilen günlerde farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir, $P<0.05$.

Taze tritikalede laktik asit bakterileri, maya ve küf yoğunlukları sırasıyla 3.81, 4.04 ve 2.51 olarak saptanmıştır. Her iki inokulant da silajların laktik asit bakterileri yoğunluğunu artırırken ($P<0.05$), maya yoğunluklarını ise etkilememiştir ($P>0.05$). Fermantasyon süresinin 2. ve 45. günlerinde LAB ve LAB+enzim grubunda küf yoğunlukları kontrol silajlarına oranla önemli düzeylerde daha düşük bulunmuştur ($P<0.05$).

4.2. Silajların Aerobik Stabiliteleri

Silolamanın son döneminde açılan silajlara ait 5 günlük aerobik stabilite testi sonuçları Çizelge 3' de verilmiştir.

Çizelge 3. Tritikale silajlarının aerobik stabilite test sonuçları

Uygulama	pH	CO ₂ , g/kg KM	Maya, log ₁₀ cfu/g	Küf, log ₁₀ cfu/g
Kontrol	5.60±0.14	40.81±1.75b	5.99±0.63b	4.90±0.33
LAB	5.74±0.14	58.60±3.64a	7.51±0.33a	5.32±0.84
LAB+E	5.81±0.11	55.22±1.43a	7.14±0.30ab	5.15±0.25

KM: kuru madde; CO₂: karbondioksit; log₁₀ cfu: logaritma koloniform ünite; LAB, laktik asit bakterisi inokulantı; LAB+E, laktik asit bakterisi+enzim karışımı inokulantı.

Aynı sütunda belirtilen günlerde farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir, P<0.05.

Her iki inokulant da hava ile temas ettikleri bu 5 günlük süre içerisinde, silajların maya yoğunlukları ve CO₂ üretimini önemli düzeyde artırırken (P<0.05), pH ve küf yoğunluklarında görülen artış ise önemsiz düzeyde bulunmuştur (P>0.05).

4.3. Silajların Hücre Duvarı Bileşenleri

Taze ve silolanmış mısırın hücre duvarı kapsamına ilişkin analiz sonuçları Çizelge 4' de verilmiştir.

Taze tritikalenin NDF, ADF, ADL, hemiselüloz ve selüloz içerikleri sırasıyla %61.16, 38.33, 2.35, 22.83 ve 35.97 olarak saptandığı araştırmada, 2. ve 5. günlerde tritikale silajında kullanılan her iki inokulantında hücre duvarı bileşenleri üzerindeki etkileri önemsiz bulunmuştur. Çizelge'den de görülebileceği gibi, fermantasyonun 8. gününde LAB+Enzim karışımı inokulant içeren silajların NDF içerikleri, kontrol grubu silajlarına göre önemli düzeyde düşük bulunmuştur (P<0.05). Fermantasyonun 45. gününde LAB+Enzim karışımı inokulant içeren silajların NDF içerikleri kontrol ve LAB grubu silajlarına (P<0.05), ADF içerikleri ise kontrol grubuna göre önemli

düzeyde düşük bulunmuştur ($P<0.05$). Hemiselüloz ve selüloz miktarlarında görülen düşüş ise önemsiz düzeyde bulunmuştur ($P>0.05$).

Çizelge 4. Triticale silajlarının hücre duvarı kapsamına ilişkin analiz sonuçları, (%)

Günler	Uygulama	NDF	ADF	ADL	Hemiselüloz	Selüloz
0		61.16±1.34	38.33±0.42	2.35±0.07	22.83±0.98	35.97±0.39
2	Kontrol	62.08±0.68	38.00±0.80	2.40±0.17	24.08±1.47	35.60±0.70
	LAB	60.51±0.60	37.92±0.71	2.48±0.08	22.59±1.19	35.43±0.77
	LAB+E	61.02±0.24	37.26±0.53	2.51±0.14	23.76±0.28	34.74±0.45
5	Kontrol	60.82±1.18	38.24±1.03	2.53±0.14	22.58±1.26	35.70±0.95
	LAB	60.78±1.10	38.26±0.80	2.37±0.06	22.52±1.46	35.89±0.79
	LAB+E	59.00±1.07	37.36±0.44	2.51±0.18	21.64±0.66	34.85±0.55
8	Kontrol	61.23±1.08a	38.21±0.53	2.44±0.13	22.35±1.44	35.78±0.53
	LAB	60.27±1.91ab	37.66±0.88	2.36±0.17	22.94±0.93	35.30±0.98
	LAB+E	57.26±1.24b	36.14±0.19	2.23±0.12	21.78±1.01	33.91±0.25
45	Kontrol	60.36±0.36a	38.21±0.91a	2.44±0.12	22.30±1.20	35.69±0.81a
	LAB	60.83±0.77a	37.66±1.53ab	2.52±0.06	23.25±0.77	35.05±0.71ab
	LAB+E	56.79±0.66b	35.47±0.90b	2.25±0.08	21.62±0.32	33.26±0.82b

LAB, laktik asit bakteri inokulantı; LAB+E, laktik asit bakteri+enzim karışımı inokulant; NDF:Nötral çözücülerde çözünmeyen lif; ADF:Asit çözücülerde çözünmeyen lif; ADL:Asit çözücülerde çözünmeyen lignin, Hemiselüloz: NDF-ADF; Selüloz: ADF-ADL

*Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir.

4.4. Silajların *İn Vitro* Organik Madde Sindirilebilirliği

Araştırmanın 45. gününde açılan silaj örneklerinde *in vitro* OM sindirilebilirliğine ait analiz sonuçları Çizelge 5’de verilmiştir.

Çizelge 5. Silajların *in vitro* OM sindirilebilirlik özellikleri, %

Uygulama	OM Sindirilebilirliği
Kontrol	60.10±2.11b
LAB	61.47±0.99ab
LAB+E	64.30±0.84a

LAB, laktik asit bakteri inokulantı; LAB+E, laktik asit bakteri+enzim karışımı inokulant;
OM:Organik maddeler

Çizelgede verildiği gibi, kontrol, LAB ve LAB+Enzim inokulantı kullanılan gruplarda *in vitro* OM sindirilebilirliği sırasıyla %60.10, 61.47 ve 64.30 olarak bulunmuştur. LAB+Enzim inokulant grubunda OM sindirilebilirlikleri kontrol ve LAB grubuna göre önemli düzeyde artırdıkları saptanmıştır (P<0.05).

5. TARTIŞMA

Araştırmada kullanılan LAB ve LAB+Enzim karışımı inokulantlar fermantasyonu geliştirerek, silajların kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerini olumlu yönde etkilemişlerdir.

Çizelge 1' de de görüldüğü gibi, silajlarda temel fermantasyon ürünü laktik asit olmuştur. LAB ve LAB+Enzim karışımı içeren inokulant kullanılan silajlarda ortamda yoğun olarak bulunan LAB' nin SÇK' ı kullanarak laktik asit üretmeleri sonucu bu silajlarda görülen laktik asit miktarı kontrol grubuna göre önemli düzeyde yüksek olmuştur. Ayrıca inokulant kullanılan silajların pH' ları da kontrol grubuna göre önemli düzeyde düşmüştür ($P<0.05$). LAB+Enzim karışımı inokulantların içerdiği enzimlerin tritikaledeki hücre duvarını (Çizelge 3) ve nişastayı parçalaması sonucu açığa çıkan ilave substratların LAB tarafından fermente edilmesi sonucu bu silajların laktik asit miktarları diğer silajlardan daha yüksek düzeyde olmuştur ($P<0.05$). Ayrıca açığa çıkan ilave substratların fermente olması sonucu, SÇK' ın bir bölümü kullanılmadan kalmıştır. Silolama döneminin sonunda LAB+Enzim grubunda SÇK miktarları gerek kontrol gerekse de LAB grubuna göre önemli düzeyde daha yüksek bulunmuştur ($P<0.05$). Bununla birlikte LAB ve LAB+Enzim karışımı içeren inokulant kullanılan silajların NH_3-N düzeyleri kontrol grubu silajlarına göre önemli düzeyde daha düşük olduğu saptanmıştır ($P>0.05$). Bunda, her iki inokulant grubunda gerçekleşen homolaktik fermantasyon ve daha az düzeydeki protein parçalanmasının etkili olduğu düşünülmektedir.

Filya ve ark. (2001) süt olum döneminde hasat edilen sorgumlarda LAB ve LAB+Enzim inokulantların kullanıldığı çalışmada, 60. gününde açılan silajların kontrol, LAB ve LAB+Enzim gruplarında sırasıyla pH değerlerini 4.5, 3.8 ve 3.8; SÇK miktarlarını KM'de % 4.0, 6.0 ve 6.0; laktik asit miktarlarını KM'de %5.0, 8.0 ve 8.0 olarak saptamışlardır. Filya (2002), hamur olum döneminde hasat edilen mısırlarda LAB ve LAB+Enzim karışımı inokulantının kullanıldığı çalışmada, silolamanın 50. günündeki silajlarda pH'nın kontrol, LAB ve LAB+Enzim gruplarında sırasıyla 3.7, 3.6 ve 3.6; SÇK'nın KM'de %1.3, 3.0 ve 5.7; NH_3-N 'un KM'de %0.9, 0.4 ve 0.1; laktik

asitin KM'de %3.8, 9.4 ve 13.6 olduğunu saptarken, inokulant kullanılan gruplarda silaj pH' larının hızla düştüğünü ve gruplardaki SÇK içeriğinin kontrol grubundan daha yüksek olduğunu bildirmiştir. Sucu ve Filya (2006), hamur olum başlangıcında hasat edilen buğdaylara LAB ve LAB+Enzim karışımı inokulantının etkilerini inceledikleri çalışma sonucunda, silolamanın 50. gününde açılan silajların kontrol, LAB ve LAB+Enzim gruplarında sırasıyla pH değerlerini 4.4, 3.7 ve 3.7; SÇK miktarlarını KM'de %0.9, 1.8 ve 2.0; NH₃-N miktarlarını KM'de %11.5, 1.2 ve 1.5; laktik asit miktarlarını KM'de %3.0, 3.9 ve 4.3 olarak saptamışlardır. Başkavak ve ark. (2008) süt olum ile hamur olum döneminde hasat edilen buğdaylarda LAB+Enzim inokulantların kullanıldığı çalışmada, silolamanın 75. günündeki silajlarda pH'nın kontrol ve LAB+Enzim gruplarında sırasıyla süt olum döneminde 4.27 ve 4.09, hamur olum döneminde 4.64 ve 4.49; SÇK'nın KM'de süt olum döneminde %1.23 ve 2.02, hamur olum döneminde %0.56 ve 1.25; NH₃-N'un toplam nitrojen içerisinde süt olum döneminde 78.85 ve 68.19, hamur olum döneminde 102.41 ve 74.17; laktik asitin KM'de süt olum döneminde %3.78 ve 4.37, hamur olum döneminde %3.08 ve 3.73 olduğunu belirlemişlerdir. Filya ve ark. (2001), hücre duvarını parçalayıcı enzim kullanılan yonca silajlarında SÇK' ların LAB tarafından fermente edildiğini, silajların pH ve amonyak-azotu düzeyinin düştüğünü ve ayrıca silajlardaki protein parçalanmasının azaldığını ve protein geri kazanımının arttığını bildirmektedir. Diğer yandan her iki inokulant da silajların asetik asit miktarlarını istatistiksel anlamda önemli düzeyde düşürmüşlerdir (P<0.05). Silaj ortamında LAB'nin dominant mikroflora olması nedeniyle bu asidik ortamda asetik asit üreten mikroorganizmaların faaliyet gösteremediği söylenebilir. Silajların fermantasyon özellikleri ile ilgili olarak araştırmadan elde edilen bulgular, benzer konularda yapılan araştırma bulguları ile uyumludur (Filya ve ark. 2001, Filya 2002a;b, Sucu ve Filya 2006, Başkavak ve ark. 2008, Filya ve ark. 2001) .

Hasat döneminde yeşil materyalde yer alan epifitik LAB sayısı ve kompozisyonu birçok faktörün etkisi altında değişim gösterebilmektedir. Sıcaklık, nispi nem, UV radyasyon ve bitki ile ilgili özelliklere bağımlı olarak meydana gelecek bu değişimlerin 1.0-6.0 log₁₀ cfu/g sınırları arasında gerçekleşebileceği bildirilmektedir (McDonald ve ark., 1988; Petterson, 1988; Meery ve ark., 1993). Çizelge 2'den de

görülebileceği gibi, araştırmada tespit edilen epifitik LAB yoğunluğu $3.81 \log_{10}$ cfu/g ile söz konusu sınırlar arasındadır. Maya ve Küf yoğunlukları ise sırasıyla 4.04 ve $2.51 \log_{10}$ cfu/g olarak bulunmuştur. LAB ve LAB+Enzim inokulant gruplarındaki silajların laktik asit bakteri yoğunlukları fermantasyonun 2. gününden itibaren önemli düzeyde artarken, küf yoğunlukları önemli düzeyde azalmıştır ($P < 0.05$). Bu silajlarda LAB' nin dominant mikroflora olması ve ortamda yeterli düzeyde SÇK bulunması nedeniyle bunun beklenen bir gelişme olduğu söylenebilir.

Filya (2001) silolamanın 50. gününde açılan mısır silajlarının laktik asit bakteri yoğunluklarını kontrol, LAB ve LAB+Enzim gruplarında sırasıyla 7.3, 12.4 ve $12.6 \log_{10}$ cfu/g KM; maya yoğunluklarını 7.0, 6.9 ve $6.5 \log_{10}$ cfu/g KM; küf yoğunluklarını 4.8, 1.0 ve $1.3 \log_{10}$ cfu/g KM olarak saptamıştır. Filya ve ark. (2001) silolamanın 60. gününde açılan sorgum silajlarının laktik asit bakteri yoğunluklarını kontrol, LAB ve LAB+Enzim gruplarında sırasıyla 7.7, 9.5, $9.2 \log_{10}$ cfu/g KM; küf yoğunluklarını 2.1, 0 ve $0 \log_{10}$ cfu/g KM olarak saptamışlardır. Polat ve ark. (2005) silolamanın 75. gününde açılan mısır silajlarının laktik asit bakteri yoğunluklarını kontrol, LAB ve LAB+Enzim gruplarında sırasıyla 5.69, 6.56, $5.71 \log_{10}$ cfu/g TM; maya ve küf yoğunluklarını 5.97, 5.04 ve $5.47 \log_{10}$ cfu/g TM olarak saptamışlardır. Başkavak ve ark. (2008) süt olum döneminde hasat edilen ve silolamanın 75. gününde açılan buğday silajlarının laktik asit bakteri yoğunluklarını kontrol ve LAB+Enzim gruplarında sırasıyla 3.31 ve $4.60 \log_{10}$ cfu/g TM; maya yoğunluklarını 0.77 ve $1.43 \log_{10}$ cfu/g TM; küf yoğunluklarını 2.58 ve $2.63 \log_{10}$ cfu/g TM; hamur olum dönemi için ise laktik asit bakterileri yoğunluklarını aynı sırayla 3.26 ve $4.48 \log_{10}$ cfu/g TM; maya yoğunluklarını 2.96 ve $3.24 \log_{10}$ cfu/g TM; küf yoğunluklarını 3.30 ve $1.56 \log_{10}$ cfu/g TM olarak saptamışlardır. Silajların mikrobiyolojik özellikleri ile ilgili olarak araştırmadan elde edilen bulgular, benzer konularda yapılan araştırma bulguları ile uyumludur (Filya 2001, Filya ve ark. 2001, Polat ve ark. 2005, Başkavak ve ark. 2008).

Çizelge 3'den de görülebileceği gibi, tüm silajların aerobik stabiliteyi düşük bulunmuştur. Silajların pH ve küf yoğunluklarında önemli bir değişiklik gözlenmezken ($P > 0.05$), LAB ve LAB+Enzim inokulant grubundaki silajlarda maya popülasyonu ve CO_2 üretiminin, kontrol grubu silajından önemli düzeyde yüksek olduğu saptanmıştır

($P < 0.05$). Dolayısıyla her iki inokulant da silajların aerobik stabilitelelerini düşürmüştür. LAB inokulantlarının kullanıldığı silajların laktik asit bakteri yoğunluğunun yüksek olması nedeniyle silajlarda yoğun bir laktik asit üretimi olmaktadır. Burada oluşan laktik asitler bazı mayalar tarafından besin maddesi olarak kullanılması sonucu, silajların bu dönemdeki maya populasyonlarının artabileceğini ve bunun da silajlarda CO₂ üretimine yol açabileceği bildirilmektedir (Filya ve ark. 2001). Özellikle en düşük aerobik stabilitenin LAB+Enzim karışımı inokulant içeren silajlarda gerçekleşmesi, bu inokulantın içerdiği enzimlerin tritikaledeki yapısal ve yapısal olmayan karbonhidratları parçalaması sonucu diğer gruplara göre daha fazla fermente olabilir karbonhidrat açığa çıkmasına ve ortamdaki mayaların bunları kullanarak yoğun bir şekilde CO₂ üretmelerine bağlanabilir.

Meeske ve ark. (1993) süt olum döneminde hasat edilen sorgumlarda LAB ve LAB+Enzim inokulantların kullanıldığı çalışmada, silolamanın 31. gününde açılan silajlara 5 gün süre ile aerobik stabilite uygulanmıştır. Sorgum silajlarının CO₂ üretimleri kontrol, LAB ve LAB+Enzim gruplarında sırasıyla 15.5, 48.8 ve 37.1 g /kg KM; maya içeriklerini ise 9.2, 10.1 ve 9.9 log₁₀ cfu/g KM olarak saptamışlardır. Araştırma sonucunda her iki inokulantında silajlarının CO₂ üretimleri ve maya içeriklerinin kontrol grubu silajlarına göre daha yüksek olduğunu bildirmektedirler. Filya (2002) hamur olum döneminde hasat edilen mısırlara LAB ve LAB+Enzim inokulantların kullanıldığı çalışmada, silolamanın 60. gününde açılan silajlara 5 gün süre ile aerobik stabilite uygulanmıştır. Mısır silajlarının pH değerleri kontrol, LAB ve LAB+Enzim gruplarında sırasıyla 4.0, 3.8 ve 3.8; CO₂ üretimleri 12.3, 18.8 ve 23.6 g /kg KM; maya içeriklerini ise 4.8, 7.2 ve 9.9 log₁₀ cfu/g KM; küf içeriklerini ise 5.3, 8.6 ve 11.1 log₁₀ cfu/g KM olarak saptamıştır. Araştırma sonucunda her iki inokulant da, silajlardaki maya ve küf populasyonu ile CO₂ üretimini önemli düzeyde artırdığını, başta LAB+Enzim karışımı inokulant olmak üzere her iki inokulant da silajların aerobik stabilitelelerini düşürdüğü bildirilmektedir. Polat ve ark. (2005) süt olum döneminde hasat edilen mısırlara LAB ve LAB+Enzim inokulantların kullanıldığı çalışmada, silolamanın 60. gününde açılan silajlara 7 gün süre ile aerobik stabilite uygulanmıştır. Mısır silajlarının pH değerleri kontrol, LAB ve LAB+Enzim gruplarında sırasıyla 3.63, 3.95 ve 3.75; maya ve küf içeriklerini ise 6.76, 7.51 ve 8.54 log₁₀ cfu/g KM olarak

saptamıştır. Silajların aerobik stabiliteleri ile ilgili olarak araştırmadan elde edilen bulgular, benzer konularda yapılan araştırma bulguları ile uyumludur (Meeske ve ark. 1993, Filya 2002, Polat ve ark. 2005).

Çizelge 4'den de görülebileceği gibi, LAB+Enzim karışımında bulunan enzimler silajların hücre duvarı kapsamını azaltmışlardır. Fermantasyonun 8. gününden itibaren LAB+Enzim karışımı içeren silajların NDF içerikleri, fermantasyonun 45.gününde ise NDF ve ADF içerikleri kontrol grubuna göre önemli düzeyde azalırken ($P<0.05$); ADL, hemiselüloz ve selüloz içerikleri de azalmış, ancak bu azalma önemsiz düzeyde olmuştur ($P>0.05$). Dolayısıyla LAB+Enzim karışımı inokulantların içerdiği selülaz, hemiselülaz, pentozanaz ve amilaz enzimleri tritikalede hücre duvarını ve nişastayı parçalayarak LAB için ilave bir substrat ortaya çıkardığı görülmektedir.

Tengerdy ve ark. (1991) silolamanın 90. gününde açılan yonca silajlarının NDF içeriklerini kontrol ve LAB+Enzim gruplarında sırasıyla KM' de % 41.0 ve 38.7; ADF içeriklerini 31.9 ve 31.4 olarak belirlemişlerdir. Stokes ve Chen (1994) silolamanın 56. gününde açılan mısır silajlarının NDF içeriklerini kontrol ve LAB+Enzim gruplarında sırasıyla KM' de % 53.1 ve 46.7; ADF içeriklerini 28.9 ve 25.5; hemiselüloz içeriklerini 24.3 ve 21.1; selüloz içeriklerini ise 25.7 ve 22.3 olarak saptamışlardır. Filya ve ark. (2001) silolamanın 60. gününde açılan sorgum silajlarının kontrol, LAB ve LAB+Enzim gruplarında NDF içeriklerini sırasıyla KM' de % 59.0, 59.0 ve 58.0; ADF içeriklerini 30.0, 29.0 ve 29.0; ADL içeriklerini ise 4.0, 4.0 ve 4.0 olarak belirlemişlerdir. Filya (2002) silolamanın 50. gününde açılan mısır silajlarının NDF içeriklerini kontrol, LAB ve LAB+enzim gruplarında sırasıyla KM'de %50.2, 52.5 ve 46.2; ADF içeriklerini %27.2, 27.1 ve 22.4; ADL içeriklerini %4.3, 4.6 ve 4.1; hemiselüloz içeriklerini %24.8, 25.4 ve 23.8; selüloz içeriklerini %22.9, 22.5 ve 18.3 olarak saptamıştır. Araştırmacı, LAB+Enzim karışımı inokulantın, silajların NDF ve ADF içeriklerini önemli düzeylerde düşürdüğünü bildirmektedir. Basmacıoğlu ve ark. (2003) ise silolamanın 56. gününde açılan mısır silajlarında kontrol ve LAB+Enzim gruplarında sırasıyla KM'de %49.56 ve 49.63; ADF içeriklerini %27.3 ve 27.1; ADL içeriklerini %5.1 ve 4.9; hemiselüloz içeriklerini %22.2 ve 22.4; selüloz içeriklerini

%22.2 ve 22.2 olarak belirlemişlerdir. Araştırmacılar, LAB+Enzim karışımı inokulantının, silajların hücre duvarı içerikleri üzerindeki etkileri önemsiz bulmuşlardır.

Silajların hücre duvarı kapsamları ile ilgili olarak araştırmadan elde edilen bulgular, benzer konuda yapılan araştırma bulguları ile uyumludur (Tengerdy ve ark. 1991, Stokes ve Chen 1994, Filya ve ark. 2001, Filya 2002, Basmacıoğlu ve ark. 2003).

LAB+Enzim inokulantı silajların *in vitro* OM sindirilebilirliğini önemli düzeyde artırmıştır ($P<0.05$; Çizelge 5). Emile ve ark. (2007) süt olum döneminin sonunda hasat edilerek silonan altı tritikale çeşidinde *in vitro* OM sindirilebilirliğinin %54.7-62.3 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Sucu ve Filya (2006), hamur olum döneminde hasat edilen buğday silajlarında kontrol, LAB ve LAB + Enzim karışımı inokulant gruplarında sırasıyla *in situ* KM parçalanabilirliğini %56.8, 56.6 ve 57.8; OM parçalanabilirliğini ise %54.0, 54.3 ve 56.7 olarak bulmuşlardır. Araştırmada elde edilen OM sindirilebilirliği ile ilgili sonuçlar diğer araştırmacılar tarafından elde edilen sonuçlardan benzer olduğu görülmüştür (Emile ve ark. 2007, Sucu ve Filya 2006).

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu araştırmada tritikale silajlarında kullanılan LAB ve LAB+Enzim inokulantları, kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri, aerobik stabilite, hücre duvarı içerikleri ve in vitro OM sindirilebilirlikleri açısından değerlendirilmiştir.

Sonuç olarak tritikalenin silolanması sırasında kullanılan LAB ve LAB+Enzim karışımı inokulantlar, tritikale silajlarında laktik asit üretimini teşvik etmişlerdir. Bunun sonucunda silajların pH'sı hızla düşmüş, istenmeyen mikroorganizmaların gelişimi engellenmiştir. Diğer taraftan silajların asetik asit ve NH₃-N içeriklerini de önemli düzeylerde düşürerek silajların kalitesini arttırmışlardır. Ancak söz konusu inokulantlar silajların aerobik stabilitelerini de düşürmüşlerdir. Diğer yandan LAB+Enzim karışımı inokulantlar silajların NDF ve ADF içeriklerini azaltırlarken, in vitro OM sindirilebilirliğini arttırmışlardır.

Sonuçları yukarıda özetlenmeye çalışılan araştırma sürecinde gerçekteşen gözlemler, silajda kalitenin belirlenmesine yönelik araştırmaların taşıdığı temel özellikler ile ülkemizde var olan araştırma ve saha koşulları bağlamında getirilebilecek konuya ilişkin önerileri de řu şekilde özetlemek mümkündür.

Bakteriyal inokulantların üretimi biyoteknoloji destekli bir endüstri halini almıştır. Konu ile ilgili çok sayıda ürünü ticari anlamda yaygınlık kazanmış olması bu gelişimin güzel bir örneğini oluşturmaktadır. Biyolojik bileşim, uygulama yoğunluğu, ürüne özgü olma, enzimatik faktörleri iğerme gibi özellikler yönünden gözlenen kimi farklılıklar bu tip ürünlerin seğimi ve kullanımı konusunda dikkatli davranmayı gerekli kılmaktadır. Ülkemiz koşulları için etkili olabilecek özelliklerin seğimi açısından epifitik mikroorganizma yoğunluğu ve kompozisyonu ile silajlık bitkilerde türe ve çeşide özgü kimyasal özellikleri tanımlayan temel nitelikli çalışmalara gereksinim duyulmaktadır.

Kullanım etkinliğini belirleyen faktörler göz önüne alındığında, ülkemizin değişik ekolojilerinde farklı bitkisel materyallerden yapılan silajlarda, bakteriyal inokulantların kullanımının önerilmesi için laboratuvar ve saha koşullarında gerçekteştirilebilecek çalışmalara gereksinim duyulduğunu söylemek mümkündür.

7. KAYNAKLAR

- Akgün İ, Kara B (2002). Alternatif Bir Yembitkisi Tritikale. Süleyman Demirel Üniv. Fen Bilimleri Ens. Derg. 6:3,68-75.
- Aksoy A, Macit M, Karaoğlu M (2000). Hayvan Besleme. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları-Ders Notu Yayın No: 220, 588 s Erzurum.
- Aksu T, Baytok E, Bolat D (2004). Effects of a bacterial silage inoculant on corn silage fermentation and nutrient digestibility. Small Ruminant Research 55: 249-252.
- Akyıldız AR (1984). Yemler Bilgisi Laboratuvar Kılavuzu. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları: 895, Ders Kitabı: 213, 236 s, Ankara.
- Alçıçek A (1988). İkinci Ürün ve Artıklarının Yem Değerleri Üzerine Araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı, İzmir.
- Alçıçek A, Özkan K (1997). Silo Yemlerinde Fiziksel ve Kimyasal Yöntemlerle Silaj Kalitesinin Saptanması, Türkiye I. Silaj Kongresi, 241-247s, Bursa.
- Anonim (2008). T.C. Başbakanlık Türkiye İstatistik Kurumu (TUİK) Hayvancılık İstatistikleri. <http://www.tuik.go.tr/Start.do>
- Anonim, (1998). Hayvancılık Kongresi. 4-5 kasım 1998, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Yayınları, s:9-96.
- Anonim (1986). The Analysis of Agricultural Material, Reference Book: 427, 428 p, London.
- Ashbell G, Weinberg ZG, Azrieli A, Hen Y, Horev B (1991). A simple system to study the aerobic deterioration of silages. Can. Agric. Eng., 33: 391-393.
- Atak M, Çiftçi CY (2005) Tritikale (Triticosecale Wittmack)'de Farklı Ekim Sıklıklarının Verim ve Bazı Verim Öğelerine Etkileri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi. 2005, 11 (1) 98 - 103.
- Avcıoğlu R (2000). Türkiye Hayvancılığında Kaba Yem Üretim Stratejileri. International Animal Nutrition Congress, 449-455 s, Isparta.
- Basmacıoğlu H, Ergul M, Karaayvaz BK (2003). Effect of bacteria and enzyme mixture inoculant on quality and feeding value of maize silage. J appl Anim Res, 24(1), 49-58.

- Başkavak S, Özdüven ML, Polat C, Koç F (2008). The Effects of Lactic Acid Bacteria+Enzyme Mixture Silage Inoculant on Wheat Silage1 Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi 5 (3):291-296.
- Bolsen KK, Heidker JL (1985). Silage Additives USA. Chalcombe Publication, Church Lane, Kingston, Canterbury, Kent, UK.
- Chen J, Stokes MR, Wallace CR (1994). Effects of Enzyme-Inoculant Systems on Preservation and Nutritive Value of Hay Crop and Corn Silages, J. Dairy Sci., 77: 501-512.
- Cherney DJR, Cherney JH, Cox WJ (2004). Fermentation characteristics of corn forage ensiled in mini-silos. J. Dairy Sci., 87: 4238-4246.
- Church DC (1976). Digestive Physiology and Nutrition of Ruminant. Volume I- Digestive Physiology. Second Edition, Oregon.
- Clark JH, Davis CL (1983). Future Improvement of Milk Production Potential for Nutritional Improvement. J. Animal Sci. Vol:57, No:3, 750-764.
- CloseW, Menke KH (1986). Selected Topics in Animal Nutrition Universitat, Pp; 170+85, Hohenheim.
- Çomaklı B, Yanar M, Menteşe Ö, Turgut L (2000). Kültürel Uygulamaların Kaba Yemlerde Besleme Değerine Etkileri. Intenational Animal Nutrition Congress, 456-463 s, Isparta.
- Di Marco ON, Aello MS, Chicatun A (2007). Effect of irrigation on corn plant dry matter yield, morphological components and ruminal degradability of leaves and stems. J. Anim. Vet. Adv., 6:8-11.
- Emile JC, Jobim CC, Surault F, Barriere Y (2007). Genetic variations in the digestibility in sheep of selected whole-crop cereals used as silages. Animal (2007) 1:8, pp 1122–1125
- Filya İ (2000). Silaj Kalitesinin Arttırılmasında Yeni Gelişmeler. International Animal Nutrition Congress'2000, 243-250 s, Isparta.
- Filya İ (2001). Silaj Teknolojisi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü, 16059, Görükle, Bursa.
- Filya İ (2002a).Laktik Asit Bakteri ve Laktik Asit Bakteri+Enzim Karışımı Silaj İnokulantlarının Mısır Silajı Üzerine Etkileri. Turk J Vet Animal Sci, 26:679-687.

- Filya İ (2003a). Nutritive Value of Whole Crop Wheat Silage Harvested at Three Stages of Maturity. *Animal Feed Sci. Technology* 103:85–95.
- 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 (2004). Nutritive value and aerobic stability of whole crop maize silage harvested at four stages of maturity. *Animal Feed Science and Technology* 116:141–150.
- Filya İ, Ashbell G, Hen Y and Weinberg ZG (2000). The Effect of Bacterial Inoculants on The Fermentation and Aerobic Stability of Whole Crop Wheat Silage. *Animal Feed Sci. Technology*, 88:39-46.
- Filya İ, Ashbell G, Weinberg ZG, Hen Y (2001). Hücre Duvarını Parçalayıcı Enzimlerin Yonca Silajlarının Fermantasyon Özellikleri, Hücre Duvarı Kapsamı ve Aerobik Stabiliteleri Üzerine Etkileri. *Ankara Üniv. Zir. Fak. Tarım Bil. Dergisi* 7 (3): 81-87.
- Filya İ, Karabulut A, Kalkan H, Sucu E (2001). Bakteriyal İnokulantların Sorgum Silajlarının Fermantasyon, Aerobik Stabilitite ve Rumen Parçalanabilirlik Özellikleri Üzerine Etkileri. *Ankara Üniv. Zir. Fak. Tarım Bil. Dergisi* 7: 112-119.
- Filya İ, Sucu E (2004). Formik asit temeline dayalı bir koruyucunun mısır ve sorgum silajlarının aerobik stabiliteleri üzerine etkisi. 4. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi, Konya.
- Filya İ, Sucu E (2007). Bazı Biyolojik ve Kimyasal Katkı Maddelerinin Mısır, Sorgum ve Buğday Silajlarının Fermantasyon, Mikrobiyal Flora ve Aerobik Stabilitite Üzerine Etkileri. IV. Ulusal Hayvan Besleme Kongresi, 24-28 Haziran 2007, Bursa.
- Filya İ (2002b). Laktik Asit Bakteri İnokulantlarının Mısır ve Sorgum Silajlarının Fermantasyon, Aerobik Stabilitite ve *in situ* Rumen Parçalanabilirlik Özellikleri Üzerine Etkileri. *Turk J Vet Animal Sci*, 26:815-823.
- Filya İ (2003). 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 (2005). Silaj Yapımı, Teknolojisi ve Kullanımı. Süt Hayvancılığı Eğitim Merkezi Yayınları, Hayvancılık Serisi : 8 Yetiştirici El Kitabı, Karacabey, Bursa.

Filya İ (2007). Ülkemizde Silaj Yapımı ve Silaj Kalitesinin Artırılma Yolları. *Yem Magazin*, Mart, 2007, 47:37-44.

Flores G, Castro J, Arraez AG, Amil A, Brea T, Warleta MG (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, 181- 182 p, Uppsala, Sweden

Furan MA, Demir İ, Yüce S, Akçalı Can RR, Aykut F (2005). Ege Bölgesi Tritikale Çeşit Geliştirme Çalışmaları; Geliştirilen Çeşit Ve Hatların Verim Ve Kalite Özellikleri Üzerinde Araştırmalar. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2005, 18(2), 251-256.

GfE (1998). Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie. *Proc. Soc. Nutr.*, 7, 141-149

Henderson N, (1992). Silage additives. *Proceeding of the Third Spring Conference*. Edinburg, 41-60.

Hill J, Leaver JD, (1999). Energy and Protein Supplementation of lactating dairy cows offered urea treated whole-crop wheat as the sole forage. *Anim. Feed Sci. Tech*, 82: 177-193

Işık N (1996). Büyük ve Küçükbaş Hayvan Besleme (Ruminantların Beslenmesi). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın No: 1444, Ders Kitabı:425, 325 s, Ankara.

Karayiğit İ (2005). Farklı Olgunluk Dönemlerindeki Bazı Melez Mısır (*Zea Mays L.*) Çeşitlerinin Silaj Kaliteleri Üzerine Araştırmalar. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, sayfa :36, Kahramanmaraş.

- Kılıç A (1986). Silo Yemi (Öğretim, Öğrenim ve Uygulama Önerileri). 327 s., İzmir.
- Kılıç A, Yalçın S, Yılmaz A (2000). Ruminant beslemede kaba yem kaynaklarında yapılabilecek iyileştirmeler. TUYEM 5. Uluslararası Yem Kongresi ve Yem Sergisi. 1-2 Mayıs 2000, Antalya.
- Kirchgessner M (1980). Hayvan Besleme (Öğretim- Öğrenim- Uygulama Önerileri). Çev: Asım KILIÇ, 5. Ed. Ankara (Tübitak 1985).
- Kleinmans J, Hooper P (1999). The Effect of a Commercial Silage Inoculant (Pioneer® brand 1188) on Animal Performance. In: Proc. 12th International Silage Conference. 319-320 p, Uppsala, Sweden.
- Koç F, Coşkuntuna L (2003). Silo Yemlerinde Organik Asit Belirlemede İki Farklı Metodun Karşılaştırılması. Journal of Animal Production. 44(2): 37-47.
- Konca Y, Alçiçek A, Yaylak E (2005). Süt Sığırcılığı İşletmelerinde Yapılan Silo Yemlerinde Silaj Kalitesinin Saptanması. Hayvansal Üretim 46(2): 6-13.
- Kung L, Shaver R (2001). How Good Is Your Silage Making? Hoard's Dairyman, 146:597.
- Kung L, Taylor CC, Lynch MP, Neylon JM (2003). The effect of treating alfalfa with *Lactobacillus buchneri* 40788 on silage fermentation, aerobic stability, and nutritive value for lactating dairy cows. Journal of dairy science 2003;86 (1): 336-43.
- Lin C, Bolsen K, Brent BE, Hart RA (1992). Epiphytic Microflora on Alfalfa and Whole-Plant Corn. J. Dairy Sci., 75: 2484-2493.
- McDonald P, Edwards RA, Greenhalgh JFD (1988). Animal Nutrition. 4th Edition. Longman Scientific and Technical, 543 p.
- McDonald P, Henderson AR, Heron SJE (1991). The Biochemistry of Silage. Second Edition. 340 p., Chalcombe Publication, Marlow, England.
- Meeske R, Ashbell G, Weinberg ZG, Kipnis T (1993). Ensiling Forage Sorghum at Two Stages of Maturity with the Addition of Lactic Acid Bacterial Inoculants. Animal Feed Sci. and Technology, 43:165-175.
- Meeske R, Basson HM (1998). The Effects of a Lactic Acid Bacteria Inoculant on Maize Silage. Animal Feed Sci. and Technology, 70: 239-247.
- Meeske R, Basson HM, Cruywagen CW (1999). The Effects of a Lactic Acid Bacteria Inoculant with Enzymes on The Fermentation Dynamics, Intake and

- Digestibility of *Digitaria eriantha* Silage. *Animal Feed Sci. Technology*, 81: 237-248.
- Merry RJ, Cussen-MacKenna RF, Jones R (1993). Biological Silage Additives. *Cienacia E Investigacion Agraria.*, Vol: 20, No:2.
- Moon MJ, Ely LO, Sudweeks EM (1980). Aerobic deterioration wheat, lucerne and maize silages prepared with *L. acidophilus* and a candida spp. *J. APP. Bact*, 49:75.
- Moran J, Weinberg ZG, Ashbell G, Hen Y, Owen TR (1996). The Effects of Bacterial Inoculant on the Fermentation and Aerobic Stability of Whole Crop Wheat Silage. in: Proc. 11th International Silage Conference. 164-165 p, Aberystwyth, Wales.
- Murck RE (1993). The role of silage additives in making high quality silage. P. 106-116. In *Silage Production from Seed to Animal*. National Silage Prod. Conf., Syracuse, NY., February 23-25, 1993. NRAES-67, Northeast Regional Ag Eng. Serv., Ithaca, New York.
- Nadeau EMG, Russell JR, Buxton DR (2000). Intake, Digestibility, and Composition of Orchardgrass and Alfalfa Silages Treated with Cellulase, Inoculant, and Formic Acid Fed to Lambs. *J. Animal Sci.*, 78:2980-2989.
- Naumann C, Bassler R (1993). Die Chemische Untersuchung von Futtermitteln. *VDLUFA-Methodenbuch, Band III. 3. Erg.*, Verlag Naumann, Melsungen.
- NRC (1989). *Nutrient Requirement of Dairy Cattle. Sixth Revised Edition*. National Acedemy Press., p. 157, D.C., Washington.
- Öğün S, Yurtman İY (1989). Süt Sığırcılığında Beslemenin Önemi. *Damla Dergisi*, 4-21 s, İstanbul.
- Özdüven ML (2002). Yaş Bira ve Anason Posası İle Bazı Hasıllardan Elde Edilen Silajların Yem Değerlerinin Farklı Analiz Teknikleri İle Belirlenmesi. *Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı, Doktora Tezi*, s. 104 , Edirne
- Özdüven ML, Koç F, Yurtman İY (1999). Mikrobiyal Katkı Maddelerinin Mısır Silajında Kalite ve Aerobik Dayanıklılık Üzerindeki Etkileri. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 5 (3):7-12, Ankara.

- Petterson K (1988). *Ensiling of Forages: Factors Affecting Silage Fermentation and Quality*, Sveriges Lantbruksuniversitet, 46 p, Uppsala,
- Phipps R, Wilkinson M (1986). *Maize Silage*. 48 p, Chalcombe Publition.
- Pitt RE, Leibensperger RY (1987). The Effectiveness of Silage Inoculants: A Systems Approach. *Agric. Syst*, 25: 27-49.
- Playne MJ, Mc Donald P (1966). The Buffering Constituent of Herbage and of Silage, *J. Sci. Food. Agric*, 17:264-268.
- Polat C, Koç F, Özdüven ML (2005). Mısır Silajında Laktik Asit Bakteri ve Laktik Asit Bakteri+Enzim Karışımı İnokulantların Fermantasyon ve Toklularda Ham Besin Maddelerinin Sindirilme Dereceleri Üzerine Etkileri. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2(1): 13-22.
- Robinson JJ, McEvoy TG (1993). Biotechnology- The Possibilities. *Animal Production*, 57:335-352.
- Rooke JA, Kafilzade 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.
- Rust SR, Kim HS, Enders GL (1989). Effect of a microbial inoculanton fermentation characteristics and nutritional value of corn silage. *J. Prod. Agric.* 2:235-241.
- Seale DR, Pahlow G, Spoelstra SF, Lindgren S, Dellaglio F, Lowe JF (1990). Methods for The Microbiological Analysis of Silage, *Proceeding of The Eurobac Conference*, 147. Uppsala.
- Sheperd AC, Maslanka M, Quinn D, Kung L (1995). Additives Containing Bacteria and Enzymes for Alfalfa Silage. *J. Dairy Sci.*,78: 565-572.
- Soysal Mİ (1998). *Biyometrinin Prensipleri (İstatistik I ve II Ders Notları)*, Yayın No:95, Ders Kitabı No: 64, T.Ü. Tekirdağ Ziraat Fakültesi, 331 s, Tekirdağ.
- Statistica for the Windows Operating System*, (1999). Stat Soft, Inc., Tulsa, OK.
- Stokes M, Chen J (1994). Effects of an Enzyme-Inoculant Mixture on the Course of Fermentation of Corn Silage. *J. Dairy Sci.*, 77: 3401-3409.

- Sucu E, Filya İ (2006). The Effects of Bacterial Inoculants on the Fermentation, Aerobic Stability and Rumen Degradability Characteristics of Wheat Silages. *Turk J Vet Animal Sci.*, 30: 187-193.
- Tengerdy RP, Weinberg ZG, Szakacs G, Wu M, Linden JC, Johnson DE (1991). Ensiling Alfalfa with Additives of Lactic Acid Bacteria and Enzymes. *J. Sci. Food Agric.*, 55: 215-228.
- Van Duinkerken G, Zom RLG and Bleamur EJB (1999) The effects of replacing maize silage by triticale whole crop silage in a roughage mixture with grass silage on feed intake and milk production by dairy cows. *Proceeding of the British Society of Animal Science Annual Meeting, Scarborough*, pp:78
- Vatandoost M, Danesh Mesgaran M, Valizadeh R and Nasiri Moghaddam H (2007). Effect of Whole Crop Silages (Triticale or Barley) Versus Corn Silage on Performance of Holstein Lactating Dairy Cows. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 6 (3): 344-348, © Medwell Journals
- Weinberg ZG, Ashbell G, Azrieli A and Brukental I (1993). Ensiling Peas, Ryegrass and Wheat with Additives of Lactic Acid Bacteria (LAB) and Cell Wall Degrading Enzymes. *Grass Forage Sci.* 48:70-78.
- Weinberg ZG, Ashbell G, Hen Y, Azrieli A (1993). The Effect of Applying Lactic Acid Bacteria Ensiling on the Aerobic Stability of Silages. *J. Appl. Bacteriol.*, 75: 512-518.
- Weiss WP, Koch ME, and Steiner TE (2009) Comparison of Diets Based on Triticale Silage, Sorghum, Soybean, and Pea Silage or Alfalfa and Corn Silages when Fed to Dairy Cows. *Animal Sciences Research and Reviews*. http://ohioline.osu.edu/sc156/sc156_29.html
- Wilkinson M (1984). *Silage*, UK(6th Edition). Chalcombe Publications, Marlow.
- Woolford MK (1978). *The Aerobic Deterioration of Silage*. Common. Agric. Bur., Farnham Royal, Slough SL2 3BN, England.
- Yaylak E , Alçiçek A (2003). Sığır Besiciliğinde Ucuz Bir Kaba Yem Kaynağı: Mısır Silajı. *Hayvansal Üretim* 44(2): 29-36
- Yurtman İY, Koç F, Özdüven ML, Erman S (1997). Silaj Üretiminde Mikrobiyal Katkı Maddelerinin Kullanımı. *Trakya Bölgesi II. Hayvancılık Sempozyumu*, 346-351 s, Tekirdağ.

ÖZGEÇMİŞ

1984 yılında İstanbul'da doğdu. İlköğrenimini Avşa Adası'nda, orta öğrenimini İstanbul Üsküdar Kandilli Kız Lisesinde tamamladıktan sonra 2002 yılında Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Hayvansal Üretim Bölümünde lisans eğitimine başladı. 2006 yılında lisans eğitimini tamamladıktan sonra aynı yıl Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde Yüksek Lisans öğrenimine başladı. 2006-2008 yılları arasında Dünya Bankası tarafından finanse edilen IRFO (Çiftçi Örgütlerinin Kurumsal Güçlendirilmesi) Projesinde Uzman Yardımcısı ve Saha Eğitimci Pozisyonlarında görev aldı. Proje bitiminden sonra özel işletmelerde Sorumlu Yöneticilik yapmaya başladı. Halen üç işletmede sorumlu yönetici olarak görev yapmaktadır.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans öğrenimim ve tez çalışmam süresince bana her konuda destek olan danışman hocam Yrd. Doç. Dr. M. Levent ÖZDÜVEN'e, kimyasal ve mikrobiyolojik analizlerin yapılmasında yardımlarını esirgemeyen Yrd. Doç. Dr. Fisun KOÇ ile Yrd. Doç. Dr. Levent COŞKUNTUNA hocalarıma, yüksek lisans öğrenimimde başlangıçtan sonuna kadar tüm aşamalarda her anlamda yanımda olan Arş. Gör. Ahmet Refik ÖNAL'a, bölüm başkanımız başta olmak üzere tüm bölüm hocalarıma ve manevi desteklerinden dolayı aileme en içten teşekkürlerimi sunarım.

Zeynep KURŞUN