

**T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**HOMOFERMANTATİF VE HETEROFERMANTATİF LAKTİK ASİT
BAKTERİLERİNİN MISIR SİLAJININ KİMYASAL KOMPOZİSYONU İLE
KONYA MERİNSU TOKLULARDA PERFORMANSA ETKİLERİ**

Gürhan KELEŞ

DOKTORA TEZİ

ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI

KONYA, 2009

ÖZET

DOKTORA TEZİ

HOMOFERMANTATİF VE HETEROFERMANTATİF LAKTİK ASİT BAKTERİLERİNİN MISIR SİLAJININ KİMYASAL KOMPOZİSYONU İLE KONYA MERİNOSU TOKLULARDA PERFORMANSA ETKİLERİ

Gürhan KELEŞ

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Zootekni Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Oktay YAZGAN

2009, 104 Sayfa

Jüri: Prof. Dr. Oktay YAZGAN

Prof. Dr. Behiç COŞKUN

Prof. Dr. İbrahim AK

Prof. Dr. Yılmaz BAHTİYARCA

Doç. Dr. Alp Önder YILDIZ

Homofermantatif (HM) ve heterofermantatif (HT) laktik asit bakterisi (LAB) inokulantlarının mısır silajının kimyasal kompozisyonu ile merinos toklularda performansa olan etkilerini araştırmak amacıyla yapılan deneme iki bölüm halinde yürütülmüştür. Birinci bölümde, süt olum dönemi sonunda hasat edilen silajlık mısır materyali HM LAB (HM4: 1.0×10^4 ; HM5: 1.0×10^5 ve HM6: 1.0×10^6 kob/g) ve HT LAB'ı (HT4: 1.0×10^4 ; HT5: 1.0×10^5 ve HT6: 1.0×10^6 kob/g) içeren iki LAB inokulantının üç'er farklı inokulasyon oranı ile muamele edilerek laboratuvar silolarında 42 gün süre ile silolanmıştır. Homofermantatif LAB inokulantı olarak 1132 (Pioneer® Hi-Bred, Int., Inc., USA), HT LAB inokulantı olarak da 11A44

(Pioneer® Hi-Bred, Int., Inc., USA) kullanılmıştır. İkinci bölümde ise silajlık mısır materyali her iki LAB inokulantı ile 1.0×10^6 kob/g düzeyinde muamele edilerek balyalanmış ve altı kat plastik streç film ile sarılarak 42 gün süre ile silolanmıştır. Balya silajları her birinde 11 baş Konya merinosu dişi toklunun bulunduğu kontrol, HM LAB ve HT LAB silaj gruplarına yedirilmiştir. Hayvan denemesi 12 günlük alıştırma döneminden sonra 14'er günlük 3 dönem halinde 42 gün süre ile yürütülmüştür. Deneme süresince toklulara *ad libitum* mısır silajı ile canlı ağırlıklarının % 1'i düzeyinde kesif yem karması verilmiştir. Ayrıca balya silajlarının aerobik stabiliteleleri (AS) de tespit edilmiştir.

Laboratuar silolarıyla yapılan çalışmanın sonucunda kontrol grubuna kıyasla HM5 ve HT6 muamele gruplarında silaj pH'sı yükselirken ($P < 0.01$), HT6 muamele grubunda silajın laktik asit içeriği düşmüştür ($P < 0.05$). Muamelelerden HM6 ile silajın asetik asit (Aa) içeriği düşerken ($P < 0.01$), HT6 muamelesinde belirgin olmak üzere HT5 ve HT6 muameleleri ile Aa artmıştır ($P < 0.01$). Ayrıca, HT6 muamelesinde belirgin olmak üzere HT5 ve HT6 muameleleri ile silajın suda çözünebilir karbonhidrat içeriği düşmüştür ($P < 0.01$).

Balya silajlarına HM ve HT LAB ilaveleri ile pH ($P < 0.05$), HT LAB ilavesi ile Aa ve AS artmıştır ($P < 0.01$). Hava ile temasta HT LAB ilave edilmiş silajlar, kontrol ve HM LAB ilave edilmiş silajlara kıyasla sırasıyla, 34 ve 47 saat daha fazla ($P < 0.01$) stabil kalmışlardır. Her iki LAB inokulantının da tokluların performanslarına etkisi önemli olmamıştır ($P > 0.05$).

Anahtar Kelimeler: Laktik asit bakteri inokulantları, mısır silajı, hayvan performansı, silaj fermentasyonu.

ABSTRACT

PhD Thesis

**THE EFFECT OF HOMOFERMENTATIVE AND
HETEROFERMENTATIVE LACTIC ACID BACTERIA ON THE
CHEMICAL COMPOSITION AND KONYA MERİNO MUTTONS
PERFORMANCE OF MAIZE SILAGE**

Gürhan KELEŞ

Selçuk University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Animal Science

Advisor: Prof. Dr. Oktay YAZGAN

2009, 104 Pages

Jury: Prof. Dr. Oktay YAZGAN

Prof. Dr. Behiç COŞKUN

Prof. Dr. İbrahim AK

Prof. Dr. Yılmaz BAHTİYARCA

Assoc. Prof. Dr. Alp Önder YILDIZ

The effect of adding homofermentative (HM) and heterofermentative (HT) lactic acid bacterial inoculants (LAB) on the conservation characteristics of maize silage and its effects on Konya merino mutttons performance were investigated with two separate trials. In first trial, maize, harvested at the end of the milk stage of maturity, treated with three application levels of HM LAB (HM4: 1.0×10^4 ; HM5:

1.0x10⁵ and HM6: 1.0x10⁶ cfu/g) and HT LAB (HT4: 1.0x10⁴; HT5: 1.0x10⁵ and HT6: 1.0x10⁶ cfu/g) and ensiled in laboratory silos for 42 days. Inoculant 1132 (Pioneer® Hi-Bred, Int., Inc., USA) was used as HM LAB and inoculant 11A44 (Pioneer® Hi-Bred, Int., Inc., USA) was used as HT LAB inoculant. In second trial, maize treated with HM and HT LAB inoculants at the rate of 1.0x10⁶ cfu/g and baled. Bales were wrapped with six layers of plastic stretch-film and ensiled for 42 days. Eleven muttons, randomly allocated to control, HM and HT groups were fed with the experimental silages for 42 days. Muttons were acclimatized to silages for a 12 days and the trial was performed in three periods each lasting 14 days. Silages were offered *ad libitum* to muttons with a concentrate supplementation equivalent to 1 % of individual live weights for each muttons. In addition, aerobic stability (AS) of baled silages were determined.

In laboratory silos trial, compared to control silages both HM5 and HT6 treatments increased (P<0.01) the silage pH, but only HT6 decreased (P<0.05) the concentration of lactic acid. The concentration of acetic acid (Aa) was decreased (P<0.01) by only HM6, while the concentration of Aa was increased (P<0.01) by HT5 and further increased (P<0.01) by HT6. The concentration of water soluble carbohydrate was decreased (P<0.01) by HT5 and further decreased (P<0.01) by HT6.

The treatments had only significant effect on silage pH, concentration of Aa and AS of baled silages. Both HM LAB and HT LAB increased (P<0.05) the silage pH, whereas only HT LAB increased the concentration of Aa (P<0.05) and AS (P<0.01) of maize silage. There was no (P>0.05) treatment effect on any variables measured on the muttons performance.

Key Words: Animal performance, lactic acid bacterial inoculants, maize silage, silage fermentation.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	v
SİMGELER.....	viii
ŞEKİL VE ÇİZELGE LİSTESİ.....	x
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	5
2.1. Silaj ve Silaj Yapım Prensipleri.....	5
2.2. Silaj Fermantasyonu.....	6
2.3. Silaj Fermantasyonuna Etki Eden Faktörler.....	9
2.3.1. Bitki enzimlerinin aktiviteleri.....	10
2.3.1.1. Solunum.....	10
2.3.1.2. Proteoliz.....	11
2.3.1.3. Polisakkarit yıkımlayıcı enzimler.....	13
2.3.2. Kuru madde düzeyi.....	13
2.3.3. Suda çözünebilir karbonhidrat miktarı.....	15
2.3.4. Tamponlama kapasitesi.....	16
2.3.5. Mikroorganizmalar.....	17
2.3.5.1. Laktik asit bakterileri.....	18
2.3.5.2. Clostridia.....	19
2.3.5.3. Enterobakteriler.....	21
2.3.5.4. Mantarlar.....	21
2.3.5.5. Epifitik mikroorganizmalar.....	22
2.3.5.6. Katkı maddesi kullanımı.....	23
2.3.5.6.1. Soldurma.....	23
2.3.5.6.2. Karbonhidrat kaynakları.....	24
2.3.5.6.3. Aside-dayalı katkı maddeleri.....	24
2.3.5.6.3.1. Mineral asitler.....	25
2.3.5.6.3.2. Organik asitler.....	25

2.3.5.6.3.3. Asit tuzları.....	27
2.3.5.6.4. Biyolojik katkıları.....	27
2.3.5.6.4.1. Enzimler.....	28
2.3.5.6.4.2. Bakteri inokulantları.....	28
2.3.5.6.4.2.1. Bakteri inokulantlarında kullanılan bakteri türleri, inokulasyon oranı ve bakteri inokulantlarının kullanımları.....	29
2.3.5.6.4.2.2. Homofermantatif LAB'ın silaj fermantasyonu ve silajın besleme değeri üzerine olan genel etkileri.....	30
2.3.5.6.4.2.3. Homofermantatif LAB'ın silaj fermantasyonu ve silajın besleme değeri üzerine olan etkileri ile yapılmış çalışmalar.....	33
2.3.5.6.4.2.4. Heterofermantatif LAB'ın silaj fermantasyonu ve silajın besleme değeri üzerine olan genel etkileri.....	40
2.3.5.6.4.2.5. Heterofermantatif LAB'ın silaj fermantasyonu ve silajın besleme değeri üzerine olan etkileri ile yapılmış çalışmalar.....	41
3. MATERYAL VE METOT.....	50
3.1. Materyal.....	50
3.2. Metot.....	52
3.2.1. Laboratuvar silolarında mısırın silolanması.....	52
3.2.2. Balya silajların yapılması.....	54
3.3.3. Laboratuvar analizlerinin yapılması.....	55
3.3.4. Laboratuvar silolarında kuru madde kazanımlarının belirlenmesi.....	56
3.3.5. Balya silajlarının aerobik stabilitelelerinin tespiti.....	56
3.3.6. Hayvan denemesi.....	57
3.3.6.1. Deneme gruplarının oluşturulması.....	57
3.3.6.2. Alıştırma dönemi.....	58
3.3.6.3. Denemenin yürütülmesi.....	58
3.3.7. İstatistiksel analizler.....	60
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI.....	62
4.1. Laboratuvar Silolarına Ait Araştırma Sonuçları.....	62
4.2. Hayvan Denemesine Ait Araştırma Sonuçları.....	68
4.2.1. Balya silajlarının özelliklerine ait araştırma sonuçları.....	68
4.2.2. Tokluların performanslarına ait araştırma sonuçları.....	71

5. TARTIŞMA.....	75
5.1. Laboratuar Silolarında Silolanmış Silajların Özellikleri.....	75
5.2. Hayvan Denemesi.....	80
5.2.1. Balya silajlarının özellikleri.....	81
5.2.2. Tokluların performansları.....	82
6. SONUÇ.....	87
7. KAYNAKLAR.....	89
8. EKLER.....	95

SİMGELER

Aa	: asetik asit
ADF	: asit deterjanda çözünmeyen lif
NH ₃	: amonyak
AS	: aerobik stabilite
BA	: bütirik asit
CA	: canlı ağırlık
CAA	: canlı ağırlık artışı
DBCA	: deneme başı canlı ağırlığı
DSCA	: deneme sonu canlı ağırlığı
FDA	: US Food and Drug Administration
GOCAA	: günlük ortalama canlı ağırlık artışı
GOKMT	: günlük ortalama silaj+kesif yem kuru madde tüketimi
GOKYT	: günlük ortalama kesif yem tüketimi
GOSKMT	: günlük ortalama silaj KMT
h	: saat
kob	: koloni oluşturan birim
HM LAB	: homofermantatif LAB
HP	: ham protein
HT LAB	: heterofermantatif LAB
KM	: kuru madde
KMK	: kuru madde kazanımları
KMT	: kuru madde tüketimi
LA	: laktik asit
LAB	: laktik asit bakterileri
LB	: <i>Lactobacillus buchneri</i>
LP	: <i>Lactobacillus plantarum</i>
MO	: mikroorganizma
NDF	: nötr deterjanda çözünmeyen lif
OM	: organik madde
PA	: propiyonik asit

RS	: rumen sıvısı
SÇK	: suda çözünebilir karbonhidrat
SV	: süt verimi
TCAA	: toplam canlı ağırlık artışı
TM	: taze materyal
TSKMT	: deneme süresince toplam silaj kuru madde tüketimi
UYA	: uçucu yağ asitleri
YDK	: yem değerlendirme kabiliyeti

ŞEKİL ve ÇİZELGE LİSTESİ

<u>Sekil No</u>	<u>Sayfa No</u>
2.1. Silaj fermantasyonunu etkileyen faktörler	9
4.1. Homofermantatif ve heterofermantatif LAB'ın farklı inokulasyon oranlarının mısır silajlarının KMK'larına etkisi	64
4.2. Homofermantatif ve heterofermantatif LAB'ın farklı inokulasyon oranlarının mısır silajlarının pH'sına etkisi	65
4.3. Homofermantatif ve heterofermantatif LAB'ın farklı inokulasyon oranlarının mısır silajlarının laktik asit içeriği üzerine etkisi	66
4.4. Homofermantatif ve heterofermantatif LAB'ın farklı inokulasyon oranlarının mısır silajlarının asetik asit içeriği üzerine etkisi	67
4.5. Homofermantatif ve heterofermantatif LAB'ın farklı inokulasyon oranlarının mısır silajlarının SÇK içeriği üzerine etkisi	68
4.6. Bakteri türlerinin balya silajlarının özellikleri üzerine etkileri	69

<u>Çizelge No</u>	<u>Sayfa No</u>
2.1. Silo suyu çıkışı ile olan KM kayıpları	14
2.2. Silolamada bazı biyokimyasal yollar	17
2.3. Tipik bir LAB fermantasyonunda KM ve enerji kayıpları	19
2.4. Silaj inokulantlarında yaygın kullanılan bakteriler ve kullanım amaçları	30
2.5. Merinos kuzuların 56 günlük besi performansları	38
3.1. Laboratuar silolarında ve balyalarda silolanan taze mısır'ın kimyasal özellikleri.....	51
3.2. Denemede kullanılan kesif yem karmasının hammadde ve hesaplanmış besin maddeleri kompozisyonları	52
3.3. Laboratuar silolarında silolanmış silaj adedi	53
3.4. İki farklı LAB inokulantı katılmış balya silajları adedi	54
4.1. Laboratuar silolarındaki silajlara ait sonuçlar	63
4.2. Balya silajlarına ait sonuçlar	69
4.3. Tokluların performansına ait özellikler	72

1.GİRİŞ

Kaba yemler ruminantların günlük rasyonlarının önemli bir kısmını oluştururlar. Bu miktar yüksek verimli süt ineklerinde laktasyon döneminde minimum % 40 iken, düşük verimli süt sığırları, damızlık besi sığırları, kurudaki inekler, damızlık düveler ve koyunlar'ın farklı verim dönemindeki rasyonlarının bazen önemli bir bölümünü bazen de tamamını oluşturabilmektedir (Yazgan ve Bahtiyarca 1999). Buna karşın, Ülkemizde özellikle yüksek verimli ruminantların ihtiyaçlarını karşılayacak düzeyde kaba yem üretimi yapılamamaktadır. Bunda en önemli kaba yem kaynağı olan çayır ve meraların aşırı ve zamansız otlatma gibi nedenlerle verimli bir şekilde kullanılamamasının yanısıra, ülkemiz ekim alanları içerisinde yem bitkisi ekim alanları oranının düşük olması da önemli rol oynamaktadır. Bu nedenle kaba yem açığını kapatmak amacıyla son yıllarda yem bitkileri ekimi devletçe teşvik kapsamına alınmıştır.

İklimsel faktörler nedeniyle belirli bir vejetasyon döneminde yüksek miktarda yetiştirilen yem bitkileri, yonca gibi çok yıllık yem bitkilerinde olduğu gibi üretim dönemlerinde hayvanlara taze olarak verilebildiği gibi üretilen miktarın büyük bir kısmı korunmak zorundadır. Kaba yemlerin korunması için yaygın kullanılan iki yöntem onların kurutulması ya da silolanmasıdır. Yeşil yemlerin silolanarak muhafazalarına kıyasla kurularak muhafazalarında ki en belirgin dezavantaj, tarlada otun kurumması için gerekli sürenin silaj yapımında gerekli olabilecek bir ön soldurmaya kıyasla çok daha uzun olmasından dolayıdır. Tarlada otun kurumması için gerekli sürenin uzunluğu olumsuz hava koşullarının kuru ot kalitesini düşürme ihtimalini de artırmaktadır. Nitekim kurutularak balyalanmış ya da soldurularak silolanmış yonca otu ile yapılan çalışmalarda (Han ve ark. 2004; Hancock ve Collins 2006) kurutmaya kıyasla, balya silajlarında kuru madde kazanımları (KMK), materyalin besleme değeri ve bu materyallerle beslenen besi sığırlarının kuru madde tüketimi (KMT) daha yüksek olmuştur.

Tarla da otun kurutulup balyalanmasına kıyasla besleme değeri daha yüksek kaba yem üretimine olanak sağlayan silo yemleri hayvancılığı gelişmiş Avrupa ve ABD’de yaygın olarak kullanılan bir muhafaza metodu olup, bu ülkelerde özellikle sığırların beslenmesinde silaja dayalı rasyonlar kullanılmaktadır. Silajın bu denli yaygınlaşmasındaki en önemli faktör silaj teknolojisindeki gelişmeler olmuştur. Özellikle rulo balya makinelerinin geliştirilmesi gibi mekaniksel gelişmeler ve dondurularak-kurutulmuş bakteri inokulantları gibi biyoteknolojik silaj katkı maddelerinin geliştirilmesi oldukça farklı bitkilerin ve silaj sistemlerinin silaj yapımı için kullanılmasına olanak vermiştir.

Ülkemizde silaj yapımı amacı ile yetiştirilen en önemli yem bitkisi mısırdır. Fiziksel yapısı itibariyle pratik olarak silolama öncesi yapılabilecek bir ön soldurmanın mümkün olmadığı mısır’ın, silajlık bir bitki olarak tercih edilmesinin en önemli nedeni bu bitkinin fermantasyon etkinliğinin yüksek olmasıdır. Nitekim farklı silajlık mısır çeşitleri özellikle baklagil bitkilerine kıyasla oransal olarak yüksek kuru madde (KM) içeriği ve laktik asit (LA) fermantasyonu için yeterli miktarda suda çözünebilir karbonhidrat (SÇK) içeriğine sahip olmaları ve ayrıca tampon kapasitelerinin düşük olmasından dolayı daha kolay silolanırlar. Bu nedenle mısır bitkisi silajlık olarak doğru olgunlaşma döneminde hasat edildiğinde silajlık amacıyla yetiştirilen buğdaygil ve baklagil otlarına kıyasla gerçek anlamda da bir ön soldurmaya ihtiyaç duymadan silolanabilir. Günümüzde silajlık amacıyla yetiştirilen farklı mısır çeşitleri arasında KM, ham protein (HP), organik madde (OM) ve hücre duvarı kapsamı arasında çok büyük farklılıklar bulunmazken, farklı mısır çeşitlerinin SÇK ve nişasta içerikleri arasında önemli farklılıklar bulunabilmektedir. Ancak bu farklılıklar mısır bitkisinin silolanabilme özelliklerini önemli ölçüde etkilememektedir (Filya 2006).

Bununla beraber, silolamadan istenilen faydanın sağlanması ancak kaliteli bir silaj elde edilmesiyle mümkündür. Silajlık materyaldeki SÇK’ler laktik asit bakterilerinin (LAB) organik asit üretmek amacıyla kullandıkları en önemli materyallerdir. Silolama esnasında bu substratlar için LAB ile silajdaki faaliyetleri istenmeyen mikroorganizmalar (MO) arasında bir yarış bulunmaktadır. Silajda

istenmeyen MO'ların faaliyetleri sonucunda KM kayıpları artarken silajın besleme değeri de düşer. Şayet bu MO'ların silajdaki faaliyetleri engellenemez ise silolanan materyal beslemede kullanılamadığı gibi toksik bir ürüne de dönüşebilir. Doğal bir fermantasyon sonucunda başarılı bir silaj yapımı ancak materyaldeki mevcut SÇK'in çoğunlukla LAB'ca kullanılması ile sonuçlanan yüksek LA üretimi ile mümkün olabilir. Bununla beraber silajda *enterobacteria*, *clostridia*, *listeria*, maya ve küf ile bunların metabolik ürünleri silajların hijyenik yapılarını daima olumsuz etkilerler (Filya 2006). Bu MO'ların silajdaki gelişimlerinin engellenmesi, hayvansal üretimi daha karlı yapmak ve hayvan ve insan sağlığını korumak için besleme değeri ve hijyen kalitesi yüksek bir silaj elde edebilmek için bir amaçtır.

Silodaki fermantasyonun kontrolsüz bir şekilde gelişmesi silolanan materyalin besin maddesi içeriğinin optimum bir şekilde korunmasını güçleştirmektedir. Olumsuz fermantasyon riskinin azaltılması ve silodaki fermantasyonun garanti altına alınması amacıyla günümüzde silaj katkı maddesi olarak değişik kimyasal ve biyolojik katkıları kullanılmaktadır (Henderson 1993).

Biyolojik kökenli olmaları sebebiyle LAB inokulantları hızlı ve etkili bir silaj fermantasyonunu garanti altına almak için günümüzde kimyasal katkı maddelerine kıyasla tercihen kullanılmaktadırlar. Fermantasyonda homofermantatif LAB'ın (HM LAB) dominant olması durumunda silaj materyalinde mevcut olan SÇK'in en etkin kullanımı sağlandığı gibi, materyalde SÇK miktarı kritik olduğu durumlarda bile iyi fermente olmuş bir silaj üretme şansı da artar. Bununla beraber, HM LAB ile yapılmış çalışmalarda silaj fermantasyonu ve hayvan performansı olumlu yönde etkilenirken, aerobik stabilite (AS; aerobik koşullara dayanıklılık ya da yemlik ömrü) HM LAB ilavesinden olumsuz etkilenmiştir (Muck 1996 ve 2004; Cai ve ark. 1999).

Bu nedenle son yıllarda silajın AS'sini artırmak amacı ile heterofermantatif LAB'da (HT LAB) silaj inokulantı olarak yaygın kullanılmaya başlanmıştır. Ancak, HT LAB'ın bu maksatla kullanılmasıyla beraber KMK ve KMT'nin olumsuz etkilenmesi gibi endişelerde mevcuttur (McDonald 1981; Kung 2001).

Ayrıca bölgemizde yetiştirilen silajlık mısır bitkisinin büyük çoğunluğunun hasadı süt olum dönemi ya da hamur olum dönemi başında yapılmaktadır. Bu durum ise silo içersinde olumsuz gelişebilecek bir fermantasyon ihtimalini artırmaktadır.

Bu nedenlerle iki bölüm halinde planlanmış olan bu çalışmanın birinci bölümünde süt olum dönemi sonunda hasat edilerek laboratuvar silolarında silolanmış silajlık mısır materyalinde farklı düzeylerde HM ve HT LAB ilavesinin silajın kimyasal kompozisyonu üzerine olan etkileri, ikinci bölümde ise benzer olum döneminde hasat edilerek, balyalanmış ve daha sonra 6 kat streç film ile sarılarak silolanmış silajlık mısır materyaline HM ve HT LAB ilavesinin silajın kimyasal kompozisyonuna, AS'sine ve bu silajları tüketen merinos dişi toklularda performans üzerine olan etkileri incelenmiştir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Silaj ve Silaj Yapım Prensipleri

Silaj, yüksek nem içeriğine sahip ürünlerin kontrollü fermantasyonu neticesinde üretilen yem materyalidir. Yapılan işleme silolama, yapıldığı yere de silo denir (McDonald 1981). Genel olarak silolanan ürün siloda anaerobik ortam ve düşük pH'nın teminiyle muhafaza edilir. Silodaki anaerobik koşulların temini LAB'la ortamdaki substrat için rekabet eden aerobik bakteriler, mayalar ve mantarların gelişimini, silaj pH'sındaki hızlı düşüş ise bitki proteazlarını inaktive ederek proteinlerin yıkımını ve anaerobik MO'nun gelişimini engeller (Muck 1996).

Silaj yapımında birinci temel amaç silo içersinde anaerobik koşulların temin edilmesidir. Pratik şartlarda anaerobik koşullar, silolanan materyalin uygun KM muhtevasıyla silolanması, doğru uzunlukta parçalanması, siloya hızla doldurulması, yeterince sıkıştırılması, hızlı ve hava almayacak şekilde sıkıca kapatılmasıyla temin edilir. Silonun sıkıca kapatılmasının amacı silo içerisine hava girişini önlemek ve silolama esnasında hava sirkülasyonunu engellemektir. Aksi halde silolamanın herhangi bir aşamasında silajın hava ile temas ettiği alanlarda aerobik mikrobiyal aktivite oluşur ve bu kısımlar çürüyerek kullanılmaz hale gelir. Ayrıca bu tür materyalin beslemede kullanımı hayvan sağlığını da olumsuz etkiler.

Silodaki anaerobik koşulların temininden sonra silolamada ki ikinci temel amaç *clostridia* ve *enterobacteria* gibi olumsuz fermantasyon ürünleri üreten MO'ların aktivitelerinin engellenmesidir. Katkı maddelerinin kullanılmadığı bir silolamada bu bakterilerin faaliyetlerinin engellenmesi silajlık materyallerde doğal olarak mevcut olan LAB'ın SÇK'yı çoğunlukla LA olmak üzere çeşitli organik asitlere fermente etmesine dayanır. Laktik asit bakterilerinin fermantasyon ürünü olan bu asitler ortamın H⁺ iyonu konsantrasyonunu, silajda faaliyetleri istenilmeyen MO'nun gelişimini inhibe edecek bir seviyeye çıkarır. Bu bakterilerin gelişiminin

inhibe edildiği kritik pH değeri silolanan materyalin KM içeriğine göre değişiklik gösterir. Silolanan materyalin nem içeriği yükseldikçe gerekli kritik pH değeri de düşer. Ayrıca, tamponlama kapasitesi yüksek olan otlarda inhibisyon için gerekli kritik pH seviyesinin temini daha zordur. Bu nedenle baklagil otları çayır otlarına kıyasla daha zor silolanırlar (McDonald 1981, McDonald ve ark. 2002).

2.2. Silaj Fermantasyonu

Silaj kalitesi terimi silajın yemleme değerini ifade etmekten ziyade, fermantasyonun başarısını ifade etmede kullanılır. Çünkü başarılı bir fermantasyon neticesinde silolanan materyalin besin maddelerinin optimum bir şekilde korunması temin edilerek besleme değeri yüksek bir yem materyalinin elde edilmesi mümkün olur. Bunun yanında arzu edilmeyen bir fermantasyon silajın besleme değerini önemli ölçüde düşürür. Bu sebepten dolayı silajın kalitesi ve onun besleme değeri birbiri ile önemli ölçüde ilgilidir (McCullough 1978). Silaj fermantasyonu silajlık materyalin siloya doldurulup kapatılmasından, hayvanların tüketimine kadar olan süre içerisindeki silajlık materyal ve silajda oluşan biyolojik olayların tamamını kapsamaktadır. Silaj fermantasyonu aerobik dönem, fermantasyon dönemi, stabil dönem ve yemleme dönemi olmak üzere dört dönemden oluşur (Weinberg ve Muck 1996; Oude Elferink ve ark. 2000).

Aerobik dönem: Bitki parçaları arasında atmosferik O₂'nin bulunduğu ve silajlık materyalin pH'sının 6.0-6.5 olduğu dönemdir. Bu dönemde silo içerisindeki hava ve yüksek bitki pH'sı bitki solunumu, proteolitik aktivite, aerobik MO'lar ile maya ve enterobakteriler gibi fakültatif aerobik MO'rın faaliyetlerine olanak verir.

Fermantasyon dönemi: Silodaki koşulların anaerobik olmasıyla başlar ve silo koşulları ile silolanan materyalin tabiatına bağlı olarak birkaç günden birkaç haftaya kadar sürer. Fermantasyon başarılı bir şekilde ilerlerse ortamda LAB hızla gelişir ve bu dönem boyunca baskın MO popülasyonunu oluşturur. Laktik ve diğer asitlerin üretimine bağlı olarak bu dönemdeki silaj pH'sı 3.8-5.0 arasında değişir.

Sabit dönem: Bu dönemde silo içersine hava sızıntısı olmadığı müddetçe silajda çok az değişiklik olur. Fermantasyon döneminde aktif olan MO'ların sayısı azalır. Asitliğe tolerans gösterebilen MO'lar neredeyse inaktif olarak kalırken, *clostridia* ve basilli gibi MO'lar spor oluştururlar. pH'nın çok düştüğü bu dönemde düşük pH'da faaliyet gösterebilen bazı proteazlar ve karbohidrazlar ile *Lactobacillus buchneri* (LB) gibi MO'ların faaliyetleri devam edebilir.

Yemleme dönemi: Bu dönem silonun yedirme amacıyla açılmasıyla beraber silajın hava ile temas etmesi ile başlar. Ancak bu dönem silo örtüsünde fare ya da kuş gibi çeşitli nedenlerle zarar verilmiş ise daha önceden de başlamış olabilir.

Silolamanın bütün evrelerinin silaj kalitesinin sürdürülmesi bakımından kontrol altında tutulması gerekmektedir. Aerobik dönemde silonun çok iyi doldurulup sıkıştırılması ile bitki parçacıkları arasında kalan O₂ miktarı azalır. Silajlık materyalin uygun hava koşullarında soldurulması ile tarla, doğru uzunlukta parçalama, silo içersine hızla doldurma ve iyice sıkıştırma ile de silodaki aerobik solunum en aza indirilir. Bu şekilde materyalin SÇK içeriği mümkün olduğunca korunur ve ikinci döneminde ki LA fermantasyonu için daha fazla substrat temin edilir (Oude Elferink ve ark. 2000). Çeşitli nedenlerle aerobik dönemin uzaması fermantasyonda LA üretimi için kaynak oluşturan SÇK'nın azalmasına neden olur.

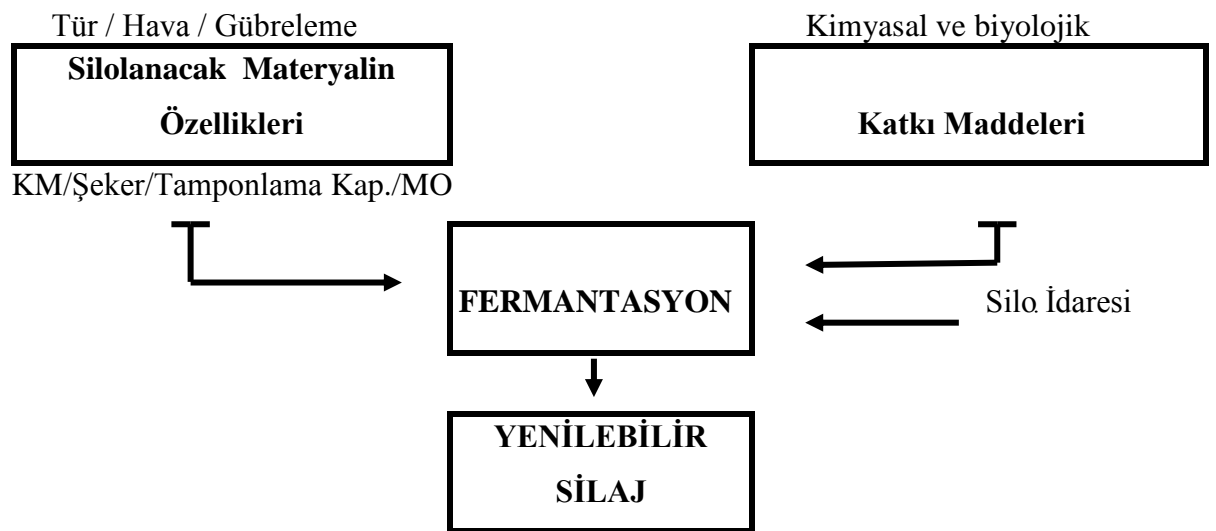
Silaj fermantasyonu esnasında pH'nın düşüş hızı ve sınırları silajın besin maddesi kayıplarını belirler. Silaj kalitesini etkileyen bu kayıplar bitki enzimleri ve anaerobik MO'ların faaliyetlerinden kaynaklanır. Nem içeriği yüksek materyallerin silolanmasında silonun kapatılmasındaki gecikmeler daha ciddi sorunlara neden olur. Silolanan materyalin nem içeriği çok yüksek ve pH düşüş hızı yetersiz ise *clostridia*'lar fermantasyonda etkin hale gelebilir. Bu proses ikincil ya da clostridial fermantasyon olarak da adlandırılır. İkincil fermantasyon neticesinde silaj pH'sında yükselme ve KM kayıplarında artış olur. Diğer taraftan silolanan materyalin KM'sinin çok yüksek olması durumunda ise su aktivitesi düşer ve LAB gelişimi yavaşlayarak pH düşüşü gecikir. Saf kültürlerde LAB gelişimi için en düşük su aktivitesi limiti 0.93-0.94 olup, bu aktivite silolanan materyale bağlı olarak teorik

olarak, silajlık materyalde % 60-75 KM düzeyi ile temin edilir. Fermantasyon ve sabit dönemlerin dışardan kontrol edilmeleri mümkün değildir. Bu iki evrenin optimizasyonu için gerekli durumlarda silajlık materyale ve silolama koşullarına uygun silaj katkı maddesi kullanılması gerekir (Weinberg ve Muck 1996).

Silajın aerobik bozulmasını başlatan başlıca MO'lar mayalar ve asetik asit (Aa) bakterileri olup, bunları basilli, küf ve enterokoklar takip eder. Bu MO'ların aktiviteleri sonucunda silajda ısı üretimi artar, silajın besleme değeri düşer ve KM kayıpları olur. Aerobik bozulmada LA ve diğer fermantasyon asitlerinin substrat olarak kullanılmalarından dolayı silaj pH'sı yükselir. Ayrıca tekstürel, renk ve diğer değişiklikler silaj lezzeti ile KMT'yi düşürebildiği gibi bazı mayalar hayvan ve insan sağlığına zararlı mikotoksinleride üretebilirler. Silajın aerobik bozulmaya olan hassasiyeti fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik faktörlerce belirlenir. Silajlık materyalin siloya doldurulma hızı ve materyalin sıkıştırılma etkinliği silaj içerisindeki O₂'nin hareketini etkiler. Yemleme döneminde O₂ silajın açılan yüzeyinden itibaren 1-2 m derinliklere kadar nüfuz edebilir ve silajın O₂ ile temas süresi uzundur. Fermantasyon asitleri ve düşük pH, silajdaki mikrobiyal gelişimi engellese de silajın bozulma hızı aynı zamanda silajdaki MO sayısı ve substrat miktarıyla da yakından ilgilidir (Weinberg ve Muck 1996). Aerobik bozulma havaya maruz kalmış hemen bütün silajlarda görülür. Bozulmaya uğramış silaj kısımlarındaki KM kayıpları silajın içerdiği zararlı MO'rın sayısına ve aktivitelerine bağlı olarak günlük % 1.5-4.5 arasındadır. Bu miktar kayıplar hava geçirmeyen silolarda ancak birkaç ayda meydana gelir (Oude Elferink ve ark. 2000). Bu nedenlerle yemleme dönemindeki kayıpların en aza indirilebilmesi için silolama süresince silo örtüsünde oluşmuş olan hasarlar sürekli kontrol edilerek onarılmalı ve gerekli durumlarda silolama esnasında uygun silaj katkı maddeleri kullanılmalıdır.

2.3. Silaj Fermantasyonuna Etki Eden Faktörler

Silaj fermantasyonu dışındaki diğer ticari fermantasyon olayları (mesela bira yapımında) steril bir büyüme ortamı ve kontrollü şartlarda gerçekleşirken, silaj fermantasyonu nispeten daha az kontrollü şartlarda olmakta ve bir çok faktör fermantasyona etki etmektedir. Silaj fermantasyonunu etkileyen başlıca faktörler Şekil 2.1’de gösterilmiştir (Jones ve Gogerddan 1994).



Şekil 2.1. Silaj fermantasyonunu etkileyen faktörler

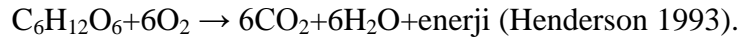
Ayrıca, büyük ölçüde aerobik dönemde oluşan solunum ve proteoliz de silaj fermantasyonunu ve fermantasyon neticesinde üretilen silajın kalitesini önemli ölçüde etkilerler. Bu nedenle çoğunlukla bitki enzimlerinin aktivitesi sonucunda oluşan solunum ile bitki enzimleri ve MO'nun neden olduğu proteoliz'de silaj fermantasyonuna etki eden faktörler içerisinde değerlendirilebilir.

2.3.1. Bitki enzimlerinin aktiviteleri

Bitkinin silaj yapımı amacıyla hasadından sonra bitki dokularındaki mevcut enzimlerin aktiviteleri sonucu silajlık materyalde silolamanın belirli dönemlerine kadar süren bazı kimyasal değişimler olur. Solunum ve proteoliz olaylarını kapsayan bu proses silolama sonunda oluşan silajın besleme değerini önemli ölçüde etkiler.

2.3.1.1 Solunum

Solunum, kullanılabilir enerji üretmek için organik bileşiklerin oksidatif indirgenmesi olarak tanımlanabilir. Solunumda kullanılan başlıca substrat kaynağı karbonhidratlardır. Oksidasyona uğrayan bu kaynak genellikle bir heksoz şeker olup şekerden, glikoliz ve takip eden Krebs siklusundaki oksidatif olaylar sonucu karbondioksit, su ve enerji oluşur (McDonald ve ark. 2002). Solunum için genellikle bir molekül glukozun tam oksidasyonu aşağıdaki gibi gösterilir.



Hasat edilmiş silaj materyalinde mevcut heksozlardaki enerjinin neredeyse tamamı ısıya dönüşür. İzole edilmiş bitkilerde bu ısı enerjisi atmosfere yayılacakken silo içersinde yığılma kalarak silolanmış yığının ısısının yükselmesine neden olur. Özellikle solunum esnasında silo içersinde sıcaklığın aşırı miktarda yükselmesi (>42-44 °C) durumunda Maillard veya kahverengileşme reaksiyonu meydana gelir. Maillard reaksiyonunda, bitkideki şekerlerin serbest karbonil grupları ile proteinlerin serbest amino grupları birleşerek çözünemeyen polimerler oluştururlar. Bu reaksiyon sonucu oluşan çözünmeyen polimerler lignine benzeyen kahverengi bir yapı oluştururlar. Bu reaksiyon sonucunda silajlarda mevcut protein, selüloz ve diğer besin maddelerinin sindirilebilirlikleri önemli düzeyde düşer (Filya 2006). Silodaki ısı yükselmesi silo içersindeki O₂ ve şeker kaynağının tüketilmediği, asit koşullarla internal enzimlerin inaktive edilmediği ya da sıcaklığın 70 °C 'ye yükselmesi gibi

ekstrem koşullar oluşmadığı sürece ilerleyerek artar (Henderson 1993; McDonald ve ark. 2002).

Bitki solunumunun silaj fermantasyonu bakımından diğer bir sakıncası, uzayan solunumun silolamanın erken dönemlerindeki pH'nın düşüş hızını yavaşlatarak istenmeyen zararlı bitki ve mikrobiyal aktivitenin devam etmesine olanak sağlamasıdır (Muck 1988). Siloda yığın içerisinde kalan O₂'nin kullanımıyla oluşan KM ve şeker kayıpları kaçınılmaz olmakla beraber bu kayıplar normal şartlarda minimum olup (McDonald 1981), bitki hücrelerinin solunumu siloda anaerobik koşullar oluşunca birkaç saat içinde son bulur (Muck 1996). Bununla beraber yığın içerisinde kalan fazla miktardaki O₂'den dolayı siloda devam eden bitki solunumu ile silolanacak materyalin SÇK içeriğindeki kayıp, silajın enerji değerinde bir düşüşe sebep olduğu gibi aynı zamanda LA fermantasyonu için de bir substrat kaybıdır. Yonca ve benzeri SÇK muhtevaları düşük olan baklagil bitkileri için şeker kaybı, fermantasyonu ciddi biçimde kısıtlayarak silodaki ürünün yeterli biçimde korunmasını engelleyebilir (Muck 1988). Bu nedenle silo içerisinde kalan O₂ miktarının mümkün olduğunca düşük tutulması ve anaerobik koşulların mümkün olduğunca hızlı temin edilmesi gerekmektedir.

2.3.1.2. Proteoliz

Bitkilerdeki toplam nitrojenin %75-90'lık kısmı protein olarak bulunur. Bu oran amonyak (NH₃) ya da nitratlı gübreleme neticesinde %60-65'e düşebilir. Bitki enzimleriyle proteinlerin parçalanma oranı materyalin KM'si, O₂'nin mevcudiyeti, zaman, ortam pH'sı ve sıcaklığına göre değişiklik gösterir. Proteoliz (peptit bağlarının hidrolizi) bitkinin silajlık amacıyla hasadından hemen sonra hızlı bir şekilde başlar ve tarlada bir kaç günlük soldurmanın ardından materyalin protein içeriği % 50 civarında azalabilir. Özellikle KM'de bir değişimin olmadığı nemli bir havada yapılan soldurma neticesinde materyalin amid miktarında bir artış olurken,

nemli koşullarda soldurmanın uzatılması amonyak dahil düşük moleküler ağırlıklı nitrojenli bileşiklerin artışına neden olur (Henderson 1993; Mcdonald ve ark. 2002).

Silajlık materyalde silolamayı müteakip proteoliz devam eder. Bitki proteazlarının aktiveleri pH 6-7 arasında en yüksektir. Bununla beraber proteolitik aktivite pH 4'de de optimum pH'nın % 15-35'i düzeyinde devam edebilir. pH'nın 4'e düşürölmesi proteolitik aktiviteyi oldukça azaltmakta fakat tamamen sonlandırmamaktadır (Henderson 1993; Muck 1988). Silajda meydana gelen uçucu olmayan nitrojenin %50'si silolamanın ilk üç gününde meydana gelmektedir. Bu nedenle proteolitik aktivitenin azaltılması için pH'da kısa sürede hızlı bir düşüşe gereksinim duyulur. Bu ise fermantasyonda LAB'ın baskın MO grubunu oluşturmasına ve yeterli SÇK'nın bulunmasına bağılıdır (Kendall 1978).

Ortam sıcaklığının 10 °C'den 40 °C'ye doğru yükselmesi ile de proteoliz artırmaktadır. Bu nedenle silonun yavaş doldurulması ya da iyi kapatılmamasından dolayı oluşabilecek sıcaklık artışları önlenmelidir (Muck 1988).

Yüzde 50 den düşük KM'li materyallerin silolanmasında pH düşüşü ilk 5 gün içersinde gerçekleşmektedir. Bu nedenle başlangıçtaki LAB sayısı ile KM arasındaki etkileşimin pH'nın seyri üzerine etkisi ile proteoliz oranı değışebilmektedir. Bu sebeble % 50'den daha fazla su içeren silajlarda pH düşüş hızının artırılması ve silajda ısının yükselmesini engellenmeye yönelik çalışmalar proteoliz oranını azaltacaktır. Soldurma ile materyalin KM'sinin % 60 ya da daha yükseğine ulaştırmak proteolizi azaltmak için alternatif bir yol olabilir. Ancak, bu durumda silolama öncesi tarla kayıpları ve siloda oluşabilecek ısı yükselmeside göz önünde bulundurulmalıdır (Muck 1988). Bitki proteolitik enzimleriyle oluşan proteoliz sonucunda çoğunlukla aminoasitler ve çeşitli zincir uzunluğundaki peptitler oluşmaktadır. Silajdaki amino asitlerin yıkımının en önemli nedeni bitki enzimlerinden ziyade mikrobiyal aktivitedir (McDonald 2002).

2.3.1.3. Polisakkarit yıkımlayıcı enzimler

Silajlık materyaldeki mevcut SÇK'lar LAB için tek substrat değildir. Silajların birçoğundaki organik asit miktarı taze materyallerdeki SÇK'nın oluşturabileceği asitlerden daha fazla olmaktadır. Bu süreçte proteinler, amino asitler ve organik asitler ilave kaynak oluşturabilseler de fermantasyon asitleri için asıl ilave kaynağı hemiselüloz oluşturur (Henderson 1993). Silolama esnasında materyalde mevcut hemiselülozlar arabinoz ve zayloz gibi monosakkaritleri meydana getirmek üzere parçalanırlar (Edwards ve McDonald 1978). Silaj da %10-60'luk bir kısmı fermente olabilen hemiselüloz, fermantasyonun devamı için gerekli enerjiyi temin ederse de fermantasyonun başlatılabilmesi için önemli bir enerji kaynağı oluşturmaz (Kendall 1978). Silolanan birçok materyalde hidrolize uğrayan her bir polisakkaritin miktarı KM'nin %1'inden biraz fazladır. Hemiselülozun azalması ile silajın nötr deterjanda çözünmeyen lif (NDF) içeriği düşerse de sindirilmeyen lif içeriği değişmez (Muck 1988). Silajlık materyalin artan KM düzeyi ile polisakkarit-parçalayıcı enzimlerin aktivitesi azalmaktadır (Henderson 1993).

Ilıman bölgelerde yetişen çayır otlarında mevcut başlıca SÇK'lar, glukoz, früktoz, sükroz ve frükthanlar olup, bu şekerlerin toplam konsantrasyonu 5-300 g/kg çayır KM'sidir. Çayır otlarından izole edilen LAB'ın % 90'ı glukozu fermente ederken, sadece % 5'i frükthanları fermente edebilmektedir. Çayır otlarında mevcut SÇK'nın önemli bir kısmı frükthanlar olduğundan dolayı fermantasyonun başlangıç safhasında bitkideki karbohidraz enzimlerinin etkisi ile frükthanların parçalanması oldukça önemlidir (Jones ve Gogerddan 1994).

2.3.2. Kuru madde düzeyi

Silolanacak silajlık materyallerin KM'si silodaki fermantasyon ve LAB'ın gelişimi açısından oldukça önemlidir. Kuru madde düzeyinin yükselmesi ile silo

içersinde daha az bir silaj fermentasyonu oluşur ve silajın korunması için gereken pH değeri daha yüksek olur. Bununla beraber, silajlık materyallerin yüksek KM içermesi LAB popülasyonunun gelişimini olumsuz etkilerken, maya ve küf gelişimini teşvik eder. Ayrıca, % 50'den daha yüksek KM ile silolama ile Maillard reaksiyonu oluşma riski arttığı gibi (Bodine ve ark. 1983; Han ve ark. 2006), silaj fermentasyonunun kaliteli bir silaj yapımına olan etkisi de oldukça azalmaktadır (Muck 1988).

Çizelge 2.1. Silo suyu çıkışı ile olan KM kayıpları

Kuru Madde, %	Silo Suyu Çıkışı (l/t)	KM Kaybı, %
30	0	0
25	5	0.4
20	60	1,6
15	200	7,6

(Filya 2006)

Düşük KM'li materyallerden silaj yapılması ise clostridial fermentasyonun engellenmesini güçleştirdiği gibi, yüksek miktarda silo suyu çıkışına (Çizelge 2.1) ve yoğun bir silaj fermentasyonu neticesinde silajın ısınmasına neden olur (McDonald 1981; Muck, 1988; Filya 2006). Ayrıca silajlık materyalin KM düzeyinin düşmesiyle kaliteli bir silaj elde etmek için fermentasyon sonucunda düşük bir sonuç pH değeri temin etmekten ziyade fermentasyonun başlangıcında hızlı bir pH düşüşü temin etmek çok daha önemli olmaktadır (Muck 1988).

Farklı iklim şartlarına sahip bölgelerde yetiştirilen çayır otları ile yapılan silajlarının incelendiği bir çalışmada (Haigh 1990) silaj fermentasyonu üzerine etkili faktörün materyalin silolanması esnasındaki KM düzeyi olduğu ve herhangi bir silaj katkı maddesi kullanmaksızın iyi fermente olmuş bir silaj üretmek için ihtiyaç duyulan minimum KM düzeyinin yaklaşık olarak % 26; formik asit kullanılmış silajlarda % 24 ve sülfürik asit+formalin'in kullanıldığı silajlarda ise % 25.2 olduğu bildirilmiştir. Yine aynı araştırmacı tarafından (Haigh 1987) farklı iklim özelliklerine sahip bölgelerde yetişen çayır otundan yapılmış 1713 adet silaj numunesinin

incelendiği bir çalışmada, silaj fermantasyonu üzerine en etkili faktörün materyalin silolanması esnasındaki KM düzeyi olduğu ve silajlık materyallerin artan KM düzeyinin silaj fermantasyonu üzerine olan olumlu etkisinin katkı maddesi kullanımına kıyasla daha fazla olduğu ve herhangi bir silaj katkı maddesi kullanmaksızın iyi fermente olmuş bir silaj üretmek için ihtiyaç duyulan minimum KM düzeyinin yaklaşık olarak % 26 olduğu bildirilmiştir. Aynı çalışmada silajların pH değerleri ve NH₃-N içeriklerine göre yapılan değerlendirmede 260 g/kg KM'den daha fazla KM içeren silajların % 83'ü, 220-260 g/kg KM içeren silajların % 67'si, 180-220 g/kg KM içeren silajların % 48'i iyi fermente olurken, 180 g/kg KM'dan daha düşük KM'li materyallerden yapılmış silajların yeterli düzeyde fermente olmadığı bildirilmiştir. Ülkemiz iklim koşullarında silolanacak materyallerin besleme değerinin optimum korunmasının temini için % 30-50 KM ile silolanması gerekmektedir (Filya 2006).

2.3.3. Suda çözünebilir karbonhidrat miktarı

Bitkilerde bulunan karbonhidratlar yapısal ve yapısal olmayan karbonhidratlar olarak iki gruba ayrılır. Yapısal karbonhidratların başlıcaları hücre duvarında mevcut selüloz, hemiselüloz, lignin gibi bileşikler ve pektik maddelerden oluşur. Bu karbonhidratların içerdiği şekerler (glukoz, galaktoz, mannoz, ksiloz ve arabinoz) hidrolize olmadıkça LAB için gerekli olan fermente olabilir karbonhidratlar sağlanamaz. Yapısal olmayan karbonhidratlar başlıca glukoz, fruktoz, sukroz ve fruktanlar ile az miktarlarda di, tri ve tetra sakkaritler gibi şekerlerden oluşur. Yapısal olmayan karbonhidratların hepsi soğuk suda çözünebildikleri için bunlar SÇK olarak adlandırılırlar (Filya 2006). Baklagiller gibi bazı bitkiler kalıtsal olarak yetersiz miktarda SÇK ihtiva ederken, bitkilerin SÇK içeriğini büyüme safhası, hasat metodu, hava durumu, gübre kullanımı gibi faktörlerde etkiler (Kendall 1978). Ayrıca, bitkinin SÇK içeriği iklim koşullarından da etkilenmekte, güneş ışığının daha az olduğu ve fazla yağışlı bölgelerde yetişen bitkilerin SÇK içeriği daha düşük olmaktadır (Haigh 1990).

Fermentasyonun tamamlanabilmesi (bakteri gelişiminin engellendiği pH düzeyi) için gerekli şeker miktarı silajlık materyalin KM düzeyi ile tamponlama kapasitesine bağlı olup, bu miktar silolanan materyalin artan tamponlama kapasitesi ile artarken, silolanan materyalin artan KM düzeyi ile azalmaktadır (Muck 1988).

Çeşitli silaj katkı maddeleri kullanılarak yapılmış 33 çalışmanın sonucunda (Haigh ve Parker 1985), başarılı bir silaj fermentasyonu için materyalin SÇK içeriği, formik asit ihtiva eden katkılarla muamele edilmiş silajlar için 25 g/kg KM, katkısız silajlar için 30 g/kg KM olarak tespit edilirken, diğer bir çalışmada (Haigh 1990), % 23 KM içeren bir silajda clostridial gelişimin engellenmesi için materyalin SÇK içeriğinin en az 37 g/kg, formik asidin kullanıldığı durumda ise 30 g/kg olması gerektiği bildirilmiştir. Genel olarak başarılı bir silaj fermentasyonu için silolanacak taze materyalin en az % 3 SÇK içeriğine sahip olması gerekmektedir (Haigh ve Parker 1985; Jones 1995). Bu miktar katkı maddesi olarak formik asitin kullanıldığı silajlar için % 2.5 (Haigh ve Parker 1985), bakteri inokulantlarının kullanıldığı silajlar için ise inokulantlarda kullanılan LAB'ın SÇK'yı daha etkin bir şekilde kullanmalarından dolayı % 2 olduğu bildirilmiştir (Jones 1995).

2.3.4. Tamponlama (Buffer) kapasitesi

Silolama için tampon kapasitesi yada asidifikasyona gösterilen direnç her birim KM için materyalin pH'sının 6 dan 4'e düşmesi için gerekli miliekivalent asit miktarıdır (Muck 1988). Bitkilerin tampon özelliklerinin büyük bir kısmı içerdikleri anyonlardan (organik asit tuzları, ortofosfatlar, sülfatlar, nitratlar ve klorürler) ileri gelirken yalnızca %10-20'lik kısmı bitki proteinlerinin aktivitelerinden ileri gelir (Filya 2006). Genellikle buffer kapasiteleri farklı ancak bunun dışında ki özellikleri benzer olan iki çayır otunda, pH'yı istenen seviyeye düşürmek için farklı oranlarda LA üretileceğinden farklı miktarlarda SÇK'ya ihtiyaç duyulur. Baklagillerin yüksek buffer kapasitelerine karşın mısırın buffer kapasitesi düşüktür (O'Kiely 1992). Soldurma, silaj materyalinin tamponlama kapasitesini ve silaj yapımı sırasında

tamponlama kapasitesinde meydana gelen artışın hızını da düşürür. Tamponlama kapasitesinin düşmesinin başlıca sebebi soldurma sırasındaki organik asitlerdeki kayıplardır (Edwards ve McDonald 1978).

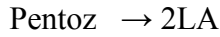
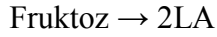
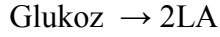
2.3.5 Mikroorganizmalar

Silaj fermantasyonuna birçok MO etki etmektedir. Bu MO'ların silajdaki faaliyetleri sonucunda silajın içerdiği son ürünler farklı olmaktadır. Silaj fermantasyonu açısından fermantasyon ürünü LA olan LAB'ın fermantasyonda hakim bakteri grubu olması istenirken, diğer tüm MO'ların silajdaki faaliyetleri istenmez. Çizelge 2.2'de bazı MO'ların çeşitli substratları fermente ettikleri son ürünler verilmiştir.

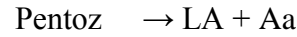
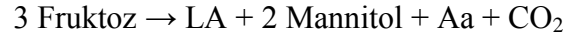
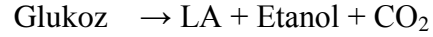
Çizelge 2.2. Silolamada bazı biyokimyasal yollar

Laktik Asit Bakterileri:

Homofermantatif:

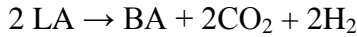


Heterofermantatif:



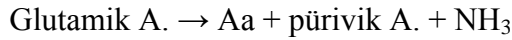
Clostridialar:

Sakkarolitik:

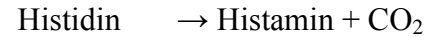
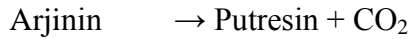


Proteolitik:

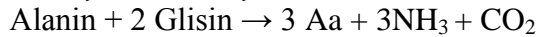
Deamimasyon:



Dekarboksilasyon:



Oksidasyon/Redüksiyon:



Enterobacteria:



(McDonald ve ark. 2002)

2.3.5.1. Laktik asit bakterileri

Fakültatif anaerob olan LAB'lar biçimden önce taze materyalde doğal olarak az miktarda bulunurlar. Biçimin ardından, materyalin parçalanmasıyla sayıları katlanarak hızla artar. Silolamadan sonrada LAB sayısı artmaya devam eder ve materyaldeki mevcut SÇK'yı başlıcası LA olmak üzere çeşitli organik asitlere fermente ederler.

Laktik asit bakterileri HM LAB (*L. plantarum*, *P. pentosaceus* ve *E. faecalis* gibi) ve HT LAB (*L. brevis*, *L. buchneri* ve *L. mesenteroides* gibi) olmak üzere iki gruba ayrılırlar. Heksozlardan LA üretiminde HM LAB, HT LAB'dan daha etkindirler (McDonald ve ark. 2002). Bu nedenle silaj fermantasyonunda sadece şekerleri fermente eden ve fermantasyon ürünü LA olan HM LAB'ların dominant olması istenir. Homolaktik fermantasyonun başlıca mekanizması glukolitik yolla olmaktadır. Bu mekanizmada hem glukoz hemde fruktoz fermantasyona uğrayarak, her bir şeker molekülü için iki molekül LA meydana gelir. Heterolaktik fermantasyonda ise fermantasyona uğrayan substrata bağlı olarak değişik ürünler meydana gelir. Bu ürünlerin oluştuğu birçok heterolaktik biyokimyasal yol da, başlıca LA'ın oluştuğu homolaktik biyokimyasal yola kıyasla KM ve enerji kayıpları daha yüksektir (Çizelge 2.3) (Edwards ve McDonald 1978).

Çizelge 2.3. Tipik bir LAB fermantasyonunda KM ve enerji kayıpları (%).

Biyokimyasal yol	KM kayıpları	Enerji Kayıpları
<i>Homofermantatif</i>		
Glukoz + 2 ADP = 2 laktat + 2 ATP	0.0	0.7
Fruktoz + 2 ADP = 2 laktat + 2 ATP	0.0	0.7
<i>Heterofermantatif</i>		
Glukoz + ADP = laktat+etanol+CO ₂ +ATP	24.0	1.7
3 fruktoz+2 ADP = laktat+asetat+2 mannitol + CO ₂ +ATP	4.8	1.0

(McDonald 1981)

Çizelge 2.3’de görüldüğü gibi glukoz ve fruktozun homolaktik fermantasyonu neticesinde KM kayıpları olmazken, glukozun ve 3 molekül fruktozun heterolaktik fermantasyonu sonucunda ise önemli miktarda KM kayıpları olmaktadır. Heterolaktik fermantasyonda enerji kayıplarının KM kaybına kıyasla yüksek olmamasının nedeni etanol gibi enerji değeri yüksek bileşiklerin oluşumundan dolayıdır (McDonald ve ark. 2002).

Fermantasyonun ideal seyrinde LAB’ın çoğu için en uygun sıcaklık 20-40 °C arasındadır (Kılıç 1986). Bu bakterilerin iyi bir şekilde gelişmeleri için silo içi sıcaklığın 28-30 °C’ ye düşürülmesi gerekir ki bu da kütlenin süratli bir şekilde havasız bırakılması ile mümkündür (Akyıldız 1981). Ayrıca, asiditenin düşmesi ile SÇK’nın LA’ya dönüşüm etkinliği de artar. Nitekim pH 7’de şekerlerin %70’i LA’ya fermente olurken, pH 5’de bu oran %87’dir (Kılıç 1986).

Laktik asit bakterilerinin çoğalabilmeleri ve yaşayabilmeleri için ihtiyaç duydukları ortam pH değeri de büyük farklılıklar gösterir. Çok düşük pH’da bile kuvvetli asit oluşturma özelliği gösteren türler yanında pH 4.5’in üzerinde faaliyet gösteremeyen *lactobasillus curvatus* gibi türlerde bulunmaktadır (Kılıç 1986).

2.3.5.2. Clostridia

Clostridia’lar bitkide doğal olarak bulunurlarsa da silajda bulunmalarının başlıca nedeni silaj materyalinin toprakla kontaminasyondur. Clostridialar sporlar halinde bulunurlar ve ancak anaerobik koşullarda gelişebilirler. Silajın anaerobik olarak bozulmasında ana sebep clostridialardır (Henderson 1993). Clostridialar sakkarolitik ve proteolitik clostridialar olmak üzere iki ana gruba ayrılırlar.

Sakkarolitik olanlar, SÇK ve LA’yı bütürlük aside (BA) fermente ederek silajın pH’nın yükselmesine neden olurlar. Bu etki LA’ya kıyasla BA’nın daha zayıf bir asit olmasından dolayıdır. Proteolitik olanlar ise çoğunlukla aminoasitler olmak

üzeri çeşitli bileşikleri Aa, BA, amin ve NH_3 gibi çeşitli ürünlere fermente ederler (McDonald 1981).

Silajda BA oluşumunun iki dezavantajı mevcuttur. Bunlardan ilki BA'nın, LA ve Aa'dan daha zayıf bir asit olmasıdır. Bunun bir sonucu olarak da silajda pH'yı belli bir seviyeye düşürebilmek için gereken molar BA miktarı oluşan diğer asitlerle karşılaştırıldığında daha fazla olmaktadır. Mesela, çayır otları ile yapılan bir silajda pH'yı 6.15'den 4.0'e düşürmek için gerekli BA miktarı, LA miktarının iki katı bulunmuştur. Bütürik asit fermentasyonunun ikinci dezavantajı ise karbonhidrat fermentasyonunun başlangıcında oluşan enerjinin %20'den fazlasının BA oluşumunda kaybolmasındandır. Halbuki LA üretimi sırasında enerji kaybı fermente olmuş ürünlerin ancak % 5'i kadardır (Kendall 1978). Ayrıca proteolitik clostridialar silajda NH_3 teşekkülüne neden olarak silaj kalitesini düşürmektedirler.

Clostridia'ların optimum gelişimleri için ihtiyaç duydukları pH değeri 7.0-7.4 olup, yüksek H^+ iyonu konsantrasyonuna toleransları düşüktür. pH 4.2 düzeyi *clostridia* gelişiminin engellenmesi için yeteri kadar düşük bir pH değeri olarak kabul edilir. Siloda pH'yı düşüren asitlerin tabiatı da önemli olup, bileşenlerine ayrışmamış organik asitler bu bakımdan daha etkindirler. *Clostridia*'ların gelişmesinde etkili diğer bir faktör ortamın rutubet miktarı olup, bu MO'lar aktif gelişimleri için yüksek miktarda rutubet ihtiva eden ortamlara ihtiyaç duyarlar. Bu nedenle nem içeriği çok yüksek (yaklaşık olarak 150 g/kg KM) bir silajlık materyalin silolanması durumunda pH 4.0'den daha düşük bir değer temin edilse bile bu bakterilerin aktiviteleri engellenemeyebilir. *Clostridia* gelişimi % 30 KM ihtiva eden materyallerin silolanmasıyla önemli derecede kısıtlanırken, gelişimlerinin tamamen engellenebilmesi için silolanan materyalin yaklaşık olarak % 40 KM ihtiva etmesi gerekir (McDonald ve ark. 2002).

2.3.5.3. Enterobakteriler

Asetik asit ya da coliform bakterileri diye de tanımlanan enterobakteriler fakültatif anaerob olduklarından dolayı ortamda ki mevcut SÇK için LAB'la rekabet ederler. Bu bakteriler SÇK'leri çoğunlukla Aa, etanol ve H⁺ olmak üzere çeşitli ürünlere fermente ederler. Ayrıca *clostridia*'lara benzer şekilde aminoasitleri deaminasyon ve dekarboksilasyona uğratarak silajda yüksek seviyede NH₃-N oluşumuna neden olurlar. Gelişimleri için ihtiyaç duydukları optimum pH 7.0'dir. Bu nedenle pH'nın henüz düşmediği fermantasyonun başlangıç aşamalarında aktiftirler. Silajda yaygın olarak bulunan *Escherichia coli* ve *Erwinia herbicola* bu bakterilere örnek olarak verilebilir (McDonald ve ark 2002). Gram negatif bakterilerce üretilen toksik maddeler çoğunlukla uzun süreli silolama süreci boyunca etkilenmeden kalırlar. Bu endotoksinlerin silajdaki final konsantrasyonları enterobakterilerin silolama sürecinde ulaştıkları maksimum popülasyonla yakından ilişkilidir. Endotoksinler silajın lezzetini olumsuz etkileyerek silajın besleme değerini düşürebilmektedirler (Henderson 1993).

2.3.5.4 Mantarlar

Mantarlar ya tek hücreli olarak mayalar ya da çok hücreli filamentli kolaniler halinde (küfler) olabilirler. Mantarlar toprak ve bitki örtüsünde bulunurlar. Mayaların silajda bulunan türleri *Candida*, *Saccharomyces* ve *Torulopsis*'dir. Mayalar silajın havaya maruz kaldığı durumlarda bozulmasında önemli rol oynarlar (McDonald ve ark. 2002). Silajda anaerobik koşullarda SÇK'yı fermente eden mayaların bazı alt grupları gelişebilir. Bu mayalar yerlerini organik asitleri kullanabilen diğer alt gruplara bırakırlar. Bu organizmalar uzun süreli silolamalarda çiftlik silajlarındaki mayaların büyük çoğunluğunu ya da tamamını oluşturabilirler. Yüksek maya sayısına sahip silajlar (>10⁵ kob/g) havayla temasta stabil kalmazlar (Henderson 1993). Küflerin büyük çoğunluğu zorunlu aerob olup, silajın yüzey kısımlarında aktiftirler.

Başta aerobik bozulmanın olduğu silajlar olmak üzere çeşitli silajlardan farklı küf türleri izole edilmiştir. Bu izole edilen küflerin çoğu mikotoksinler üretebilirler (McDonald 2002). Bazı mantar gruplarının metabolizmalarını sürdürmeleri için çok az miktarlardaki O₂ bile yeterlidir. Bozulmuş silajlar da mikotoksinlere sık rastlanırken, görsel küflenmenin bulunmadığı silajlarda da mikotoksinlere rastlanabilir (Henderson 1993).

2.3.5.5. Epifitik mikroorganizmalar

Silaj materyaline bakteri prepatları ilave edilsin veya edilmesin silaj fermantasyonunun başlangıç ve sonucunu etkileyen başlıca faktörlerden birisi silaj yapılacak materyalde hasat esnasındaki epifitik LAB populasyonunun büyüklüğüdür. Biçim öncesi bitki üzerindeki aktif bakteri sayısı <10 kob/g'dan 1.0x10⁷ kob/g'a kadar değişebilmektedir. Biçim öncesinde bitkilerde tespit edilen LAB sayısında büyük varyasyon ve çeşitlilik bulunmaktadır. Bunda ortam sıcaklığı, ultraviyole ışınlar, nisbi nem ve bitkinin kendisi ile alakalı birçok faktör etkilidir. Hasat işlemlerini müteakip bitkinin silaj yapımı amacıyla parçalanması epifitik bakterilerin sayısını artırmaktadır (Jones 1995; Jones ve Gogerddan 1994).

Taze silajlık materyallerde clostridia ya çok az bulunur ya da hiç yoktur fakat hasat esnasında topraktan silaj materyaline önemli ölçüde clostridia kontaminasyonu söz konusudur (Beck 1978). Özellikle mısır bitkisinde epifitik MO içerisinde maya ve mantarların miktarları da oldukça yüksektir (Filya 2006). Epifitik MO içerisinde farklı MO'ların çok farklı sayılarda ve oranlarda bulunması nedeniyle gelişebilecek kontrolsüz bir silaj fermantasyonunun önlenmesi için özellikle olumsuz silolama koşullarında silaj katkı maddesi kullanımına gerek duyulur.

2.3.5.6. Katkı maddesi kullanımı

İyi fermente olmuş bir silaj üretimi için uygun hava koşulları, iyi bir silo idaresi ve yeterli substrat mevcudiyeti gibi şartların yerine getirilmesi gereklidir. Ancak koşulların silolamaya elverişli olmadığı durumlarda fermantasyonu desteklemek amacıyla katkı maddeleri kullanılabilir. Silaj katkı maddelerinin KMK ve silajın besleme değerine olan etkileri, bu katkıların bitki enzimleri, silo suyu çıkışı, çeşitli MO'lar ve silajın AS'si üzerine olan etkilerine bağlıdır.

2.3.5.6.1. Soldurma

Silajlık materyalin silolanmadan önce soldurulması kaliteli bir silaj üretimi için katkı maddesi kullanımına bir alternatif olabilir. Uygun hava koşullarında silajlık materyalin KM düzeyi soldurma ile sorunsuz ve hızlı bir şekilde 250/300 g/kg'a çıkarılarak siloda olumsuz gelişebilecek fermantasyon engellenebilir. Silajlık materyalin bu KM düzeyine kadar soldurulması ile besleme değeri önemli derece etkilenmeden, silo suyu ile olan kayıplar azaltılır ve silaj fermantasyonu gelişir. Soldurularak silolanmış ya da soldurulmadan katkı maddeleri ile muamele edilerek silolanmış silajlarda KM ve tarla kayıplarının sırasıyla %17.1 ve % 18.6 olduğu bildirilmiştir. Ayrıca, soldurulmuş materyallere katkı maddesi uygulanmasının silaj kayıpları üzerine olan etkisi çok az olurken, soldurulmuş materyallere katkı maddesi uygulanması ile silajın besleme değeri artmaktadır. Uygun hava koşullarında yapılan soldurma ile materyalin KM düzeyi ile KM'deki şeker içeriği artarken, uygun olmayan hava koşullarında yapılan soldurma neticesinde materyalin KM düzeyi bir miktar artsa bile uzayan soldurma ile materyalin SÇK içeriği tüketilebilir ve ayrıca proteinlerin parçalanması ve amino asitlerin deaminasyonları yükselir. Bu durumda etkili katkı maddesi kullanılsa bile silajın NH₃-N içeriği yüksek olur (Henderson 1993).

2.3.5.6.2. Karbonhidrat kaynakları

Bu bileşikler silolanacak materyale fermantasyon esnasında LAB'ın substrat olarak kullanabileceği SÇK miktarını artırmak amacıyla katılırlar. Bunlar, LA'nın üretildiği biyokimyasal yollarda enerji kaynağı olarak kullanılırlar. Bu amaçla şeker, melas, kurutulmuş pancar posası, turunçgil posaları, tahıl daneleri ve patates gibi kolay fermente olabilen karbonhidratlarca zengin materyaller kullanılır (Henderson 1993; Filya 2006). Melas, karbonhidrat kaynağı olarak en yaygın kullanılan silaj katkı maddesi olup, özellikle baklagil otları gibi şeker içeriği düşük materyallerde başarılı bir şekilde kullanılmaktadır. Melasın silolanacak materyale 40-50 g/kg düzeyinde katılması gerekmektedir. Şayet melas katılan silajlık materyalin KM'si düşük ise ilave edilen karbonhidratların önemli bir kısmı silolamanın ilk birkaç gününde oluşan silo suyu çıkışı ile kaybedilir (Henderson 1993).

2.3.5.6.3. Aside dayalı katkı maddeleri

Silajlık materyalin sülfürik asit gibi mineral asitler ile muamele edilerek pH'yı 4.0'ün altında bir değere düşürmeyi amaçlayan aside dayalı silaj katkı maddeleri Avrupa ve Kuzey Amerika'da uzun yıllar kullanılmıştır. Silolanan materyalin pH'sının düşürülmesi ile oluşan asit ortamda solunum (oksidatif) ve proteolitik enzimlerin aktiviteleri engellenir. Katkı maddesi olarak kullanılan asitlerin LAB gelişimini teşvik etmesi ya da engellemesi kullanılan katkı maddesinin bileşimine ve uygulama oranına bağlıdır. Bu maksatla kullanılan asit tuzları aynı miktardaki asitlerden daha az etkili olup, asitlere eşdeğer etkinin temin edilebilmesi için daha yüksek oranlarda kullanılmaları gerekir (Henderson 1993).

2.3.5.6.3.1. Mineral asitler

Silaj katkı maddesi olarak en çok kullanım alanı bulan asitler hidroklorik ve sülfürik asitler olmuştur. Bu asitler silaj pH'sını 4.0'ün altına düşürmek için silolama esnasında materyale yeterli miktarda ilave edilmişlerdir. İskandinav ülkelerinde silaj yapımında uzun yıllar yaygın olarak kullanılmış olan mineral asitler besin maddelerinin korunması açısından oldukça etkili olmuşlardır (McDonald ve ark. 2002). Silaj katkı maddesi olarak sülfürik asit organik asitlerden daha ucuz olmakla beraber, mineral asit uygulanmış silajlarla beslenen hayvanlarda karaciğer bakır statüsü ve performans olumsuz etkilenmektedir (Henderson 1993). Ayrıca mineral asitlerin antimikrobiyal özelliklerinin bulunmaması da bu asitlerin silaj katkı maddesi olarak kullanımında bir dezavantajdır (Filya 2006).

2.3.5.6.3.2. Organik asitler

Son yıllarda mineral asitlere kıyasla siloların metal kısımları üzerine daha az aşındırıcı olan formik asit silaj katkı maddesi olarak mineral asitlere tercih edilmiş ve kullanım alanı yaygınlaşmıştır (McDonald 2002). Organik asitler, özellikle de formik asit, H⁺ iyonu konsantrasyonunu artırmalarının yanısıra iyonize olmamış asitlerin seçici bakterisit etkisinden dolayı antibakteriyel etkiye de sahiptirler. Bu nedenle silolanan bir materyalin pH'sını düşürmek için benzer düzeylerde uygulanan formik ya da sülfürik asidin silaj üzerine olan olumlu etkisi farklı olmaktadır. Formik asit uygulaması ile mineral asit uygulamasına kıyasla LAB'ın da silajda gelişimi engellenmekte ve bunun sonucu olarakta silajın SÇK içeriği yüksek olmaktadır. Böylece Rumen MO'larının gelişimi için kullanılabilir silaj enerjisi artmaktadır. Ancak, normal düzeyde formik asit uygulanmış silajlarda bu aside dayanıklı mayalar gelişebilmektedir.

Enterobakteriler formik asit üretebildiklerinden dolayı bu asidin LAB'a kıyasla enterobakterilerin gelişimine olan etkisinin daha düşük olabileceği düşünülebilir. Bu nedenle formik asit uygulanmış silajlarda pH'nın hızla düşmesinden daha ziyade LAB'ın hızlı bir şekilde çoğalması enterobakteri sayısının azaltılması bakımından daha önemlidir. Orta düzeyde (3-4 lt/t) uygulanan formik asit, enterobakterilere kıyasla LAB gelişimini daha fazla engelleyerek silaj fermantasyonu üzerine olumsuz bir etkide bulunabilir. Yüksek dozda uygulamada ise her iki bakteri türünün silajda gelişimi engellenir (Henderson 1993). Formik asit, silaj fermantasyonunu geliştirmekte, silajın sindirilebilirliğini olumlu olarak etkilemekte, silaj tüketimini artırmakta ve bu olumlu etkiler hayvan performansına olumlu yönde yansımaktadır. Bununla beraber formik asit uygulanmış genç çayırlarda uygulama dozuna göre silo suyu çıkışı da yüksek olabilmektedir.

Formik asit yanında formaldehit de silaj katkı maddesi olarak yaygın kullanılmıştır. Formaldehitin silaj katkı maddesi olarak kullanılmasının başlıca nedeni bakteriostatik özellikleri ile beraber bitki proteinlerini silajda ve Rumen'de parçalanmadan korumasıdır (Henderson 1993). Ancak Avrupa da formaldehidin silaj katkı maddesi olarak kullanımı kanserojen özellikler taşıdığından dolayı yasaklanmıştır (McDonald ve ark. 2002).

Formaldehidin sudaki %40'lık solüsyonu olan formalinde fermantasyon engelleyicisi olarak kullanılmaktadır. Formalin silaj katkı maddesi olarak tek başına kullanılabilirdiği gibi daha etkili olması için sülfürik asitle kombinasyon halinde kullanılır. Formaldehit proteinlerle kombine olarak onları MO ya da bitki enzimlerinin neden olduğu proteolize karşı korur. Formalin yüksek miktarda uygulandığında silaj KM'sinin sindirilebilirliğini ve tüketimini azaltabilmekte, düşük miktarlarda uygulandığında ise silajda *clostridia* gelişimini teşvik edebilmektedir. Bu nedenle formalin etkinliği sülfürik asitten daha fazla olan formik asit+formalin karışımı şeklinde kullanılmaktadır (Henderson 1993; McDonald ve ark. 2002).

2.3.5.6.3.3. Asit tuzları

Silaj katkı maddesi olarak özellikle organik asitler olmak üzere asit kullanımının olumlu etkileri olmasına rağmen, asitlerin silaj ekipmanları üzerine olan çürütücü etkileri ve şayet önlem alınmazsa insan sağlığı üzerine olan olumsuz etkilerinden dolayı bu asitlerin tuzlarının kullanılmasına olan ilgi artmıştır. Nitrit'in *clostria* ların gelişimleri üzerine engelleyici etkisi olmasına rağmen sodyum nitrit ve kalsiyum format ile yapılan çalışmalarda bu bileşiklerden elde edilen sonuçlar farklı olmuş ve tavsiye edilen dozlarda kullanıldıklarında asit katkılara kıyasla asit tuzları daha az etkili olmuşlardır. Formik asit ile ilgili problemlerin önlenmesi amacıyla, amonyum tetraformat, formik asit ve propiyonik asidin (PA) amonyum tuzları ile kaprilik asit kombinasyonları gibi silaj katkıları geliştirilmiştir (Henderson 1993).

2.3.5.6.4. Biyolojik katkılar

Silaj katkı maddeleri silolama sürecindeki oluşabilecek bazı riskleri azaltmak ve silajın besleme değerini artırmak amacıyla kullanılmaktadır. İdeal bir silaj katkı maddesinin, kullanımının kolay ve risksiz olması, çiftlik makinelerinde ve silolarda aşınmaya neden olmaması, çevreyi kirletmemesi, KMK'yı artırması, silaj fermantasyonu esnasında oluşabilecek ikincil bir fermantasyonu engellemesi, silajın hijyenik kalitesini artırması, ruminantlarca silajın kullanım etkinliğini yükselterek silajın besleme değerini artırması ve ekonomik olması gerekmektedir. İdeal bir silaj katkı maddesinin birçok özelliğine sahip olan biyolojik silaj katkı maddeleri LAB ve enzimler ya da bu ikisinin kombinasyonundan oluşur. Bu katkılar doğal MO popülasyonuna ilave substrat sağlamak ya da LAB popülasyonunu artırmak amacıyla kullanılırlar (Henderson 1993; Weinberg ve Muck 1996; Filya 2006).

2.3.5.6.4.1. Enzimler

Enzim prepatları kullanımının başlıca amacı silolanan materyalin hücre duvarlarını yıkımlamak bakteri fermantasyonu için ilave SÇK açığa çıkarmak ve ayrıca bitki hücre duvarlarının ön yıkımını sağlayarak silajın sindirilebilirliğini artırmaktır. Silajların hücre duvarları bileşimlerinin yıkımlanmasında enzimlerin etkileri genellikle laboratuarlarda NDF, asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF), selüloz ve hemiselüloz değişimleri temeline göre tespit edilmektedir (Henderson 1993; Jones 1995). Silajda bitki hücre duvarlarının bitki enzimleriyle doğal degradesyonu sonucu hemiselülozun % 35'i ve selülozun % 5'i parçalanabilmektedir (Jones 1995). Bununla beraber enzimler için optimum pH'ın 4-5 arasında olmasından dolayı, pH'nın henüz düşmediği silolamanın başlangıç aşamasında enzimlerin LAB için yeterli substratı sağlayamayacağı ve bu yüzden de enzimlerin asıl etkisinin silolamanın ilk haftasından sonra olması beklenebilir (Henderson 1993; Jones 1995).

2.3.5.6.4.2. Bakteri inokulantları

Bakteri inokulantlarının silaj katkı maddesi olarak dünyanın birçok bölgesinde yaygın bir şekilde kullanılmasının nedeni sadece onların kullanımındaki uygunluk ya da kolaylık değil aynı zamanda silaj fermantasyonu esnasında ki mikrobiyal olayları kontrol etmesi beklentisinden dolayı olmaktadır. Laktik asit bakterilerinin başlıca fonksiyonları silajda yoğun bir LA üretimi ve pH değerinde hızlı bir düşüş temin etmek için silajlık materyaldeki SÇK'nın hızlı ve etkili bir şekilde kullanımını sağlamaktır. Ayrıca, bakteri inokulantlarının muamele edildikleri silajlarda AS'yi geliştirmeleri ve bu silajla yemlenen hayvanlarda performansı da olumlu yönde etkilemeleri istenilen hususlardandır (Weinberg ve Muck 1996).

2.3.5.6.4.2.1. Bakteri inokulantlarında kullanılan bakteri türleri, inokulasyon oranı ve bakteri inokulantlarının kullanımları

Silaj inokulantları HM LAB inokulantından beklenen birçok kriterleri tek başına karşılayabilen *Lactobacillus plantarum* türünü (LP) tek başına içerdiği gibi, silolanacak materyalin çeşidi, nem içeriği, pH değerleri, silolama esnasında oluşan ısı, bakterilerinin gelişim hızları gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak diğer LAB türlerini de içerebilmektedir. Bu amaçla LP türü ile birlikte en çok *E. faecium*, *L. acidophilus*, *P. acidilactici* ve *P. pentosaceus* türleri kullanılmakta ve birçok inokulant birden fazla LAB türünü ya da aynı türün birkaç hattını beraber ihtiva etmektedir (McDonald 1981; Henderson 1993; Muck 1996; Kung 2001). Bakteri inokulantları inokulantlarda yalnız kullanılabilirdiği gibi ilave SÇK açığa çıkarmak için enzimlerle kombinasyon halinde de kullanılmaktadır.

Bakteri inokulantları önceleri sadece HM LAB'ı içerirken, silajın AS'sini artırmak amacıyla son yıllarda HM LAB olmayan bazı MO'ları da içermektedir. Bu amaçla bakteri inokulantlarında *propionibacteria* grubu MO'lar glukoz ve LA'yı, LA'dan daha fazla antifungal etki gösteren Aa ve PA'ya dönüştürmek, HT LAB olan LB ise silajın Aa ve PA içeriğini artırmak için kullanılmaktadırlar (Kung 2001). Bakteri inokulantlarında yaygın kullanılan bazı bakteri türleri ve kullanım amaçları Çizelge 2.4'de verilmiştir.

İnokulantlarda kullanılan inokulasyon oranı genellikle 10^5 - 10^6 kob/g arasında değişmektedir. Bu miktarda ki LAB'ın bir çok durumda silajlık materyaldeki doğal popülasyonu baskılayarak silajda hakim popülasyon olması için yeterli olduğu kabul edilir (Henderson 1993; Weinberg ve Muck 1996).

Ticari mikrobiyal inokulantların çoğu toz ya da granüler formda kalsiyum karbonat, yağsız süt tozu, sükröz ya da diğer dolgu maddeleriyle karıştırılmış olarak satılmakta ve silajlık materyale katı ya da sıvı formda uygulanmaktadırlar. Kuru formda kullanılan inokulantlar silaj materyaline elle ya da makinelerle püskürtme

şeklinde uygulanabilirler. Sıvı formda kullanılan inokulantlar kullanımlarından hemen önce sulandırılırlar. Sulandırma amacıyla kullanılan sudaki klor miktarı 1.5-2.0 ppm'i geçmemelidir. İnokulantlar sulandırıldıktan sonra 24-48 h. içinde kullanılmalıdır. Aksi halde bakteri sayısı hızla azalır. Ayrıca paketi açılmış inokulantların mümkün olduğunca hızlı kullanılması gerekmektedir. Kuru maddesi yüksek silajlarda (>%55) fermantasyonun kısıtlanacağından dolayı sıvı formda inokulant uygulaması daha başarılı olmaktadır (Muck 1988). Bazı inokulantların optimum muhafazası için buzdolabı yada derin dondurucular gerekir. Nem, O₂ ve direk güneş ışığı inokulanttaki MO sayısını azaltabilir (Kung 2001).

Çizelge 2.4. Silaj inokulantlarında yaygın kullanılan bakteriler ve kullanım amaçları

Bakteri	Bakteri Tipi	Kullanım Amaçları	Başlıca ürünleri
<i>Lactobacillus plantarum</i>	HM LAB	hızlı LA üretimi, yüksek asit toleransı	LA
<i>Pediococcus acidilactici, cerevisiae</i>	HM LAB	hızlı LA üretimi, Lactobacilluslara göre hızlı gelişim, bazı hatlarının serin koşullarda hızlı gelişimi ve osmotoleranslarının iyi oluşu	LA
<i>Enterococcus faecium</i>	HM LAB	hızlı LA üretimi, Lactobacilluslara göre hızlı gelişim	LA
<i>Propionibacterium shermanii, jensenii</i>	<i>propionibacteria</i>	antifungal bileşiklerin üretimi	PA, Aa, CO ₂
<i>Lactobacillus buchneri</i>	HT LAB	antifungal bileşiklerin üretimi	PA, Aa, CO ₂ , propanol.

(Kung 2001)

2.3.5.6.4.2.2. Homofermantatif LAB'ın silaj fermantasyonu ve silajın besleme değeri üzerine olan genel etkileri

Silolanacak materyallerde bulunan çeşitli MO'ların faaliyeti sonucu siloda birçok farklı ürün üretilir. Ancak, bu ürünlerinin birçoğunun silajda oluşumu ve mevcudiyetleri istenmez. Kaliteli bir silaj üretimi için fermantasyonda LAB'ın dominant olması gerekmektedir. Silolama işleminde LAB'ın fermantasyonu, silaj pH'sının düşürülmesinde ve sonradan bozulmaya neden olabilecek anaerobik

bakterilerin faaliyetlerinin inhibe edilmesinde ana mekanizmadır (Muck 1996). Silaj yapımında HM LAB'ın kullanımının başlıca sebebi, ortamdaki SÇK'nın hızlı ve etkili bir şekilde LA'ya fermantasyonuyla ortam pH'sının hızlı bir şekilde düşürülmesi ve daha sonra bozulmaya neden olabilecek MO'ların gelişiminin engellenmesidir. Ayrıca, fermantasyonda HM LAB'ın dominant olması halinde silaj materyalinde mevcut olan SÇK'nın en etkin kullanımı sağlandığı gibi, materyalde SÇK miktarı kritik olduğu durumlarda da iyi fermente olmuş bir silaj üretme şansı yükselir (McDonald ve ark. 2002).

Homofermantatif LAB'la silaj materyalinin başarılı bir şekilde inokulasyonu ile temin edilen homolaktik bir silaj fermantasyonu neticesinde sonuç pH'sı ve NH₃-N'u, Aa ve BA içeriği düşük, LA içeriği yüksek ve buna bağlı olarak laktat/asetat oranı yüksek bir silaj elde edilmesi yanında, heterofermantasyonun azalmasından dolayı da % 1-2 dolayında KMK olmaktadır (Weinberg ve Muck 1996).

Kaliteli bir silaj üretimi için homolaktik bir fermantasyonun dominant olması önemli olmakla beraber bu kriter tek başına yeterli bir ölçüt değildir. Özellikle bir inokulantta mevcut LAB sayısının materyaldeki doğal MO sayısından az olduğu durumlarda LAB'ın gelişme hızının doğal MO'dan çok daha hızlı olması gerekmektedir. Ayrıca, inokulantlarda kullanılan bakterilerin hızlı gelişimleri ile temin edilebilecek silaj pH'sındaki hızlı bir düşüş, bitki proteazlarını inaktive ederek proteinlerin yıkımını kısıtladığı gibi *clostridia* ve enterobakteri gibi istenilmeyen anaerobik MO'nun silodaki gelişmelerini engelleyerek silajdaki NH₃-N'nun daha az olmasını da temin eder (Muck 1988, Muck 1996).

Homofermantatif silaj inokulantlarıyla yapılan çalışmaların çoğunda silaj fermantasyonunda sağlanan genel gelişmeler inokulantın kullanıldığı bitki türüne göre değişmektedir. Özellikle mısır silajına inokulant ilavesiyle yapılan çalışmaların sonuçlarının tutarsız olduğu ve bu çalışmaların sadece %40'da fermantasyonda olumlu gelişmeler tespit edildiği bildirilirken, baklagil ve çayır otlarına bakteriyel inokulant ilavesiyle yapılmış çalışmaların %66'da fermantasyonda olumlu gelişmeler sağlandığı bildirilmiştir (Muck 2000).

Homofermantatif LAB'ın silajdaki en önemli etkilerinden biri KMK üzerine olmakta HM LAB ilavesiyle KMK, mısır silajında ortalama % 1-2, baklagil ve çayır otu silajlarında ise % 2-3 artmaktadır (Muck 1996, Muck 2000). İnokulant kullanımıyla fermantasyon ürünlerindeki değişimin bir sonucu olarak KMK'daki artış beklenen bir durumdur. Çünkü şekerlerin homolaktik fermantasyonu sonucu sadece LA üretildiğinden bu tip fermantasyonda KMK daha fazla olmaktadır. Silolama esnasında arzu edilmeyen biyokimyasal yollarda KMK'nın düşük olmasının başlıca nedeni bu tip fermantasyonda büyük miktarlarda CO₂ üretimidir. Karbondioksit bir gazdır ve çevreye yayılır yani kaybolur. Bu kayıp karbon atomu, dolayısıyla KM kaybı demektir (Kung 2001).

Laktik asit bakterileri bitki hücre duvarı polisakaritlerini hidrolize edemediklerinden dolayı silajın lif muhtevası inokulant kullanımından etkilenmez. İnokulant kullanımıyla silajın lif muhtevasındaki azalma düşük pH'da hemiselülozun asitle hidrolizi dolayısıyladır (Muck 1996; Kung 2001; McDonald ve ark. 2002).

Bakteri inokulantı kullanılmış silajlarda rumen KM ve OM sindirilebilirliği bazı çalışmalarda artarken (Filya 2002a ve b), sözü edilen parametreler bazı çalışmalarda bakteri inokulantı ilavesinden etkilenmemiştir (Filya ve ark. 2004, Polat ve ark. 2005). Bakteri inokulantı katılmış silajlarda oluşan başlıca fermantasyon ürünü LA'dır. Laktik asitin rumende fermente olup ruminatlarca değerlendirilmesi sonucu, silajların rumen KM ve OM sindirilebilirliklerinin arttığı bildirilmektedir (Filya 2002a ve b). Ayrıca, Aa rumen duvarlarından absorbe edildiğinden rumen MO'su için substrat kaynağı olmamaktadır. Bu nedenle fermantasyon sonucu Aa'dan daha ziyade LA oluşumunun rumen MO'su üzerine olumlu bir etkisinin olduğu bildirilmiştir (Muck 1996).

Bakteri inokulantı kullanılmış silajla yemlenen hayvanlarda performansın % 2-4 daha yüksek olduğu ve bu artışların inokulantların silaj fermantasyonu sonucu oluşan ürünler de yapmış olduğu değişikliklerle kıyaslandığında beklenilenden daha fazla olduğu bildirilmiştir (Muck 1996). İnokulantlarla yapılmış 67 çalışmanın % 28'de silaj KMT'sinde; 15 çalışmanın %53'ünde günlük ortalama canlı ağırlık

artışında (GOCAA) ve 36 çalışmanın % 47'sinde süt veriminde (SV) artışlar olduğu bildirilmiştir (Kung 2001).

İnokulant kullanımının AS üzerine etkisinin incelendiği çalışmaların çoğunda AS, HM LAB ilavesinden olumsuz etkilenmiştir (Filya 2002a ve b; Polat ve ark. 2005; Sucu ve Filya 2006). Silajın bozulması sıklıkla mayalar ya da Aa bakterilerince başlatılır. Silajda mayaların gelişimi Aa, PA ve BA gibi uçucu yağ asitlerince (UYA) engellenir ve engellenmenin derecesi düşük pH da daha yüksektir. Çünkü PA'da olduğu gibi, organik asitlerin büyük çoğunluğu antifungal etkilidirler. Silaj ortamında meydana gelen organik asitlerin antifungal etkileri bu asitlerin zincir uzunluğu arttıkça artar. Yani PA'nın antifungal etkisi Aa'dan, BA'nın ki ise PA'dan daha yüksektir (Beck 1978). Homolaktik bir fermantasyonda oluşan başlıca asit LA olup, silajda UYA oluşumundaki biyokimyasal yollar inokulant kullanımıyla engellenir. Silajda UYA düzeylerinin azalmasından dolayı da silajın AS'si düşer. Değininilmesi gereken diğer bir hususta silajda bozulmaya neden olan MO'nun gelişimleri için fermantasyon ürünlerinden ziyade şekerleri tercihen substrat olarak kullandıklarıdır. Bu nedenle inokulant kullanılmış silajlarda fermantasyon sonrası şeker miktarı daha yüksek olduğundan AS daha düşük olur. Dolayısıyla inokulant kullanımıyla fermantasyon sonucunda oluşan pH, LA, Aa, PA, BA ve şeker seviyelerindeki değişime göre AS artabilmekte yada azalabilmektedir (Muck 1996; Archundia ve Bolsen 2001; Kung 2001).

2.3.5.6.4.2.3. Homofermantatif LAB'ın silaj fermantasyonu ve silajın besleme değeri üzerine olan etkileri ile yapılmış çalışmalar

L. plantarum'un yonca (% 32.4 KM), mısır (% 35.0 KM), sorgum (% 27.5 KM) ve buğday (% 25.0 KM) silajlarının kimyasal ve mikrobiyolojik kompozisyonu üzerine etkisini belirlemek amacıyla yapılan çalışmada (Ely ve ark. 1981), farklı silaj materyalleri LP ile 1.0×10^7 kob/g oranında inokule edilerek 55 kg'lık silolarda silolanmıştır. *L. plantarum* ilavesi ile yapılmış yonca ve buğday silajlarının pH'ları

daha düşük, LA içerikleri ise daha yüksek olurken ($P<0.05$), LP ilavesi ile mısır ve sorgum silajlarının pH'sında düşme olmamıştır ($P>0.05$). *L. plantarum* ilavesiyle sorgum silajının LA içeriği değişmemiş mısır silajının ise düşmüştür ($P<0.05$). *L. plantarum* ilavesinin KMK üzerine etkisi sadece yonca silajında önemli bulunmuş, LP ilavesiyle yonca silajında KMK artmıştır ($P<0.05$). *L. plantarum* ilavesiyle bütün silajlarda Aa artarken, PA mısır ve sorgum silajlarında artmıştır ($P<0.05$). *L. plantarum* ilavesiyle mısır silajı hariç diğer silajların laktobasilli içerikleri yükselirken, yonca ve buğday silajlarında maya ve küf sayısı azalmıştır. Araştırma sonuçları, HM LAB ilavesi ile yonca ve buğday silajlarının kimyasal kompozisyonunun olumlu yönde etkilendiğini ancak mısır ve sorgum silajları üzerine HM LAB ilavesinin etkisinin önemsiz olduğunu göstermiştir.

Shockey ve ark. (1985) % 45 KM içeren yonca ve % 40 KM içeren mısır'a HM LAB ilavesi ile silajların pH, LA, Aa, $\text{NH}_3\text{-N}$ içerikleri ile mikrobiyal kompozisyonlarının farklı olmadığını bildirmişlerdir. Çalışmada yonca silajında, mısır silajına kıyasla yaklaşık iki kat daha fazla asit üretilmesine rağmen mısır silajında pH düşüş hızı ve son pH değeri ile LA ve Aa içeriği yoncadan daha yüksek olurken, toplam nitrojen içersinde $\text{NH}_3\text{-N}$ 'u ve diğer protein olmayan nitrojenli bileşikler oranı yonca silajında mısır silajından daha yüksek olmuştur ($P<0.001$).

Bolsen ve ark. (1992), ikinci ve dördüncü biçimdeki yoncayı üç farklı olgunlaşma evresinde (geç tomurcuklanma, %10 ve 50 çiçeklenme) biçerek % 2 dekstroza, Biomate (*L. plantarum*, *P. Cerevisiae*, 1.5×10^5 kob/g) ve dekstroza+biomate ile üç farklı mısır çeşidini de Pioneer 1174 (*L. plantarum* ve *E. faecium*) adlı inokulant ile 1.5×10^5 kob/g düzeyinde muamele ederek laboratuvar silolarında silolamışlardır. Doğal MO popülasyonunda yonca'da enterobakteriler, mısırdaki ise enterobakteriler, maya ve küf dominant MO grubunu oluşturmuşlardır. Araştırma sonuçları, dekstroza+biomate ile muamele edilmiş tüm yonca silajlarının diğer muamele gruplarına kıyasla LA içerikleri yüksek, Aa, etanol ve $\text{NH}_3\text{-N}$ içerikleri ile pH değerlerinin düşük ($P<0.05$) olduğu, mısır silajına HM LAB ilavesinin bütün çeşitlerin fermantasyon karakteristikleri ve mikrobiyal kompozisyon üzerine etkisinin önemsiz ($P>0.05$) olduğunu göstermiştir. Homofermantatif LAB'ın

mısır silajının fermantasyon karakteristikleri üzerine etkisiz olmasının nedenleri olarak mısır bitkisinde doğal olarak mevcut olan epifitik LAB sayısının ve fermantasyon karakteristiklerinin yüksek olması (yüksek KM ve SÇK içeriği, düşük tamponlama kapasitesi) gösterilmiştir.

Meeske ve Basson (1998), hamur olum döneminde hasat edilen mısır'ı HM LAB+enzim karışımı inokulantla (*L. plantarum*, *L. bulgaricus* ve *L. acidophilus*+sellüloz ve amilaz) 1×10^6 kob/g düzeyinde muamele ederek 1,5 lt'lik laboratuvar siloları ile 210 lt'lik plastik silolarda silolanmışlardır. İnokulant ilavesinin laboratuvar silolarındaki mısır silajının KM ve *in vitro* OM sindirilebilirlik değerleri ile NDF, HP ve $\text{NH}_3\text{-N}$ içeriklerine etkisi önemsiz olurken, inokulant ilavesiyle silajın pH'sı ve Aa konsantrasyonu yükselmiş, SÇK ve LA içeriği ise düşmüştür ($P < 0.05$). İnokulant ilavesinin plastik silolarda silolanmış silajlar üzerine olan etkisi de laboratuvar silajlarında elde edilen sonuçlara benzer olmuş, inokulant ilavesiyle silaj fermantasyonu gelişmemiştir. Canlı ağırlıkları (CA) 26.4 kg olan 14'er baş merinos kuzu ile yürütülen 60 günlük hayvan denemesinde kuzulara 500 g konsantre yemle *ad libitum* mısır silajı yedirilmiştir. Kontrol ve inokulantlı silajı tüketen kuzuların deneme sonu CA, günlük ortalama silaj KMT ve GOCAA değerleri sırasıyla, 39.8 ve 41.1 kg; 708 ve 784 g; 239 ve 255 g olmuştur ($P > 0.05$). Araştırma sonucunda HM LAB inokulantının fermantasyonda etkisiz olmasının nedeni olarak silolama başlangıcında silajlık mısır materyalindeki doğal LAB sayısının yüksek olması gösterilmiştir. Ayrıca inokulant ilavesiyle fermantasyonda bir gelişme olmamasına ve besi denemesinde performans kriterlerinde inokulant lehine olan farklılığın istatistiksel olarak önemli bulunmamasına rağmen, kontrol ve inokulantlı silajları tüketen kuzuların deneme sonu CA'sındaki 1.3 kg farktan dolayı inokulantlı silajı tüketen grupta kuzu başına besi süresinin 5 gün kısaldığı, besi süresince 2.5 kg konsantre yem ve 5 kg silajın daha az tüketildiği bildirilmiştir.

Caı ve ark (1999), yonca, italyan çimi ve sorgum'u, mısır ve çayır otlarından izole ettikleri *L. plantarum* FG 10 ve *L. casei* FG 1 (LS) ile 1.0×10^5 kob/g düzeyinde inokule ederek laboratuvar silolarında silolanmışlardır. Araştırma sonuçları HM LAB ile inokule edilmiş 3 farklı silajda da kontrol grubuna kıyasla pH, BA, PA, $\text{NH}_3\text{-N}$,

gaz üretiminin düşük, LA ve SÇK içerikleri ile KMK'nın yüksek olduğunu göstermiştir. Ancak her iki HM LAB türü ilavesi ile silajların maya sayıları yükselmiş ve bu silajlar hava ile temasta kontrol gruplarına kıyasla daha hızlı bozulmuşlardır. Bozulmuş silajlardan izole edilen mayaların çoğunluğunun düşük pH'da gelişebildikleri, LA'ya karşı toleranslarının yüksek ancak BA'ya karşı toleranslarının düşük olduğu ve LA'yı asimile edebildikleri bildirilmiştir. Sonuç olarak iki farklı HM LAB'ın da silaj fermantasyonunu geliştirdiği ancak silajda maya gelişimini engelleyemeyerek silajın aerobik bozulmasını artırdıkları bildirilmiştir.

Filya ve ark. (2000), süt olum döneminde hasat edilen buğday'ı soldurmadan ya da soldurarak (% 36.8 ve 42,1 KM) *L. plantarum* ve *E. Faecium* ya da *L. pentosus* içeren 2 inokulantla 1.5×10^6 kob/g düzeyinde muamele ederek laboratuvar silolarında silolamışlardır. Silolar silolamadan sonraki 2, 4 ,7, 16 ve 65. günlerde açılmıştır. Soldurulmuş ve soldurulmamış buğday silajına her iki LAB inokulantı ilavesiyle pH düşüş hızı artmıştır ($P < 0.05$). Altmışbeş günlük fermantasyon süresi sonunda her iki HM LAB inokulantı da soldurulmamış silajların fermantasyon ve AS değerlerini etkilemezken, soldurulmuş materyalden yapılmış silajın AS değerini artırmışlardır. Araştırma sonuçları, HM LAB ilavesi SÇK'nın daha etkin kullanımından dolayı silajın artan SÇK ve LA düzeyi ile azalan UYA içeriğinden dolayı aerobik bozulmanın hızlanabileceğini göstermiştir.

Kurtoğlu ve ark. (2001), *L. plantarum* ve *Streptococcus faecium* içeren Pioneer 1174 adlı bakteriyel inokulant katarak hazırladıkları yonca silajını 6-8 aylık merinos toklulara 42 gün süre ile yedirmişlerdir. Araştırmada toklulara sadece *ad-libitum* yonca silajı verilmiştir. Araştırma sonucunda kontrol ve inokulantlı gruplarda deneme başı ve deneme sonu hayvan başına ortalama CA sırasıyla, 33.96 ve 34.03 kg; 34.60 ve 34.73 kg olarak; ortalama KMT ise sırasıyla, 756 ve 776 g/gün düzeyinde tespit edilmiştir ($P > 0.05$).

Filya (2002a), %36,4 KM'li silajlık mısır materyalini HM LAB (*P. acidilactici*, LP, *E. faecium*) ve HM LAB+enzim karışımı (*P. acidilactici*, LP, *S. faecium*+enzim) inokulantlar ile 1×10^6 kob/g oranında inokule ederek 1,5 lt'lik

laboratuar silolarında silolanmıştır. Elli günlük fermantasyon süresi sonunda LAB ve LAB+enzim içeren inokulantların silajın pH değeri ve KM'si üzerine etkileri önemsiz olurken ($P>0.05$), inokulant ilavesiyle silajların LA, SÇK ve laktobasilli içerikleri yükselmiş, $\text{NH}_3\text{-N}$, Aa, BA ve etanol içerikleri ile maya ve küf sayıları düşmüştür ($P<0.05$). Homofermantatif LAB+enzim karışımı inokulant silajın NDF ve ADF içeriğini düşürürken, her iki inokulatta *in situ* rumen KM ve OM parçalanabilirliğini artırmış, ancak silajların AS'lerini düşürmüşlerdir ($P<0.05$).

Filya (2002b), KM muhtevaları sırasıyla, % 35 ve % 28.1 olan silajlık mısır ve sorgum materyallerini üç farklı HM LAB ile (İnokulant A: *E. faecium*, LP; inokulant B: *P. acidilactici*, LP, *E. faecium*; inokulant C: *E. faecium*) 1×10^6 kob/g oranında inokule ederek 1,5 lt'lik laboratuar silolarında silolanmıştır. Elli günlük fermantasyon süresi sonucunda her üç inokulantta silajların LA içeriği, laktobasilli sayısı ile KM ve OM parçalanabilirliklerini artırmış, Aa, BA, etanol, küf, *clostridia* ve enterobakteria değerleri ile AS'yi düşürmüştür ($P<0.05$). İnokulantların silajların pH, KM, SÇK, NDF, ADF ve ADL değerlerine etkisi ise önemsiz olmuştur ($P>0.05$).

İnokulant (I; *Pediococcus*, *Lactobacillus*, *Enterococcus spp.* 1.25×10^5 kob/g), enzim (E; karboksimetilselülaz, ksilenaz, α -amilaz ve β -glukanaz) ve LAB+enzim karışımının (I+E) arpa silajının fermantasyon özelliklerine, *in situ* KM ve NDF parçalanabilirliğine ve besi sığırlarının performanslarına etkisini tespit etmek amacıyla yapılan çalışmada (Zahiroddini ve ark. 2004) hamur olum döneminde biçilip tarlada soldurulmuş arpa materyali (% 35 KM) laboratuar siloları ile 132 tonluk bunker silolarda silolanmıştır. Laboratuar siloları silolamadan sonraki 0.5, 1, 2, 3, 4, 7, 14 ve 112. günlerde, büyük silolar ise 84. gün açılmıştır. Arpa materyaline LAB ilavesi ile I ve I+E gruplarında pH 3. günde 4.0'e düşerken, kontrol ve E gruplarında ise sırasıyla, 4.2 ve 4.25 olmuştur ($P<0.05$). Son açımında I ve I+E ilave edilmiş silajların SÇK, $\text{NH}_3\text{-N}$ ve Aa içerikleri, pH değeri ile toplam bakteri ve LAB sayıları daha düşük olurken, LA ve KMK ile maya sayısı daha yüksek olmuştur ($P<0.05$). Silajların BA ve PA içerikleri ile KM ve NDF parçalanabilirlikleri muamelelerden etkilenmemiştir ($P>0.05$). Bunker silolarda silolanmış silajlara I ve I+E ilavesinin silajların pH değeri ile NDF, LA ve Aa içeriklerine etkisi önemsiz

($P>0.05$) olurken, I ve I+E ilavesiyle silajların SÇK içerikleri artmış, I+E ilave edilmiş grubun ADF ve $\text{NH}_3\text{-N}$ içerikleri azalmıştır. Yüzoniki gün süreyle yürütülen besi denemesinde I ve I+E ilavesinin danaların KMT ve GOCAA'na etkisi önemsiz olurken, yem değerlendirme katsayısı (YDK) I ve I+E ilave edilmiş silajla beslenen grupta düşmüş, en düşük YDK I+E katılmış silajla beslenen grupta olmuştur ($P<0.05$). Çalışma sonucunda HM LAB ilavesi ile fermantasyon esnasında pH'nın düşüş hızının arttığı, son pH değeri ile Aa ve BA içeriğinin düştüğü ve LA içeriğinin artarak silaj fermantasyonunun geliştiği bildirilmiştir.

Filya ve ark. (2004), silajlık mısır materyalini Pioneer 1188 (LP ve *E. faecium*) ve Maize-All (LP, *P.acidilactici*+enzim) adlı iki inokulantla muamele ederek 30 kg'lık plastik torbalarda silolamışlardır. Her iki inokulant ilavesiyle de silajların fermantasyon özellikleri gelişmiş, ancak *in situ* rumen KM ve OM parçalanabilirlikleri etkilenmemiştir. Yapılan besi çalışmasında kuzulara CA'nın % 2'si düzeyinde konsantre yemle (%16 HP, 2250 kcal/kg ME) birlikte inokulant katkılı mısır silajları *ad libitum* olarak verilmiştir. Araştırma sonuçları inokulant ilaveli silajların kuzuların besi performansına etkilerinin önemsiz ($P>0.05$) olduğunu göstermiştir (Çizelge 2.5).

Çizelge 2.5. Merinos kuzuların 56 günlük besi performansları (n=10)

Performans değerleri	Kontrol	Pioneer 1188	Maize-All
Besi başı CA, kg	25.78	25.73	25.87
Besi sonu CA, kg	35.00	35.44	34.88
Günlük ortalama silaj KMT,g	1159.1	1137.2	1133.2
Yemden yararlanma	7.04	6.56	7.04

Rizk ve ark. (2005), LP'nin 2 hattını içeren inokulantla (Pioneer 11H50) muamele ettikleri yüksek KM'li (% 56) yoncaı laboratuvar ve çiftlik silolarında silolamışlardır. Laboratuvar siloları 0, 2, 4, 8, 16 ve 45. günlerde, çiftlik siloları ise 45.

günde açılmıştır. Laboratuvar silolarıyla yapılan çalışmada, LP ilavesiyle pH'nın düşüş hızı artmış ve silajların pH'sı 2. günde 4.5'a düşerken, kontrol grubunun pH'sı ancak 16. günde 5'in altına düşmüştür. Tüm açımelerde kontrol grubuna kıyasla LP ilave edilmiş silajların pH ve SÇK'sı düşük, LA ve KMK değerleri ise yüksek olmuştur ($P<0.05$). *L. plantarum* ilavesiyle proteoliz hızlanmış ve LP ilave edilmiş silajların çözünebilir protein, protein olmayan nitrojen, nötr ve asit çözücülerde çözünmeyen protein içerikleri yüksek ($P<0.05$) olurken, *in situ* rumen KM, HP ve NDF parçalanabilirlikleri kontrol grubu ile benzer olmuştur ($P>0.05$). Yirmi sekiz süt ineğiyle 10 hafta süreyle yapılan denemede hayvanlar KM'nin % 40'nin inokulantlı ya da inokulantsız yonca silajından oluştuğu tam rasyonlarla yemlenmişlerdir. Deneme sonucunda kontrol ve inokulantlı silajları tüketen gruplarda KMT ile SV sırasıyla, 21.1 ve 19.3 kg ile 43.2 ve 41.1 lt olmuştur ($P>0.05$).

İnokulant ya da çeşitli absorbant maddelerin mısır silajında silo suyu çıkışı ve mısır silajının besleme değeri üzerine etkisini tespit etmek amacıyla yapılan çalışmada (Khorvash ve ark. 2006), % 20 ve 29 KM içeren silajlık mısır materyali farklı seviyede ezilmiş arpa; peynir altı suyu tozu ve kuru melas (% 5, 10, 15); bentonit (% 1); zeolit (% 1); % 0,5 zeolit+% 0,5 kireçtaşı; iki farklı bakteri inokulantı (Biotal: LP ve *Propionic bacteria sp.*, 1×10^5 kob/g; Feedtech; LP ve *P. acidilactici*, 6.7×10^{10} kob/g) ve % 1 zeolit+ Biotal ile muamelele edilerek silolanmıştır. Kuru madde düzeyi %29 olan materyalle yapılan silajlarda silo suyu çıkışı bakımından muameleler arasında önemli farklılıklar olmazken, düşük KM'li mısır'a % 10 ve 15 düzeyinde arpa, %1 zeolit+biotol ya da % 0.5 zeolit+%0.5 kireçtaşı ilaveli grupta silo suyu çıkışı daha az olmuştur ($P<0.05$). Kuru madde içerikleri farklı materyallere melas ve % 0.5 zeolit+kireçtaşı ilavesiyle pH yükselmiştir ($P<0.05$). Denemede kullanılan her iki LAB inokulantının farklı KM içeriğine sahip mısır silajında silo suyu çıkışına ve silajın kimyasal kompozisyonuna (pH, LA, Aa ve $\text{NH}_3\text{-N}$ değerleri) olan etkileri önemsiz olmuştur ($P>0.05$). Düşük KM'li silajlık mısır materyaline katılan katkı maddeleri değerlendirildiğinde, sadece ezilmiş arpa ilavesinin (%10 ve 15) silo suyu çıkışını azalttığı ve silajın besleme değerini artırdığı bildirilmiştir.

Sucu ve Filya (2006), KM içeriği %23.7 olan silajlık mısıru HM LAB (LP, *E.faecium*) ve HM LAB+enzim karışımı (LP, *P. acidilactici*+enzim) ile 1.5×10^6 kob/g düzeyinde inokule ederek 1.5 lt'lik laboratuvar silolarında silolamışlardır. Elli günlük fermantasyon süresi sonunda inokulant ilavesi ile silajların SÇK içerikleri düşerken, Aa içerikleri artırmıştır ($P < 0.05$). Silajların KM, gaz kayıpları, pH, $\text{NH}_3\text{-N}$, BA değerleri ile laktobasilli, maya ve küf sayıları inokulant ilavesi ile değişmezken ($P > 0.05$), LA içeriği LAB+enzim ilave edilmiş grupta düşmüştür. Silajların AS değerleri LAB ilavesiyle düşerken ($P < 0.05$), LAB+enzim ilave edilmiş grupta kontrol grubuna benzer bulunmuştur ($P > 0.05$).

2.3.5.6.4.2.4. Heterofermantatif LAB'ın silaj fermantasyonu ve silajın besleme değeri üzerine olan genel etkileri

Yapılan çalışmaların sonuçları bakteri inokulantlarında yaygın olarak kullanılan HM LAB ile silaj fermantasyonunun geliştiğini, hayvan performansının arttığını ancak silajın AS'sinin olumsuz etkilendiğini göstermiştir (Cai ve ark 1999; Kung 2001; Archundia ve Bolsen 2001; Sucu ve Filya 2006). Silajların AS'lerinin artırılması amacıyla ilk olarak Weinberg ve Muck (1996) silaj inokulantlarında farklı MO'larında kullanılabileceğini bildirmişlerdir. Bu tarihten itibaren silajın besleme değeri ve KM kayıplarını olumsuz etkilemeden kullanılabilecek çeşitli MO'lar ile ilgili çalışmalar yoğunluk kazanmıştır.

Silajın Aa ve PA içeriğini artırarak AS'sini yükseltmek amacıyla bazı silaj inokulantlarında kullanılan *propionibacteria* grubu MO'ların şekerlerin fermentasyonu sırasında beklenenden daha fazla CO_2 gazı üretimine neden olmaları dolayısıyla KM kayıplarını artırmaları ve proteolitik aktivitelerinin yüksek olması sebebiyle silaj inokulantlarında kullanılmalarında bazı kaygılar mevcuttur. Bu kaygıların yanısıra bu MO'lar ile yapılan çalışmalarda *propionibacteria*'nın mutlak anaerob olmaları, gelişimlerinin yavaş olması ve aside toleranslı olmamaları

nedeniyle silaj fermantasyonunda olumlu gelişmeler sağlanamadığı bildirilmektedir (Kung 2001; Filya ve ark. 2006).

Silajın AS'sini artırmada potansiyel taşıyan diğer bir MO, heterolaktik bir LAB olan LB'dir. *L. buchneri*'nin silajda Aa ve PA miktarını artırarak silajın AS'sini yükselttiği bildirilmektedir. *L. buchneri* ayrıca anaerobik koşullarda LA'yı, Aa ve 1,2-propanediol'e de fermente etmektedir (Oude Elferink ve ark. 2001).

L. buchneri'nin ABD'de silaj inokulantı olarak kullanılmasına FDA tarafından 2001 yılında müsaade edilmiştir. Bu nedenle özellikle LB'nin hayvan performansı üzerine etkileri ile yapılmış yeterli miktarda çalışma mevcut değildir. Ancak LB ile yapılmış mevcut çalışmalarda farklı silajlık materyallerin LB ile muamele edilmesinin farklı hayvan türlerinin performansları üzerine olumsuz etkilerinin olmadığı bildirilmiştir (Taylor ve ark. 2002; Ranjit ve ark. 2002; Kung ve ark. 2003).

Lactobacillus buchneri'nin silaj fermantasyonu üzerine olan etkilerinin araştırıldığı 43 farklı çalışmanın değerlendirilmesi sonucunda ise (Kleinschmit ve Kung 2006a), LB ile inokule edilmiş silajlarda pH, LA ve maya sayısının düştüğü, Aa ve AS değerinin ise yükseldiği bildirilmiştir. Homolaktik bir fermantasyonda yüksek olan LA:Aa oranı, LB ilave edilmiş silajların LA içeriklerinin düşük ve Aa içeriklerin yüksek olması sonucu düşmüştür. Heterolaktik bir fermantasyon sonucunda KMK ortalama olarak %1.25 oranında azalmış, ancak KMK'daki bu düşüşün AS'de sağlanan gelişmelerle kıyaslandığında önemsiz olduğu bildirilmiştir.

2.3.5.6.4.2.5. Heterofermantatif LAB'ın silaj fermantasyonu ve silajın besleme değeri üzerine olan etkileri ile yapılmış çalışmalar

Ranjit ve Kung (2000) KM düzeyi %31.3 olan silajlık mısır'ı iki farklı inokulasyon oranında LB (1.0×10^5 ve 1.0×10^6 kob/g); aynı inokulasyon oranında iki

farklı LP hattı (1.0×10^6 kob/g) ve taze materyalin (TM) %0.1'i düzeyinde PA'ya dayılı kimyasal katkı maddesi (PA, amonyum propiyonat, propilen glikol, potasyum sorbat ve sodyum benzoat) ile muamele ederek 20 lt'lik laboratuvar silolarında silolamışlardır. Yüz günlük fermantasyon süresi sonunda silajların pH değerleri, $\text{NH}_3\text{-N}$ 'u ve BA içerikleri muamelelerden etkilenmezken ($P > 0.05$), yüksek düzeyinde LB ilavesiyle silajın Aa içeriği yükselmiş, LP'nin bir hattı ile düşmüştür ($P < 0.05$). Yüksek düzeyde LB ve PA ilavesi silajın LA içeriğini düşürürken, en yüksek LA içeriği kontrol grubunda olmuştur ($P < 0.05$). Silajların küf içerikleri muamelelerden etkilenmezken yüksek dozda LB ilavesiyle maya sayısı azalmış, en yüksek maya sayısı kontrol ve PA katkılı grupta olmuştur ($P < 0.05$). Ayrıca yüksek dozda LB ilavesiyle silajın SÇK içeriği de düşmüştür ($P < 0.05$). Yüksek düzeyde LB katılmış silajda AS değeri en yüksek olurken, kontrol grubunun AS'si en düşük bulunmuştur ($P < 0.05$). Çalışmada kullanılan 2 LP hattı yüksek LA:Aa oranı ve düşük $\text{NH}_3\text{-N}$ gibi homolaktik fermantasyon özelliklerini etkilememişlerdir. Bunun nedeni olarak başlangıçtaki doğal LAB popülasyonunun $7.5 \log_{10}$ kob/g gibi yüksek bir sayıda olmasından dolayı, bu iki LP hattının fermantasyonda hakim duruma geçememeleri gösterilmiştir.

Kung ve Ranjit (2001), KM içeriği % 39.4 olan silajlık arpa materyalini 3 farklı seviyede LB (LB1: 1×10^5 , LB2: 5×10^5 ve LB3: 1×10^6 kob/g) ve enzim kompleksi (β -glukanaz, α -amilaz, ksilenaz ve galaktomannaz), HM LAB+*propionibacterium*+enzim karışımı inokulant (0.5×10^5 LP, 0.5×10^5 *P. Pentosaceus*, 1×10^4 kob/g *Propionibacterium freudenreichii*+enzim) ve TM'nin %0.2'si düzeyinde PA'ya dayılı kimyasal katkı maddesi (PA, Aa, benzoik asit ve sitrik asit) ile muamele ederek laboratuvar silolarında silolamışlardır. Altmış dokuz günlük fermantasyon süresi sonucunda açılan silolardaki silajların LA'sına LB ilavesinin etkisi önemsiz olurken ($P > 0.05$), LB ilavesi ile silajların pH, NDF, ADF, BA ve SÇK değerleri düşmüş, Aa, PA ve etanol içerikleri ise yükselmiştir ($P < 0.05$). Düşük ve orta düzeyde LB ve PA ile muamele edilmiş silajların KMK'ları daha düşük olmuştur ($P < 0.05$). Homofermantatif LAB içeren inokulant ilavesiyle silajın pH'sı, Aa, BA, NDF, ADF, $\text{NH}_3\text{-N}$ ve etanol değerleri düşerken, PA ilave edilmiş grupla birlikte KMK, SÇK ve LA değerleri yükselmiştir ($P < 0.05$). Homofermantatif

LAB içeren inokulant materyalin doğal mikroflorasını baskılayarak homolaktik metabolik ürünler oluşturmaya rağmen bu inokulant da bulunan *propionibacteria* grubu MO'ların diğer MO'lar ile rekabet edememesi sonucu silajın PA düzeyi artmamıştır. Silajların AS'leri LB ve PA ilavesiyle artarken, kontrol grubuna kıyasla HM LAB ilavesiyle düşmüştür. Çalışma sonuçları silaj fermantasyonunda LB'nin baskın olabilmesi için bu bakterinin silajlık materyale 5×10^5 kob/g ya da bu düzeyden daha yüksek oranda uygulanması gerektiğini göstermiştir.

Ranjit ve ark. (2002) iki bölüm halinde yürüttükleri çalışmalarının ilk bölümünde % 38.0 düzeyinde KM içeren silajlık mısır materyaline değişik oranlarda LB ve enzim kompleksi (1.0×10^5 , 2.5×10^5 , 5.0×10^5 ve 1.0×10^6 kob/g) ve HM LAB+*propionibacterium*+enzim karışımı inokulant (LP+P. *Pentosaceus*, 1.5×10^5 kob/g; P. *freudenreichii*, 1.0×10^4 kob/g + enzim) ilave ederek 20 lt'lik laboratuvar silolarında, ikinci bölümde ise % 30 KM'li silajlık mısır'ı 4.0×10^5 kob/g düzeyinde LB+enzim ile muamele ederek veya katkısız olarak 60 tonluk çiftlik silolarında silolanmışlardır. Laboratuvar silolarında silolanmış silajların LA içerikleri LB'nin iki yüksek düzeyinin ilavesi ile düşerken, LB'nin en yüksek iki düzeyinde belirgin olmak üzere silajların Aa içerikleri ile AS değerleri LB ilavesiyle artmış, maya sayıları azalmıştır ($P < 0.05$). Silajların SÇK içeriği LB'nin en yüksek dozu ile düşerken, bütün katkı maddeleri silajların $\text{NH}_3\text{-N}$ içeriklerini azaltmıştır ($P < 0.05$). *L. buchneri* ilavesinin KMK üzerine etkisi önemsiz olurken, KMK HM LAB içeren inokulant ilave edilmiş gruplarda azalmıştır ($P < 0.05$). Silajın AS değeri üzerine HM LAB inokulantının etkisi önemsiz olmuştur ($P > 0.05$). Sekiz aylık fermantasyon süresi sonunda açılan ticari silolarda silolanmış silajların pH, LA, KM, HP, $\text{NH}_3\text{-N}$, NDF ve ADF içerikleri LB ilavesinden etkilenmezken ($P > 0.05$) Aa, PA ve AS değerleri LB ilave edilmiş grupta artmış, maya ve küf sayıları ise düşmüştür ($P < 0.05$). Yirmi baş erkek toklu (35.7 ± 4.7 kg) ile yürütülen hayvan denemesinde toklular 10 günlük alıştırma döneminden sonra deneme silajları ve soya küspesine (SK) dayalı toplam rasyonla 4 hafta süre ile beslenmişlerdir. Deneme sonucunda LB ile muamele edilmiş silajla beslenen tokluların günlük ortalama silaj KMT'si (903 g), kontrol grubu (935 g) ile benzer olurken ($P > 0.05$), inokulant ilaveli grubun GOCAA'sı kontrol grubundan önemli derecede yüksek olmuştur (sırasıyla, 140 ve

83 g) ($P < 0.05$). Araştırma sonuçları HM LAB inokulantının mısır silajının fermantasyon ve AS değerini etkilemediği; LB'nin yüksek iki düzeyi ile maya sayısının azalması, Aa ve AS'nin değerlerinin yükseldiği; tokluların KMT'sinde bir değişme olmamasına rağmen LB ilavesiyle hayvan performansındaki artışın LB ile muamele edilmiş silajların bozulma süresinin daha geç olmasından dolayı olabileceğini göstermiştir.

L. buchneri 40788 ile enzim kompleksinin mısır silajının fermantasyon özellikleri ve AS'si üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada (Taylor ve Kung 2002) yüksek düzeyde KM (% 74) içeren mısır bitkisi 5 farklı seviyede LB (1×10^5 ; 5×10^5 ; 6.6×10^5 ; 1×10^6 kob/g; 1×10^5 LB + 1×10^5 kob/g LP) ve enzim kompleksi (β -glukanaz, α -amilaz, ksilenaz ve galaktomannaz) ile muamele edilerek laboratuvar silolarında silolanmıştır. Silolar silolamadan sonraki 7, 14, 49, 92 ve 166. günlerde açılmışlardır. Farklı düzeylerde LB ilavesinin ilk iki dönemde silaj fermantasyonu üzerine olan etkisi önemsiz olurken, 49. günden sonra açılan silajlarda LB ilavesi ile silajların SÇK içeriği azalmış, Aa içerikleri 6.6×10^5 kob/g düzeyinden daha yüksek dozlarda LB ilave edilmiş gruplarda önemli ölçüde artmıştır ($P < 0.05$). Diğer fermantasyon ürünlerine ve silolamanın son iki döneminde tespit edilen KMK üzerine LB ilavesinin etkisi önemsiz olmuştur ($P > 0.05$). Silajların maya ve küf içerikleri ilave edilen LB'nin artan oranıyla azalmıştır. Son iki açımında tespit edilmiş AS değeri 5×10^5 kob/g'dan yüksek dozlarda LB ile muamele edilmiş silajlarda daha yüksek olmuştur. *L. buchneri*+LP grubunda AS kontrol ve 1×10^5 kob/g düzeyinde LB katılmış gruptan daha yüksek olmuştur. Araştırma sonuçları, LB+LP kombinasyonu ile silajın AS değerinin LB'nin yalnız kullanımına kıyasla daha düşük olduğu; yüksek KM'li mısır silajında silaj fermantasyonunun LB ilavesinden etkilenmediği ancak uzun süreli silolamalarda LB'nin yüksek inokulasyon oranlarının silajın Aa içeriğini ve AS değerini belirgin bir şekilde artırdığını göstermiştir.

Arpa materyaliyle yapılan iki çalışmanın (Taylor ve ark. 2002) ilkinde silajlık arpa materyali 3 farklı seviyede (1×10^5 , 5×10^5 ve 1×10^6 kob/g) LB ve enzim kompleksi (β -glukanaz, α -amilaz, ksilenaz ve galaktomannaz), HM

LAB+*propionibacterium*+enzim karışımı bir inokulant (1×10^4 LP+ 9×10^4 *P. Pentosaceus*+ 1×10^4 *P. freudenreichii* +enzim) TM'nin %0.2'si düzeyinde PA'ya dayalı silaj katkı maddesi (PA, Aa, benzoik asit ve sitrik asit) ile muamele ederek laboratuvar silolarında, ikinci çalışmada ise % 40 KM içeren silajlık arpa materyali 4×10^5 düzeyinde LB 40788+enzim kompleksi ile muamele edilerek 30'ar tonluk silolarda silolanmıştır. Silolamanın 120. gününde açılan laboratuvar silolarında muamelelerin silajların NDF, ADF, nişasta ve SÇK içeriklerine etkileri önemsiz ($P > 0.05$) olurken, PA ilavesi ile silajın pH'sı, LB ilavesiyle LA içeriği düşmüştür ($P < 0.05$) ve silajların Aa ve PA düzeyleri LB'nin farklı dozlarının ilavesi ile yükselmiştir ($P < 0.05$). *L. buchneri* ilavesinin KMK üzerine etkisi önemsiz olurken, HM LAB ilavesi ile KMK azalmıştır ($P < 0.05$). Silajların AS'si LB ve PA ilavesi ile artmış, en yüksek AS değeri yüksek dozda LB katılmış grupta (120 saat) olmuştur ($P < 0.05$). On ay sonra açılan 30'ar tonluk silolardaki arpa silajının maya ve küf sayısına ve fermantasyon ürünlerine LB ilavesinin etkisi önemsiz olmuş, yirmi süt ineğiyle yürütülen denemede muamele grupları arasında KMT, SV, süt yağı, süt proteini ve süt şekeri bakımından farklılıklar önemli olmamıştır ($P > 0.05$).

L. buchneri ve *L. plantarum*'un yalnız yada beraber kullanıldığı bir çalışmada (Weinberg ve ark. 2002) sırasıyla 433 ve 351 g/kg KM içeren silajlık buğday ve mısır materyallerini 0.5×10^6 kob/g düzeyinde bu bakterilerle yalnız yada kombinasyon halinde inokule edilerek 1,5 lt'lik laboratuvar siloları ile 50 lt'lik plastik silolarda silolanmıştır. Üç aylık silolama sonucunda LB ilavesi ile iki ayrı siloda silolanmış buğday silajlarının pH ve Aa'sı artmış, LA ve SÇK'sı ise düşmüştür. ($P < 0.05$). *L. Plantarum* ilavesi, 1,5'lik kavanozlarda silolanmış buğday silajının pH ve Aa'sını düşürürken ($P < 0.05$), LA, SÇK, etanol ve gaz kayıpları ile 50 lt'lik silolarda silolanmış silajın fermantasyon ürünlerini önemli derecede etkilememiştir ($P > 0.05$). *L. buchneri* ilavesi her iki silo tipinde silolanmış mısır silajının kontrol grubuna kıyasla pH ve Aa içeriğini artırmış, LA içeriğini azaltmış ($P < 0.05$), SÇK içeriğini ise etkilememiştir ($P > 0.05$). *L. plantarum*+LB kombinasyonun iki ayrı siloda silolanmış mısır ve buğday silajlarının fermantasyon ürünlerine etkisi tutarlı olmamakla beraber genel olarak LB etkisine benzer olmuştur. Çalışmada LB

ilavesiyle buğday silajında belirgin olmak üzere her iki silajda AS artarken, LP ilavesiyle azalmıştır.

Lactobacillus buchneri ile yapılmış çalışmada (Kung ve ark. 2003), laboratuvar silolarında silolanan % 39 KM'li yoncaya üç farklı dozda LB 40788 (1×10^5 , 5×10^5 ve 1×10^6 kob/g) ve enzim kompleksi, çiftlik silolarında silolanan yoncaya ise *L. buchneri*'nin enzimsiz ticari dozu (4×10^5 kob/g) katılmıştır. *L. buchneri* ilavesiyle silajların pH, $\text{NH}_3\text{-N}$, Aa, PA ve KMK değerleri önemli derecede artarken, etanol seviyesi önemli derecede düşmüştür ($P < 0.05$). Farklı dozlarda LB ilavesiyle Aa içeriğindeki artış dozla doğru orantılı olmuştur Ticari silolarda yapılan çalışmada ise % 43 KM ihtiva eden yoncaya LB'nin ticari dozunun ilavesiyle silajın pH, Aa ve AS değerleri artarken, SÇK ve LA miktarları önemli derecede düşmüştür ($P < 0.05$). Holstein ırkı sağmal inekler ile 6 hafta sürdürülen denemede LB ilavesiyle süt bileşimi (süt yağı, süt proteini, laktoz ve somatik hücre sayısı), YDK ve KMT etkilenmezken ($P > 0.05$) SV önemli derecede artmış ($P < 0.05$), kontrol ve muamele gruplarında ortalama SV sırasıyla, 38.9 ve 40.7 kg/gün olmuştur. Silajlarda maya üremesine rastlanmamıştır. Farklı dozlarda LB ilavesinin silolamanın erken dönemlerindeki (8. gün) Aa içeriğine etkisinin önemsiz ($P > 0.05$) olmasının nedeni olarak LA'nın LB etkisiye Aa, 1,2 propanediol ve etanol'e anerobik dönüşümünün düşük pH'da olması gösterilmiştir.

Filya (2003), mısır (% 23.5 KM) ve sorgum (% 22.2 KM) bitkilerini 1×10^6 kob/g düzeyinde LP, LB ve LP+LB ile inokule ederek 1,5 lt'lik laboratuvar silolarında silolamıştır. Üç aylık fermantasyon süresi sonunda silajların etanol içeriklerine bakteri etkisi önemsiz olurken ($P > 0.05$), LB ilavesiyle mısır ve sorgum silajlarının pH'sı, gaz kayıpları ve $\text{NH}_3\text{-N}$ içerikleri diğer gruplardan yüksek, LA ve SÇK içerikleri ise düşük bulunmuştur ($P < 0.05$). *L. buchneri* ve LB+LP ilavesiyle silajların Aa içerikleri yükselirken ($P < 0.05$), LP ve LB+LP ilavesiyle gaz kayıpları düşmüş ve kontrol grubuna kıyasla LA içerikleri yükselmiştir ($P < 0.05$). *L. plantarum* ilave edilmiş silajların AS'si düşerken, LB ve LB+LP katkılı gruplarda AS artmıştır. *In situ* rumen KM, OM ve NDF parçalanabilirlikleri muamelelerden etkilenmemiştir. Araştırma sonuçları LB'nin yalnız yada LP ile kombinasyon halinde kullanılması ile

mısır ve sorgum silajlarının AS'sinin arttığını, LB ile LP'nin beraber kullanılması ile silolamanın başlangıcında LA fermantasyonunun hızlandığını, pH'nın düştüğünü ve NH₃-N ile fermantasyon kayıplarının azaldığını ve bu nedenlerle LB ile LP'nin kombinasyon halinde kullanılmasının ayrı ayrı kullanımına tercih edilebileceğini göstermiştir.

Steidlova ve Kalac (2003), LAB'ın silaj fermantasyonu esnasında üretilen ve silajda istenilmeyen çeşitli aminler ve diğer bazı fermantasyon ürünleri üzerine etkisini araştırmak amacıyla beş farklı mısır çeşidini, üç farklı LAB inokulantının (1- LP, 2- LB, 3- LP, *L. casei*, *E. faecium* ve *P. Pentosaceus*), iki farklı düzeyi (5×10^5 ve 5×10^6 kob/g) ile muamele ederek 4 ay süreyle laboratuvar silolarında silolamışlardır. Çalışmada HM ve HT LAB'ın silaj fermantasyonu üzerine beklenen etkileri gözlemlenmemiş, HM LAB ilavesiyle silajın LA içeriğindeki beklenen artış sadece bir çeşitte 5×10^5 kob/g düzeyinde LP ile muamele edilmiş silajda olurken ($P < 0.05$), diğer bir çeşitte en yüksek silaj LA içeriği kontrol grubunda olmuştur. Benzer şekilde HT LAB ilavesiyle silajların Aa içeriğinde ki beklenen artış sadece bir çeşitle olmuştur ($P < 0.05$). Bununla beraber, her üç inokulantında yüksek dozunda belirgin olmak üzere her iki dozunda da silajların tiramin, putresin ve kadaverin içerikleri düşmüştür ($P < 0.05$).

Muck (2004), farklı LAB'ın mısır silajının AS'si, fermantasyon ürünleri ve KMK üzerine etkisini tespit etmek amacıyla üç yıl süreyle yürüttüğü çalışmasında, 327, 458 ve 367 g/kg KM içeren mısır materyalini üç adet standart HM LAB inokulantı (A: *P. Pentosaceus*, *Pr. Jensenii*; B: *L. Plantarum*, *E. Faecium*; C: *L. Plantarum*, *E. Faecium*), bir adet geliştirilmiş HM LAB inokulantı (LP: *L. Plantarum*), iki adet standard heterofermantatif LAB inokulantı (LBA: *L. Buchneri*; LBB: *L. Buchneri*) ve bir adet de heterofermantatif LAB hattı (LBC: *L. Buchneri*) ile muamele ederek laboratuvar silolarında silolamıştır. Bakterilerin silaj fermantasyonu üzerine olan etkileri yıldan yıla değişik olmuştur. Silajların AS'leri bütün yıllarda LBA, 1. yılda LBB, 3. yılda LBC ve LP ilavesi ile artarken ($P < 0.05$) genel olarak HM LAB ilavesiyle silajların AS'leri ortalama 12 saat azalmıştır. Silajların pH'ları bütün yıllarda HM LAB ilavesi ile değişmezken ($P > 0.05$), HT LAB ilavesi ile, 2.

yılda ki LBB grubu hariç, tüm yıllarda kontrol grubundan 0.1-0.3 pH birimi daha yüksek olmuştur ($P<0.05$). Homofermantatif LAB ilavesinin 3. yıldaki A grubunun etanol içeriği hariç silajların tamamında fermantasyon ürünlerine (LA, Aa ve etanol) etkisi önemsiz olmuştur ($P>0.05$), 3. yılda yapılan silajlarda A grubu LAB ilavesiyle silajın etanol içeriği daha yüksek olmuştur ($P<0.05$). Bütün deneme boyunca LBA ve LBC grubu inokulanlarla muamele edilmiş silajların Aa içerikleri yüksek, LA içerikleri ise düşük bulunmuştur ($P<0.05$). *L. buchneri*'nin bir hattının (LBB) ise 1. yıldaki etanol içeriği hariç silajların pH ve fermantasyon ürünlerine etkisi önemsiz olmuştur ($P>0.05$). Birinci yılda yapılan silajlarda LB ilavesiyle silajların maya ve küf sayıları azalırken, C ve LP grubu inokulantların ilavesiyle bu değer yükselmiştir ($P<0.05$). İkinci yılda bütün muamelelerin silajların küf sayısı üzerine etkisi önemsiz olurken ($P>0.05$), LBA grubunun maya sayısı diğer gruplardan düşük olmuştur ($P<0.05$). Üçüncü yılda ise en yüksek maya sayısı LP grubunda bulunurken, *L. buchneri* ilavesiyle silajların maya içerikleri azalmıştır ($P<0.05$). Kuru madde kayıpları üzerine muamelelerin etkisi önemsiz olmuştur ($P>0.05$).

Farklı kimyasal ve bakteri inokulantlarının mısır silajının fermantasyon özellikleri ve AS'si üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada (Kleinschmit ve ark. 2005), LP ilavesiyle silajın fermantasyon özelliklerinin geliştiği, ancak maya sayısının artarak AS'nin düştüğü; LB ilavesiyle silajın Aa içeriğinin artarak AS değerinin yükseldiği bildirilmiştir.

Kleinschmit ve Kung (2006b) LB 40788 (4×10^5 kob/g) ve *P. pentosaceus* R1094 (1×10^5 kob/g) kombinasyonunun mısır silajının fermantasyon ve AS'sine etkisini belirlemek amacıyla % 37 düzeyinde KM içeren silajlık mısırı 20 lt'lik laboratuvar silolarında silolamışlar ve siloları silolamadan sonraki 14, 28, 42, 56, 70, 282 ve 361. günlerde açmışlardır. Çalışmada 14. günde açılan silolarda bakteri ilavesiyle KMK azalırken ($P<0.05$), diğer altı açım dönemindeki silajlarda bakteri ilavesinin KMK üzerine etkisi önemli olmamıştır ($P>0.05$). Bakteri ilavesinin silajın LA içeriğine olan etkisi bütün açımarda, Aa içeriğine olan etkisi ise ilk üç açımda önemsiz olurken ($P>0.05$), silajların *1,2-propanediol* ve Aa düzeyleri 56. günden sonra açılan silajlarda bakteri ilavesiyle artmıştır ($P<0.05$). Bakteri ilavesi ile genel

olarak bütün dönemlerde silajın SÇK içeriği düşerken, etanol içeriğini yükselmiştir ($P<0.05$). Kırk iki, 56, 70 ve 282 günlerde açılan bakteri ilaveli silajların maya içeriği azalmış ancak maya sayısındaki azalma ile AS değeri artmamış, sadece 361. günde açılan silajların AS'si bakteri ilavesiyle daha yüksek bulunmuştur ($P<0.05$). Ayrıca silajın Aa içeriği 56. günden sonraki açılan silajlarda daha yüksek bulunurken, maya içeriği 42-282 günler arasında açılan silajlarda daha düşük olmuştur. İnokule edilmiş silajlarda yüksek Aa ve düşük maya sayısına rağmen AS'nin yükselmesinde sürekli bir gelişmenin olmaması nedeniyle, silajın aerobik bozulmasında sadece mayaların değil asetik asit bakterileri gibi diğer MO'ların da bozulmaya neden olabileceği ve mısır silajına LB 40788 ve *P. pentosaceus* kombinasyonunun ilavesiyle 1,2-propanediol konsantrasyonu dışındaki bir çok fermantasyon ürününün uzun süreli silolamada bile değişmediği bildirilmiştir.

3. MATERYAL VE METOT

Mevcut çalışma iki bölüm halinde yürütülmüştür. Birinci bölümde HM ve HT LAB'ın farklı inokulasyon oranlarının mısır silajının kimyasal kompozisyonu üzerine etkisini araştırmak amacıyla 1.5-2.0 cm ebatlarında parçalanmış silajlık mısır materyali HM ve HT LAB içeren iki bakteri inokulantının üç'er düzeyi ile muamele edilerek laboratuvar silolarında silolanmıştır.

İkinci bölümde ise HM ve HT LAB inokulantlarının hayvan performansı üzerine olan etkilerini belirlemek amacıyla silaj materyali her iki LAB inokulantı ile 1.0×10^6 kob/g düzeyinde muamele edilerek balyalanmış ve altı kat plastik streç film ile sarılarak silolanmıştır. Balyalar kontrol, HM LAB ve HT LAB grupları için 2'şer adet yapılmış, muamelelerin hayvan performansına etkisini belirlemek amacıyla 33 baş Konya merinosu dişi toklu 14'er günlük 3 dönem halinde toplam 42 gün süre ile bu silajlarla yemlenmişlerdir.

3.1. Materyal

Silaj Materyali: Silaj materyali olarak Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsünde silajlık amaçlı yetiştirilen, süt olum dönemi sonunda hasat edilmiş mısır bitkisi (*Zea mays*) kullanılmıştır. Silolamadan hemen önceki taze mısır materyaline ait kimyasal özellikler Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Laktik asit bakteri inokulantları: Denemede HM LAB içeren 1132 (Pioneer® Hi-Bred, Int., Inc., USA) ile HT LAB içeren 11A44 (Pioneer® Hi-Bred, Int., Inc., USA) adlı bakteri inokulantları kullanılmıştır. Deneme öncesi bakteri inokulantlarının içerdiği bakteri sayısı tespit edilmiştir. Sonuçlar üretici firmanın bildirdiği değerlere benzer bulunduğundan inokulantların kullanımında bu değerler kullanılmıştır. Bakteri inokulantlarının içerdiği MO'lar ile toplam bakteri sayıları;

Çizelge 3.1. Laboratuvar silolarında ve balyalarda silolanmış taze mısır'ın kimyasal özellikleri¹

	KM	pH	LA	SÇK	Aa	PA	BA
Laboratuvar silosu	28,5	5,79	0,05	7,65	0,24	0,04	0,02
Balya	26,6	5,83	0,34	8,71	0,13	0,04	0,02

¹: KM ve pH dışındaki özellikler KM'de % olarak verilmiştir.

KM: kuru madde; LA: laktik asit; SÇK: suda çözünebilir karbonhidrat; Aa: asetik asit; PA: propiyonik asit; BA: bütirik asit

Pioneer 1132: Homofermantatif laktik asit bakterileri olan *Enterococcus faecium* ve *Lactobacillus plantarum* türlerini içeren bakteri inokulantının gramında bulunan bakteri sayısı üretici firmanın bildirdiğine göre 1.25×10^{11} kob/g'dır. Her iki denemede de HM LAB olarak kullanılmıştır.

Pioneer 11A44: Heterofermantatif laktik asit bakterisi olan *Lactobacillus buchneri*'yi içeren bakteri inokulantının gramında bulunan bakteri sayısı üretici firmanın bildirdiğine göre 1.0×10^{11} kob/g'dır. Her iki denemede de HT LAB olarak kullanılmıştır.

Laboratuvar silosu: Farklı bakteri dozlarının mısır silajının kimyasal kompozisyonuna etkisini belirlemek amacıyla silajlık mısır materyali 1.5 lt'lik kavanozlarda silolanmıştır.

Balya makinesi: Hayvan denemesinde kullanılan balya silajlarının yapımında Ilgın Şeker Fabrikasına ait balyalama ve sarma ünitelerine sahip kombine mısır balya makinesi (Göweil, Maschinenbau GmbH) kullanılmıştır.

Hayvan Materyali: Denemede hayvan materyali olarak CA'ları 38.43 ± 2.15 kg olan 8-10 aylık yaşta 33 baş Konya merinosu dişi toklu kullanılmıştır.

Kesif yem karması: Denemede kullanılmış kesif yem karması Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü bünyesinde mevcut olan yem ünitesinde

hazırlanmıştır. Araştırmada kullanılan kesif yem karışımının hammadde ve hesaplanmış besin maddesi kompozisyonları Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Denemede kullanılan kesif yem karışımının hammadde ve hesaplanmış besin maddeleri kompozisyonları

Hammaddeler	%
Mısır	25
Çavdar	25
Arpa	20
Ayçiçeği küspesi	15
Soya küspesi	10
Mermer tozu	3
Melas	1
Di kalsiyum fosfat	0,5
Tuz	0,25
Vit-Min Karması	0,25
Toplam	100
Hesaplanmış Besin Maddeleri	
Kuru Madde, %	89,2
Ham protein, %	16,1
Metabolik enerji, kkal/kg	2550
Ham selüloz, %	6,4
Kalsiyum, %	1,30
Toplam fosfor, %	0,51

3.2. Metot

3.2.1. Laboratuvar silolarında mısırın silolanması

Laboratuvar silolarıyla yapılan çalışmada biri katkısız, diğerleri üç’er farklı düzeyde iki farklı LAB katılmış toplam yedi adet silaj grubu oluşturulmuş, her silaj grubu için 4’er adet olmak üzere toplam 28 kavanoz silaj yapılmıştır (Çizelge 3.3).

Çizelge 3.3. Laboratuvar silolarında silolanmış silaj adedi

	Kontrol	HM4	HM5	HM6	HT4	HT5	HT6
Kavanoz adedi	4	4	4	4	4	4	4

HM4: Pioneer 1132, 1×10^4 kob/g; HM5: Pioneer 1132, 1×10^5 kob/g; HM6: Pioneer 1132, 1×10^6 kob/g;
HT4: Pioneer 11A44, 1×10^4 kob/g; HT5: Pioneer 11A44, 1×10^5 kob/g; HT6: Pioneer 11A44, 1×10^6 kob/g

Silolama yapılmadan önce laboratuvar silosu olarak kullanılan kavanozların alabilecekleri parçalanmış mısır miktarı 1700 g olarak belirlenmiş ve kavanozların her birinde 1700 ± 20 g (323 ± 3.8 g KM/1L) silaj materyali silolanmıştır.

Bakteri inokulantlarının her biri silajlık materyale 1.0×10^4 , 1.0×10^5 ve 1.0×10^6 kob/g düzeyinde katılmışlardır. Bakteri inokulantları parçalanmış mısır materyaline aşağıdaki şekilde uygulanmıştır.

1. grup (kontrol): 8 kg parçalanmış mısır bitkisi üzerine 20 ml klorsuz su püskürtülmüştür.

2. grup (HM4: 1.0×10^4 kob/g): 1132 adlı inokulanttan 0,64 mg tartılarak 20 ml klorsuz suyla iyice karıştırılmış ve 8 kg parçalanmış mısır bitkisi üzerine homojen bir şekilde püskürtülmüştür.

3. grup (HM5: 1.0×10^5 kob/g): 1132 adlı inokulanttan 6,4 mg tartılarak 20 ml klorsuz suyla iyice karıştırılmış ve 8 kg parçalanmış mısır bitkisi üzerine homojen bir şekilde püskürtülmüştür.

4. grup (HM6: 1.0×10^6 kob/g): 1132 adlı inokulanttan 64 mg tartılarak 20 ml klorsuz suyla iyice karıştırılmış ve 8 kg parçalanmış mısır bitkisi üzerine homojen bir şekilde püskürtülmüştür.

5. grup (HT4: 1.0×10^4 kob/g): 11A44 adlı inokulanttan 0,8 mg tartılarak 20 ml klorsuz suyla iyice karıştırılmış ve 8 kg parçalanmış mısır bitkisi üzerine homojen bir şekilde püskürtülmüştür.

6. grup (HT5: 1.0×10^5 kob/g): 11A44 adlı inokulanttan 8 mg tartılarak 20 ml klorsuz suyla iyice karıştırılmış ve 8 kg parçalanmış mısır bitkisi üzerine homojen bir şekilde püskürtülmüştür.

7. grup (HT6: 1.0×10^6 kob/g): 11A44 adlı inokulanttan 80 mg tartılarak 20 ml klorsuz suyla iyice karıştırılmış ve 8 kg parçalanmış mısır bitkisi üzerine homojen bir şekilde püskürtülmüştür.

Laboratuar silosu olarak kullanılan kavanozlar silolamanın ardından oda sıcaklığında ($25 \text{ }^\circ\text{C} \pm 3$) muhafaza edilmiş ve silolamadan sonraki 42. gün açılmışlardır.

3.2.2. Balya silajların yapılması

Araştırmada kullanılan silajlık mısır bitkisi tek sıra mısır silaj makinesi ile 1.5-2.0 cm boyutlarında hasat edilmiş ve 7,6 ton parçalanmış silajlık materyal Iğın şeker fabrikasında kombine mısır balya makinası ile her biri ortalama 1056 ± 24 kg'lık 7 adet balya yapılarak altı kat plastik streç film ile sarılıp silolanmıştır (Çizelge 3.4).

Çizelge 3.4. İki farklı LAB inokulantı katılmış balya silajları adedi

	Kontrol	HM LAB	HT LAB
Balya adedi	3	2	2

HM LAB: Homofermantatif LAB, 1.0×10^6 kob/g (Pioneer 1132).

HT LAB: Heterofermantatif LAB, 1.0×10^6 kob/g (Pioneer 11A44)

Bakteri inokulantları silajlık mısır materyaline silolama esnasında 1.0×10^6 kob/g düzeyinde uygulanmıştır. Silaj materyali balya makinesinde aşağıdaki şekilde silolanmıştır.

1. grup (kontrol): Balya makinesinin haznesine dökülmüş 2.2 ton silaj materyaline 4 lt su püskürtülmüştür. Balyalamadan sonra makinenin haznesi temizlenmiştir.

2. grup (11A44): Balya makinesinin haznesine 2.2 ton silaj materyali dökülmüş, 11A44 adlı inokulanttan 22 gr tartılarak 4 lt klorsuz suyla iyice karıştırılmış ve bir pülverizatörle homojen bir şekilde silaj materyaline püskürtülmüştür. Balyalamadan sonra makinenin haznesi temizlenmiştir.

3. grup (1132): 1. ve 2. grup balyalar yapıldıktan sonra bir balya silaj makinesinden boş geçirilmiştir. Daha sonra kalan 2.2 ton silaj materyali balya makinesinin haznesine dökülmüş ve 1132 adlı inokulanttan 17,6 g tartılarak 4 lt klorsuz suyla iyice karıştırılmış ve bir pülverizatörle homojen bir şekilde silaj materyaline püskürtülmüştür.

Balya silajlarının yapımı hasat işleminden itibaren 4 saat içerisinde tamamlanmıştır. Balya yapımı esnasında alınan ve soğuk zincirle Enstitüye getirilen taze materyalde hemen KM analizi yapılmış, diğer analizler için yeterli miktarda taze materyal derin dondurucuda -20°C 'de muhafaza edilmiştir.

3.3.3. Laboratuvar analizlerinin yapılması

Silolamadan hemen önceki taze materyalin ve silolamadan sonraki 42. günde açılan silajların tamamının KM düzeyleri, 65°C 'de 48 saat kurutma ile tespit edilmiştir. Silajların pH'sını belirlemek için 20 g silaj numunesi 180 ml saf su ile bir dk süre ile laboratuvar tipi blender'da homojenize edildikten sonra Watman no.1 filtre

kâğıdından süzölmüş süzöntünün pH'sı, dijital pH metre kullanılarak tespit edilmiştir. Silaj süzöntüsü pH'sı tespit edildikten sonra 5500 devir/dk'da 5 dk santrifüj edilmiş ve 15 ml'lik santrifüj tüplerinde derin dondurucuda -20 °C'de muhafaza edilmiştir. Silajların SÇK, LA ve UYA içerikleri bu süzöntülerde belirlenmiştir.

Silajların SÇK (Dubois ve ark. 1956) ve LA (Barker ve Summerson 1941) içerikleri spektrofotometre'de tespit edilmiştir. Balya silajlarının NH₃-N içeriklerinin tespiti için 40 g dondurulmuş silaj örneğinin 360 ml saf su ile blendır'da bir dk homejenizasyonundan elde edilen 40 ml silaj süzöntüsü kullanılmıştır. Balya silajlarının NH₃-N içerikleri, silaj süzöntüsünün Kjeldahl cihazında yaş yakmaya tabi tutulmadan doğrudan distilasyonu ile belirlenmiştir. Silajların UYA içerikleri (Aa, PA ve BA) gaz kromatografisi cihazında tespit edilmiştir (Supelco 1998).

Taze materyallerin LA, SÇK ve UYA içerikleride silaj numunelerinde olduğu gibi, 20 g taze materyalin 180 ml saf su ile bir dk süre ile laboratuvar tipi blendır'da homojenize edilmesinden sonra elde edilen silaj süzöntüsünde tespit edilmiştir.

3.3.4. Laboratuvar silolarında kuru madde kazanımlarının belirlenmesi

Laboratuvar silolarındaki KMK, 42. gün sonunda kavanozda hesaplanan silaj KM'si ağırlığının, kavanoza konulan taze materyalin KM ağırlığına oranlanması ile hesap edilmiştir (Kleinschmit ve Kung 2006b).

3.3.5. Balya silajlarının aerobik stabilitelelerinin tespiti

Balya silajlarının AS'leri data logger (CR1000 model, Campbell Scientific, Inc., US) kullanılarak tespit edilmiştir. Aerobik stabilitenin tespiti amacıyla

balyalardan alınan 500 g silaj örnekleri gevşek bir şekilde 3 lt'lik kavanozlara konulmuştur. Data logger'ın propları kavanozlardaki silaj kütlesinin geometrik olarak merkezine yerleştirilmiş ve kuruma ve kontaminasyonu engellemek amacıyla kavanozların ağızlarına hava girişine izin verecek şekilde iki kat tülbent bezi konulmuştur. Silaj numuneleri ile çevre sıcaklığı data loggarla her 10 dakikada ölçülerek iki saatte ortalaması alınmıştır. Kavanozlardaki silajların AS'leri, silaj sıcaklığının çevre sıcaklığından 2 °C yükselineye kadar geçen süre olarak belirlenmiştir (Taylor ve Kung 2002).

3.3.6. Hayvan denemesi

Hayvan denemesi Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal araştırma Enstitüsü bünyesindeki Küçükbaş Hayvan Yetiştirme Bölümünde yürütülmüştür. Deneme 12 günlük alıştırmaya döneminin ardından 14'er günlük 3 dönem halinde 42 gün süre ile devam etmiştir.

3.3.6.1. Deneme gruplarının oluşturulması

Araştırma materyalini oluşturan 33 baş Konya Merinosu dişi toklu, enstitüde mevcut 2.5-3 aylık yaşta erken süttten kesilmiş, 8-10 aylık yaşta toplam 90 baş Merinos dişi tokludan CA'ları birbirlerine en yakın olanlardan seçilmiştir. Bu amaçla 90 baş dişi toklu iki gün üst üste 16 saat aç ve susuz bırakılarak 100 g'a hassas elektronik kantarda tartılmıştır. Tartım sonucunda CA'ları birbirine en yakın 33 toklu belirlenmiştir. Denemede hayvan materyali olarak seçilen 33 toklu içerisinde en düşük ve yüksek CA'lar sırasıyla, 37.35 ve 39.50 kg (38.43 ± 2.15 kg) olarak tespit edilmiştir. Toklular ferdi barındırılıp yemlenecekleri 1.7x1.5 boyutlarındaki bölmelere rastgele yerleştirildikten sonra, kontrol ve inokulantlı silajlar ile yemlenecek ve her birinde 11 baş toklunun bulunacağı üç grup kur'a ile

belirlenmiştir. Kur'a ile belirlenen kontrol, HM LAB ve HT LAB gruplarının CA ortalamaları sırasıyla, 38,55; 38,71 ve 38,79 kg olmuştur ($P>0.05$).

3.3.6.2. Ağıştırma d6nemi

Ağıştırma d6nemi 12 g6n s6rm6şt6r. Bu d6nemde deneme hayvanlarının fermente olmuş kaba yeme ağışmalarını sağlamak için bakteri inokulantı katılmamış bir balya, silolamadan sonraki 36. g6n açılarak ferdi b6lmelerde barındırılan toklular 8 g6n s6reyle bu materyal ile yemlenmişlerdir. Ağıştırma d6neminin son 4 g6n6nde kontrol grubundaki toklulara inokulant katkısız mısır silajı, deneme grubu toklulara ise 42. g6nde açılan inokulant katkılı silajlar *adlibitum* yedirilmiştir. Ağıştırma d6neminde toklulara ayrıca CA'larının % 1'i d6zeyinde kesif yem verilmiş, 6nlerinde s6rekli temiz su bulundurulmuştur.

Ağıştırma d6neminin son iki g6n6nde b6t6n toklular 12 saat a ve susuz bırakılarak tekrar tartılmışlardır. Tartım sonucunda 33 toklu içersinde tespit edilen en d6ř6k ve en y6ksek CA'lar sırasıyla, 37,15 ve 40,65 kg ($38,70\pm 3.5$ kg) olarak belirlenmiştir. Gruplar arasındaki CA farklılıklarının 6nemli olup olmadığının tespiti amacıyla yapılan varyans analizinde farklılıklar 6nemsiz olmuş ($P>0.05$) ve hayvanlar 42 g6n s6recek denemeye alınmışlardır.

3.3.6.3. Denemenin y6r6t6lmesi

Araştırma 14'er g6nl6k 6 d6nem halinde 42 g6n s6reyle y6r6t6lm6ştir. Deneme s6resince hayvanlarının CA'ları her periyodun son iki g6n6 tokluların 12'şer saat a ve susuz bırakılıp tartılmasıyla tespit edilmiştir. Araştırmanın 1. (deneme başlangıcı), 14., 28., 42. g6nlerinde CA tartımları yapılarak tokluların CA, silaj ve

kesif yem tüketimleri, silaj ve kesif yem KMT'leri, GOCAA'ını ve YDK'ları dönemler itibariyle belirlenmiştir.

Denemede kesif yem toklulara CA'nın % 1'i düzeyinde günde bir defada verilmiştir. Deneme süresince bütün hayvanlar verilen kesif yemin tamamını tüketmişlerdir. Toklulara mısır silajları da günde bir defada *ad libitum* verilmiştir. Bu amaçla deneme süresince her gün sabah saat 08.30'da yemliklerde bir önceki günden kalan silaj tartılarak toplanmış ve kesif yem karması verilmiştir. Kesif yemin tüketiminin hemen ardından toklulara bir gün önceki silaj tüketimlerinin 0,5 kg fazlası tartılarak verilmiştir. Böylece silaj tüketimi de günlük ve bireysel olarak tespit edilmiştir. Her sabah saat 08.30'da başlanan yemleme iki saat içerisinde tamamlanmıştır. Gün içerisinde hayvanların yemlikleri sürekli kontrol edilmiş ve gerektiğinde ek silaj yemlemesi yapılmıştır. Deneme süresince tokluların önlerinde taze ve temiz içme suyu bulundurulmuştur.

Deneme sonunda gruplarda aşağıdaki parametreler belirlenmiştir:

Deneme başı canlı ağırlığı (DBCA, kg),

Deneme sonu canlı ağırlığı (DSCA, kg),

Toplam canlı ağırlık artışı (TCAA, kg),

Günlük ortalama canlı ağırlık artışı (GOCAA, g),

Günlük ortalama silaj kuru madde tüketimi (GOSKMT, g),

Deneme süresince toplam silaj kuru madde tüketimi (TSKMT),

Günlük ortalama kesif yem tüketimi (GOKYT, g)

Günlük ortalama silaj+kesif yem kuru madde tüketimi (GOKMT, g),

Yem değerlendirme katsayısı (GOKMT / GOCAA)

3.3.7. İstatistiksel analizler

Laboratuar siloları yedi uygulama dört tekerrürlü, balya silajları üç uygulama iki tekerrürlü, hayvan denemesi ise üç uygulama 11 tekerrürlü olarak tesadüf parselleri deneme planında tertiplenmiş, elde edilen sonuçlar bu deneme planına göre analiz edilmiştir. Muamelelerin etkilerinin önemli olup olmadığı varyans analizi, ortalamalar arasındaki farklılıkların tespiti ise LSD (asgari önemli fark) karşılaştırma testi ile yapılmıştır (Düzgüneş ve ark. 1987). Denemede kullanılan matematik modeller aşağıda verilmiştir.

Laboratuar silajlarına ait matematik model:

$$Y_{ik} = \mu + a_i + e_{ik}$$

Y_{ik} =i. Farklı inokulasyon oranlarında bakteri inokulantı katılmış k. grubunun incelenen özellik için gözlem değeri.

μ = genel ortalama

a_i =i. Bakteri inokulantlarının farklı inokulasyon oranlarının etkisi.

e_{ik} = deneme hatası.

Balya silajlarına ait matematik model:

$$Y_{ik} = \mu + a_i + e_{ik}$$

Y_{ik} =i. İki farklı bakteri inokulantı katılmış k. grubunun incelenen özellik için gözlem değeri.

μ = genel ortalama

a_i =i. Bakteri inokulantlarının etkisi.

e_{ik} = deneme hatası.

Hayvan denemesine ait matematik model:

$$Y_{ik} = \mu + a_i + e_{ik}$$

Y_{ik} =i. İki farklı bakteri inokulantı katılmış silajla beslenen k. grubunun incelenen özellik için gözlem değeri.

μ = genel ortalama

a_i =i. Bakteri inokulantlarının etkisi.

e_{ik} = deneme hatası.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI

4.1. Laboratuvar Silolarına Ait Araştırma Sonuçları

Laboratuvar siloları ile yapılan çalışmada HM ve HT LAB içeren iki farklı bakteri inokulantının üç'er farklı inokulasyon seviyesi (1.0×10^4 , 1.0×10^5 , 1.0×10^6 kob/g) ile muamele edilmiş mısır silajlarının 42 günlük fermentasyon sonrası KM, KMK ve pH değerleri ile LA, Aa, PA, BA ve SÇK içerikleri belirlenmiştir. Sonuçlar ve farklı grupların belirlendiği LSD test sonuçları Çizelge 4.1'de; Muamelelerin etkilerinin belirlendiği varyans analiz sonuçları ise Ek Çizelge 1'de verilmiştir.

Muamelelerin 42 günlük fermentasyon sonrasında silajların KM ve KMK'larına etkisi önemsiz ($P > 0.05$) olmuştur. Kuru madde oranı % 27.4 ile HT6 muamele grubunda en düşük, % 28,4 ile HM4 ve HM5 gruplarında en yüksek olurken, KMK oranları % 90.4 ile HT6 muamele grubunda en düşük, % 94.8 ile HM4 ve HM5 gruplarında en yüksek olmuştur. Heterofermantatif LAB'ın yüksek inokulasyon düzeyi (HT6) ile muamele edilmiş grubun KMK'sı kontrol grubuna kıyasla önemli olma temayülü ($P = 0.06$) göstermiş, HT6 grubunun KMK'sı kontrol grubundan yaklaşık olarak % 3.2 daha düşük olmuştur. Ayrıca, Çizelge 4.1'de verilmiş KMK değerleri incelendiğinde silajlık mısırın farklı düzeylerde LB ile muamelesine KMK parametresinin tepkisinin farklı bakteri türlerinde farklı olduğu, HT LAB ile inokule edilen silajlarda artan inokulasyon oranı ile KMK'nın doğrusal olarak azalmasına karşılık, benzer temayül farklı seviyelerde HM LAB ile muamele edilmiş silajlarda görülmemiştir (Şekil 4.1). Farklı seviyelerde HM LAB ile muamele edilmiş gruplarda ortalama KMK % 94.0 olurken, farklı seviyelerde HT LAB ile muamele edilen gruplarda ortalama KMK % 92.2 olmuştur.

Çizelge 4.1. Laboratuvar silolarındaki silajlara ait sonuçlar¹ ($\bar{X} \pm S_x$)

Muamele	KM	KMK	pH	LA	Aa	PA	BA	SCK
Kontrol	28,0±0,32	93,4±1,03	3,74±0,012 ^C	6,90±0,68 ^{ab}	2,06±0,31 ^C	0,06±0,02	0,08±0,02	1,81±0,20 ^A
HM4	28,4±0,32	94,8±1,03	3,75±0,012 ^{BC}	5,87±0,68 ^{bc}	1,72±0,31 ^{CD}	0,03±0,02	0,06±0,02	1,68±0,20 ^{AB}
HM5	28,4±0,32	94,8±1,03	3,78±0,012 ^B	6,49±0,68 ^{bc}	1,50±0,31 ^{CD}	0,02±0,02	0,05±0,02	1,66±0,20 ^{AB}
HM6	27,8±0,32	92,3±1,03	3,75±0,012 ^{BC}	8,51±0,68 ^a	0,96±0,31 ^D	0,04±0,02	0,06±0,02	1,81±0,20 ^A
HT4	28,2±0,32	94,1±1,03	3,75±0,012 ^{BC}	5,91±0,68 ^{bc}	1,86±0,31 ^{CD}	0,06±0,02	0,04±0,02	1,44±0,20 ^{AB}
HT5	27,8±0,32	92,3±1,03	3,76±0,012 ^{BC}	5,30±0,68 ^{bc}	3,80±0,31 ^B	0,05±0,02	0,02±0,02	1,13±0,20 ^B
HT6	27,4±0,32	90,4±1,03	3,82±0,012 ^A	4,60±0,68 ^c	4,81±0,31 ^A	0,06±0,02	0,05±0,02	0,37±0,20 ^C

a, b, c : Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($P < 0.05$)

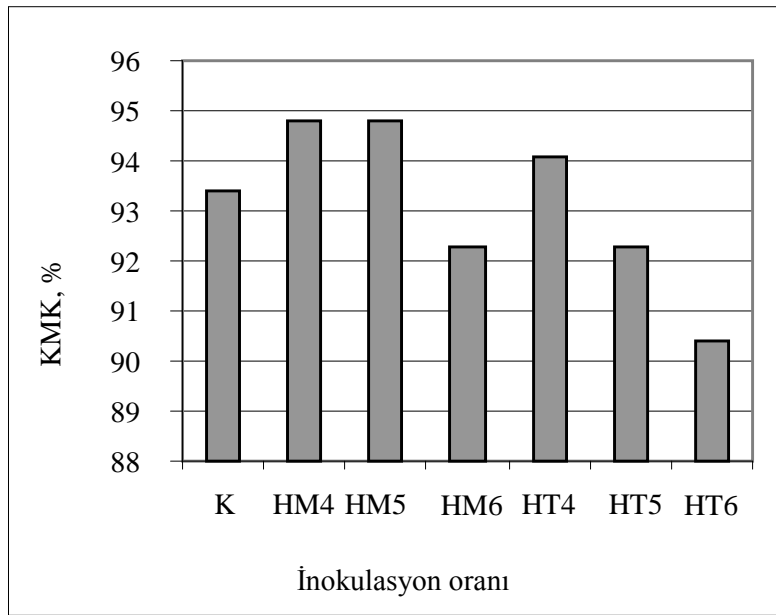
A, B, C : Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($P < 0.01$)

¹: KM, KMK ve pH dışındaki tüm özelliklere ait analiz sonuçları KM'de % olarak verilmiştir

KM: kuru madde; KMK: kuru madde kazanımları, %; LA: laktik asit; Aa: asetik asit; PA: propiyonik asit; BA: bütirik asit; SCK: suda çözünebilir karbonhidrat

HM LAB: Homofermantatif laktik asit bakterileri; HT LAB: heterofermantatif laktik asit bakterisi.

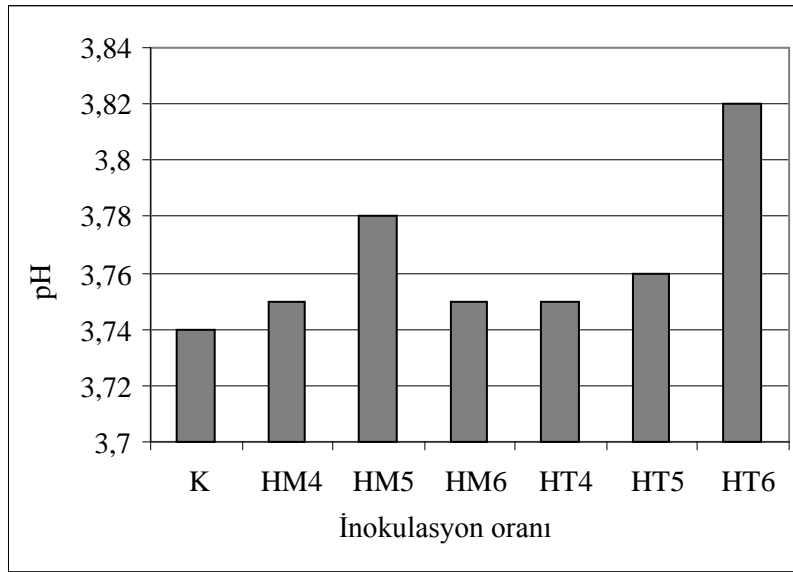
HM4: HM LAB, 1.0×10^4 kob/g; HM5: HM LAB, 1.0×10^5 kob/g; HM6: HM LAB, 1.0×10^6 kob/g; HT4: HT LAB, 1.0×10^4 kob/g; HT5: HT LAB, 1.0×10^5 kob/g; HT6: HT LAB, 1.0×10^6 kob/g



K: kontrol; HM4: HM LAB, 1.0×10^4 kob/g; HM5: HM LAB, 1.0×10^5 kob/g; HM6: HM LAB, 1.0×10^6 kob/g; HT4: HT LAB, 1.0×10^4 kob/g; HT5: HT LAB, 1.0×10^5 kob/g; HT6: HT LAB, 1.0×10^6 kob/g

Şekil 4.1. Homofermantatif ve heterofermantatif LAB'ın farklı inokulasyon oranlarının mısır silajlarının KMK'larına etkisi

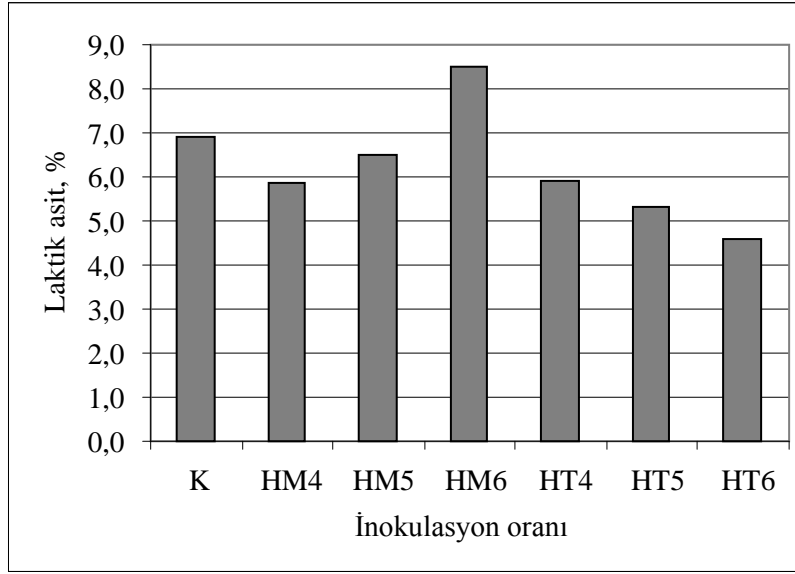
Silajlık mısır materyalinin iki farklı LAB türünün üç'er farklı seviyede inokulasyonundan oluşan muamelelerin 42 günlük fermantasyon sonrasında silajların pH değeri üzerine olan etkileri önemli ($P < 0.01$) olmuştur (Çizelge 4.1). Grupların pH değeri 3.82 ile HT6 grubunda en yüksek olurken, 3.74 ile kontrol grubunda en düşük olmuştur. Muamelelerden HT6 grubunda pH, diğer bütün gruplardan önemli derecede yüksek ($P < 0.01$) olurken, HM5 grubunun pH değeri HT6 grubundan önemli derecede düşük ($P < 0.01$), kontrol grubundan ise önemli derecede yüksek ($P < 0.01$) olmuş, diğer mukayeseler arasındaki farklılıklar ise istatistiksel olarak önemli olmamıştır.



K: kontrol; HM4: HM LAB, 1.0×10^4 kob/g; HM5: HM LAB, 1.0×10^5 kob/g; HM6: HM LAB, 1.0×10^6 kob/g; HT4: HT LAB, 1.0×10^4 kob/g; HT5: HT LAB, 1.0×10^5 kob/g; HT6: HT LAB, 1.0×10^6 kob/g

Şekil 4.2. Homofermantatif ve heterofermantatif LAB'ın farklı inokulasyon oranlarının mısır silajlarının pH'sına etkisi

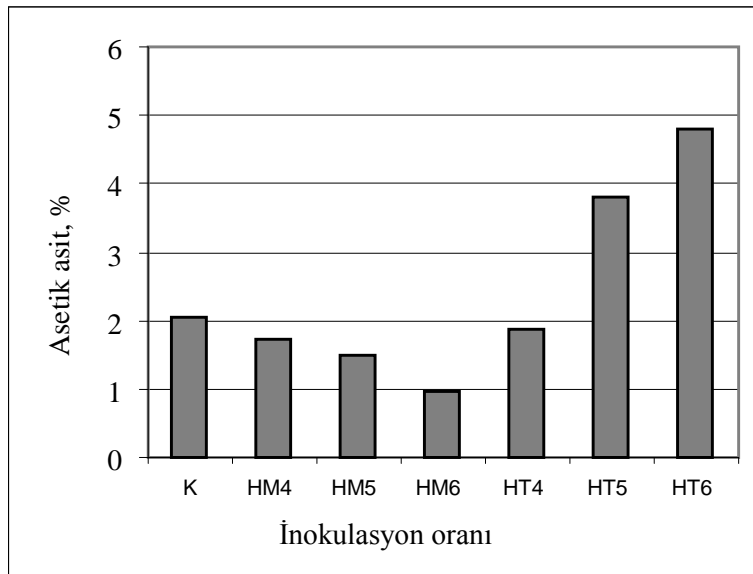
Muamelelerin 42 günlük fermantasyon süresi sonrası silajların LA içeriklerine etkisi önemli ($P < 0.05$) olmuş, en yüksek LA % 8.51 ile HM6 grubunda olurken, en düşük LA ise % 4.60 ile HT6 grubunda olmuştur (Çizelge 4.1). Muamelelerden HM6 grubunda LA, kontrol grubu (% 6.90) dışındaki bütün gruplardan önemli ölçüde ($P < 0.05$) yüksek olurken, HT6 grubunda ise kontrol ve HM6 grubundan önemli derecede ($P < 0.05$) düşük olmuştur. Laktik asit HM6 grubunda kontrol grubundan % 23 daha yüksek, HT6 grubunda ise kontrol grubundan % 49,7 daha düşük olmuştur. Homofermantatif LAB'ın yüksek inokulasyonlu grubu (HM6) dışındaki diğer bütün muamele gruplarının LA içerikleri kontrol grubuna kıyasla rakamsal ya da istatistiksel olarak daha düşük olmuştur (Şekil 4.3).



K: kontrol; HM4: HM LAB, 1.0×10^4 kob/g; HM5: HM LAB, 1.0×10^5 kob/g; HM6: HM LAB, 1.0×10^6 kob/g; HT4: HT LAB, 1.0×10^4 kob/g; HT5: HT LAB, 1.0×10^5 kob/g; HT6: HT LAB, 1.0×10^6 kob/g

Şekil 4.3. Homofermantatif ve heterofermantatif LAB'ın farklı inokulasyon oranlarının mısır silajlarının LA içeriği üzerine etkisi (KM'de, %)

Silaj gruplarının Aa içeriklerinede muamelelerin etkisi önemli ($P < 0.01$) olmuş, Aa seviyesi % 0.96 ile HM6 grubunda en düşük olurken, % 4.81 ile HT6 grubunda en yüksek olmuştur. HT5 ve HT6 gruplarının Aa seviyeleri diğer bütün gruplardan, kontrol grubunun Aa seviyesi ise HM6 grubununkinden daha yüksek olurken, diğer gruplar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli seviyeye ($P < 0.05$) ulaşmamıştır. Silajların bakteri türlerine göre ortalama Aa seviyeleri HM LAB grubunda %1.39 olurken, HT LAB grubunda %3.49 ile diğer grubun 2.5 katı olmuştur. Her iki bakteri türünün de düşük inokulasyon oranlarının (HM4 ve HT4) ve HM5 grubunun, kontrol grubuna kıyasla silajların Aa içeriğine etkisi önemsiz ($P > 0.05$) olmuştur.

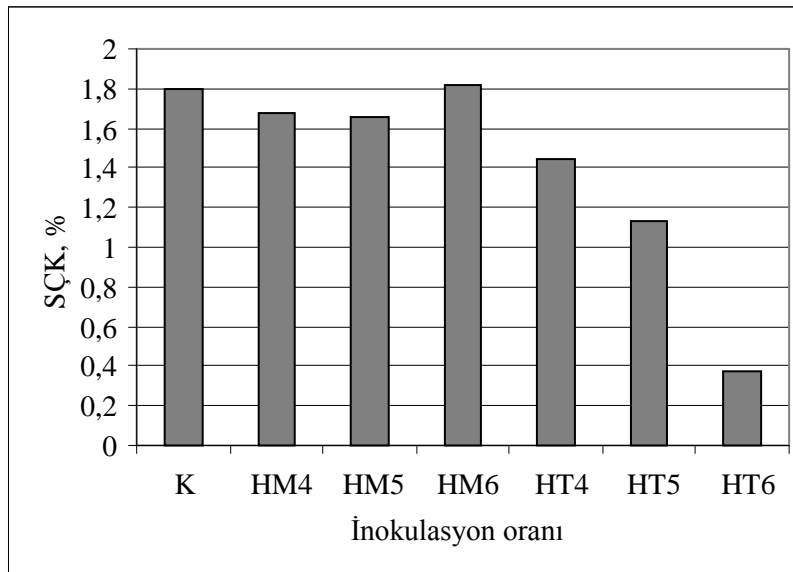


K: kontrol; HM4: HM LAB, 1.0×10^4 kob/g; HM5: HM LAB, 1.0×10^5 kob/g; HM6: HM LAB, 1.0×10^6 kob/g; HT4: HT LAB, 1.0×10^4 kob/g; HT5: HT LAB, 1.0×10^5 kob/g; HT6: HT LAB, 1.0×10^6 kob/g

Şekil 4.4. Homofermantatif ve heterofermantatif LAB'ın farklı inokulasyon oranlarının mısır silajlarının Aa içeriği üzerine etkisi (KM'de, %)

Homofermantatif ve HT LAB'ın üçer farklı inokulasyon düzeylerinin silajların diğer uçucu yağ asitleri içeriklerine (PA ve BA) etkisi önemsiz olmuştur ($P > 0.05$). Çizelge 4.1. incelendiğinde bütün silajların PA ve BA içeriklerinin düşük olduğu görülmektedir.

Muamelelerin 42 günlük fermantasyon sonrası silajların SÇK içeriklerine etkisi önemli ($P < 0.01$) olmuş, SÇK içeriği % 0.37 ile HT6 grubunda en düşük olurken, % 1.81 ile kontrol ve HM6 gruplarında en yüksek olmuştur. Ortalamalar arasında yapılan LSD test sonuçları, HT6 grubunun ortalama SÇK içeriğinin diğer bütün gruplardan, HT5 grubunun ortalama SÇK içeriğinin ise kontrol ve HM6 grubuna ait değerlerden önemli ölçüde ($P < 0.01$) düşük olduğunu göstermiştir (Çizelge 4.1). Diğer gruplar arasındaki SÇK değerleri bakımından farklılıklar istatistiki olarak önemli seviyeye ulaşmamıştır. Heterofermantatif LAB'ın yüksek düzeyi ile muamele edilmiş grubun (HT6) SÇK içeriği kontrol grubunun SÇK içeriğinin ancak yaklaşık 1/5'i kadar olmuştur (Şekil 4.5).



K: kontrol; HM4: HM LAB, 1.0×10^4 kob/g; HM5: HM LAB, 1.0×10^5 kob/g; HM6: HM LAB, 1.0×10^6 kob/g; HT4: HT LAB, 1.0×10^4 kob/g; HT5: HT LAB, 1.0×10^5 kob/g; HT6: HT LAB, 1.0×10^6 kob/g

Şekil 4.5. Homofermantatif ve heterofermantatif LAB'ın farklı inokulasyon oranlarının mısır silajlarının SÇK içeriği üzerine etkisi (KM'de, %)

4.2. Hayvan Denemesine Ait Araştırma Sonuçları

4.2.1. Balya silajlarının özelliklerine ait araştırma sonuçları

Homofermantatif ve HT LAB inokulantları ile inokule edilmiş silajların hayvan performansı üzerine olan etkisini belirlemek amacıyla kontrol, HM LAB ve HT LAB grupları için ikişer adet balya silajı yapılmıştır. Balya silajlarının KM, AS ve pH değerleri ile LA, Aa, PA, BA, SÇK, $\text{NH}_3\text{-N}$ içerikleri belirlenmiş, sonuçlar ile farklı grupların belirlendiği LSD test sonuçları Çizelge 4.2'de; Sonuçların grafik olarak gösterilmesi Şekil 4.6'da; Muamelelerin etkilerinin belirlendiği varyans analiz sonuçları ise Ek Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Balya silajlarına ait sonuçlar ($X \pm S_x$)

Muameleler	KM	pH	LA	Aa	PA	BA	SÇK	NH ₃ -N	AS
Kontrol	25,3±0,53	3,76±0,01 ^b	9,4±1,19	3,68±0,38 ^b	0,14±0,02	0,27±0,08	0,36±0,03	0,26±0,04	83±3,97 ^B
HM LAB	26,3±0,53	3,83±0,01 ^a	10,3±1,19	2,87±0,38 ^b	0,09±0,02	0,12±0,08	0,41±0,03	0,23±0,04	69±3,97 ^B
HT LAB	25,5±0,53	3,85±0,01 ^a	9,1±1,19	5,59±0,38 ^a	0,20±0,02	0,15±0,08	0,25±0,03	0,27±0,04	116±3,97 ^A

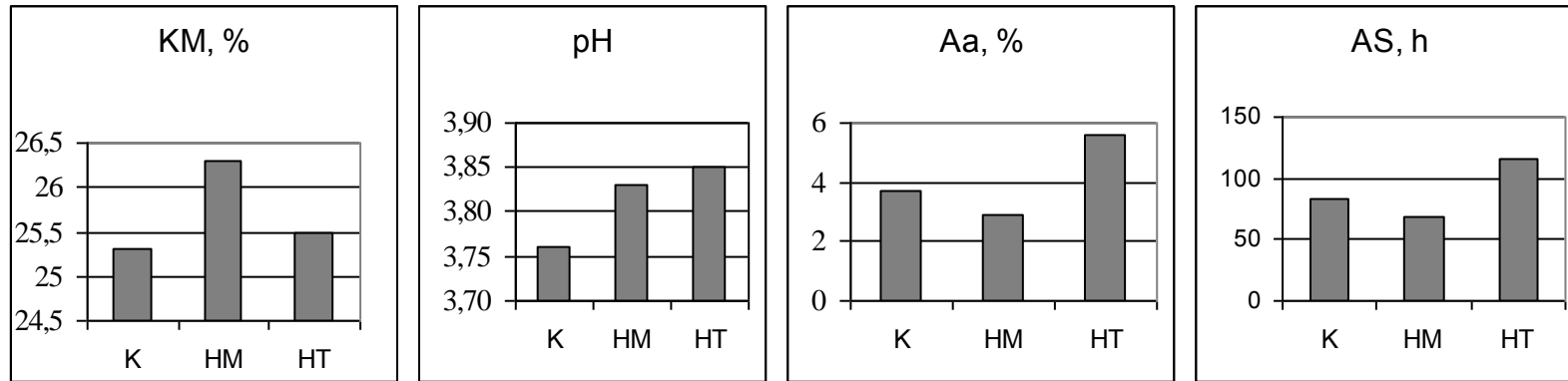
a, b, c : Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($P < 0.05$)

A, B, C : Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($P < 0.01$)

¹: KM ve pH dışındaki tüm özelliklere ait analiz sonuçları KM'de % olarak verilmiştir. KM %, AS saat olarak verilmiştir

KM: kuru madde; LA: laktik asit; SÇK: suda çözünebilir karbonhidrat; Aa: asetik asit; PA: propiyonik asit; BA: bütirik asit; NH₃-N: amonyak azotu; AS: aerobik stabilite

HM LAB: Homofermantatif laktik asit bakterileri; HT LAB: heterofermantatif laktik asit bakterileri



KM; kuru madde; LA; SÇK; suda çözünebilir karbonhidrat; Aa; asetik asit; AS; aerobik stabilite

KM, pH ve AS dışındaki tüm özelliklere ait sonuçlar KM'de %, KM %, AS olarak verilmiştir. HM: homofermantatif LAB; HT: heterofermantatif LAB

Şekil 4.6. Bakteri türlerinin balya silajlarının özellikleri üzerine etkileri

Muamelelerin balya silajlarının KM değerine etkisi önemsiz ($P>0.05$) olmuş, % KM oranı 25.3 ile kontrol ve HT LAB gruplarında en düşük, 26.3 ile HM LAB bakteri çeşidi ile muamele edilen grupta en yüksek olmuştur. Balya silajlarının KM içerikleri silolama öncesindeki taze materyalin KM değerine kıyasla kontrol, HM LAB ve HT LAB grupları için sırasıyla, % 4.9, 1.1 ve 4.1 daha düşük olmuştur.

Muamelelerin balya silajlarının pH değerlerine etkileri önemli ($P<0.05$) olmuş, pH değeri 3.76 ile kontrol grubunda en düşük, 3.85 ile HT LAB çeşidi ile muamele edilmiş grupta en yüksek olmuştur. Homofermantatif ve HT LAB çeşitleriyle muamele edilen silaj gruplarının pH değerleri kontrol grubununkinden önemli ölçüde ($P<0.05$) yüksek bulunmuştur.

Muamelelerin balya silajlarının LA değerlerine olan etkisi % 5 ihtimal seviyesinde önemli olmamış, % LA değeri 9.1 ile HT LAB grubunda en düşük olurken, 10.3 ile HM LAB grubunda en yüksek olmuştur.

Balya silajlarının Aa içeriklerine muamelelerin etkisi istatistiki olarak önemli ($P<0.01$) olmuş, Aa seviyesi % 2.87 ile HM LAB çeşidi ile muamele edilen grupta en düşük, % 5.59 ile HT LAB çeşidi ile muamele edilen grupta en yüksek olmuştur. Heterofermantatif LAB çeşidi ile muamele edilen grubun Aa içeriği, kontrol ve HM LAB çeşidi ile muamele edilmiş silajdan önemli ölçüde ($P<0.01$) daha yüksek olmuştur. Heterofermantatif LAB ile muamele edilen silajın % Aa değeri kontrol grubundan 1.52, HM LAB çeşidi ile muamele edilmiş gruptan ise 1.95 kat daha yüksek olmuştur.

Muamelelerin balya silajlarının diğer UYA (PA ve BA) ve $\text{NH}_3\text{-N}$ içeriklerine etkileri istatistiksel olarak önemli olmamıştır ($P>0.05$). Yüzde KM'de verilen bu değerlerin silajdaki miktarları düşük olmuştur (Çizelge 4.2).

Balya silajlarının SÇK içeriklerine de muamelelerin etkisi istatistiki olarak önemli ($P>0.05$) olmamış, SÇK değeri %0.25 ile HT LAB çeşidi ile muamele edilen grupta en düşük olurken, %0.41 ile HM LAB çeşidi ile muamele edilen grupta en

yüksek olmuştur. Genel olarak her üç grupta fermentasyon sonrası arta kalan SÇK miktarı düşük olmuştur.

Balya silajlarının AS'ne muamelelerin etkisi önemli ($P<0.01$) olmuş, HT LAB ilave edilmiş silajlar hava ile temas sonrası 116 h. stabil kalırken, kontrol grubu silajlar hava ile temas ettikten sonraki 82., HM LAB içeren silajlar ise 69. saatte bozulmuşlardır. Silajlık mısır'a HT LAB ilavesi ile silajın AS'si kontrol ve HM LAB gruplardan sırasıyla, % 41 ve % 68 daha yüksek ($P<0.01$) olmuştur. Kontrol grubuna kıyasla mısır materyaline HM LAB ilavesi ile AS'deki yaklaşık olarak % 19'luk (14 h) azalma ise rakamsal ($P>0.05$) olmuştur.

4.2.2. Tokluların performanslarına ait araştırma sonuçları

Homofermantatif ve HT LAB ile muamele edilerek silolanmış balya silajlarının hayvan performansı üzerine olan etkilerinin belirlenmesi amacıyla katkısız (kontrol) ve HM LAB ya da HT LAB içeren toplam 6 adet balya silajı 33 baş Konya merinosu dişi tokluya yedirilmiştir. Her grupta 11 toklunun bulundurulduğu denemede tokluların performansına ait özellikler Çizelge 4.3'de; Muamelelerin etkilerinin belirlendiği Varyans analiz sonuçları ise Ek Çizelgeler 3-8'de verilmiştir.

Kontrol, HM LAB ve HT LAB ile muamele edilmiş silajlarla beslenen gruplar arasındaki deneme başı, 14., 28. ve 42. günlerde tespit edilen ortalama CA ve deneme sonu TCAA'rı arasındaki farklılıkların önemli olup olmadığının tespiti amacıyla yapılan varyans analiz sonuçları Ek Çizelge 3'de verilmiştir. Tokluların bütün dönemler ve DSCA'rı ile deneme süresince kazandıkları TCAA üzerine farklı bakteri türlerinin etkisi önemsiz ($P>0.05$) olmuştur. Çizelge 4.3 incelendiğinde HT LAB içeren silajla beslenen grubun TCAA'sının (4.75 kg) kontrol grubundan (5.44 kg) yaklaşık olarak % 14,5 daha düşük olmasına rağmen, deneme süresince kontrol grubuna kıyasla HT LAB ile yemlenen gruptaki bu düşük TCAA değeri istatistiksel olarak önemli seviyeye ulaşmayıp rakamsal olmuştur ($P>0.05$).

Çizelge 4.3. Tokluların performansına ait özellikler ($X \pm S_x$).

Özellikler	Kontrol	HM LAB	HT LAB
CA, kg			
Deneme Başı CA	38,62±0,31	38,71±0,31	38,79±0,31
14. gün	40,84±0,39	41,39±0,39	41,10±0,39
28. gün	42,28±0,44	42,56±0,44	42,36±0,44
42. gün	44,06±0,48	44,07±0,48	43,54±0,48
Toplam CAA	5,44±0,44	5,36±0,44	4,75±0,44
GOCAA, g			
14. gün	158±19	191±19	165±19
28. gün	102±18	83±18	89±18
42. gün	127±12	108±12	101±12
0-42. gün	130±10	128±10	113±10
GOSKMT, kg			
14. gün	0,872±0,03	0,908±0,03	0,865±0,03
28. gün	0,896±0,03	0,936±0,03	0,838±0,03
42. gün	0,914±0,04	0,920±0,04	0,826±0,04
0-42. gün	0,894±0,03	0,921±0,03	0,843±0,03
Toplam silaj KMT, kg	37,55±1,17	38,70±1,17	35,41±1,17
GOKYT, kg			
14. gün	0,340±0,00	0,341±0,00	0,341±0,00
28. gün	0,359±0,00	0,364±0,00	0,362±0,00
42. gün	0,372±0,00	0,375±0,00	0,373±0,00
0-42. gün	0,357±0,00	0,360±0,00	0,359±0,00
Toplam kesif YT, kg	15,00±0,12	15,11±0,12	15,06±0,12
GOKMT, kg			
14. gün	1,212±0,03	1,249±0,03	1,207±0,03
28. gün	1,255±0,03	1,300±0,03	1,199±0,03
42. gün	1,286±0,04	1,295±0,04	1,199±0,04
0-42. gün	1,251±0,03	1,281±0,03	1,202±0,03
Toplam KMT, kg	52,54±1,22	53,81±1,22	50,47±1,22
YDK			
14. gün	7,58±0,43	6,35±0,43	6,78±0,45
28. gün	11,25±1,35	12,87±1,35	11,24±1,35
42. gün	10,38±0,86	10,07±0,97	11,80±0,91
0-42. gün	10,30±0,74	10,71±0,74	10,60±0,74

HM LAB; homofermantatif laktik asit bakterileri; HT LAB; heterofermantatif laktik asit bakterisi.
CA; canlı ağırlık; GCAA; günlük ortalama canlı ağırlık artışı; GOSKMT; günlük ortalama silaj KMT;
GOKYT; günlük ortalama kesif yem tüketimi; GOKMT; günlük ort. kuru madde tüketimi (Silaj+kesif yem);
YDK; yem değerlendirme katsayısı (GOKMT/GOCOA).
a, b, c: aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir ($P < 0.05$).

Tokluların farklı dönemler ve tüm deneme süresindeki GOCAA'larına ait varyans analiz sonuçları Ek Çizelge 4'de verilmiştir. İki farklı bakteri ile muamele edilmiş silajlarla beslenen tokluların 3 farklı dönem ve deneme süresince kazandıkları GOCAA arasındaki farklılıklar önemsiz ($P>0.05$) olmuş, deneme süresince en yüksek GOCAA kontrol (130 g) grubunda olurken, en düşük GOCAA HT LAB'lı grupta olmuştur (113 g). Ancak, TCAA değerine benzer şekilde HT LAB'lı grupta kontrol grubuna kıyasla yaklaşık olarak % 14 düşük olan GOCAA değerleri rakamsal olup, istatistiksel olarak önemsiz ($P>0.05$) bulunmuştur.

Tokluların üç farklı dönem ve tüm deneme boyunca GOSKMT'si ile 42 günlük deneme süresince TSKMT'sine ait varyans analiz sonuçları Ek Çizelge 5'de verilmiştir. Farklı silaj özelliklerine sahip silajlarla beslenen tokluların dönemler ve tüm deneme boyunca GOSKMT ile deneme süresince TSKMT'si arasındaki farklılıklar önemsiz ($P>0.05$) olmuş, araştırma süresince her iki parametrede HM LAB içeren grupta (0.921 ve 38.7 kg) en yüksek, HT LAB içeren grupta (0.843 ve 35.4 kg) en düşük olmuştur. Kırkiki günlük deneme süresince HM LAB içeren silajla beslenen toklular, kontrol ve HT LAB içeren silajla beslenen toklulardan rakamsal olarak sırasıyla, 1.15 ve 3.3 kg daha fazla silaj KM'si tüketmişlerdir.

Tokluların farklı dönemler ve tüm deneme süresince GOKYT ile deneme süresince toplam KYT'ne ait varyans analiz sonuçları Ek Çizelge 6'da verilmiştir. Mevcut çalışmada toklulara 14 günde bir tespit edilen CA'nın % 1'i düzeyinde kesif yem verilmiştir. Bu nedenle deneme başı, 14. ve 28. günlerde tespit edilen CA değerleri arasındaki farklılıklar önemsiz olduğundan dolayı, bu değerlere göre verilmiş olan kesif yem tüketimi bakımından gruplar arasındaki farklılıklar da önemsiz ($P>0.05$) olmuştur.

Tokluların farklı dönemler ve tüm deneme süresindeki günlük ortalama silaj+kesif yem KMT'sine ait varyans analiz sonuçları Ek Çizelge 7'de verilmiştir. Gruplar arasındaki kesif yem tüketiminin birbirine oldukça yakın olmasından dolayı grupların GOKMT'ri de GOSKMT'ne benzer olmuş, GOSKMT'sinde olduğu gibi tüm dönemler ve deneme sonu GOKMT rakamsal olarak ($P>0.05$) HM LAB grubunda en yüksek, HT LAB grubunda en düşük olmuştur.

Tokluların farklı dönemler ve tüm deneme süresindeki yem değerlendirme katsayısına ait varyans analiz sonuçları Ek Çizelge 8’de verilmiştir. Günlük ortalama kuru madde tüketiminin, GOCAA’ya bölünmesi ile hesaplanan YDK, bu ki özellik üzerine muamelelerinin etkisinin önemsiz bulunmasından dolayı, gruplar arasındaki YDK arasındaki farklılıklar da önemsiz ($P>0.05$) olmuştur.

5. TARTIŞMA

5.1. Laboratuvar Silolarında Silolanmış Silajların Özellikleri

Homofermantatif LAB'ın silajdaki en önemli etkilerinden biri KMK üzerine olmaktadır. Silaj fermantasyonunda homolaktik bir fermantasyonun dominant olmasıyla sonuçlanan yüksek LA içeriğine sahip homolaktik silajlarda fermantasyon ürünlerindeki değişimin bir sonucu olarak KMK'nın daha yüksek olması beklenen bir durumdur. Çünkü glukozun homolaktik fermantasyonu neticesinde KM kaybı olmazken, glukozun heterolaktik fermantasyonu sonucu oluşacak KM kaybı % 24'dür (Muck 1988). Homofermantatif LAB'ın silajların KMK'ını üzerine olan etkileri farklı silajlık materyallerde de farklı olabilmektedir. Mısır silajına kıyasla, HM LAB ilavesinin buğdaygil ve baklagil silajların KMK'sı üzerine olan etkisi daha yüksek ve daha belirgin olmaktadır. Genel olarak KMK, HM LAB kullanımıyla ortalama olarak mısır silajlarında % 1-2, baklagil ve çayır otu silajlarında ise % 2-3 daha yüksek olmaktadır (Muck 1996; Muck 2000). Ely ve ark. (1981) HM LAB ile muamele edilmiş mısır, sorgum, buğday ve yonca silajlarında ki KMK'nın sadece yonca silajında arttığını bildirirlerken; HM LAB ilave edilmiş yonca, italyan çimi ve sorgum (Cai ve ark 1999), yonca (Rizk ve ark 2005) ve arpa (Kung ve Ranjit 2001; Zahiroddini ve ark 2004) silajlarında ki KMK'nın, HM LAB ilavesi ile arttığı bildirilmiştir. Mısır silajına ise HM LAB ilavesiyle yapılan bazı çalışmalarda KMK etkilenmezken (Ely ve ark 1981; Muck 2004), bazı çalışmalarda ise KMK, HM LAB ilavesiyle artmıştır (Kung ve Ranjit 2001). Mevcut çalışmada mısır materyalinin HM LAB'ın düşük ve orta düzeyde muamelesi ile kontrol grubuna kıyasla KMK'da gözlenen % 1.5 artış Muck (1996 ve 2000) tarafından bildirilen ortalama değerler ile uyum göstermektedir.

Homofermantatif LAB'ın tersine, mısır silajına HT LAB ilavesi ile KMK genel olarak azalmaktadır. *Lactobacillus buchneri* ile yapılmış 43 denemenin değerlendirildiği çalışmada (Kleinschmit ve Kung 2006a) 1.0×10^5 kob/g düzeyinden

daha düşük oranda LB ile muamele edilmiş mısır silajlarında KMK LB ilavesi ile değişmezken, bu düzeyden daha yüksek oranlarda LB ile muamele edilmiş mısır silajlarının KMK'ları ortalama olarak % 1 daha düşük olmuştur. Ranjit ve ark. (2002) 1.0×10^5 ile 1.0×10^6 kob/g arasında değişen 4 farklı oranda LB ile muamele edilmiş mısır silajlarında LB ilavesinin silajın KMK'sı üzerine olan etkisinin, Muck (2004) ise üç farklı LB hattının mısır silajının KMK'sı üzerine olan etkisinin önemsiz olduğunu bildirmişlerdir. Mevcut çalışmada ise LB'nin her üç inokulasyon düzeyi de mısır silajında KMK'yı önemli derecede ($P > 0.05$) etkilemezken, kontrol grubuna kıyasla LB'nin yüksek inokulasyon oranı (HT6) ile muamele edilmiş silajda %2 daha düşük kazanım önemli olma temayülü ($P = 0.08$) göstermiştir. Bu grupta silaj fermantasyonu esnasında heterofermantatif bir fermantasyonun baskın olmasından dolayı (yüksek Aa içeriği ve düşük LA içeriği) KMK % 2 daha düşük olmuştur. Mevcut çalışmada farklı seviyelerde HM LAB ile muamele edilmiş grupların ortalama KMK'sı % 94.0, farklı seviyelerde HT LAB ile muamele edilmiş grupların ortalama KMK'sı % 92.2 olmuş ve bu değerler literatür bildirişleri ile uyum arz etmiştir.

Çizelge 4.1. incelendiğinde LB'nin yüksek inokulasyonu ile muamele edilmiş silajlar dışındaki diğer tüm silajların pH değerleri birbirlerine oldukça yakın olmuştur (3.74-3.78). Farklı düzeylerde HM LAB ile yapılan çalışmalarda genel olarak mısır silajının pH'sı HM LAB ilavesi ile değişmezken (Bolsen ve ark 1992; Meeske ve Basson 1998; Ranjit ve Kung 2000; Filya 2002a,b; Muck 2004; Khorvash ve ark. 2006; Sucu ve Filya 2006), bazı çalışmalarda düşmüş (Weinberg ve ark 2002; Filya 2003), bazı çalışmalarda ise yükselmiştir (Steidlova ve Kalac 2003). Bununla beraber yonca ve buğday (Ely ve ark 1981); yonca (Bolsen ve ark. 1992; Rizk ve ark. 2005); yonca, italyan çimi ve sorgum (Caı ve ark. 1999) ile yapılan çalışmalarda HM LAB ilavesi ile silajların pH'sı düşmüştür. Mevcut çalışmada da mısır silajına artan düzeylerde HM LAB ilavesinin silaj pH'sı üzerine etkisi tutarlı olmamış, HM5 grubunun pH'sı kontrol grubundan daha yüksek olurken, HM4 ve HM6 gruplarının pH'ları kontrol grubuna benzer olmuştur. Genel olarak değerlendirildiğinde kavanozlarda silolanmış silajların tamamı düşük BA oluşumu ile tatminkar bir şekilde silolanmış ve düşük pH'da iyi silolanmış kontrol grubuna kıyasla HM LAB ilavesinin silaj pH'sına etkisi önemli olmamıştır.

Mısır silajına HT LAB ilavesinin silaj pH'sı üzerine olan etkileri ile yapılan çalışmalarda da sonuçlar değişik olmuştur. Steidlova ve Kalac (2003) 1.0×10^5 ve 1.0×10^6 kob/g düzeyinde LB ile muamale edilmiş 5 farklı mısır çeşidinden sadece bir çeşitte 1.0×10^6 kob/g düzeyde inokulasyon ile, iki çeşitte ise 1.0×10^5 ve 1.0×10^6 inokulasyon oranları ile silaj pH'sının arttığını bildirirlerken, Muck (2004) ise 3 farklı LB hattı ile 3 yıl yaptığı çalışmasında 2. yıldaki bir LB hattı hariç bütün yıllarda LB ilavesiyle mısır silajlarının pH'sının kontrol gruplarına kıyasla 0.1-0.3 pH ünitesi daha yüksek olduğunu bildirmiştir. Kleinschmit ve Kung (2006a), değişik düzeylerde LB ile inokule edilmiş mısır silajlarının pH'larının kontrol gruplarından daha yüksek olduğunu ve LB ile artan inokulasyon düzeyi ile silaj pH'sının arttığını tespit etmişlerdir. Mevcut çalışmada ise LB'nin düşük ve orta inokulasyon düzeylerinin silaj pH'sına etkisi önemsiz olurken, LB'nin yüksek inokulasyon düzeyi ile muamale edilmiş silajlarda pH diğer tüm silajlardan önemli derecede daha yüksek olmuştur. Asetik asit içeriği yüksek ve LA içeriği düşük bu grubun pH'sının yüksek oluşu Aa'nın LA'dan daha zayıf bir asit olmasıyla açıklanabilir.

Homofermantatif LAB'ın mısır silajının LA içeriği üzerine etkisi ile yapılmış çalışmalarda da oldukça farklı sonuçlar alınmıştır. Ely ve ark. (1981), 1.0×10^7 kob/g düzeyinde LP, Meeske ve Basson (1998) HM LAB+enzim karışımı inokulant ile muamele edilmiş mısır silajının LA içeriğinin düştüğünü; Muck (2004) ise 4 farklı HM LAB ile muamele edilmiş mısır silajlarının LA içeriğinin etkilenmediğini bildirirlerken; Steidlova ve Kalac (2003) 5 farklı silajlık mısır çeşidine iki farklı HM LAB'ın 1.0×10^5 ve 1.0×10^6 kob/g düzeyinde ilavesinin sadece bir çeşitte LA içeriğini artırdığını bildirmişlerdir. Bununla beraber, Filya (2002a ve b; 2003) ve Ranjit ve ark. (2002) mısır'a HM LAB ilavesi ile silajın LA içeriğinin arttığını bildirilmiştir. Mısır dışındaki diğer silajlık materyallerle yapılan çalışmalarda nispeten daha tutarlı sonuçlar alınmış ve genel olarak HM LAB ilavesiyle silajların LA içerikleri artmıştır (Ely ve ark. 1981; Bolsen ve ark. 1992; Cai ve ark. 1999; Zahiroddini ve ark. 2004). Mevcut çalışmanın sonuçları da literatür bulguları ile uyumlu olup, HM LAB'ın mısır silajının LA içeriği üzerine etkisiz oluşunun nedeni olarak HM LAB'ın her üç inokulasyonun düzeyinde çok iyi fermente olmuş kontrol grubundan daha fazla homolaktik bir fermentasyon oluşturamaması söylenebilir.

Mevcut çalışmada sadece HT LAB'ın yüksek düzeyinin silajın LA içeriğine etkisi önemli olmuş ve yüksek düzeyde HT LAB (HT6) ile muamele edilmiş silajların LA içerikleri bütün silajlardan daha düşük ($P < 0.05$) olmuştur. Benzer sonuç Ranjit ve Kung (2000) ve Ranjit ve ark. (2002) tarafından da bildirilmiş olup, Ranjit ve Kung (2000), 1.0×10^5 ve 1.0×10^6 kob/g düzeyinde LB ile muamele edilmiş mısır silajının LA içeriğinin 1.0×10^6 kob/g düzeyi ile düştüğünü, Ranjit ve ark. (2002) ise 1×10^5 , 1.25×10^5 , 1.5×10^5 ve 1×10^6 kob/g düzeyinde LB ilave edilmiş mısır silajında LA'nın 1.5×10^5 ve 1×10^6 kob/g düzeyinde LB ilave edilmiş gruplarda düştüğünü bildirmişlerdir. Bununla beraber, Steidlova ve Kalac (2003) 1.0×10^5 ve 1.0×10^6 kob/g düzeyinde LB ile muamele edilmiş 5 mısır çeşidinin hepsinde LA içeriğinin kontrol grubuna kıyasla her iki düzeydede LB ilavesiyle etkilenmediğini bildirmişlerdir. Genel olarak mısır silajının LB ile muamelesi ile silajın LA içeriği daha düşük olmakta ve düşük LA içeriği LB'nin artan inokulasyon oranı ile daha belirgin olmaktadır. Nitekim Kleinschmit ve Kung (2006a), LB ile mısır silajında yapılan çalışmalarda kontrol gruplarına (% 6.59 LA/KM) kıyasla 1.0×10^5 kob/g düzeyinden daha düşük ve bu düzeyden daha yüksek oranda LB ile inokule edilmiş mısır silajlarında LA içeriklerinin KM'de sırasıyla, % 5.87 ve 4.79 olduğunu bildirmişlerdir. Mevcut çalışmada, kontrol grubu ile kıyaslandığında sadece HT LAB'ın yüksek düzeyi ile muamele edilmiş silajların LA içeriği düşmüştür ($P < 0.05$). Bu grupta artan heterofermantasyondan dolayı düşük LA içeriği literatür bildirişleri ile uyum arz etmiştir.

Homofermantatif LAB'ın yüksek inokulasyon oranı kontrol grubuna kıyasla silajın Aa içeriğini düşürmüştür. Homofermantatif LAB ilavesi ile silajların düşük Aa içeriğine sahip olması beklenen bir durumdur. Çünkü HM LAB'lar anaerobik ortamlarda SÇK'yı büyük çoğunlukla LA'ya fermente etmekte ve sonuçta homolaktik bir fermentasyonun dominant olduğu silajlarda Aa miktarı düşük olmaktadır (McDonald 1981). Mısır materyalinin HM LAB ile başarılı bir şekilde inokulasyonunun ardından oluşan silajlarda düşük Aa içeriği Filya (2002a ve b) tarafından da bildirilmiştir. Mevcut çalışmada düşük Aa içeriği ile beraber, HM6 grubunda rakamsal olarak daha yüksek LA içeriği bu grupta kontrol grubuna kıyasla daha homolaktik bir silaj elde edildiğini göstermektedir.

Heterofermantatif LAB'ın orta ve yüksek inokulasyonu ile silajların Aa içerikleri artmıştır. Heterofermantatif LAB'ın orta (HT5) ve yüksek (HT6) inokulasyon oranları ile silajların Aa içeriklerindeki bu artış kontrol grubundan sırasıyla 1.8 ve 2.3 daha yüksek olmuştur. *L. Buchneri* ile yapılmış diğer çalışmalarda da benzer sonuçlar alınmış, Ranjit ve ark. (2002) 1.0×10^5 – 1.0×10^6 kob/g arasında değişen 4 farklı düzeyde muamele ettikleri mısır materyalinin Aa içeriğinin 5.0×10^5 ve 1.0×10^6 kob/g düzeyinde LB ilave edilmiş silajlarda belirgin olmak üzere tüm düzeylerde LB ilavesiyle arttığını bildirirlerken; Filya (2003) ise 1.0×10^6 kob/g düzeyinde muamele edilmiş mısır ve sorgum silajında Aa içeriğinin yükseldiğini bildirmiştir. Heterofermantatif LAB'ın orta ve yüksek inokulasyon oranları ile muamele edilmiş silajlarda düşük SÇK içeriği ve yüksek pH değeri, bu silajlarda heterofermantatif bir silaj fermantasyonunun hakim olduğuna işaret etmektedir.

Homofermantatif LAB'ın üç farklı inokulasyon oranının da kontrol grubuna kıyasla silajların SÇK içeriklerine olan etkisi önemsiz olmuştur ($P > 0.05$). Benzer sonuç Filya (2002b) tarafından bildirilmiştir. Bununla beraber, bazı çalışmalarda HM LAB ile muamele edilmiş mısır silajlarının SÇK muhtevaları farklı bulunmuştur. Meeske ve Basson (1998) HM LAB+enzim karışımı inokulant ile muamele edilerek silolanmış mısır silajının SÇK içeriğinin düştüğünü bildirirken, Filya (2002a) mısır silajında HM LAB ilavesiyle SÇK içeriğinin yükseldiğini bildirmişlerdir.

Heterofermantatif LAB'ın orta ve yüksek düzeyi ile muamele edilmiş silajların SÇK içerikleri diğer gruplardan düşük ($P < 0.01$) olmuştur. Özellikle mısır materyalinin HT LAB'ın yüksek düzeyi ile muamele edilmiş silajın SÇK içeriği, kontrol grubunun yaklaşık 1/5'i civarında olmuştur. Ranjit ve Kung (2000), mısır silajının SÇK içeriğinin 1.0×10^6 kob/g düzeyinde LB ilave edilmiş grupta kontrol grubundan düşük olduğunu, Ranjit ve ark. (2002) mısır silajının 1.0×10^5 ve 1.0×10^6 kob/g arasında farklı düzeylerde LB ile muamele edilmiş gruplarda SÇK miktarının düştüğünü bildirmişlerdir. Mevcut çalışmada da literatürde bildirilen değerlere benzer şekilde 1.0×10^5 ve 1.0×10^6 kob/g düzeyinde LB ilave edilmiş HT5 ve HT6 gruplarının SÇK içerikleri diğer gruplardan düşük olmuş, farklılıklar HT6 ile diğer bütün gruplar arasında, HT5 ile kontrol ve HM6 grupları arasında önemli olmuştur.

Bu gruplarda artan heterofermantasyonda daha fazla SÇK kullanılmıştır. Çünkü bu gruplarda artan Aa ve düşen LA'dan dolayı stabil bir pH elde etmek için daha fazla SÇK'ya ihtiyaç duyulmuştur.

Homofermantatif ve HT LAB'ın üç farklı inokulasyon oranlarının mısır silajların PA ve BA içeriklerine etkileri önemli ($P>0.05$) olmamıştır. Tablo 4.1. incelendiğinde bütün silajların PA ve BA içerikleri düşük bulunmuştur. Kavanozlarda silolanmış bütün silajlar iyi fermente olmuş ve bu nedenle de silajlarda BA neredeyse hiç oluşmamıştır. Bununla beraber Kung ve Ranjit (2001) 1.5×10^5 ve 1.0×10^6 kob/g LB ile muamele edilmiş arpa silajın da PA düzeyinin daha yüksek olduğunu bildirirken, aynı araştırmacılar (2000) %31.3 KM'li mısıra 1.0×10^5 ve 1.0×10^6 kob/g düzeyinde LB ilavesi ile silajın PA içeriğinin artmadığını bildirmişlerdir. Mevcut çalışmada da benzer şekilde LB ilavesinin silajın PA değerine etkisi mısır silajında önemsiz olmuştur.

5.2. Hayvan Denemesi

5.2.1. Balya silajlarının özellikleri

Mevcut çalışmada balya silajlarının genel olarak düşük pH, $\text{NH}_3\text{-N}$ ve BA değerleri ve yüksek LA içeriği ile iyi fermente oldukları söylenebilir. Heterofermantatif LAB'ın balya silajları üzerine olan etkisi aynı düzeyde HT LAB ile muamele edilerek laboratuvar silolarında silolanmış silajlara (HT6) benzer olurken, balya silajlarının fermantasyon özellikleri HM LAB ilavesinden önemli seviyede etkilenmemiştir.

Laboratuvar siloları ile çiftlik silolarında silolanmış silajları birbirleri ile kıyaslamak oldukça güçtür. Çünkü laboratuvar siloları ile çiftlik siloları havasızlık, sıkıştırma derecesi, ısı transferi, doldurma hızı gibi faktörler bakımından farklılıklar gösterebilmektedir. Bu faktörler silaj fermantasyonunu doğrudan etkileyebilen

faktörlerdir. Örneğin farklı basınçla sıkıştırılmış iki silo ele alındığında diğerine göre daha az sıkıştırılmış siloda daha fazla O₂ kalacaktır. Oksijen mevcudiyetinde ise HM LAB, hekzozları LA ve Aa'e fermente edecekler dolayısıyla fermantasyon sonunda silajlar farklı kimyasal yapıda yada kalitede olabileceklerdir (Weinberg ve Muck 1996). Mevcut çalışmada balya silajlarında laboratuvar silolarından farklı olarak daha fazla LA üretimi olmuş ve fermantasyon sonrası arta kalan SÇK miktarı daha düşük olmuştur. Bu durum balya silajlarında kavanozlarda silolanan silajlara kıyasla daha yoğun bir fermantasyonun hakim olduğunu göstermektedir.

Balyalar olarak silolanan mısır'a HM LAB ilavesinin sadece pH değeri üzerine etkisi önemli olurken (P<0.05), incelenen diğer özellikler (KM, LA, Aa, PA, BA, SÇK, NH₃-N'u ve AS) HM LAB ilavesinden etkilenmemiştir. Homofermantatif LAB kullanımıyla kontrol grubuna kıyasla daha yoğun homolaktik bir silaj fermantasyonu neticesinde oluşması beklenen daha düşük pH, daha yüksek LA içeriği ve daha düşük Aa ve NH₃-N içerikleri gibi özellikler bu çalışmada HM LAB ilave edilmiş silajlarda olmamıştır. Bu durum, silolamadan hemen önce silajlık mısır materyaline katılmış HM LAB'ın silaj fermantasyonu esnasında hakim durumda olamamasından dolayı kaynaklanmış olabilir. Benzer sonuçlar diğer araştırmacılar tarafından da bildirilmiş, HM LAB'ın mısır silajının fermantasyon karakteristikleri üzerine etkisiz olmasının nedeni olarak mısır bitkisinin doğal epifitik LAB sayısının ve fermantasyon karakteristiklerinin yüksek olması (yüksek KM ve SÇK içeriği, düşük tamponlama kapasitesi) gösterilmiştir (Bolsen ve ark. 1992; Meeske ve Basson 1998).

Heterofermantatif LAB ilave edilmiş silajların pH'sı (P<0.05), Aa içerikleri (P<0.05) ve AS'leri (P<0.01) kontrol ve HM LAB ilave edilmiş silajlara kıyasla sırasıyla, 0.09 ve 0.02 birim, 1.9 ve 2.5 kat daha yüksek ve 34 ve 47 h daha uzun olmuştur. Bu özellikler ile beraber düşük BA ve NH₃-N içerikleri heterolaktik bir fermantasyonun dominant olduğu iyi fermente olmuş bir silaja işaret etmektedir. Benzer sonuçlar diğer araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir. Muck (2004) 3 farklı LB hattı ile 3 yıl süreli yaptığı çalışmasının 2. yılındaki bir LB hattı hariç bütün yıllarda LB ilavesiyle mısır silajlarının pH'sının kontrol gruplarına kıyasla 0.1-0.3 birim daha yüksek olduğunu, kullanılan bir LB hattının AS'yi kontrol grubuna

kıyasla 3 yıllık çalışma süresince 100-811 h arasında, 2. hattın ise denemenin bir yılında 22 h diğer yılda ise 454 h artırdığını, diğer hattın ise birinci yılda AS'yi 103 h artırdığını ancak ikinci yılda artırmadığını; Aa'nın ise 3 yıllık çalışma süresince kontrol grubuna kıyasla bir hatla 1.7-3.9; bir hatla 2.3 ve 3.05 kat arttığını diğer LB hattı ile ise silajın Aa içeriğinin değişmediğini, ayrıca HM LAB ile mısır silajının AS'sinin ortalama olarak 12 saat azaldığını bildirmiştir. Benzer şekilde Kleinschmit ve Kung (2006a), 1.0×10^5 kob/g düzeyinden daha yüksek oranda LB ile muamele edilmiş silajların pH'ları, Aa içerikleri ve AS'lerinin daha yüksek olduğunu ve silajların BA, PA ve $\text{NH}_3\text{-N}$ içeriklerinin LB ile muameleden etkilenmediğini bildirmişlerdir. *Lactobacillus buchneri* ile laboratuvar ve çiftlik silolarında yapılan diğer bir çalışmada (Ranjit ve ark. 2002) kontrol ve 2.5×10^5 , 5.0×10^5 ve 1.0×10^6 kob/g düzeyinde LB katılarak laboratuvar silolarında silolanmış mısır silajlarındaki AS sırasıyla, 38, 68 ve 572, 572 h olurken, kontrol ve 4.0×10^5 kob/g düzeyine LB ile muamele edilerek çiftlik silolarında silolanmış mısır silajında ki AS ise sırasıyla, 18 ve 43 h olmuştur. Mevcut çalışmanın sonuçları ile literatür bilgileri uyumluluk arz etmektedir. Heterofermantatif LAB ilaveli balya mısır silajlarının AS'si bu grubun yüksek Aa içeriğinden dolayı daha yüksek olmuştur. Artan Aa içeriğinden dolayı silajın AS'sinin daha yüksek olması beklenen bir durumdur. Silajda aerobik bozulmaya neden olan mayaların gelişimi Aa, PA ve BA gibi uçucu yağ asitlerince (UYA) engellenir ve bu engellenmenin derecesi düşük pH da daha yüksektir. Çünkü organik asitlerin büyük çoğunluğu antifungal etkilidirler. Ayrıca, silaj ortamında meydana gelen organik asitlerin antifungal etkileri bu asitlerin zincir uzunluğu arttıkça artar. Yani PA'nın antifungal etkisi Aa'dan, BA'nın ki ise PA'dan daha yüksektir (Beck 1978). Mevcut çalışmada Aa içeriği yüksek HT LAB grubunun AS de diğer gruplardan bu nedenle daha yüksek olmuştur.

5.2.2. Tokluların performansları

Bir silaj inokulantının etkinliğinin belirlenmesinde çiftlik koşullarında yapılan hayvan denemeleri oldukça önemlidir. Çünkü inokulantların hayvan performansı üzerine olan etkileri onların her zaman fermantasyon üzerine olan

etkileri ile bağlantılı olmamaktadır (Muck 1996). Mevcut çalışmada kontrol ile HM ve HT LAB ile muamele edilerek silolan silajlar her birinde 11 toklunun bulunduğu 33 baş Konya merinosu dişi tokluya *ad libitum* yedirilmiştir. On dört'er günlük 3 dönem halinde yürütülen çalışmada muamelelerin tokluların CA, GOCAA, GOSKMT, GOKMT ve YDK'ı üzerine olan etkileri incelenmiştir. Denemede, bütün dönemler ve deneme sonunda incelenen parametrelerin ortalama değerleri üzerine muamelelerin etkisi önemsiz olmuştur ($P>0.05$).

Keady (1998) HM LAB ile yapılmış 13 farklı çalışmada hayvan performansının ortalama % 7 olmak üzere % -2–26 oranında arttığını bildirmiştir. Bir başka bildirişte ise inokulantlarla yapılmış 67 çalışmanın % 28'de silaj KMT'sinde; 15 çalışmanın % 53'de GOCAA'da ve 36 çalışmanın % 47'de SV'de artışlar olduğu bildirilmiştir (Kung 2001).

Homofermantatif LAB'ın kullanıldığı silajlarda fermantasyon ürünü olarak genellikle yüksek düzeyde LA ve düşük düzeyde Aa ve etanol oluşmasının, bu tür silajlarla yemlenen ruminantların KMT'sini arttırdığı ve KMT'deki artışın hem silajların KM ve OM sindirilebilirliğini hem de ruminantların verim performanslarını olumlu yönde etkilediği bildirilmiştir (Filya 2002a ve b).

Bakteriyel inokulant kullanımı ile silaj fermantasyonunun son ürünlerinde meydana gelen değişimlerin hayvan performansına muhtemel olumlu etkileri aşağıda verilmiştir.

- Silaj fermantasyonu sonucu oluşan başlıca fermantasyon ürünleri içerisinde LA, rumen MO'sunca en iyi kullanılan fermantasyon ürünüdür. Laktik asidin tersine Aa rumen MO'sunca fermente edilmeyip, doğrudan rumen duvarlarından absorbe edilir. Dolayısıyla fermantasyon sonucu Aa'dan daha ziyade LA oluşumunun, rumen MO'su üzerine olumlu bir etkisi vardır ve bu olumlu etki sonucu ince bağırsakta sindirilen mikrobiyal proteinde az da olsa bir artış sağlanır.
- Silajda Aa ve etanol miktarının artmasının silajın lezzetine ve dolayısıyla yem tüketimine olumsuz etkili olduğu bildirilmiştir. İnokulant kullanımıyla silajda bu

bileşiklerin miktarlarının azalmasıyla yem tüketiminde artışlar olabilmektedir (Muck 1996).

➤ Koyunlarla yapılmış çalışmalarda azot retensiyonunun kontrol ve inokulantlı gruplarda 8.3 ve 12.8 g/gün olduğu ve bakteriyel inokulantlarla muamele edilmiş silajların $\text{NH}_3\text{-N}$ konsantrasyonlarının önemli derecede düştüğü (% 35) ve silajda düşen $\text{NH}_3\text{-N}$ konsantrasyonu ile vücutta tutulan azot miktarının artmasının inokulantların silajda proteolizi azaltması sonucu olduğu bildirilmiştir (Jones 1995). İnokulant ilavesiyle silajın azot formunda küçük değişikliklerin olması yani gerçek proteinlerin korunarak daha düşük seviyede $\text{NH}_3\text{-N}$ teşekkülü hayvanının protein retensiyonunu artırmaktadır (Muck 1996; Jones 1995).

İnokulantların silaj fermantasyonuna olan olumlu etkilerinin aynı zamanda hayvan performansını da olumlu yönde etkilemesi beklenir. Ancak, inokulantların hayvan performansına etkileri, fermantasyon üzerine olan etkileri ile her zaman uyumlu yada bağlantılı olmamaktadır. İnokulantlı silajlara hayvanların göstermiş oldukları tepki, inokulantların fermantasyon ürünlerinde ve pH'da yapmış oldukları değişikliklerden daha fazla olabilmektedir. İnokulant kullanımıyla KM sindirilebilirliğinde bir artış olduğunda hayvan performansında da artışlar gözlenmiş, ancak KM sindirilebilirliğinin inokulant kullanımından etkilenmediği ve inokulant kullanımıyla fermantasyon ürünlerinde bir değişikliğin olmadığı bazı çalışmalarda da benzer artışlar gözlenmiştir (Muck 1996).

Silaj katkı maddesi olarak kullanılan bakteriyel inokulantların hayvanlarda muhtemel bir probiyotik etkisinin olduğu ancak bu etkinin nasıl olduğunun henüz açıklanamadığı bildirilmektedir. Bu konuda ortaya konulan bir hipotez, belirli LAB'ın rumen MO'ları ile birbirlerini etkileyerek rumenin işlevini ve hayvanın performansını artırdığıdır (Weinberg ve ark. 2003). Diğer bir hipotez ise inokulantlarda kullanılan LAB'ın bakteriosin gibi bazı antimikrobial maddeler üreterek silajdaki zararlı MO'nun gelişimini engellediğidir (Weinberg ve ark. 2003, Muck 1996).

Laktik asit bakterilerinin probiyotik bir etkisinin olup olmadığının araştırılması amacıyla yapılan çalışmalarda (Weinberg ve ark. 2003, Weinberg ve ark. 2004a, Weinberg ve ark. 2004b), öncelikle bu bakterilerin rumen sıvısında (RS) canlı kalıp kalamayacakları ve hangilerinin daha iyi gelişebileceklerinin tespiti amaçlanmıştır. Bu çalışmalarda 10-12 farklı ticari inokulant glukoz ilave edilerek yada edilmeden kullanılmıştır. Araştırmaların sonucunda ticari inokulantlarda kullanılan LAB'ın RS'da canlı kalabildikleri, pH ve UYA bileşimleri gibi bazı parametrelerde değişiklikler yaparak RS'da değişimlere neden oldukları, bu değişimler ve inokulant LAB'ı ile rumen MO'su arasındaki interaksiyonlar konusunda yapılacak çalışmaların bazı inokulantlarla görülen performans artışlarının açıklanmasına yardımcı olacağı bildirilmiştir.

Bu nedenlerle HM LAB kullanılmış silajların hayvan performansını olumlu yönde etkilemesi beklenmektedir. Mevcut çalışmada 42 günlük deneme sonunda HM LAB içeren silajla beslenen toklular, kontrol ve HT LAB içeren silajla beslenen toklulardan sırasıyla 1.2 ve 3.3 kg daha fazla silaj KM'si tüketmişlerdir. Bu silaj KMT değerleri kontrol ve HT LAB'ı grubun ortalama silaj KMT'ne bakıldığında bu grupların sırasıyla, 1.3 ve 3.9 günlük silaj KMT'sine tekabül etmektedir. Ancak gruplar arasında bütün dönemlerde deneme sonunda bu farklılıklar rakamsal olmuş, istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P>0.05$).

Ayrıca araştırma sonuçlarında dikkat çekici diğer bir husus, deneme süresince dişi tokluların GOCAA değerlerinin düşük olmasıdır. Bu sonuçlar mevcut çalışmanın bir besi denemesi olarak planlanmamasından dolayı toklulara yedirilen kesif yem miktarının düşük olmasından dolayı beklenen bir durumdur. Mevcut çalışmanın sonuçlarına benzer şekilde, Meeske ve Basson (1998), 210 lt'lik silolarda silolanan HM LAB+enzim karışımı inokulantla muamele ettikleri mısır silajını ortalama CA'ı 26.4 kg olan 14'er baş erkek merinos kuzuya 60 gün süreyle yedirmişlerdir. Deneme sonunda kontrol ve inokulantlı silajı tüketen kuzuların deneme sonu CA, silaj KMT ve GOCAA sırasıyla, 39.8 ve 41.1 kg; 708 ve 784 g; 239 ve 255 g olarak bulunmuştur ($P>0.05$). Araştırma sonucunda kontrol ve inokulantlı silajı tüketen kuzuların deneme sonu CA'larındaki 1.3 kg farktan dolayı inokulantlı silajı tüketen kuzularda besi süresinin 5 gün kısaldığı, besi süresinde kuzu başına 2.5 kg konsantre

yem ve 5 kg daha az silajın tüketildiği bildirilmiştir ($P>0.05$). Erkek merinos kuzu ve toklularla yapılan diğer çalışmalarda da HM LAB katılarak hazırlanmış mısır (Filya ve ark. 2003) ve yonca silajlarının (Kurtoğlu 2001) merinos kuzu ve tokluların KMT, TCAA, CAA ve YDK değerlerini etkilemediği bildirilmiştir.

Heterofermantatif LAB ile muamele edilerek hazırlanmış silajlarda oluşan yüksek Aa'den dolayı hayvan performansının olumsuz etkilenebileceği bildirilmektedir (Kung 2001). Hayvanlarda SKMT, silajda artan $\text{NH}_3\text{-N}$, LA, bireysel UYA, toplam UYA, toplam fermantasyon asitleri içeriğinden olumsuz, SÇK içeriğinin artan miktarından olumlu etkilendiği bildirilmiştir (Huhtanen ve ark. 2002). Ancak süt ineklerinde LB ile muamele edilmiş yonca silajı (Kung ve ark. 2002) ve arpa silajı (Taylor ve ark. 2002) ile yapılan çalışmalarda süt ineklerinin KMT, SV ve süt bileşenleri olumsuz etkilenmemiştir. *L. buchneri* ile muamele edilmiş mısır silajı ile kuzularda yapılan bir çalışmada da kuzuların KMT'si ve GOCAA değerlerinin LB ilavesinden olumsuz etkilenmediği bildirilmiştir (Ranjit ve ark. 2002). Mevcut çalışmada HT LAB içeren silajla beslenen grubun TCAA ve GOCAA kontrol grubundan yaklaşık olarak % 14 daha düşük olurken, tüm dönemler ve araştırma sonu GOSKMT'de, bu grupta en düşük olmuştur. Ancak gruplar arasında bütün dönemlerde ve deneme sonundaki bu farklılıklar rakamsal olmuştur ($P>0.05$).

6. SONUÇ

Laboratuvar siloları ile yapılan çalışmada HM LAB'ın denemede kullanılan üç farklı düzeyinden sadece yüksek inokulasyon düzeyinde mısır silajının Aa içeriği daha düşük olmuş ve kontrol grubuna kıyasla daha homolaktik bir silaj elde edilmiştir. Laboratuvar silolarında silolanmış silajların fermantasyon özellikleri incelendiğinde, tüm silajlar düşük pH değeri ve düşük BA içerikleriyle tatminkar bir şekilde fermente olmuşlardır. Yüksek KM yoğunluğu (323 ± 3.8 g KM/1L) ve havasızlık gibi silolama koşullarının optimum olduğu laboratuvar silolarında silolanmış silajlarda, fermantasyon karakteristikleri diğer silajlık bitkilere kıyasla oldukça iyi olan ve iyi silolama koşullarında doğal katkı maddesine ihtiyaç duyulmadan kolaylıkla silolanabilen mısır bitkisinde, HM LAB'ın düşük ve orta düzeydeki inokulasyon düzeylerinin silaj karakteristiklerine olumlu bir etkileri olmamıştır. Homofermantatif LAB'ın yüksek düzeyi ile ise sadece silajın Aa içeriği daha az olurken, kontrol grubuna kıyasla daha homolaktik bir silaj eldesinin silajın KMK'sı üzerine olumlu bir etkisi olmamıştır.

Balya silajlarının fermantasyon özellikleri de HM LAB ilaveli grupta kontrol grubundan farklı olmamıştır. Balya silajlardaki düşük pH, BA ve $\text{NH}_3\text{-N}$ oluşumu balya silajlarında 6 kat plastik streç film ile sarma ile havasız koşulların temin edildiğini ve bu silajlarda fermantasyonun tatminkar olduğunu göstermiştir. Kontrol grubu mısır silajlarında fermantasyonun gayet tatminkar olmasının bir sonucu olarakta HM LAB ilavesinin silajın kimyasal kompozisyonu üzerine etkisi önemli olmamıştır.

Laboratuvar silolarında silolanmış mısır silajına LB'nin düşük inokulasyon oranının silajın kimyasal kompozisyonu üzerine etkisi önemli olmamıştır. *Lactobacillus buchneri* ile orta düzeyde inokule edilen silajın SÇK içeriği düşmüş, Aa içeriği ise yükselmiştir. Orta düzeyde inokulasyona kıyasla, yüksek düzeyde LB ile inokulasyonun silajın kimyasal kompozisyonu üzerine olan etkisi çok daha belirgin olmuş, yüksek düzeyde inokulasyon ile silaj pH'sı ve Aa içeriği yükselirken, LA içeriği ve fermantasyon sonu arta kalan SÇK içeriği düşmüştür. Düşük BA ve

NH₃-N içeriği ile beraber diğer tüm olumlu özellikler, heterolaktik bir silaj fermantasyonu neticesince iyi fermente olmuş bir mısır silajının oluştuğuna işaret eden hususlardandır. Ancak, heterolaktik silaj fermantasyonu neticesinde mısır silajının KMK'sı artma temayülü göstermiştir.

Benzer şekilde büyük balyalar olarak silolanan mısır'a 1.0×10^6 kob/g düzeyinde LB ilavesi ile silajın Aa içeriği yükselmiş ve silajın AS değeri artmıştır.

Homofermantatif ve HT LAB ilavesinin tokluların performansı üzerine olumlu ya da olumsuz etkileri rakamsal olmuş, istatistiksel olarak önemli seviyeye ulaşmamıştır.

Mevcut çalışmanın sonuçlarına dayanarak;

Silajlık mısıra silolama esnasında katılan 1.0×10^4 kob/g ve 1.0×10^5 kob/g düzeyinde ki HM LAB'ın homolaktik bir silaj fermantasyonun temini için yetersiz olabileceği;

Hayvan denemesinde HM LAB kullanımı ile performansta istatistiksel olarak bir farklılık olmamasına rağmen bu gruptaki tokluların toplam SKMT'sinin kontrol grubuna kıyasla 1.15 kg daha yüksek olması nedeniyle, özellikle olumsuz silolama koşullarında HM LAB içeren bakteri inokulantlarının uygun inokulasyon oranı ile kullanımının avantajlı olabileceği;

Özellikle mısır silajının fermantasyondan arta kalan SÇK miktarının yüksek olması ve diğer silajlara kıyasla daha fazla sayıda maya ve küf içeriğine sahip olmasından dolayı, LB'nin özellikle mısır için uygun bir silaj bakterisi olabileceği, ancak uygun inokulasyon oranının tespiti ve hayvan performansına olması muhtemel etkilerin belirlenmesi amacıyla daha fazla çalışma yapılmasına ihtiyaç olduğu söylenebilir.

7. KAYNAKLAR

- Akyıldız, R. 1981. Yemler Bilgisi ve Teknolojisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. 974.
- Archundia, M.E.U, and Bolsen K.K. 2001. Aerobic deterioration of silage: processes and prevention. Science and Technology in the Feed Industry. Proceedings of Alltech's 17th Annual Symposium.126:144.
- Barker, SB, and Summerson, WH. 1941. The colorimetric method for determination of lactic acid in biological material. Journal of Biological Chem. 138:535-554.
- Beck, T. 1978. The micro-biology of silage fermentation. In: Literature Review on Fermentation Of Silage - A Review. Grants-In-Aid Committee. National Feed Ingredients Association. One Corporate Place, Suite 360 West Des Moines, Iowa 50265, 61:115.
- Bodine, A. B., O'Dell, G. D., Moore, M. E, ve Wheat, C. K. 1983. Effect of dry matter content and length of ensiling on quality of alfalfa silage. J Dairy Sci. 66:2434-2437.
- Bolsen, K. K., Lin, C., Brent, B.E., Feyerherm, A. M., Urban, J. E., and Aimutis, W. R. 1992. Effects of silage additives on the microbial succession and fermentation process of alfalfa and corn silages. J Dairy Sci. 75:3066-3083.
- Çai, Yımn., Benno, Y., Ogawa, M., and Kumai, S. 1999. Effect of applying lactic acid bacteria isolated from forage crops on fermentation characteristics and aerobic deterioration of silage. J Dairy Sci. 82:520-52.
- Dubois, M., Giles, KA., Hamilton, JK., Rebers, PA., and Smith, F. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. Anal. Chem. 28:350-356.
- Düzgüneş O, Kesici T, Kavuncu O, Gürbüz F 1987. Araştırma ve Deneme Metotları (İstatistik Metodları-II). A.Ü. Zir. Fak. Yayınları No:1021.
- Edwards, R.A., McDonald, P. 1978. The chemistry of silage fermentation. In: Literature Review on Fermentation Of Silage - A Review. Grants-In-Aid Committee. National Feed Ingredients Association. One Corporate Place, Suite 360 West Des Moines, Iowa 50265, 27:60.

- Ely, L. O., Sudweeks, E. M., and Moon, N. J. 1981. Inoculation with *Lactobacillus plantarum* of alfalfa, corn, sorghum, and wheat silages. J. Dairy Sci. 64:2378-2387.
- Filya, İ., Ashbel, G., Hen, Y., and Weinberg, Z.G. 2000. The effect of bacterial inoculants on the fermentation and aerobic stability of crop wheat silage. Animal Feed Science and Technology. 88: 39-46.
- Filya, İ. 2002a. Laktik asit bakteri ve laktik asit bakteri+enzim karışımı silaj inokulantlarının mısır silajı üzerine etkileri. Türk J Vet Anim Sci. 26:679-687.
- Filya, İ. 2002b. Laktik asit bakteri inokulantlarının mısır ve sorgum silajlarının Fermantasyon, aerobik stabilite ve *in situ* rumen parçalanabilirlik özellikleri üzerine etkileri. Türk J Vet Anim Sci. 26:815-823.
- Filya, 2003. The Effect of *Lactobacillus buchneri* and *Lactobacillus plantarum* on the fermentation, aerobic stability, and ruminal degradability of low dry matter corn and sorghum silages. J. Dairy Sci. 86:3575-3581.
- Filya, İ., Sucu, E., Hanoğlu, H. 2004. Biyolojik silaj katkı maddeleri kullanılarak yapılan küçük plastik balya mısır silajlarının kalite özellikleri, yem değeri ve kuzu besisinde kullanımı üzerine bir araştırma. A.Ü. Zir. Fak. Tarım Bilimleri Dergisi. 10 (2) 158-162.
- Filya, İ., Sucu, E., Karabulut, A. 2006. The effect of Propionibacterium acidipropionici and Lactobacillus plantarum, applied at ensiling, on the fermentation and aerobic stability of low dry matter corn and sorghum silages. J Ind. Microbiol Biotechnol. 33: 353-358.
- Filya, 2006. Silaj yapımı, teknolojisi ve kullanımı. Süttaş. Hayvancılık serisi:2. Bursa.
- Gallop N., Zakin V., and Weinberg ZG. 2005. Antibacterial activity of lactic acid bacteria included in inoculants for silage and in silage treated with these inoculant. J. Appl. Microbiol. 98(3):662-6.
- Haigh, P. M., and Parker, J. W. G. 1985. Effect of silage additives and wilting on silage fermentation, digestibility and intake, and on liveweight change of young cattle. Grass and Forage Science. 40:429-436.
- Haigh, P. M. 1987. The effect of dry matter content and silage additives on the fermentation of grass silages on commercial farms. Grass and Forage Science. 42:1-8.

- Haigh, P. M. 1990. Effect of herbage water-soluble carbohydrate content and weather conditions at ensilage on the fermentation of grass silages made on commercial farms. *Grass and Forage Science*. 45:263-271.
- Han, K. J., Collins, M., Vanzant, E. S. ve Dougherty, C.T. 2004. Bale density and moisture effects on alfalfa round bale silage. *Crop Sci*. 44:914–919.
- Han, K. J., Collins, M., Vanzant, E. S., and Dougherty, C. T. 2006. Characteristics of baled silage made from first and second harvests of wilted and severely wilted forages. *Grass and Forage Science*. 61: 21-31.
- Hancock, D. W., and Collins, M. 2006. Forage Preservation Method Influences Alfalfa Nutritive Value and Feeding Characteristics. *Crop Sci*. 46:688–694.
- Henderson, N. 1993. Silage additives. *Animal Feed Science and Technology*. 45: 35-56.
- Huhtanen, P., Khalili, H., Nousiainen, J. I., Rinne, M., Jaakkola, S., Heikkilä, T., and Nousiainen, J. 2002. Prediction of the relative intake potential of grass silage by dairy cows. *Livestock Production Science*. 73: 111-130.
- Jones, R., and Gogerddan, P. 1994. The importance of quality fermentation in silage making and future trends in forage production. *Alltech, 8 th Annual European Lecture Tour, February-21*. Marc 9. 33:5.
- Jones, R. 1995. Role of biological additives in crop conservation. In: *Biotechnology in the Feed Industry*. 465:479.
- Keady, TIM W.J. 1998. The production of high feed value grass silage and the choice of compound feed type to maximize animal performance. In: *Biotechnology in the Feed Industry*. 157:179.
- Kendall N.V.G. 1978. Anormal silages and silage related disease problems. In: *Literature Review on Fermentation Of Silage- A Review*. Grants-In-Aid Committee. National Feed Ingredients Association. One Corporate Place, Suite 360 West Des Moines, Iowa 50265, 281:332.
- Khorvash, M., Colombatto, D., Beauchemin, K. A., Ghorbani, G. R., and Samei, A. 2006. Use of absorbants and inoculants to enhance the quality of corn silage. *Can. J. Anim. Sci*. 86:97-107.
- Kılıç, A. 1986. *Silo Yemi (Öğretim, öğrenim ve uygulama önerileri)*. Bilgehan Basımevi, Bornova-İzmir.

- Kleinschmit, D. H., Schmidt, R.J., and Kung, L. Jr. 2005. The effects of various antifungal additives on the fermentation and aerobic stability of corn silage. *J. Dairy Sci.* 88: 2130-2139.
- Kleinschmit, D. H., and Kung, L. Jr. 2006a. A Meta-Analysis of the effects of *Lactobacillus bunchneri* on the fermentation and aerobic stability of corn and grass and small-grain silages. *J. Dairy Sci.* 89: 4005-4013.
- Kleinschmit, D. H., and Kung, L. Jr. 2006b. The effects of *Lactobacillus buchneri* 40788 and *Pediococcus pentosaceus* R1094 on the fermentation of corn silage. *J. Dairy Sci.* 89: 3999-4004.
- Kung, Jr. L., and Ranjit, N.J. 2001. The effect of *Lactobacillus buchneri* and other additives on the fermentation and aerobic stability of barley silage. *J. Dairy Sci.* 84:1149-1155.
- Kung, Jr., L. 2001. Silage fermentation and additives. *Science and Technology in the Feed Industry. Proceedings of Alltech's 17th Annual Symposium.* 145:159.
- Kung, Jr., L., Taylor, C.C., Lynch, M.P., and Neylon, J.M. 2003. The effect of treating alfalfa with *Lactobacillus buchneri* 40788 on silage fermentation, aerobic stability, and nutritive value for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 86:336-343.
- Kurtoğlu, V., Şeker, E., Coşkun, B., Gürkan, M., Azman, M.A., ve Balevi, T. 2001. Mikrobiyel inokulant ile hazırlanan yonca silajının merinos kuzularda canlı ağırlık değişimi ve bazı besin maddelerinin sindirilebilirliği üzerine etkileri. *Veterinarium.* 12, 1: 75-82.
- McCullough, E.M. 1978. Silage- some general considerations. İn: *Literature Review on Fermentation Of Silage- A Review.* Grants-In-Aid Committee. National Feed Ingredients Association. One Corporate Place, Suite 360 West Des Moines, Iowa 50265, 1:26.
- McDonald, P. 1981. *The Biochemistry of Silage.* John Wiley, Sons, Chicester, New York, Brisbane, Toronto.
- McDonald, P., Edward, R.A., Dreenhalgh, and Morgan C.A. 2002. *Animal Nutrition.* Printed by Ashford Colour Pres Ltd., Gosport.
- Meeske, R., and Basson, H.M. 1998. The effect of lactic acid bacterial inoculant on maize silage. *Animal Feed Science Technology.* 70:239-247.
- Muck, R.E. 1988. Factors influencing silage quality and their implications for management. *J Dairy Sci.* 71:2992:3002.

- Muck, R. 1996. Silage Inoculation. Inoculation of silage and its effects on silage quality. Dairy Forage Center, 1996 Informational Conference with Dairy and Forage Industries. 43:51.
- Muck, R. 2000. Inoculants for corn silage. Focus on Forage. Vol:2 No:2.
- Muck, R. E. 2004. Effects of corn silage inoculants on aerobic stability. Trans. ASAE. 47(4):1011-1016.
- O'Kiely, P. 1992. Silage Production as a Pollutant: New ways to reduce its environmental impact. In:Biotechnology in The Feed Industry. Edit By T.P. Lyons, 151:161.
- Oude Elferink, S.J.W.H., Driehuis, F., Gottschal, Jan C., and Spoelstra, Sierk F. 2000. Silage fermentation process and their manipulation. FAO electronic conference on tropical silage.
- Oude Elferink, S.J.W.H., Krooneman, J., Gottschal, J.C., Spoelstra, S.F., Faber, F. Ve Driehuis, F. 2001. Anaerobic conversion of lactic acid to acetic acid and 1,2-propanediol by *Lactobacillus buchneri*. Applied and Environmental Microbiology. Vol. 67, No.1: 125-132.
- Polat, C., Koç, F., Özdüvel, M.L. 2005. Mısır silajında laktik asit bakteri ve laktik asit bakteri+enzim karışımı inokulantların fermentasyon ve toklularda ham besin maddelerinin sindirilme dereceleri üzerine etkileri. Tekirdağ Zir. Fak. Der. 2(1).
- Ranjit, N. K., and Kung, Jr. L. 2000. The effects of *Lactobacillus buchneri*, *Lactobacillus plantarum*, or a chemical preservative on the fermentation and aerobic stability of corn silage. J. Dairy Sci. 83: 526-535.
- Ranjit, N. K., Taylor, C. C., and Kung, Jr. L. 2002. Effect of *Lactobacillus buchneri* 40788 on the fermentation, aerobic stability and nutritive value of maize silage. Grass and Forage Science. 57:73-81.
- Rizk, Charbel., Mustafa, A. F., and Phillip, L. 2005. Effects of inoculation of high dry matter alfalfa silage on ensiling characteristics, ruminal nutrient degradability and dairy cow performance. J Sci Food Agric. 85:743-750.
- Shockey, W. L., Dehority, B. A., and Conrad, H. R. 1985. Effects of microbial inoculant on fermentation of alfalfa and corn. J. Dairy Sci. 68:3076-3080.
- Steidlova, S., and Kalac, P. 2003. The effects of using lactic acid bacteria inoculants in maize silage on the formation of biogenic amines. Arch. Anim. Nutr., 57(5), pp. 359-368.

- Sucu, E., Filya, İ. 2006. Effects of homofermentative lactic acid bacterial inoculants on the fermentation and aerobic stability characteristics of low dry matter corn silage. *Turk J Vet Anim Sci.* 30: 83-86.
- Supelco, 1998. Analyzing fatty acids by packed column gas chromatography, Sigma-Aldrich Corp., Bulletin 856, Bellefonte, PA.
- Taylor, C. C., and Kung, Jr. L. 2002. The effect of *Lactobacillus buchneri* 40788 on the fermentation and aerobic stability of high moisture corn in laboratory silos. *J. Dairy Sci.* 85:1526-1532.
- Taylor, C. C., Ranjit, N.J., Mills, J.A., Neylon, J.M., and Kung, Jr. L. 2002. The effect of treating whole-plant barley with *Lactobacillus buchneri* 40788 on silage fermentation, aerobic stability and nutritive value for dairy cows. *J. Dairy Sci.* 85:1793-1800.
- Yazgan, O., ve Bahtiyarca, Y. 1999. Yüksek verimli süt ineklerinin beslenmesi. S.S. Konya Pancar Ekicileri Eğitim ve Sağlık Vakfı Yayınları 3.
- Weinberg, Z.G., and Muck, R.E. 1996. New trends and opportunities in the development and use of inoculants for silage. *FEMS Microbiology Reviews.* 19: 53-63.
- Weinberg, ZG., Ashbell, G., Hen, Y., Szakacs, G and Filya, I. 2002. Ensiling whole-crop wheat and corn in large containers with *Lactobacillus plantarum* and *Lactobacillus buchneri*. *Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology* 28, 7-11 .
- Weinberg, Z.G., Muck, R.E., and Weimer, P.J. 2003. The survival of silage inoculant lactic acid bacteria in rumen fluid. *Journal of Applied Microbiology.* 94, 1066-1071.
- Weinberg Z.G., Chen Y., and Gamburg M. 2004a. The passage of lactic acid bacteria from silage into rumen fluid, in vitro studies. *Journal of Dairy Science.* 87:3386-3397.
- Weinberg Z.G., Muck RE., Weimer PJ., Chen Y., and Gamburg M. 2004b. Lactic acid bacteria used in inoculant for silage as probiotics for ruminant. *Appl. Biochem. Biotechnol.* Jul-Sep; 118(1-3):1-9.
- Zahiroddini, H., Baah, J., Absalom, W., and McAllister, T.A. 2004. Effect of an inoculant and hydrolytic enzymes on fermentation and nutritive value of whole crop barley silages. *Animal Feed Science and Technology.* 117: 317-330.

8. EKLER

Ek Çizelge 1. Laboratuvar silolarındaki silajlara ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F
Kuru madde				
Bakteri türü	6	3,419871	0,569979	1,4130
Hata	21	8,471000	0,403381	
Genel	27	11,890871		
Kuru madde kazanımları				
Bakteri türü	6	62,23379	10,3723	2,4316
Hata	21	89,57787	4,2656	
Genel	27	151,81167		
pH				
Bakteri türü	6	0,02042143	0,003404	6,0189**
Hata	21	0,01187500	0,000565	
Genel	27	0,03229643		
Laktik asit				
Bakteri türü	6	37,886706	6,31445	3,4538*
Hata	21	38,393812	1,82828	
Genel	27	76,280518		
Asetik asit				
Bakteri türü	6	46,120634	7,68677	19,5650**
Hata	21	8,250580	0,39288	
Genel	27	54,371214		
Propiyonik asit				
Bakteri türü	6	0,00644035	0,001073	0,6267
Hata	21	0,03596525	0,001713	
Genel	27	0,04240560		
Bütirik asit				
Bakteri türü	6	0,00633588	0,001056	0,8520
Hata	21	0,02602847	0,001239	
Genel	27	0,03236434		

*: P<0.05; **: P<0.01

Ek Çizelge 1'nin devamı. Laboratuvar silolarındaki silajlarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F
Suda çözünebilir karbonhidrat				
Bakteri türü	6	6,4682365	1,07804	6,7706**
Hata	21	3,3436946	0,15922	
Genel	27	9,8119312		

*: P<0.05; **: P<0.01

Ek Çizelge 2. Balya silajlarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F
Kuru Madde				
Bakteri türü	2	1,019633	0,509817	0,9081
Hata	3	1,684250	0,561417	
Genel	5	2,703883		
pH				
Bakteri türü	2	0,009700	0,004850	16,1667*
Hata	3	0,000900	0,000300	
Genel	5	0,010600		
Laktik asit				
Bakteri türü	2	1,622742	0,81137	0,2843
Hata	3	8,563175	2,85439	
Genel	5	10,185917		
Asetik asit				
Bakteri türü	2	7,7989926	3,89950	13,7008*
Hata	3	0,8538553	0,28462	
Genel	5	8,6528479		
Propiyonik asit				
Bakteri türü	2	0,01116865	0,005584	6,5245
Hata	3	0,00256772	0,000856	
Genel	5	0,01373637		
Bütirik asit				
Bakteri türü	2	0,02432588	0,012163	0,9927
Hata	3	0,03675650	0,012252	
Genel	5	0,06108238		
Suda çözünebilir karbonhidrat				
Bakteri türü	2	0,02801700	0,014008	6,2152
Hata	3	0,00676175	0,002254	
Genel	5	0,03477874		

*: P<0.05; **: P<0.01

Ek Çizelge 2'nin devamı. Balya silajlarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F
Amonyak azotu				
Bakteri türü	2	0,00205321	0,001027	0,4173
Hata	3	0,00738044	0,002460	
Genel	5	0,00943365		
Aerobik stabilite				
Bakteri türü	2	2342,3333	1171,17	37,1799**
Hata	3	94,5000	31,50	
Genel	5	2436,8333		

*: P<0.05; **: P<0.01

Ek Çizelge 3. Tokluların alıştırma dönemi başı, deneme başı, farklı dönemlerdeki ve besi sonu canlı ağırlıkları ile toplam CAA'larına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F
Alıştırma başı CA				
Bakteri türü	2	0,025909	0,012955	0,0322
Hata	30	12,063182	0,402106	
Genel	32	12,089091		
Deneme Başı CA				
Bakteri türü	2	0,155909	0,07795	0,0743
Hata	30	31,485909	1,04953	
Genel	32	31,641818		
0-14 günler arası CA				
Bakteri türü	2	1,665606	0,8328	0,5095
Hata	30	49,038182	1,63461	
Genel	32	50,703788		
14-28 günler arası CA				
Bakteri türü	2	0,462424	0,23121	0,108
Hata	30	64,21	2,14033	
Genel	32	64,672424		
28-42 günler arası CA				
Bakteri türü	2	2,057424	1,02871	0,3987
Hata	30	77,406364	2,58021	
Genel	32	79,463788		
Toplam CAA				
Bakteri türü	2	3,152879	1,57644	0,741
Hata	30	63,824545	2,12748	
Genel	32	66,977424		

*: P<0.05; **: P<0.01

Ek Çizelge 4. Tokluların farklı dönemler ve tüm deneme süresindeki günlük ortalama canlı ağırlık artışlarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F
0-14 günler arası GOCAA				
Bakteri türü	2	6633,43	3316,71	0,8076
Hata	30	123207,33	4106,91	
Genel	32	129840,75		
14-28 günler arası GOCAA				
Bakteri türü	2	2087,97	1043,99	0,2661
Hata	30	117683,21	3922,77	
Genel	32	119771,18		
28-42 günler arası GOCAA				
Bakteri türü	2	3837,264	1918,63	1,1691
Hata	29	47590,909	1641,07	
Genel	31	51428,173		
0-42 günler arası GOCAA				
Bakteri türü	2	1787,346	893,67	0,741
Hata	30	36181,715	1206,06	
Genel	32	37969,061		

*: P<0.05; **: P<0.01

Ek Çizelge 5. Tokluların farklı dönemler ve tüm deneme boyunca günlük ortalama silaj kuru maddesi tüketimlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F
0-14 günler arası silaj KMT				
Bakteri türü	2	0,01136765	0,005684	0,5927
Hata	30	0,2876681	0,009589	
Genel	32	0,29903575		
14-28 günler arası silaj KMT				
Bakteri türü	2	0,053812	0,026906	2,1821
Hata	30	0,36990905	0,01233	
Genel	32	0,42372105		
28-42 günler arası silaj KMT				
Bakteri türü	2	0,06102519	0,030513	2,1282
Hata	30	0,43011399	0,014337	
Genel	32	0,49113918		
0-42 günler arası silaj KMT				
Bakteri türü	2	0,03475033	0,017375	2,0318
Hata	30	0,25654226	0,008551	
Genel	32	0,29129259		
Toplam silaj KMT				
Bakteri türü	2	61,29959	30,6498	2,0318
Hata	30	452,54054	15,0847	
Genel	32	513,84013		

*: P<0.05; **: P<0.01

Ek Çizelge 6. Tokluların farklı dönemler ve tüm deneme süresince günlük ortalama kesif yem tüketimlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F
0-14 günler arası GOKYT				
Bakteri türü	2	0,00001207	0,0000060	0,0743
Hata	30	0,00243827	0,000081	
Genel	32	0,00245034		
14-28 günler arası GOKYT				
Bakteri türü	2	0,00012898	0,000064	0,5095
Hata	30	0,00379752	0,000127	
Genel	32	0,0039265		
28-42 günler arası GOKYT				
Bakteri türü	2	0,00003581	0,000018	0,108
Hata	30	0,00497242	0,000166	
Genel	32	0,00500823		
0-42 günler arası GOKYT				
Bakteri türü	2	0,00004044	0,00002	0,2161
Hata	30	0,00280717	0,000094	
Genel	32	0,00284761		
Toplam kesif YT				
Bakteri türü	2	0,0713308	0,035665	0,2161
Hata	30	4,9518525	0,165062	
Genel	32	5,0231833		

*: P<0.05; **: P<0.01

Ek Çizelge 7. Tokluların farklı dönemler ve tüm deneme süresindeki günlük ortalama kuru madde tüketimlerine (silaj+kesif yem) ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F
0-14 günler arası KMT				
Bakteri türü	2	0,01130279	0,005651	0,5938
Hata	30	0,28550512	0,009517	
Genel	32	0,29680791		
14-28 günler arası KMT				
Bakteri türü	2	0,05624357	0,028122	2,1274
Hata	30	0,39656768	0,013219	
Genel	32	0,45281126		
28-42 günler arası KMT				
Bakteri türü	2	0,06189729	0,030949	1,8874
Hata	30	0,49192058	0,016397	
Genel	32	0,55381786		
0-42 günler arası KMT				
Bakteri türü	2	0,03547252	0,017736	1,9032
Hata	30	0,27957144	0,009319	
Genel	32	0,31504396		
Toplam KMT				
Bakteri türü	2	62,57352	31,2868	1,9032
Hata	30	493,16402	16,4388	
Genel	32	555,73754		

*: P<0.05; **: P<0.01

Ek Çizelge 8. Tokluların farklı dönemler ve tüm deneme sürfesindeki yem değerlendirme katsayısına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F
0-14 günler arası YDK				
Bakteri türü	2	7,812724	3,90636	2,1297
Hata	26	47,690606	1,83425	
Genel	28	55,50333		
14-28 günler arası YDK				
Bakteri türü	2	14,06804	7,034	0,479
Hata	21	308,36281	14,6839	
Genel	23	322,43086		
28-42 günler arası YDK				
Bakteri türü	2	15,14964	7,57482	1,0147
Hata	24	179,15619	7,46484	
Genel	26	194,30583		
0-42 günler arası YDK				
Bakteri türü	2	0,96785	0,48393	0,0798
Hata	29	175,82343	6,06288	
Genel	31	176,79128		

*: P<0.05; **: P<0.01