

**FİZİKSEL ZARAR GÖRMÜŞ MISIRLARA LAKTİK
ASİT BAKTERİ İLAVESİNİN MISIR SİLAJ
FERMANTASYONU ÜZERİNE ETKİLERİ**

Atakan YILMAZ

**Yüksek Lisans Tezi
Zootekni Anabilim Dalı**

**Danışman:
Yrd. Doç. Dr. Levend COŞKUNTUNA
2015**



**T.C.
NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**FİZİKSEL ZARAR GÖRMÜŞ MISIRLARA LAKTİK ASİT BAKTERİ İLAVESİNİN
MISIR SİLAJ FERMANTASYONU ÜZERİNE ETKİLERİ**

ATAKAN YILMAZ

ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Levend COŞKUNTUNA

TEKİRDAĞ - 2015

Her hakkı saklıdır.

Yrd. Doç. Dr. Levend COŞKUNTUNA danışmanlığında, Atakan YILMAZ tarafından hazırlanan “Fiziksel Zarar Görmüş Mısırlara Laktik Asit Bakteri İlavesinin Mısır Silaj Fermantasyonu Üzerine Etkileri” isimli bu çalıma asağıdaki jüri tarafından Zootekni Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak oy birliğı ile kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı Doç. Dr. Fisun KOÇ

imza :

Üye : Yrd. Doç. Dr. Süleyman KÖK

imza :

Üye : Yrd. Doç. Dr. Levend COŞKUNTUNA

imza :

Fen Bilimleri Yönetim Kurulu Adına

Prof. Dr. Fatih KONUKCU

Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

FİZİKSEL ZARAR GÖRMÜŞ MISIRLARA LAKTİK ASİT BAKTERİ İLAVESİNİN MISIR SİLAJ FERMANTASYONU ÜZERİNE ETKİLERİ

Atakan YILMAZ

Namık Kemal Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Zootečni Anabilim Dalı

Danışman :Yrd. Doç. Dr. Levend COŞKUNTUNA

Bu araştırma, hasat öncesi ve hasat sonrası laktik asit bakteri (LAB) inokulantlarının ilavesinin fiziksel zarar görmüş mısır silajlarında fermentasyon gelişimi ve aerobik stabiliteleri üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla planlanmıştır. Çalışmada katkı maddesi olarak homofermantatif ve heterofermantatif laktik asit bakterilerini içeren 2 ticari inokulant kullanılmıştır. İnokulantlar silajlara 6.00 log₁₀ cfu/g düzeyinde katılmıştır. Araştırma materyali hasat öncesi ve hasat sonrası olmak üzere kontrol, homofermantatif LAB (^{ho}LAB) ve heterofermantatif LAB (^{het}LAB) inokulant uygulaması içeren olmak üzere 3 deneme grubuna bölünmüştür. İnokulantların uygulanmasında firma önerileri dikkate alınmıştır. İnokulantlar hasattan 15, 7 ve 1 gün olmak üzere 3 farklı dönemde tarlada mısırlara el tipi pülverizatör yardımı ile atılmıştır. Hasat öncesi ve hasat sonrası gruplarını içeren uygulamalara ait muameleler CASCVP 260PD marka laboratuvar tipi paket silaj makinası ile paketlenmiştir. Her muameleye ait 3'er paket silajın kullanıldığı çalışmada, silajların paketlenmesinden sonra materyaller laboratuvar koşullarında (20-22 °C) depolanmıştır. Fermentasyonun 2., 5., 14., 21. ve 45. günlerinde açılan ve örnekler üzerinden pH, kuru madde, ham protein, NH₃-N, suda çözünebilir karbonhidratlar, laktik asit analizleri gerçekleştirilmiştir. Laktik asit bakterileri, maya ve küf sayımları için mikrobiyolojik analizlerin yapıldığı çalışmada, aerobik stabiliteye ilişkin özellikler ana fermentasyon dönemi sonrası 14 günlük dönemde izlenmiştir. Hasattan 15 gün önce inokulant ilavesinin açım sonrası silajların aerobik dayanıklılığı üzerine pH, maya ve küf sayıları kontrol, ^{ho}LAB ve ^{het}LAB sırasıyla 3,51±0,05, 4,59±0,32, 5,15±0,23; 4,61±0,20, 0,00±0,00, 0,00±0,00; 9,97±0,23, 6,15±0,15, 5,97±0,02 olarak bulunmuştur. Bu sonuçlar incelendiğinde hasattan 15 gün önce ^{ho}LAB uygulamasının istatistiki açıdan önemli olduğu saptanmıştır Hasattan 15 gün önce ^{ho}LAB uygulamasının yapılması önerilebilir.

Anahtar Kelimeler: Mısır silajı, Fermentasyon, İnokulant, Fiziksel zarar

2015, 51 Sayfa

ABSTRACT

MSc. Thesis

EFFECT OF PHYSICAL DAMAGE TO CORN BEFORE AND AFTER HARVEST AND ADDING INOCULATED LACTIC ACIDE BACTERIA SİLAGE FERMENATION OF CORN SİLAGE

Atakan YILMAZ

Supervisor : Asist. Prof. Dr. Levend COŞKUNTUNA

In this research, pre-harvest and post-harvest lactic acid bacteria (LAB) in physically damage corn silage inoculants the addition was designed to determine the effects on the development of fermentation and aerobic stability. Two commercial inoculant was used containing homofermentative lactic acid bacteria and heterofermantatif as additives in the study. Silage inoculants to $6.00 \log_{10}\text{cfu} / \text{g}$ levels participated in. Research material controls, including pre-harvest and post-harvest, homofermentative LAB (^{ho}LAB) and heterofermantatif LAB (^{het}LAB) is divided into three experimental groups, including containing inoculant application. Inoculants are taken into account in the implementation of the company recommendations. Inoculants to harvest 15, 7 and 1 day eateries, including 3 of the hand-held sprayer to help corn in a field in different periods. Treatment on the application that includes pre-harvest and post-harvest laboratory groups CASCVP 260PD brand type package is bundled with the foragers. Each treatment pack of three study silage to be used, after packaging of silage material in laboratory conditions (20-22 ° C) are stored. Fermentation 2, 5, 14, 21 and the pH drop over 45 days and samples of dry matter, crude protein, NH₃-N, soluble carbohydrates, lactic acid analyzes were performed. Lactic acid bacteria and yeast and mold counts for microbiological analysis of work to do, aerobic stability properties for the period after the main fermentation was observed in 14-day period. Before harvest 15 days inoculants added on aerobic stability of silage pH, yeast and mold counts, and ^{ho}LAB ^{het}LAB respectively from 3.51 ± 0.05 , 4.59 ± 0.32 , 5.15 ± 0.23 ; 4.61 ± 0.20 , 0.00 ± 0.00 , 0.00 ± 0.00 ; 9.97 ± 0.23 , 6.15 ± 0.15 was found to be 5.97 ± 0.02 . These results were found to be statistically significant of 15 days before the harvest is research ^{ho}LAB application. 15 days before harvest ^{ho}LAB suggested making the application.

Key words: Maize silage, fermentation, inoculant, physical damage

2015, 51 Pages

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	v
KISALTMALAR DİZİNİ	vii
ÇİZELGE LİSTESİ	viii
ŞEKİLLER LİSTESİ	ix
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	3
2.1. Laktik Asit Bakterilerinin Morfolojik, Fizyolojik ve Taksonomik Özellikleri.....	3
2.2. Laktik Asit Bakteri İnokulantlarının Gelişimi.....	4
2.3. Laktik Asit Bakteri İnokulantlarının Silaj Fermantasyonu Üzerine Etkileri.....	6
2.4. Laktik Asit Bakteri İnokulantlarının Silajların Mikrobiyolojik Özellikleri.....	9
Üzerine Etkileri	
2.5. Laktik Asit Bakteri İnokulantlarının Silajların Hücre Duvarı Bileşenleri Üzerine.....	13
Etkileri	
2.6. Laktik Asit Bakteri İnokulantlarının Silajların Hücre Duvarı Bileşenleri Üzerine...	14
Etkileri	
3. MATERYAL VE YÖNTEM	18
3.1. Materyal.....	18
3.1.1. Silaj Materyali.....	18
3.1.2. Silajların Hazırlanması.....	18
3.1.3. Silajlarda kullanılan katkı maddeleri.....	18
3.2. Metot.....	19
3.2.1. Silaj kalitesi belirlenmesi için kullanılan yöntemler.....	20
3.2.1.1. pH analizleri.....	21
3.2.1.2. SÇK analizi.....	21
3.2.1.3. NH ₃ -N Analizi.....	21
3.2.1.4. Laktik Asit Analizi.....	21
3.2.1.4.1. Standart eğrinin oluşturulması.....	22
3.2.1.4.2. Hesaplama.....	22
3.2.1.5. Mikrobiyolojik analizler.....	22
3.2.2. Ham madde analizler.....	23
3.2.2.1. Ham besin madde analiz yöntemleri.....	23
3.2.2.3. Hücre duvarı içerikleri analiz yöntemleri.....	23
3.2.3. Aerobik bozulmaya dirence ilişkin analizler.....	25
3.2.4. İstatistiksel analizler.....	25
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	26
4.1. Silajların başlangıç materyallerine ilişkin özellikleri.....	26
4.2. Silajların Fermantasyon Özellikleri.....	28
4.2.1. Hasattan 15 gün önce inokulant ilave edilmiş mısır silajlarının fermantasyon.....	28
gelişimi ve son ürün özellikleri	

4.2.2. Hasattan 7 gün önce inokulant ilave edilmiş mısır silajlarının fermantasyon.....	31
gelişimi ve son ürün özellikleri	
4.2.3. Hasattan 1 gün önce inokulant ilave edilmiş mısır silajlarının fermantasyon.....	33
gelişimi ve son ürün özellikleri	
4.2.4. Mısır silajlarının mikrobiyolojik özellikleri ile ilgili bulgular.....	36
4.3. Silajların aerobik stabiliteleri	39
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	43
6. KAYNAKLAR.....	44
ÖZGEÇMİŞ.....	51
TESEKKÜR.....	52

KISALTMALAR DİZİNİ

HK	: Ham kül
HP	: Ham protein
KM	: Kuru madde
LAB	: Laktik asit bakterileri
NDF	: Nötral çözücülerde çözünmeyen karbonhidratlar
ADF	: Asit çözücülerde çözünmeyen karbonhidratlar
ADL	: Asit çözücülerde çözünmeyen lignin
SÇK	: Suda çözünebilir karbonhidratlar
^{ho} LAB	: Homofermantatif laktik asit bakterileri
^{het} LAB	: Heterofermantatif laktik asit bakterileri
NH ₃ -N	: Amonyaka bağlı nitrojen
LA	: Laktik asit

Çizelge 4.1.	Kontrol grubu mısır hasılıının silolanmadan önceki özelliklerine ilişkin değerler.....	26
Çizelge 4.2.	Hasata 15 gün kala muamele uygulanan mısır hasıllarının silolanmadan önceki özelliklerine ilişkin değerler.....	26
Çizelge 4.3.	Hasata 7 gün kala muamele uygulanan mısır hasıllarının silolanmadan önceki özelliklerine ilişkin değerler.....	27
Çizelge 4.4.	Hasata 1 gün kala muamele uygulanan mısır hasıllarının silolanmadan önceki özelliklerine ilişkin değerler.....	27
Çizelge 4.5.	Hasat sonrası muamele uygulanan mısır hasıllarının silolanmadan önceki özelliklerine ilişkin değerler.....	27
Çizelge 4.6	Hasattan 15 gün önce inokulant ilavesinin silajların bazı kimyasal parametreleri üzerine etkileri.....	29
Çizelge 4.7.	Hasattan 15 gün önce inokulant ilavesinin silajların 45. günde yapılan açım sonrası bazı kimyasal parametreleri üzerine etkileri.....	30
Çizelge 4.8.	Hasattan 7 gün önce inokulant ilavesinin silajların bazı kimyasal parametreleri üzerine etkileri.....	31
Çizelge 4.9.	Hasattan 7 gün önce inokulant ilavesinin 45. günde yapılan açım sonrası silajların bazı özelliklerine ilişkin saptanan değerler.....	32
Çizelge 4.10	Hasattan 1 gün önce inokulant ilavesinin silajların bazı kimyasal parametreleri üzerine etkileri.....	33
Çizelge 4.11	Hasattan 1 gün önce inokulant ilavesinin 45. günde yapılan açım sonrası silajların bazı özelliklerine ilişkin saptanan değerler.....	34
Çizelge 4.12	Hasat sonrası inokulant ilavesinin silajların bazı kimyasal parametreleri üzerine etkileri.....	35
Çizelge.4.13	Hasattan sonrası inokulant ilavesinin silajların 45. günde yapılan açım sonrası bazı kimyasal parametreleri üzerine etkileri.....	36
Çizelge 4.14	Hasattan 15 gün önce inokulant ilavesinin fermantasyon süresince silajların mikrobiyolojik parametreleri üzerine etkileri.....	37
Çizelge 4.15	Hasattan 7 gün önce inokulant ilavesinin fermantasyon süresince silajların mikrobiyolojik parametreleri üzerine etkileri.....	37
Çizelge 4.16	Hasattan 1 gün önce inokulant ilavesinin fermantasyon süresince silajların mikrobiyolojik parametreleri üzerine etkileri.....	38
Çizelge 4.17	Hasat sonrası inokulant ilavesinin fermantasyon süresince silajların mikrobiyolojik parametreleri üzerine etkileri.....	39
Çizelge 4.18	Hasattan 15 gün önce inokulant ilavesinin açım sonrası silajların aerobik dayanıklılığına ilişkin olarak incelenen bazı parametreler.....	40
Çizelge 4.19	Hasattan 7 gün önce inokulant ilavesinin açım sonrası silajların aerobik dayanıklılığına ilişkin olarak incelenen bazı parametreler.....	40
Çizelge 4.20	Hasattan 1 gün önce inokulant ilavesinin açım sonrası silajların aerobik dayanıklılığına ilişkin olarak incelenen bazı parametreleri.....	41
Çizelge 4.21	Hasat sonrası inokulant ilavesinin açım sonrası silajların aerobik dayanıklılığına ilişkin olarak incelenen bazı parametreleri.....	41

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 3.1. Laboratuar tipi paket silaj makinası.....	19
Şekil 3.2. Silajlık mısır bitkisi deneme alanı.....	20

1.GİRİŞ

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

Silolama işleminin anaerobik koşullar altında laktik asit bakterilerinin (LAB) suda çözünebilir karbonhidratları (SÇK), doğal fermantasyon yoluyla başta laktik asit olmak üzere organik asitlere fermente etmesi temeline dayanır. Sonuç olarak pH düşer, zararlı aerobik mikroorganizmaların aktivitesi engellenir ve böylece silolanan materyal korunmuş olur (Weinberg ve Muck 1996). Ülkemiz toplam 31.761.561 küçükbaş, 11.121.458 büyükbaş hayvan varlığına sahiptir. Bu hayvan sayıları 8.960.364 büyükbaş hayvan birimine (BBHB) karşılık gelmektedir. Mevcut büyük ve küçükbaş hayvan varlığına göre, ülkemizin yıllık kaliteli kaba yem ihtiyacı 40 milyon ton/kuru maddedir (KM). Türkiye' de yıllık üretilen toplam kaba yem miktarı ise 49.4 milyon ton/KM' dir. Ancak, üretilen kaba yem miktarının %83.6' sını düşük kaliteli kaba yemler oluşturmaktadır. Bu nedenle mevcut kaliteli kaba yemlerle ülkemizdeki büyük ve küçükbaş hayvanların ihtiyaçlarının karşılanması mümkün değildir. Oysa kaliteli kaba yem üretim ve kullanımının artırılması ile yoğun yem kullanımı azaltılarak, yem giderleri ve üretim maliyetleri düşürülebilir (Filya 2007a, b).

En nitelikli kaba yemlerin başında gelen silo yemleri üretimi ve kullanımı son yıllarda tüm dünyada olduğu gibi Türkiye' de de önemli bir artış göstermiştir. Nitekim 1997 yılında 1.845.992 ton olan silo yemleri üretimimiz, 2000 ve 2003 yıllarında sırasıyla 3.442.787 ve 4.987.331 tona, 2005 yılında ise 9 milyon tona ulaşmıştır. Ancak hayvan varlığımız dikkate alındığında ulaşılan miktarın halen daha yetersiz olduğu görülmektedir. Diğer yandan ülkemizde üretilen silo yemlerinin kaliteleri oldukça düşüktür (Filya 2007a, b).

Su içeriği yüksek her türlü yeşil yemden silaj yapmak mümkündür. Ancak gerek birim alan veriminin ve besleme değerinin yüksekliği, silaj yapımına uygunluğu, gerekse diğer silajlık ürünlere göre işçiliğinin daha az ve makineli tarıma daha uygun olması gibi nedenlerle mısır dünyadaki en önemli silajlık bitkidir. Bu özelliklerinden dolayı mısır silajı çoğu ülkede süt ineklerinin beslenmesinde kullanılan en önemli kaba yemdir. Nitekim Avrupa' da toplam silaj üretiminin %32' sini, Amerika Birleşik Devletleri' nde ise %52' sini mısır oluşturmaktadır (Wilkinson ve Toivonen 2003). Ülkemizde de silaj yapımında kullanılan

temel bitki mısır olup, 1997 yılında toplam silaj üretimimizin %67.0' sini, 2000 yılında %74.1' ini, 2003 yılında 84.0' ünü, 2005 yılında ise %87.0' sini mısır oluşturmuştur (Filya 2007 a, b).

Mısır silajının kalitesini artırmak ve bozulmadan kaynaklanabilecek kayıpları en aza indirmek için son yıllarda laktik asit bakterilerini (LAB) içeren bakteri kültürleri silaj katkı maddesi olarak kullanılmaya başlanmıştır. Canlı LAB' nin, dondurulmuş kuru ve toz formdaki kültürlerini içeren bu katkıları biyolojik silaj inokulantları olarak kabul edilmektedirler (Pahlow 1986). Bunlar arasında yer alan homofermantatif (^{ho}LAB) ve heterofermantatif LAB (^{het}LAB) inokulantlarının üretimi, endüstriyel alandaki tekniklerin (Liyofilizasyon/ freeze drying) gelişmesi ve kapsamlı cins seçimlerinde sağlanan ilerlemeler sayesinde ticari olarak artmıştır (Muck 1996). Doğal ürün kategorinde yer alan bu inokulantların kullanımı ise, uygulanmalarının kolay ve güvenli oluşu, toksik etkilerinin olmayışı, silaj yapımında kullanılan makinelerde korozyona sebep olmamaları ve çevre kirliliği yaratmamaları gibi nedenlerle yaygınlaşmıştır. Homofermantatif LAB inokulantları daha çok silaj fermantasyonunu geliştirmek için kullanılırlarken, ^{het}LAB inokulantları silajların aerobik stabilitesini artırmak için kullanılmaktadırlar (Weinberg ve Muck 1996).

Silo yemlerinde anaerobik ve aerobik bozulma kayıpları üzerinde etkili olan mikroorganizmaların başında maya ve küfler gelmektedir. Bu mikroorganizmalar silajdaki şekerleri ve laktik asit gibi fermantasyon ürünlerini tüketerek, büyük miktarlarda kuru madde ve besin maddeleri (vitamin, protein ve karbonhidrat) kaybına neden olurlar. Aynı zamanda silajın lezzetini azaltarak yem değerini de değiştirirler. Bazı küf türleri mikotoksin ve diğer toksik bileşikler üretebilirler. Silajlardaki besin maddeleri kaybı ve mikotoksin oluşumu, silajın gerek ekonomik değerini gerekse besleme değerini düşürür. Bu tip silajlar hayvanların yem tüketimini azaltır, besin maddelerinin sindirilebilirliğini olumsuz yönde etkiler, emilimi düşürür ve toksik etki yaratabilir.

Bu çalışmanın amacı tarlada fiziksel zarar görmüş bitkilere farklı zamanlarda inokulant ilavesinin silaj kalitesi ve aerobik stabilite üzerindeki etkilerini belirlemektir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Laktik Asit Bakterilerinin Morfolojik, Fizyolojik ve Taksonomik Özellikleri

Mikrobiyoloji bilim dalının doğuşu ile birlikte, doğada çok yaygın olarak bulunduğu bilinen LAB'leri ile ilgili çalışmalar da başlamıştır. İlk kez 19. yüzyıl sonlarında sütte fermantasyona ve koagülasyona yol açan bakteriler LAB'leri olarak isimlendirilmiş ve daha sonraki yıllarda *Lactobacillaceae* familyası içinde sınıflandırılmışlardır. Morfolojik açıdan çok değişken özellik gösteren (kısa ve uzun çubuk veya kok şekilli) familya üyeleri fizyolojik açıdan oldukça benzer özellikler göstermektedir. Tüm üyeler; Gram pozitif, katalaz negatif, *Sporolactobacillus inulinus* hariç spor oluşturmeyen, fakültatif anaerob (oksijenin varlığında ya da yokluğunda yaşayabilen), *Pediococcus* cinsi hariç yalnız tek düzlemde bölünen ve bazı istisnalar hariç hareketsiz, düzgün veya düzensiz çubuk ya da kok şeklinde bakteriler olarak tanımlanmaktadır. Ayrıca bu bakteriler mutlak fermentatifler ve asıl fermantasyon ürünü olarak laktik asit üretirler. Katalaz ve sitokrom içermeksizin, oksijen varlığında gelişebilen nadir mikroorganizmalardır (Shape ve ark. 1966). Gelişebilmeleri için kompleks besin maddelerine ve vitaminlere gereksini duyarlar. Laktik asit bakterilerinin ortamda büyümesi ile karbonhidrat miktarı ve bakterinin laktik asit üretimine bağlı olarak ortamın pH düzeyi düşmektedir. Ortam pH'sının hızlı bir şekilde düşürmesi LAB'nin istenilen önemli özelliklerinden birini oluşturmaktadır. Laktik asit bakterileri düşük pH'da (3.5-4) canlılıklarını ve büyümelerini sürdürmekte ve patojen mikroorganizmalar üzerindeki baskılayıcı özelliğiyle, kontaminasyonu engellemektedir (Palalı 2007). Patojen mikroorganizmalara karşı gösterdiği bu antagonistik aktivite, ürettikleri laktik ve asetik asit gibi organik asitler, hidrojen peroksit, bakteriosin veya bakteriosin benzeri metabolitler, diasetil, alkol ve karbondioksit (CO₂) gibi metabolitlerden kaynaklanmaktadır (Davidson ve Hoover 1993). Laktik asit bakterileri 5°C ile 50°C arasında gelişebilmekle birlikte, en iyi aktiviteyi 25- 40°C arasında göstermektedir (McDonald ve ark. 1991). Pek çoğu et, süt ile hayvan ve bitki gibi doğal ortamlarda bulunurlar (Daeschel ve ark. 1987). Laktik asit bakterileri gereksinim duydukları enerjiyi sağlamak için daha çok Embden- Meyerhoff-Parnas ile fosfoglukonat/fosfoketolaz glikolik yolunu kullanırlar. Bu yolla, pirüvat ve asetil fosfat üretirler. Daha sonra pirüvat, laktat dehidrojenaz ile laktata indirgenir. Asetil fosfat oluşumu, başlangıç substratına ve redoksa bağlı olarak değişiklik gösterir. Eğer substrat olarak heksoz şekerler fermente ediliyorsa asetil fosfat indirgenerek etanol, pentoz şekerleri fermente ediliyorsa asetat oluşur.

Laktik asit bakterileri, sakkarolitik fermantasyon tiplerine göre 2 temel gruba ayrılır (Axelsson 1998).

1. Zorunlu homofermantatif ya da fakültatif heterofermantatif LAB'leri: Bu mikroorganizmalar glikolik yolla heksozları laktik aside fermente ederken, pentoz sekerler ile glukonatı fermente edemezler ve bu aşamada fosfoglukonat/fosfoketolaz yolunu kullanamazlar. Bu gruba ait üyeler; *Lactobacillus acidophilus*, *L. delbrueckii*, *L. helveticus*, *L. farciminis*, *L. lactis*, *L. bovis*' tir. Yalnız bazı özel durumlarda (ortamda yeterli şeker olmadığında) fakültatif heterofermantatif LAB'leri olarak isimlendirilen bu grupta yer alan mikroorganizmalar heterofermantatif karakter kazanarak heksoz sekerleri laktik asidin yanı sıra CO₂ ve etanole (ya da asetik aside) fermente ederler. Bu aşamada asetik asit ancak NAD⁺ ortamda yeniden oluşursa, etanol oluşmaksızın ortaya çıkabilir. Yani asetik asit, fruktoz ya da moleküler oksijenin indirgenmesi sırasında oluşabilir. Bu organizmalar fosfoketolaz yolu pentozlarında fermente edebilirler, bu yolla laktik ile asetik asit oluşur. Bu gruba ait en önemli üye *L. plantarum*' dur. Ayrıca bu grupta; *L. alimentarius*, *L. casei*, *L. curvatus*, *L. sakei*, *L. paralimentarius*, *L. pentosus*' da yer almaktadır.

2. Zorunlu heterofermantatif LAB'leri: bu mikroorganizmalarda heksozları laktik asidin yanı sıra CO₂ ve etanole ya da uygun elektron alıcısı olduğunda asetik aside fermente ederler. Pentoz şekerleri ise sadece laktik ile asetik aside fermente ederler. Bu gruba ait üyeler; *L. brevis*, *L. buchneri*, *L. fermentum*, *L. reuteri*, *L. fructivorans*, *L. sanfranciscensis*, *Leuconostoc mesenteroides*' dir.

Silajlarda LAB' lerine ait en yaygın altı üye tespit edilmiştir. Bunlar; *Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Leuconostoc*, *Enterococcus*, *Lactococcus* and *Streptococcus*' tur. Son zamanlarda *Wiessella* cinsi yeni bir bakteri türü de silajlardan izole edilmiştir (Cai ve ark.1998). Laktik asit bakterilerinin diğer üyeleri ise genel olarak farklı habitatlarda meydana gelmekte (örneğin *Carnobacterium*, *Bifidobacterium*, *Sporolactobacillus*) ve morfolojik olarak *Pediococcus* bağlantılı, küçük alt türleri oluşturmaktadır (*Aerococcus*, *Alloiococcus*, *Tetragenococcus* ve *Atapobium*) (Schleifer ve Ludwig 1995). Ancak, bu mikroorganizmalar silaj fermantasyonu açısından önem taşımayan cinsler olarak kabul edilmektedirler.

2.2. Laktik Asit Bakteri İnokulantlarının Gelişimi

Silajlarda başlangıç materyalinin (taze ve yeşil bitki) doğal LAB popülasyonu genellikle düşüktür ve ^{het}LAB'lerinden oluşmuştur. Dolayısıyla silaj fermantasyonunu

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

Laktik asit bakteri inokulantları ile ilgili ilk çalışmalar 1970'lerin sonu ile 1980'lerin başında popülerlik kazanmıştır. Geçmişteki çalışmalarda bu bakterilerin silaj ortamına adapte edilememesi, düşük dozlarda kullanımı, canlılıklarını korumada sorunların yaşanması nedeniyle istenilen başarı sağlanamamıştır. Daha sonraları; teknolojiye sağlanan ilerlemeler, genetik mühendisliğindeki gelişmeler ile silolama sürecinin daha iyi anlaşılması bu ürünlerin ticarileştirilmesinde çok önemli gelişmeler sağlamıştır. İlk silaj inokulantları, ^{ho}LAB'nin sadece bir cinsini içermiştir. Yapılan çalışmalar sonucu *L. plantarum*, silaj inokulantı olarak kullanılabilir en uygun LAB olarak belirlenmiş ve gerek tek başına gerekse karışım halinde, hemen hemen tüm ticari bakteri inokulantlarının içerisinde yer almıştır. *L. plantarum*, bir bakteri kültürünün içermesi gereken çoğu önemli kriteri içermesine rağmen, silolanan materyalin pH'sı 5'in altına düşene kadar oldukça yavaş laktik asit üretmesinden dolayı, çoğu ticari inokulantlar, fermantasyon döneminin başlarında pH'nın 5.0-6.5 arasında değiştiği sırada aktif olabilecek *Pediococcus* ve/veya *Enterococcus* cinsi bakteri gruplarını da içerirler (Filya 2001). Whirtenbury (1961) ile Wieringa ve Beck (1964) LAB'lerinin silaj inokulantı olarak kullanılmaları için sahip olmaları gereken kriterleri belirlemişlerdir. Bu kriterlere dayanarak, LAB'lerinin, silajda baskın mikroorganizma faaliyetini artırmaları ve homofermantatif nitelikte olmaları gerekmektedir. Ayrıca, bu organizmalar asit ortama toleranslı olmalı ve ortam pH'sını hızla düşürmelidir. Çözünebilir karbonhidratları fermente etmeli, organik asitler üzerinde etkili olmamalı, proteolitik etkinlik göstermemeli ve değişik sıcaklık aralıklarında gelişebilmelidirler. Silaj inokulantları olarak kullanılan bakterilerde kapsamlı cins seçimlerinde sağlanan ilerlemelerin yıllar sonra gerçekleşmesi ile birlikte bazı organizmalar Wittenbury'nin orijinal kriterlerini sağlamasa da silaj inokulantı olarak kullanılmaya başlanmıştır. Bunlardan *Propionibacteria* ve *L. buchneri* heterofermantatif nitelikteki LAB'leri olmalarına karşın, aerobik stabilitenin geliştirilmesi üzerindeki olumlu etkilerinden dolayı silaj inokulantı olarak önemleri artmıştır. Özellikle *L. buchneri*'nin 1995 yılında tanımlanması, Muck (1996) tarafından yürütülen araştırmalarda kullanılmasını takiben

2001 yılında ABD Gıda ve ilaç idaresi (US Food and Drug Administration, FDA) tarafından onaylanmasından sonra ticari olarak kullanılması yaygınlık kazanmıştır.

Çağdaş silaj inokulantları birden fazla LAB'sini bir arada içermektedir. Bakteriler arasındaki sinerjistik etkiler katkı maddelerinin etkisini artırmaktadır. (Lindgren ve ark. 1985) *P. acidilactici* ve *L. plantarum* içeren LAB inokulantlarının sadece *Enterococcus* spp. içerenlerden daha etkili olduğunu bildirmişlerdir. Genelde *Enterococci* ve *Pediococci*' nin büyüme hızları yüksek pH'da (>5.0) ve oksijen varlığında *Lactobaccilli*' den daha yüksektir. Fakat doğal silaj fermantasyonunda *Enterococcus* ailesi ile *L. plantarum* ve *P. pentosaceus* gibi mikroorganizmaların etkin olmasıyla, asit intoleransına bağlı olarak hızla azalır. Nitekim *Enterococcus* ailesine mensup bakteriler genellikle tek başlarına silaj kalitesini artıramazlar. *Pediococci* ise silaj inokulantlarında yaygın olarak bulunur. *Pediococci*' ler yüksek KM ve pH'ya dayanıklı mikroorganizmalardır. *Lactobaccilli* gelişiminin yavaş olduğu fermantasyonun ilk safhalarında etkin rol oynarlar. *Pediococci*' nin özel suşlarının katkı maddesi olarak kullanılması, silaj ortamında *L. plantarum*' un dominant olmasını teşvik eder. Son yıllarda da *L. buchneri* ile *L. plantarum*' un birlikte kullanımı yapılan araştırmalarda denenmiş olup, hem aerobik stabilite hem de silaj fermantasyon üzerinde olumlu etkilerinin olduğu bildirilmiştir (Filya ve Sucu 2003).

2.3. Laktik Asit Bakteri İnokulantlarının Silaj Fermantasyonu Üzerine Etkileri

Silolama işlemi, nem içeriği yüksek yeşil yemlerin korunmasında kullanılan bir teknolojidir. Silaj yapımı, doğal fermantasyon sonucu LAB anaerobik koşullar altında SÇK'ları, başta laktik asit olmak üzere diğer organik asitlere fermente etmesi temeline dayalıdır. Bunun sonucunda pH düşer, silaj ortamında bulunması istenmeyen aerobik mikroorganizmalar baskı altına alınır (McDonald 1981). Silaj fermantasyonu; steril büyüme ortamı ve kontrollü şartların kullanıldığı ticari hale getirilmiş diğer fermantasyon işlemlerinden farklı olarak, nispeten kontrolsüz bir işlemdir (McDonald ve ark. 1991). Ayrıca, silajlık materyalin kimyasal kompozisyonu oldukça değişkendir ve silajın kalitesini etkiler (Peterson 1988). Silaj katkı maddeleri olarak kullanılan LAB inokulantları, silaj fermantasyonunu garanti altına almakta ve silajın daha iyi korunmasını sağlamaktadır. Laktik asit bakteri inokulantlarının mısır silajının fermantasyon özellikleri üzerindeki etkilerinin incelendiği birçok araştırmaya rastlanmıştır. Söz konusu araştırmalar incelendiğinde, ^{ho}LAB inokulantları kullanıldıkları silajların; pH, asetik asit, bütirik asit, amonyağa bağlı nitrojen (NH₃-N) ve etanol düzeylerini düşürüp; laktik asit ve laktik asit : asetik asit oranını artırarak,

yüksek düzeyde enerji ve KM geri kazanımı sağlamaktadırlar (Weinberg ve ark. 1993, Keady ve ark. 1994, Kung ve Muck 1997, Filya 2004, Weinberg ve ark. 2007). Nitekim 1990-1995 yılları arasında ^{ho}LAB inokulantlarının silaj fermantasyonu üzerindeki etkinliğinin değerlendirildiği bir araştırmada, söz konusu katkıların kullanımı, yapılan çalışmaların %6'ında silajların laktik asit:asetik asit oranını arttırmış (n= 233), %55'inde pH (n=221) ve NH₃-N (n=148) düzeyini düşürmüştür. Ayrıca, çalışmaların %38'inde (n=34) inokulantların kullanımına bağlı KM geri kazanımında artış saptanırken, bu artışın çalışmaların sadece %6'sının istatistiki açıdan önemli düzeyde olduğu belirlenmiştir (Muck ve Kung 1997). Davies (1996) yürütmüş olduğu çalışmasında, mısır bitkisinde (%22.7 KM) *L. plantarum* içeren 2 farklı ^{ho}LAB inokulantı kullanmıştır. Silolamanın 100. gününde kontrol grubunun pH'sının 4.3 olarak saptandığı araştırmada, inokulantların her ikisinde silajların pH'sını 3.6 olarak belirlemişlerdir. Söz konusu inokulantlar silajların laktik asit içeriklerini (53-58.3 g/kg KM) kontrol grubuna göre (48.8 g/kg KM) önemli düzeyde arttırmış, asetik asit (18 g/kg KM) ve NH₃-N (%6.2-6.4) içeriklerini de kontrol grubuna göre (20.3 g/kg KM, %8.2) önemli düzeyde düşürmüşlerdir (P<0.05). İnokulant kullanımına bağlı olarak NH₃-N sağlanan azalma protein geri kazanımını arttırmış olup, silajların HP içerikleri kontrol ve inokulant kullanılan gruplarda sırasıyla 93.2 ve 101.6-103.2 g/kg KM olarak saptanmıştır (P<0.05). Weinberg ve ark. (1993) başlangıç pH'sı 5.9 olan mısır (%40.6 KM) bitkisinde ^{ho}LAB inokulantı kullanmışlardır. Silolamanın 45. gününde tüm silajların pH'ları 3.5 olarak belirlendiği araştırmada, SÇK içeriklerini kontrol ve inokulant kullanılan gruplarda sırasıyla 18 ve 14 g/kg KM; laktik asit içeriklerini 90 ve 41 g/kg KM; asetik asit içeriklerini ise 8 ve 0 g/kg KM olarak saptamışlardır. Shayan ve ark. da (1996) yürütmüş oldukları çalışmalarında, *L. plantarum* ve *E. faecium* içeren ^{ho}LAB inokulantının mısır silajı üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Söz konusu araştırmada, kontrol ve inokulant içeren grupların laktik asit içerikleri sırasıyla 13.7 ve 16.4 g/kg KM; asetik asit içerikleri 8.3 ve 4.6 g/kg KM olarak saptanmıştır. Araştırmacılar, her iki grubun pH'sını 4.1 olarak belirlemiş olup, silajların hiç birisinde bütrik asit oluşumuna rastlamamışlardır. Ayrıca, inokulant kullanılan silajlarda ham protein fraksiyonundaki gerçek proteini %63.3, kontrol grubunda ise %47.0 olarak saptamışlardır. Bunun nedenini, kontrol grubundaki proteolitik bakterilerin yüksek metabolik aktivite göstermiş olmasına bağlamışlardır. Filya (2002b) başlangıç pH'sı 5.8 olan mısır bitkisinde (%35.0 KM), *L. plantarum* ve *E. faecium* (A, B) ile *E. faecium* (C) içeren üç farklı ^{ho}LAB inokulantının fermantasyonun süresince (1, 3, 5, 10 ve 50. gün) etkilerini incelemiştir. Fermantasyonun 50. gününde 9 silajların pH'sını kontrol ve inokulant gruplarında sırasıyla 3.6 ve 3.5 olduğunu; başlangıç materyalinde 0.8 olan laktik asidin %KM'de %4.3 ve 8.3-9.4;

başlangıç materyalinde hiç bulunmayan asetik asidin %4.3 ve 0-1.4; bütrik asidin 4.2 ve 0; etanolun ise 7.2 ve 3.2-4.0 olduğunu saptamıştır. Sonuç olarak, inokulantlar silajların pH'larını önemli düzeyde düşürmüş ve laktik asit üretimini arttırmışlar ($P<0.05$), bunun yanı sıra asetik ve bütrik asit ile etanol oluşumunu önemli düzeyde engellemişlerdir. Araştırma sonucunda üç inokulantta silajlarda çok hızlı bir fermantasyona yol açarak, silajların kimyasal özelliklerini olumlu yönde etkilemiş, temel fermantasyon ürünü laktik asit olmuştur. Diğer yandan inokulant kullanımı silajların KM ve SÇK içeriklerini etkilememişlerdir ($P>0.05$). Araştırmacı, asetik ve bütrik asit üreten mikroorganizmaların görülmemesinde silaj ortamında dominant mikrofloranın LAB'den oluşmasından kaynakladığını da bildirmiştir. Johnson ve ark. (2003) süt olum başlangıcı (%23.5 KM), 1/3 süt olum (%25 KM) dönemlerinde hasat ettikleri mısır bitkilerinde *L. plantarum* ve *E. faecium* içeren ^{ho}LAB inokulantı kullanmışlardır. Araştırma sonucunda, hasat döneminin ilerlemesine bağlı olarak mısır bitkisinin KM içeriği artmış, SÇK içerikleri ise azalan bir trend izlemiştir. Araştırmada farklı dönemlerde hasat edilen mısır silajlarında inokulant kullanımı silajların pH'larını önemli düzeyde düşürerek (3.74-3.91) laktat ve asetat içeriklerini arttırmış, SÇK içeriklerini ise önemli düzeyde azaltmıştır ($P<0.05$). Elde edilen bu sonuçların, inokulant kullanımının mısır silajlarında mikrobiyal aktiviteyi arttırdığının bir göstergesi olduğunu bildirmişlerdir. Nitekim fermantasyonun 57. gününde laktat içeriklerinin %23.5 KM içeren mısır silajlarında kontrol ve inokulant kullanılan gruplarda sırasıyla %KM'de %5.22 ve 6.90; asetat içeriklerinin %1.74 ve 1.84; %25 KM'de ise laktat içeriklerinin %5.29 ve 5.50; asetat içeriklerinin %2.49 ve 2.75 olduğunu belirlemişlerdir. Mısır silajlarının KM geri kazanımlarının belirlendiği araştırmada, KM geri kazanımlarının mısır silajlarında %88-100 arasında değiştiğini, olgunlaşma döneminin KM geri kazanımını etkilemediğini belirlemişlerdir. Nitekim %23.5 KM içeren mısır silajlarının KM geri kazanımlarını kontrol ve ^{ho}LAB inokulantı kullanılan gruplarda sırasıyla %91.4 ve 95.4; %25 KM içeren mısır silajlarında ise %93.9 ve 92.4 olarak belirlemişlerdir. Elde edilen bu bulguların araştırmada yapılan tüm silajların hızlı ve tam olarak fermente olduklarını gösterdiğini bildirmişlerdir.

Kim ve ark. (2005), mısır bitkisinde (%30.4 KM) *L. plantarum* içeren ^{ho}LAB inokulantı kullanmışlardır. Tüm silajların pH'sının 3.9 olarak saptandığı araştırmada, inokulant kullanımı silajların laktik asit içeriğini (%8.61) artırırken, asetik asit içeriğini (%0.15) kontrol grubuna (%3.94, 0.29) göre düşürmüştür ($P<0.05$). Ayrıca, LAB inokulant 10 kullanımına bağlı silajların ham protein içeriklerinde önemli düzeyde bir artış meydana gelmiştir.

Filya ve ark.(2006a) süt olum başlangıcı (%29 KM), 1/2 süt olum (%35.5 KM) dönemlerinde hasat ettikleri mısır bitkisinde *L. plantarum* ile *L. plantarum* ve *Pediococcus cerevisiae* içeren iki farklı ^{ho}LAB inokulantı kullanmışlardır. Sıkıştırma yoğunluklarının sırasıyla 154.7 ve 189.3 kg/m³ KM olarak saptandığı araştırmada, başlangıç pH'sı sırasıyla 5.77 ve 5.97 olarak belirlenmiştir. Ayrıca, hasat döneminin ilerlemesine bağlı olarak mısır bitkisinin SK içeriğinde azalma meydana gelmiş, süt olum başlangıcı ve 1/2 süt olum dönemlerinde mısırın SK içerikleri sırasıyla %8.41 ve 6.2 olarak saptanmıştır. Her iki inokulant da; silajların pH'sını, asetik asit içeriklerini ve gaz kayıplarını etkilemezken, SK ve NH₃-N içeriklerini düşürmüş, laktik asit içeriklerini ise önemli düzeyde artırmıştır (P<0.05). Nitekim fermantasyonun 60. gününde %29 KM içeren mısır silajlarının laktik asit içerikleri kontrol ve inokulant kullanılan gruplarda sırasıyla 58.1 ve 87.8-89.4 g/kg KM; NH₃-N içerikleri 3.07 ve 1.95-2.02 g/kg KM; SK içerikleri ise 26.2 ve 16.8-18.1 g/kg KM olarak belirlenmiştir. %35.5 KM içeren mısır silajlarında ise laktik asit kontrol ve inokulant kullanılan gruplarda sırasıyla 55.7 ve 86.6-87.9 g/kg KM; NH₃-N 2.76 ve 1.71- 1.77 g/kg KM; SK ise 21.6 ve 13.6-14.4 g/kg KM olarak saptanmıştır.

2.4. Laktik Asit Bakteri inokulantlarının Silajların Mikrobiyolojik zellikleri zerine Etkileri

Silaj kalitesi başlangıç epifitik LAB'nin büyüklüğü ile varyete ve aktivitelerinden etkilenmektedir (McDonald 1981, Cai ve ark. 1998). Bundan dolayı bitkinin içerdiği mikrobiyal populasyonun taksonomik kompozisyonu ortaya konulmuş olup, Orta Avrupa ve Yakın Doğu'da son yıllar içerisindeki bitkide bulunan bakteriyal ve fungal populasyonlar standart yöntemler kullanılarak belirlenmiştir (Seale ve ark.1990). Çoğu cinsi zorunlu aerob bakteriler (Hirano ve Upper 1991) olan ve sayıları taze materyalde 10⁵-10⁹ cfu/g arasında değişen (Langston ve Bouma 1960a) bu mikrobiyal populasyonunun çok önemli bölümü, ultraviyole (UV) ışınlarından ve kurumaktan korundukları için bitkinin alt yapraklarında ve gövdesinde yer almaktadır (Blakeman 1981).

Epifitik mikrobiyal floranın en önemli yesi LAB'leridir. Bu bakteri grubu silaj fermantasyonunda da önemli mikrofloradır. Bitkideki sayıları geniş sınırlar içerisinde değişim göstermekle birlikte, yoncada (*Medicago sativa* L.) 10⁵ cfu/g, çok yıllık çim otunda 10⁶ cfu/g, mısırdaki (*Zea mays* L.) ve sorgumda (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) ise 10⁷ cfu/g düzeyinde bulunmakta, mevsim ve biçim zamanından etkilenmektedir. Nitekim yonca ve çim otunun epifitik LAB populasyonunu 2. ya da 3. biçimde artmakta, mısırdaki ise erkenci çeşitler daha

fazla epifitik LAB içermektedir. Diğer yandan soğuk mevsimlerde bakterilerin sayıları azalmaktadır (Lindgren ve ark. 1985, Muck 1989). Canlı bitki üzerindeki epifitik LAB popülasyonu düşük olmasına rağmen, bu bakteriler hasat sürecinden etkilenmektedir. Bu fenomen "hasat inokulasyonu (chopper inoculation)" olarak tanımlanmaktadır (Woolford ve Pahlow 1998). Laktik asit bakterilerinin hasattan hemen sonraki sayıları, hasat edilmeden önceki sayılarına göre 100 kat hatta daha fazla arttığı belirlenmiştir (Muck 1989, Pahlow 1991).

Enterobacteria' da epifitik mikrofloranın önemli üyelerindedir. Bu grup üyeleri LAB'leri ile rekabete girerler ve fermantasyon ürünü olarak asetik asit üretirler. Bunların dışında nitratları indirgeyip, nitrit ve nitrojen oksit gazları da oluştururlar (Pahlow ve ark. 2003). *Enterobacteria* genusunun diğer üyelerinden *Clostridia* ve *Bacilli* ise bitki üzerinde nadir bulunsada, toprak kontaminasyonu ve çiftlik dışkıları sayıları artmaktadır. Her iki bakteride ortam pH'sini yükseltmekte, fermantasyon üzerinde olumsuz etki yaratarak silaj kalitesini düşürmektedir. Ayrıca, *Bacilli* diğer aerobik bakteri gibi aerobik bozulmada da etkili olmaktadır. Çoğu zaman, parçalanmamış bitkide hatta silaj yapıldıktan sonrada aynı bakteriyel gruplardan mayaların varlığı da tespit edilmiştir (kuvvetli aerob olanlar hariç). Tarla üzerindeki üründe çok sayıda maya varyetesine rastlanırken, silajda sınırlı sayıda gelişim gösterdikleri kaydedilmiştir (Diğer bir ifade ile tarla üzerindeki üründe gelişen maya varyetesi sayısı ile silajda gelişen maya varyeteleri arasında önemli bir fark olduğu belirlenmiştir). Ancak, daha sonraları bilinen varyetelere ilave olan *Candida*, *Hansenula*, *Pichia*, *Geotrichum* ve *Saccharomyces* ile bunlardan daha kısa bir süre sonra tanımlanan *Debaromyces*, *Trichosporon* ve *Guilliermondella'* nın fermantasyonun ilerleyen safhalarında dominant hale gelebildiği, genellikle aerobik koşullarda gelişebildikleri ve toplam floranın %10'undan az bir kısmını oluşturdukları saptanmıştır (Middelhoven ve van Baalen 1988, Woolford 1990). Aynı durum küflere içinde geçerlidir. Flamentöz mantarlar aerobik koşullarda iyi gelişmektedirler. Bütün karma mikrobiyal popülasyonlarda olduğu gibi, bazı türleri düşük oksijen ve pH'da da gelişebilmekte, yüksek CO₂ ve organik asit konsantrasyonuna diğerlerinden daha iyi adapte olabilmektedir. Bu nedenle, Pelhate (1977) küflerin üç ekolojik kategoriye ayrılmasını önermiştir. Bunlar; aerobik, tolerant (toleranslı) ve mikroaerofilik türlerdir. Silaj ortamında *Byssochlamys nivea*, *Monascus ruber* veya *Penicillium roqueforti* gibi sadece depolamanın son aşamalarına doğru siloya oksijen girmesiyle ile dominant hale gelebilecek tolerant maya türleri gözlenmiştir. Bu grupların dışında daha az öneme sahip olan asetik ve propiyonik asit bakteri de epifitik mikrofloranın

üyelerindedir. Asetik asit bakterileri daha çok mısır silajında olmak üzere, silajlarda aerobik bozulmaya sebep olan bakteri türüdür (Spoelstra ve ark. 1988). Propiyonik asit bakterileri ise silaj fermantasyonu ve saklama dönemlerinde bozulmadan zorunlu bakteri grubudur (Pahlow ve Honig 1994). Taze materyal silolanıp tam anlamıyla kapatılacak olursa materyal içerisinde kalan oksijen kısa sürede tüketilmektedir. Böylece anaerobik (oksijen yokluğunda) koşullarda gelişen bakteriler (LAB, *Enterobacteriaceae* ve *Bacillus* türleri) eğer ortamda mevcutlarsa hızla çoğalırlar. Bu çoğalma dönemi başlangıçta küçük bir azalmayı izleyen birkaç gün içerisinde tamamlanır. Mikroorganizma populasyonunun çoğalma hızı ve yoğunlukları bitki çeşidi ve silo içi sıcaklığına bağlı olarak değişmektedir. Başlangıçta mikroflora içerisinde *Enterobacteria* dominant olduğu halde kısa süre sonra bu bakterilerin yerini *Leuconostocs* ve *Streptococcus'* lar almaktadır. Bundan sonraki aşamada ise *Leuconostocs* ve *Streptococcus'* ların yerine pH'yi 4.0'e düşüren *Lactobacillus* ve *Pediococcus'* lar dominant hale geçerler (McDonald ve ark. 1991). Önceki yıllarda buğdaygil yeşil otu ve kırmızı üçgülün fermantasyonu sırasında *Lactobacillus'* ların kalitatif değişimi ile ilgili olarak düşük ve yüksek KM koşullarında ortaya çıkan değişimler bir deneme ile izlenmiştir. İyi kapatılmış siloda hem taze hem de soldurulmuş söz konusu bitkilerde asit oluşumu büyük ölçüde ^{ho}LAB tarafından gerçekleştirilmiş olup, bu durumda dominant bakterilerin *L. curvatus* ve *L. plantarum* olduğu gözlenmiştir. Silolamadan 4 gün sonra ise silaj içinde bulunan *Lactobacillus'* ların %85'inin heterofermantatif türler oldukları ve *L. buchneri* ile *L. brevis'* in dominant oldukları anlaşılmıştır. Silolama döneminin sonunda ise düşük KM içerikli silajda *Lactobacillus'* ların %75'i, yüksek KM içerikli silajda ise %98'i heterofermantatif türlerdir. Bakteri populasyonundaki bu değişimin *Lactobacillus* türlerini asetik asite duyarlılık farklılıklarından ileri geldiği öne sürülmektedir. Nitekim saf kültürlerle gerçekleştirilen çalışmalar sonucunda *L. buchneri* ve *L. brevis* gibi heterofermantatif bakterilerin asetik asite karşı homofermantatif mikroorganizmalara göre iki kat daha az duyarlı oldukları gözlenmiştir (McDonald ve ark. 1991). Silaj fermantasyonundaki temel prensip, silaj ortamında yeterli sayıdaki LAB'lerinin gelişmelerini sağlamak ve istenmeyen epifitik mikroorganizmalar ile bitkide bulunan endojen katabolik enzimlerin aktivitelerini engellemektir. Çünkü silolanan bir materyal LAB'lerinin ürettiği laktik asit tarafından korunur. Ancak, bitkiler istenen (LAB) ve istenmeyen mikroorganizma populasyonlarının (*Enterobacteriaceae* ve *Bacillus* türleri ile maya ve küfler) her ikisini de içermektedir. Silajlık materyalin ya da silo ortamının uygun olmaması durumunda *Enterobacteriaceae* genusuna ait türler, *Clostridia* ve *Bacilli* sporları ile maya ve küfler fermantasyona katılır. Adı geçen bu mikroorganizmalar bitkideki fermente olabilir karbonhidratları kullanabilmek için LAB'leri ile rekabete girerler. Silaj ortamında

baskın gelmeleri sonucunda ise, fermantasyon istemeyen bir yönde ilerler ve silaj kalitesini bozucu özellikteki bazı ürünler (etanol, NH₃-N ve bütrik asit gibi) açığa çıkar. Ayrıca, silolanacak materyalin başlangıç epifitik LAB popülasyonu genel olarak düşüktür ve bu bakterilerin büyük çoğunluğunu ^{het}LAB'leri oluşturmaktadır (Woolford 1984, Cai ve ark. 1998). Dolayısıyla LAB inokulantlarının kullanım amacı, silaj ortamında istenen mikroorganizma popülasyonunu (LAB) arttırmak bunun sonucunda laktik asit üretimini teşvik ederek, pH'nın hızla düşmesini sağlamaktır. Böylece istenmeyen mikroorganizmaların gelişimi engellenerek, silajın besleme değeri korunmaktadır (Bolsen ve ark. 1992).

Laktik asit bakteri inokulantlarının silajların mikrobiyolojik yapıları üzerindeki etkileri ile ilgili değişik sonuçlar alınmıştır. Homofermantatif LAB inokulantları silajların genellikle *Lactobacilli* içeriklerini arttırmaktadır (Weinberg ve ark. 1993, Filya 2003a, Filya ve ark. 2004, Filya ve ark. 2006a, Weinberg ve ark. 2007). Maya ve küf içeriklerini ise bazen düşürmekte (Filya 2002b), bazen etkilememekte (Filya 2002a, b), bazen ise arttırmaktadır (Weinberg ve ark. 1993, Kleinschmit ve ark. 2005). Diğer yandan söz konusu katkılar *Enterobacteria* ve *Clostridia* oluşumunu önemli düzeyde engellemektedir (Filya 2002a,b). Nitekim Weinberg ve ark. (1993) araştırmalarında, mısır silajlarının *Lactobacilli*, maya ve küf popülasyonlarının, inokulant kullanımına bağlı olarak arttığını gözlemişlerdir. Araştırmacılar, kontrol ve ^{ho}LAB inokulantı kullanılan silajların *Lactobacilli* içeriklerini sırasıyla 4.0 ve 5.5 cfu/g; maya içeriklerini 4.7 ve 5.4 cfu/g; küf içeriklerini ise 0 ve 5.0 cfu/g olarak belirlemişlerdir. Davies'de (1996) silajların maya popülasyonunun ^{ho}LAB inokulantı kullanımına bağlı olarak önemli düzeyde düştüğünü belirterek, silolamanın 100. gününde açılan silajların maya içeriklerini kontrol ve ^{ho}LAB inokulantı kullanılan silajlarda sırasıyla 3.11x10⁷ ve 1.26x10⁴ cfu/g; küf içeriklerini ise 0 ve 2 cfu/g olduğunu belirlemiştir. Filya (2002b) tarafından yürütülen araştırmada da, mısır bitkisinde üç farklı ^{ho}LAB inokulantı kullanılmıştır. Silajların *Lactobacilli* içerikleri inokulant kullanımına bağlı olarak kontrol grubu silajlara göre önemli düzeyde artmış (P<0.05), küf ve *Enterobacteria* içerikleri ise önemli düzeyde düşmüştür (P<0.05). Ayrıca, inokulant kullanılan silajların hiç birisinde *Clostridia* oluşumuna rastlanmamış ve maya içerikleri uygulamalardan etkilenmemiştir. Taze mısır bitkisinin *Lactobacilli*, maya ve küf içeriklerini sırasıyla 3.86, 4.06 ve 2.58 log₁₀ cfu/g olarak saptayan Filya (2003 a) araştırmasında, fermantasyonun 2. gününden itibaren söz konusu mikroorganizmaların artış gösterdiğini belirterek, fermantasyonun 90. gününde en yüksek değerlerine ulaştığını belirlemiştir. Araştırmada, ^{ho}LAB inokulantı (*L. plantarum*) silajların *Lactobacilli* ve maya içeriklerini önemli düzeyde artmış, küf içerikleri ise

düşürmüştür. Araştırmacı, fermantasyonun 90. gününde silajların *Lactobacilli* içerikleri kontrol ve inokulant gruplarında sırasıyla 8.35 ve 10.40 $16 \log_{10}$ cfu/g; maya içerikleri 3.86 ve 4.45 \log_{10} cfu/g; küf içerikleri ise 3.26 ve 3.08 \log_{10} cfu/g saptamıştır.

2.5. Laktik Asit Bakteri İnokulantlarının Silajların Hücre Duvarı Bileşenleri Üzerine Etkileri

Laktik asit bakteri inokulantlarının silajların hücre duvarı bileşenleri (sellüloz, hemisellüloz, lignin) üzerinde etkisi ya hiç yoktur ya da bu etki düşüktür (Kung ve Muck 1997). Bu inokulantlarının hücre duvarını oluşturan polisakkaritler üzerindeki etkileri (özellikle hemisellülozların asit hidrolizi) dolaylı olmakta, ortam pH'sini hızla düşürmeleri ile hidrojen iyonlarının artışı bu etkiyi yaratmaktadır (Rooke ve Hatfield 2003). Muck'da (1993) LAB inokulantlarının, pH' yi hızla düşürerek, hücre duvarı fraksiyonlarını açtığı ve hemisellülozun (HMS) hidrolizini sağlayan ek bir asit ürettiği bildirmiştir. Ranjit ve Kung (2000) tarafından yürütülen araştırmada da bu görüşü destekler nitelikte sonuçlar alınmış olup, süt olum döneminde (%31.3 KM) hasat edilen mısırdaki ^{ho}LAB'si olan *L. plantarum* 30115 kullanımının mısır silajının nötr deterjanda çözünmeyen lif (NDF) içeriğinde önemli düzeyde azalmaya neden olduğu saptanmıştır ($P < 0.05$). Ayrıca, asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF) içeriğinde de bir azalma meydana gelmiş, fakat bu azalma istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($P < 0.05$). Başlangıç NDF ve ADF içeriklerinin sırasıyla %48.8 ve 26.7 olduğu söz konusu araştırmada, kontrol ve ^{ho}LAB inokulantı kullanılan mısır silajlarının NDF içerikleri sırasıyla %46.2 ve 43.0, ADF içerikleri ise %26.5 ve 24.6 olarak belirlenmiştir. Diğer yandan LAB inokulantlarının hücre duvarı bileşenlerini etkilemediğini gösteren araştırmalara da rastlanmıştır (Kung ve ark. 1993, Kleinschmit ve ark. 2005, Kleinschmit ve Kung 2006a). Benzer bulgular Sanderson (1993) ile Filya (2002a)'da elde edilmiş olup, mısır silajında *L. plantarum* ve *E. faecium* içeren ^{ho}LAB kullanımının silajların NDF ve ADF düzeylerini etkilemediğini bildirilmişlerdir. Nitekim Sanderson'ın (1993) yürüttüğü araştırmada, mısır silajlarının NDF içeriklerini kontrol ve ^{ho}LAB inokulantı kullanılan gruplarda sırasıyla %45.9 ve 44.8, ADF içerikleri %25.6 ve 25.3 olarak saptanmıştır. Filya'nın (2002a) yürüttüğü araştırmada ise, mısır silajlarının NDF içerikleri kontrol ve ^{ho}LAB inokulantı kullanılan gruplarda sırasıyla %52.9 ve 53.0, ADF içerikleri %27.5 ve 27.4 olarak belirlenmiştir. inokulant etkisi dışında da, silolama süresinin uzamasına bağlı olarak, süre gelen asidik koşullar hücre duvarı fraksiyonlarını azaltabilmektedir (Muck 1996). Jones ve ark.'da (1992) baklagil ve çim silajlarında yürüttükleri çalışmalarında, silolama süresinin

uzamasına bağılı olarak, silajların pektik ve hemisellülotik fraksiyonlarında önemli sayılabilecek bir azalmanın meydana geldiğini saptamışlardır. Araştırmacılar, söz konusu değişimin arabinozal kalıntılar biçimde gerçekleştiğini belirterek, arabinozal dalların furanoz formunda bulduklarını ve bu dalların zayıf asitlere bile açık olduğunu bildirmişlerdir.

Laktik asit bakterilerinin hücre duvarını oluşturan polisakkaritleri fermente edebilme yetenekleri yoktur. Bu bakteriler sadece basit şekerler ile çok az sayıda disakkaritleri (sukroz ve maltoz) metabolize edebilirler. Silaj fermantasyonu açısından yapısal karbonhidratlardan yararlanma ancak hidrolitik aktiviteyle mümkün olabilir. Bitkiler hücre duvarı hidrolitik enzimlerini üretmelerine karşın, bu enzimlerin yapısal karbonhidratlar üzerindeki etkileri, spesifik organ ve dokular tarafından kısıtlanmaktadır. Bitki bünyesinde bulunan doğal hidrolazlar, hücre duvarını genişletebilmekte veya çok düşük oranlarda hücre duvarı kapsamını azaltabilmektedirler (Fry 1985, Carpita 1997). Hemisellülozların asit hidrolizi yavaş seyreden bir kimyasal parçalanmadır. Doğal silaj fermantasyonunda NDF içeriğindeki azalmanın %0.5'ten bile düşük seviyelerde gerçekleştiği belirtilmektedir (Muck 1996). Şayet silolanacak bitki sınırlı düzeyde çözünebilir karbonhidrat içeriyorsa, yapısal karbonhidratların LAB'leri tarafından fermente edilebilir forma dönüştürülebilmeleri için yüksek hidrolitik aktivite gereklidir. Buda ancak, ticari enzim preparatlarının kullanımı ile gerçekleştirilebilir. Ayrıca, polisakkaritlerin hücre matriksindeki kompleks yapılarından dolayı LAB'lerinin kullanabileceği monosakkarit forma dönüştürülebilmeleri için tek bir enzimin ilave edilmesinin de yeterli olmayacağı bildirilmektedir (Rooke ve Hatfield 2003). Diğer yandan enzim kullanımının ekonomik olmadığı durumlarda da *L. amylovorus* elde edilen amilaz geninin *L. plantarum'* a klonlanmasıyla elde edilen modifiye organizmalar gibi katkılardan da yararlanmanın mümkün olabileceği belirtilmektedir. Yapılan çalışmalarda, bu organizmaların genellikle baklagiller ile ılıman iklim çayır silajlarında, kullanılabilir karbonhidrat içeriğini basit şekerler ve sukroz yönünden artırmak suretiyle, silaj fermantasyonunda yarar sağladığını göstermiştir (Fitzsimons ve ark. 1994).

2.6. Laktik Asit Bakteri inokulantlarının Silajların Aerobik Stabiliteleri Üzerine Etkileri

Aerobik stabilite (silo ömrü), silajın ısınmadan ve bozulmadan kaldığı sürenin uzunluğudur (Kung 1998). Silo açıldıktan sonra, silajın hayvanlara yedirilmek üzere alınmaya başladığı dönemden itibaren anaerobik koşullar aerobik hale dönüşür. Bu dönemde sınırsız hava girişi, istenmeyen kimyasal ve mikrobiyolojik aktivitelerin oluşmasına neden olur (Woolford 1990). Aerobik bozulma kompleks bir süreçtir. Silolan ürünün; mikrobiyal

populasyonun bileşimi, çevre sıcaklığı, silaj kütlesinin sıcaklığı, silaj yoğunluğu ve fermantasyon özellikleri oluşabilecek aerobik kayıpları etkilemektedir (Ohyama ve ark. 1975). Ayrıca, silajlarda oluşan aerobik bozulmanın hızı farklı silajlar arasında oldukça geniş varyasyon göstermektedir. Kimi silajlarda hava ile temastan birkaç saat sonra silaj sıcaklığında artış gözlenirken, bazı silajlarda birkaç gün hatta birkaç hafta süre ile sıcaklık artışı gözlenmeyebilir (McDonald ve ark. 1991).

Maya ve küfler çoğunlukla aerobik bozulmada başrolü oynayan mikroorganizmalardır (Woolford 1984, McDonald ve ark. 1991). Söz konusu mikroorganizmalar silajdaki şekerleri, laktik asit gibi fermantasyon ürünlerini tüketerek, büyük miktarlarda KM ve besin maddeleri kaybına neden olmaktadır. Dawson ve ark. (1990) aerobik mikroorganizmaların besin maddelerini metabolize etmeleri sonucunda siloda oluşan sıcaklık ve pH artışı "aerobik instabilite" olarak tanımlamışlardır. Mayaların silajlarda var olması ise silajın lezzetini azaltmakta, besleme profilini değiştirmektedir. Ancak, bu mikroorganizmalar aynı zamanda silajın vitamin, protein ve karbonhidrat miktarında önemli düzeylerde kayıplara neden olmaktadır (Sclatter ve Smith 1999). Mayalar, iyi fermente olmuş silajlarda 10 cfu/g, bozulmuş silajlarda 10¹² cfu/g'a kadar değişen düzeylerde bulunabilirler (Middlehoven ve van Baalen 1988). Daniel ve ark. (1970) maya populasyonu 10⁶ cfu/g olan silajların, aerobik bozulmaya açık silajlar olduklarını bildirmişlerdir.

Bazı küf türleri mikotoksin ve diğer toksik bileşikler üretebilirler. Silajlarda oluşan besin maddeleri kaybı ve mikotoksin oluşumu, silajın gerek ekonomik değerini gerekse besleme değerini olumsuz yönde etkiler. Bu tip silajlar hayvanların yem tüketimini düşürerek, besin maddelerinin sindirilebilirliğini düşürerek, emilimi azaltır, toksik etki yaratabilir (Sclatter ve Smith 1999).

Silajların aerobik bozulmasından maya ve küf gibi mikroorganizmalar sorumlu olurken, aerobik olarak bozulmuş silajlardaki kimyasal, mikrobiyolojik ve fiziksel değişiklikler, bakterilerin de bozulmadan sorumlu mikroorganizmalar olabileceğini göstermiştir Spoelstra ve ark. (1988) aerobik bozulmaya asetik asit bakterilerinin de sebep olduğunu bildirmişlerdir. Asetik asit bakterilerinin temel substratı etanol olup bunu laktik ve asetik asit izlemektedir (Woolford 1990).

Barry ve ark. (1980) ise yemleme döneminde ilk atakta bulunan mikroorganizmaların aside dayanıklı aerobik bakteriler olduğunu bildirmiştir. Diğer yandan kötü fermente olmuş

silajlarda görülen *Listeria* gibi patojenik bakteriler ile *C.botulinum*, *C. butyricum* ve *C. tyrubutyricum* gibi spor oluşturan bakterilerde silajların hijyenik kalitesini etkileyerek, besleme değerini önemli ölçüde düşürürler (Wilkinson 1999). Bu mikroorganizmalardan *C. botulinum*, botulinum toksini üretir. Söz konusu bu toksin doğada bulunan en güçlü nörotoksindir ve kaslarda felçlere neden olur (Adams ve Moss 2000). Ayrıca, *C. butyricum* ve *C. tyrubutyricum* bakterilerinin silajlarda bulunması, süt ve süt ürünlerinin kalitesini de düşürmektedir (Klijn ve ark. 1995). Aerobik stabilite üzerinde etkili diğer bir faktör de çevre sıcaklığıdır. Yüksek sıcaklık (35- 45°C) mikrobiyal aktiviteyi teşvik ederek, silajın hızlı bir şekilde bozulmasına neden olur (Uriarte 2001). Dolayısıyla sıcak bölgelerde yapılan silajlar, soğuk bölgelerde yapılan silajlara göre ve yaz aylarında yapılan silajlar da kış aylarında yapılan silajlara göre daha fazla ısınırlar. Bu nedenle sıcak bölgelerde ve yaz aylarında açılan silajlarda bozulmayı azaltmak için bazı yönetsel önlemlerin alınması gereklidir. Bunun içinde yüksek yemleme oranı gereklidir. Ayrıca hayvan sayısı fazla olan işletmelerde silaj, silodan günlük olarak daha fazla miktarlarda çıkarılmalıdır. Küçük işletmelerde ise küçük çapta silajların yapılması önerilmektedir (Filya 2001). Sıcak bölgelerde silajların bozulması çok sık karşılaşılan bir durum olduğu bildirilmekte, *L. buchneri* bu açıdan denenmektedir. Silajın yoğunluğu da aerobik bozulma sürecini etkilemektedir. Çünkü silaj yoğunluğu üzerinde porozite etkilidir. Porozite, silaj bünyesine hava giriş miktarını ayarlamaktadır (Muck ve Holmes 2000). Genelde silaj yoğunluğu azaldıkça, siloya hava girişinin derinliği artmaktadır. Diğer yandan Lindgren ve ark. (1988) aerobik bozulmaya neden olan mikroorganizmaların silaj yoğunluğu artıkça, azaldığını bildirmişlerdir. Aerobik bozulma üzerinde silajın fermantasyon özellikleri de etkilidir. Özellikle silaj bünyesinde kullanılmadan kalan şekerler ile yüksek düzeyde oluşan laktik asidin, aerobik stabiliteyi düşürdüğü bildirilmektedir. Bazı maya ve küfler artan şekerler ile laktik asidi besin maddesi olarak kullanıp silajlarda CO₂ üretimine yol açmakta, bunun sonucunda ortam pH'sında ve sıcaklığında artış meydana gelmektedir. Karbondioksit üretimi, silajın bozulma hassasiyetinin ve KM kaybının bir göstergesidir (Ashbell ve ark. 1991).

Laktik asit bakteri inokulantlarının mısır silajının aerobik stabilite üzerindeki etkilerinin incelendiği birçok araştırmaya rastlanmış olup, söz konusu araştırmalar incelendiğinde, ^hoLAB inokulantları kullanıldıkları silajların; aerobik stabiliteyi genellikle düşürdükleri (Filya 2002a, b, Filya ve Sucu 2003), bazen ise arttırdığı (Sebastian ve ark. 1989) belirlenmiştir.

Sebastian ve ark. (1989) *L. plantarum* ve *E. faecium* içeren ^{ho}LAB inokulantı kullandıkları mısır silajlarını silolamanın 138. gününde açılarak, 7 gün süre ile aerobik stabilite testine tabi tutmuşlardır. Araştırma sonucunda, inokulant kullanımına bağlı olarak sıcaklıkta meydana gelen düşüşün, aerobik stabiliteyi geliştirdiğini ancak silajların kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri değerlendirildiğinde ise inokulant kullanımının aerobik stabiliteyi düşürdüğünü bildirmişlerdir.

Muck ve Kung (1997) 1990-1995 yılları arasında çeşitli silajlarda ^{ho}LAB inokulantlarının kullanımının aerobik stabilite üzerindeki etkilerinin incelendiği bir dizi araştırma sonucunu derlemiştir. Derleme sonucunda, ^{ho}LAB inokulantları yapılan çalışmaların %60'ında silajların aerobik stabilitelerini düşürmüştür. Araştırmacılar, bu durumun nedenini fermantasyon sırasında oluşan düşük asetik asit ile yüksek laktik asidin silajların havaya maruz kaldıkları dönemde antifungal ajan olarak yeteriz kalmasına bağlamışlardır.

Filya (2002a) yürüttüğü araştırmasında, mısır silajında *Pediococcus acidilactici*, *L. plantarum* ve *E. faecium* içeren ^{ho}LAB inokulantı kullanımının aerobik stabilite üzerindeki etkilerini incelemiştir. Araştırma sonucunda, ^{ho}LAB inokulantının kullanıldığı silajların CO₂ üretimleri ile maya ve küf populasyonlarını kontrol grubu silajlara göre daha yüksek olduğunu belirlemiştir (P<0.05). Araştırmacı, 5 gün süre ile aerobik stabilite uygulanan mısır silajlarının CO₂ üretimini, kontrol ve ^{ho}LAB inokulantı kullanılan gruplarda sırasıyla 12.3 ve 18.8 g/kg KM; maya içeriklerini 4.8 ve 7.2 log cfu/g KM, küf içeriklerini ise 5.3 ve 8.6 log cfu/g KM olarak saptamıştır.

Filya (2002b) tarafından yürütülen bir başka çalışmada da, mısır ve sorgum silajlarında *L. plantarum* + *E. faecium* (IA), *P. acidilactici* + *L. plantarum* (IB) ve *E. faecium* (IC) olmak üzere üç farklı ^{ho}LAB inokulantı kullanılmıştır. Silolamanın 60. gününde açılan silajlarda 5 gün süre ile aerobik stabilite uygulanmış ve mısır silajlarının CO₂ üretimleri, kontrol, IA, IB ve IC gruplarında sırasıyla 4.6, 8.5, 9.2 ve 9.0 g/kg KM, sorgum silajlarında ise 5.0, 11.1, 10.8 ve 11.3 g/kg KM olarak saptanmıştır. Ayrıca araştırmacı, bu 5 günlük aerobik süreçte ^{ho}LAB inokulantlarının her iki silajında maya içeriklerini önemli düzeyde arttırdığını gözlemiştir (P<0.05).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Silaj materyali

Çalışmanın bitkisel materyalini, Kırklareli ili Hazinedar köyünde yetiştirilen fiziksel zarar görmüş II. ürün silajlık mısır hasılı (Bolson mısır çeşidi) oluşturmuştur.

3.1.2. Silajların hazırlanması

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

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

3.1.3. Silajlarda kullanılan katkı maddeleri

1. Kontrol

2. ^{ho}LAB: BİOTAL PLUS (LALLEMAND, USA). *Pediccocus pentosaceus* NCIMB 12455 ve *Propionibacterium freudenreichii* R2453 içermektedir.

3. ^{het}LAB: İnokulant (LALLEMAND, USA). *Lactobacillus buncheri* NCIMB 40788 ve *Pediococcus pentosaceus* NCIMB 12455 içermektedir.

3.2. Metot

Bu araştırma, hasat öncesi ve hasat sonrası LAB inokulantlarının ilavesinin mısır silajlarında fermantasyon gelişimi ve aerobik stabiliteyi üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla planlanmıştır.

Çalışmada katkı maddesi olarak homofermantatif ve heterofermantatif laktik asit bakterilerinin içeren 2 ticari inokulant kullanılmıştır. İnokulantlar silajlara $6.00 \log_{10}$ cfu/g düzeyinde katılmıştır. Araştırma materyali hasat öncesi ve hasat sonrası olmak üzere kontrol, ho LAB ve het LAB inokulant uygulaması içeren olmak üzere 3 deneme grubuna bölünmüştür.. İnokulantların uygulanmasında firma önerileri dikkate alınmıştır. İnokulantlar hasattan 15, 7 ve 1 gün olmak üzere 3 farklı dönemde tarlada mısırlara el tipi pülverizatör yardımı ile atılmıştır. Hasat öncesi ve sonrasının karşılaştırmak amacıyla, hasat dönemi geldiğinde yine kontrol, ho LAB ve het LAB inokulant uygulamaları yapılmıştır. Hasat öncesi ve hasat sonrası gruplarını içeren uygulamalara ait muameleler CASCVP 260PD marka laboratuvar tipi paket silaj makinası ile paketlenmiştir.



Şekil 3.1. Laboratuvar tipi paket silaj makinası

Her muameleye ait 3'er paket silajın kullanılmıştır. Silajların paketlenmesinden sonra materyaller laboratuvar koşullarında (20-22 °C) depolanmıştır.

Fermantasyonun 2., 5., 14., 21. ve 45. günlerinde açılan örnekler üzerinden pH, kuru madde, ham protein, NH₃-N, suda çözünebilir karbonhidratlar, laktik asit analizleri gerçekleştirilmiştir. Laktik asit bakterileri ve maya ve küf sayımları için mikrobiyolojik analizlerin yapıldığı çalışmada, aerobik stabiliteye ilişkin özellikleri ana fermantasyon dönemi sonrası 14 günlük dönemde izlenmiştir.



Şekil 3.2. Silajlık mısır bitkisi deneme alanı

3.2.1. Silaj kalitesi belirlenmesi için kullanılan yöntemler

Araştırmada kullanılan yemlerin silolama öncesinde pH, KM, SÇK, mikrobiyolojik analizler, silolama sonrası örneklerde pH, SÇK, NH₃-N, laktik asit ve mikrobiyolojik analizler gerçekleştirilmiştir.

3.2.1.1. pH analizleri

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

3.2.1.2. SÇK analizi

Başlangıç ve silaj örneklerinde SÇK analizi Anonim (1986)'a göre yapılmıştır. Analize tabi tutulacak örnek 102°C sıcaklıkta 2 saat süre ile kurutulmuştur. Kurutulup öğütölmüş örnekten 0,2 g tartılarak bir şişe içerisine konulmuş, üzerine 200 ml saf su ilave edilerek 1 saat süre ile çalkalanmıştır. Örneklerin ilk birkaç damlası ihmal edilecek şekilde süzölerek 50 ml'lik berrak ekstrakt elde edilmiştir. Standart eğrilerin hazırlanmasından sonra 2 ml ekstrakt alınarak 150x25 mm'lik borosilikat test tüplerine konulmuştur. Ön hazırlığı takiben absorbans değeri 620 nm'de 30 dakika içerisinde spektrofotometre aracılığı ile okunmuştur. Örnek ve kör denemeler sonrası tespit edilen absorbans değerlerine denk gelen mg glikoz değerleri arasındaki farklılık 500 katsayısı ile çarpılmıştır. Sonuç, örnek içerisinde yer alan g/kg SÇK miktarı olarak kaydedilmiştir.

3.2.1.3. NH₃-N analizi

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

3.2.1.4. Laktik asit analizi

Laktik asit miktarlarının tespitinde Koç ve Coşkuntuna (2003)'nın bildirdikleri spektrofotometrik yöntemle göre saptanmıştır.

Derin dondurucuda -20 °C'de saklanan örnekler analizin yapılacağı gün çıkartılarak çözülmüceye kadar oda sıcaklığında bir süre bekletilmişlerdir. Çözöndürölen örnekler daha sonra 1:100 oranında seyreltilerek kullanılmıştır. Seyreltilen örneklerden otomatik pipet yardımıyla 1 ml sıvı tüplere aktarılmış üzerine 0.1 ml bakır sülfat (5g CuSO₄/100 ml saf su)

ile 6 ml %98'lik sülfürik asit ilave edilmiştir. Hazırlanan tüpler 30 saniye vortekste karıştırıldıktan sonra 5 dakika soğuk banyoda tutularak soğumaya bırakılmıştır. Bu süre sonunda tüplere 0.1 ml parahidroxy biphenol (%0,5 NaOH/1000 ml saf su +2,5 g PHBP) eklenerek, tüpler 30 saniye tekrar vortekste karıştırılmış ve 10 dakika oda sıcaklığında bekletilmiştir. Daha sonra tüpler 90 saniye kaynar su içerisine daldırılıp çıkartılmış ve soğuması beklendikten sonra 565 nm dalga boyunda spektrofotometre cihazında okunmuştur.

3.2.1.4.1. Standart eğrinin oluşturulması

213 mg lityum laktat 500 ml saf su içerisinde çözündürülmüş ve üzerine 0.5 ml %98'lik sülfürik asit ilave edilmiştir (400 µg/ml). Elde edilen çözelti, önce 1:9 (40 µg/ml) daha sonra 1:1 (20 µg/ml, stok çözelti) oranında seyreltilerek kullanılmıştır. Daha sonra stok çözülden 2,5, 5,0, 10,0, 15,0 µg/ml lityum laktat içerecek şekilde yeni karışımlar elde edilmiştir. 1 ml seyreltik bulunan tüplerin içerisine 0,1 ml bakır sülfat ile 6 ml %98'lik sülfürik asit ilave edilmiş, 30 saniye vortekste karıştırılmış ve 5 dakika soğuk banyoda tutularak soğumaya bırakılmıştır. Bu süre sonunda tüplere 0.1 ml parahidroxy biphenol eklenerek, tüpler 30 saniye tekrar vortekste karıştırılmış ve 10 dakika oda sıcaklığında bekletilmiştir. Daha sonra tüpler 90 saniye kaynar su içerisine daldırılıp çıkartılmış ve soğuması beklendikten sonra 565 nm dalga boyunda spektrofotometre cihazında okunmuş ve standart eğri Microsoft Excel bilgisayar programında oluşturulmuştur.

3.2.1.4.2. Hesaplama

Standart eğriden, örneklerin µg/ml'eri okunarak saptanmıştır. Elde edilen örneklerin KM miktarlarına bölünmüş ve silajların % KM'de % laktik asit içerikleri saptanmıştır.

3.2.1.5. Mikrobiyolojik analizler

Çalışmada gerek silolama öncesi taze materyalde ve gerekse de son ürünler üzerinde LAB, maya ve küf yoğunluklarının saptanmasına yönelik analizler gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla 10 g'lık örnekler peptonlu su aracılığı ile 2 dakikadan az olmamak koşulu ile karıştırılıp mikroorganizmaların mümkün olduğu ölçüde materyalden ayrılması sağlanmıştır. Elde edilen stok materyalden logaritmik seride dilüsyonlar hazırlanarak 1 saati aşmayan zaman zarfında ekim işlemi yapılmıştır. Laktik asit bakterileri için besi ortamı olarak MRS Agar, maya ve küfler için Malt Ekstrakt Agar kullanılmıştır. Örneklerle ait LAB sayımları 30 °C 3 günlük, maya ve küfler için 30 °C de 5 günlük sıcaklıkta inkübasyon dönemlerini

takiben gerçekleştirilmiştir (Selale ve ark. 1990). Örneklerde saptanan LAB, maya ve küf sayıları logaritma koliform üniteye (cfu/g) çevrilmiştir.

3.2.2. Ham madde analizleri

3.2.2.1. Ham besin madde analiz yöntemleri

Kuru madde miktarı; belli miktarda alınan silaj örneğinin 60 °C sıcaklıkta 48 saat süreyle kurutulması ile bulunmuştur. HP, belli miktardaki yem örneğinin önce kuvvetli asitle yakılarak azotun amonyum sülfata, daha sonra da baz ile muameleye tabii tutularak amonyak formuna dönüştürülmesi ve bu amonyağın belli normalitedeki bir asitle titrasyonu sonucu elde edilen sarfiyattan hesaplanmıştır. Organik maddeleri oluşturan diğer komponentlerden HS; yemin önce belli konsantrasyonlardaki asit ve alkali ile kaynatılıp süzülmesi ve en son asetonla yıkanıp kurutularak yakılması sonucu elde edilmiştir (Akyıldız ve ark. 1984).

3.2.2.2. Hücre duvarı içerikleri analiz yöntemleri

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

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

Hesaplama: NDF (g/kg KM) = a-b/Nx 1000

a = NDF içeren kuru cam krozenin ağırlığı, g

b =cam krozenin darası alınmış ağırlığı, g

N=örneğin ağırlığı, g

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

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

a = ADF içeren kuru cam kroze ağırlığı, g

b =Darası alınmış cam krozenin ağırlığı, g

N =numune miktarı, g

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

gece tutulmuştur. Desikatörde alınmış, soğutulmuş ve tartılmıştır. Yakma fırınında 500-550 °C sıcaklıkta 3 saat süre ile yakılmıştır. Desikatöre alınmış, soğutulmuş ve tartılmıştır.

$$\text{Hesaplama: ADL (g/kg KM)} = a-b / N \times 1000$$

a = Krozenin kurutmadan sonraki ağırlığı, g

b = Krozenin yakmadan sonraki ağırlığı, g

N = Numune miktarı, g

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

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

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

3.2.3. Aerobik bozulmaya dirence ilişkin analizler

Ashbell ve ark. (1991) tarafından geliştirilen yöntem kullanılarak hazırlanan silajlar silolamanın 45. günün sonunda açılan silajlara 14 gün süre ile aerobik stabilite testine tabi tutulmuşlardır. Aerobik stabilitenin 14. günündeki silaj örneklerinin pH'ları ölçülmüş, KM kayıpları hesaplanmış ve mikrobiyal kompozisyonu saptanmıştır.

3.2.4. İstatiksel analizler

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

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Bu bölümde araştırmadan elde edilen bulgular ayrı ayrı ele alınarak üzerine çalışılan parametrelerin fermantasyon dönemi içerisinde ve sonrasında uygulamadan hangi ölçülerde etkilendiği konuya ilişkin diğer araştırma sonuçları ile birlikte tartışmaya çalışılmıştır.

4.1. Silajların başlangıç materyallerine ilişkin özellikleri

Uygun saklama koşullarının gerçekleşmesi sonrasında elde edilecek silo yeminde kalite ve bağlamında da besleme değerliliği üzerinde etkili olabilecek temel faktörler silaj yapılacak taze materyalin kimi özelliklerce sahip olduğu değerlerle ilişkilidir. Bitkisel materyalin sahip olduğu ham besin maddeleri miktarı bir tarafa bırakılacak olursa, KM içeriği, pH, SÇK kapsamı ve çoğu durumda epifitik mikroorganizma yoğunluğunun bu anlamda ön plana çıktığı söylenebilir.

Çizelge 4.1. Kontrol grubu mısır hasılıının silolanmadan önceki özelliklerine ilişkin değerler

ÖZELLİKLER					
Deneme grup	pH	%KM TM	SÇK,g/kg KM	LAB, cfu/g TM	MAYA, cfu/g TM
Kontrol	6,33	32,35	68,50	3,26	2,50

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

Çizelge 4.2. Hasata 15 gün önce inokulant ilave edilmiş mısır hasılıının silolanmadan önceki özelliklerine ilişkin değerler

ÖZELLİKLER					
Deneme grup	pH	%KM TM	SÇK,g/kg KM	LAB, cfu/g TM	MAYA, cfu/g TM
Kontrol	6,60	30,78	68,50	2,09	4,11
^{ho} LAB	6,33	33,42	71,24	3,33	2,90
^{het} LAB	6,36	33,24	75,62	2,70	3,76

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

Çizelge 4.3. Hasattan 7 gün önce inokulant ilave edilmiş mısır hasılıının silolanmadan önceki özelliklerine ilişkin değerler

ÖZELLİKLER					
Deneme grup	pH	%KM TM	SÇK,g/kg KM	LAB, cfu/g TM	MAYA, cfu/g TM
Kontrol	6,38	30,78	68,50	2,95	3,08
^{ho} LAB	6,38	29,68	70,12	4,01	2,70
^{het} LAB	6,45	31,32	73,89	3,09	3,26

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

Çizelge 4.4. Hasata 1 gün önce inokulant ilave edilmiş mısır hasılıının silolanmadan önceki özelliklerine ilişkin değerler

ÖZELLİKLER					
Deneme grup	pH	%KM TM	SÇK,g/kg KM	LAB, cfu/g TM	MAYA, cfu/g TM
Kontrol	6,27	30,78	68,50	2,70	3,26
^{ho} LAB	6,26	30,40	73,15	2,78	3,34
^{het} LAB	6,73	29,70	76,22	2,65	2,30

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

Çizelge 4.5. Hasat sonrası muamele uygulanan mısır hasıllarının silolanmadan önceki özelliklerine ilişkin değerler

ÖZELLİKLER					
Deneme grup	pH	%KM TM	SÇK,g/kg KM	LAB, cfu/g TM	MAYA, cfu/g TM
Kontrol	6,66	30,78	68,50	2,70	3,40
^{ho} LAB	6,33	30,40	73,82	2,78	3,34
^{het} LAB	6,33	29,70	78,11	2,65	2,30

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

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

Hasat döneminde yeşil materyalde yer alan epifitik LAB yoğunluğu ve kompozisyonu birçok faktörün etkisi altında değişim gösterebilmektedir. Sıcaklık, nispi nem, UV radyasyon ve bitki ile ilgili özelliklere bağımlı olarak meydana gelebilecek bu değişimlerin 1.0-6.0 log cfu/g TM sınırları arasında gerçekleşebileceğini bildirmektedir (Mc Donald ve ark. 1988; Petterson 1988). Araştırmada mısırdaki tespit edilen epifitik LAB yoğunluğunun 5.20 cfu/g TM ile söz konusu sınırlar arasında olduğunu söylemek mümkündür.

4.2. Silajların Fermantasyon Özellikleri

4.2.1. Hasattan 15 gün önce inokulant ilave edilmiş mısır silajlarının fermantasyon gelişimi ve son ürün özellikleri

Çizelge 4.6'den de görüleceği gibi silolanan kitlede 45 günlük süreçte gerçekleşen açım sonrası saptanan pH değerleri incelendiğinde, gerek kontrol grubu gerekse katkı maddesi gruplarında silajlarda sürekli olarak gözlenen düşüşler sonrası son ürünlerde pH değerleri kontrol grubu ^{ho}LAB ve ^{het}LAB grupları için sırasıyla $3,27 \pm 0,00$; $3,20 \pm 0,01$ ve $3,16 \pm 0,00$ olarak gerçekleşmiştir. Açım dönemlerinde uygulamaların gruplarda saptanan pH değerleri üzerinde etkisi, tüm dönemlerde önemli olduğu ($p < 0,01$; $p < 0,05$) saptanmıştır.

Araştırmada silaj örneklerinde saptanan laktik asit içeriklerine ilişkin olarak yapılan istatistiksel analiz sonucunda silolama süresince gözlenen değişimler üzerinde muamelenin etkisinin ($p < 0,01$) önem taşıdığı saptanmıştır. LA içeriğinin, açım dönemleri bazında incelendiğinde tüm açım dönemlerinde katkı maddesi gruplarında daha yüksek değerlere sahip olduğu gözlenmiştir.

Açım dönemlerinde saptanan KM kaybı bakımından gözlenen değişimler üzerinde muamelenin etkisi sadece 21. gündeki açımlarda istatistiksel anlamda önemli olarak ($p < 0,05$) saptanmıştır.

Çizelge 4.6. Hasattan 15 gün önce inokulant ilavesinin silajların bazı kimyasal parametreleri üzerine etkileri

MUAMELELER					
Özellikler	Günler	Kontrol	^{ho} LAB	^{het} LAB	p
pH	2	4,60±0,04	455±0,02	4,48± 0,04	ÖD
	5	4,39±0,01	4,36±0,04	4,10±0,03	ÖD
	14	3,76±0,01	3,76±0,01	3,77±0,00	ÖD
	21	3,68±0,00 ^a	3,69±0,00 ^a	3,27±0,00 ^b	%1
	45	3,27±0,00 ^a	3,20±0,01 ^b	3,16±0,00 ^c	%1
LA	2	5,57±0,36 ^b	7,45± 0,21 ^a	7,50±0,28 ^a	%5
	5	6,73±0,18 ^b	8,53±0,13 ^a	8,60±0,08 ^a	%5
	14	9,68±0,13 ^b	10,04±0,17 ^b	11,19±0,34 ^a	%5
	21	12,46±0,41	12,00± 0,15	12,88±0,34	ÖD
	45	6,48±0,37	7,72±0,50	6,48±0,26	ÖD
KM Kaybı	2	0,41±0,05	0,39 ±0,11	0,30±0,03	ÖD
	5	0,36±0,04	0,35±0,01	0,57±0,14	ÖD
	14	0,65±0,03	0,87±0,19	0,87±0,02	ÖD
	21	0,84±0,13 ^b	0,83±0,02 ^b	1,99±0,04 ^a	%1
	45	1,99±0,04	1,94±0,02	1,91±0,19	ÖD

^{ho}LAB: Homofermentatif laktik asit bakterisi; ^{het}LAB: Heterofermentatif laktik asit bakterisi; (ÖD): Önemli değil; p:Önem kontrolü

Açım dönmelerinde saptanan KM kaybı bakımından gözlenen değişimler üzerinde muamelenin etkisi sadece 21 gündeki açımında istatistiki anlamda önemli olarak ($p<0,01$) saptanmıştır.

Araştırmada takip edilen yöntem gereği, mısır silajlarında bazı özelliklere yönelik analizler sadece 45. günde gerçekleştirilen açımlar sonrası elde edilen son ürünler üzerinde gerçekleştirilmiştir. Söz konusu özellikler ilişkin saptanan değerler Çizelge 4.7' de aktarılmaktadır.

Çizelge 4.7. Hasattan 15 gün önce inokulant ilavesinin silajların 45. günde yapılan açım sonrası bazı kimyasal parametreleri üzerine etkileri

MUAMELELER				
Özellikler	Kontrol	^{ho} LAB	^{het} LAB	p
KM,%	31,48±0,36 ^a	27,06±0,68 ^b	30,19±0,32 ^a	%5
HP,% KM	7,17±0,06 ^a	5,00±0,11 ^c	6,35±0,01 ^b	%1
HK,% KM	4,43±0,04	4,56±0,05	4,98±0,56	ÖD
HS,% KM	25,37±0,26	25,73±0,65	24,17±0,58	ÖD
HY,% KM	2,35±0,01 ^a	2,19±0,03 ^b	2,10±0,04 ^a	%5
NDF,% KM	52,88±0,17 ^b	52,58±0,23 ^b	58,91±0,76 ^a	%1
ADF,% KM	30,36±0,25 ^b	30,89±0,15 ^b	35,40±0,55 ^a	%1
ADL,% KM	4,65±0,05	4,75±0,05	4,40±0,20	ÖD
NH ₃ -N, g/kg KM	5,82±0,28	6,27±0,41	6,62±0,38	ÖD
SÇK g/kg KM	38,67±2,46	34,65±3,80	41,40±6,75	ÖD

^{ho}LAB: Homofermentatif laktik asit bakterisi; ^{het}LAB: Heterofermentatif laktik asit bakterisi; KM: Kuru madde; SÇK: Suda çözünebilir karbonhidrat; NH₃-N: Amonyaya bağlı nitrojen; HP: Ham protein; HK: Ham kül; HS: Ham selüloz; HY: Ham yağ; NDF: Nötral çözücülerde çözünmeyen lif; ADF: Asit nötral çözücülerde çözünmeyen lif; ADL: Asit çözücülerde çözünmeyen lignin;(ÖD): önemli değil; p:Önem kontrolü.

Kırkbeşinci günde yapılan analizlerde muamelenin etkisi KM, HY üzerinde (p<0,05) HP,NDF ve ADF (p<0,01) istatistiki anlamda önemli olarak saptanmıştır.

Silaj kalitesine etki eden temel faktörlerden birisi, fermantasyonun erken aşamasında ortam pH'sındaki düşüş hızıdır. Silolanın kitlenin pH'nın olabildiğince çabuk bir şekilde 4.2-4.0'ın altına düşmesi arzu edilir (Polat ve ark. 2005). Kung ve Shaver (2001) kaliteli bir silajda pH'nın 3.7-4.2 arasında olması gerektiğini bildirmektedirler.

Araştırmadan elde edilen pH değerlerine ilişkin bulgular Kontrol ve inokulant grubu silajlarının iyi kalitede silajlar olduğunu göstermektedir.

Taze mısırın 68,50-78,11 g/kg KM arasında olan SÇK içerikleri fermantasyonun tüm dönemlerinde düşme eğilimi göstermiştir. Ancak bu etki kontrol grubu silajlarında daha belirgin bir şekilde gerçekleşmiştir.

Bitki hasadından sonra görülen en önemli aktivite proteolisis olayıdır. Bu olayda bitki bünyesindeki proteinler, proteaz enzimleri tarafından amino asit ve amonyağa parçalanmaktadır (Filya 2001). Bu nedenlerle NH₃-N oluşumu protein parçalanma düzeyini

gösteren önemli bir parametredir. Araştırmada, inokulnat kullanımı mısır silajlarının $\text{NH}_3\text{-N}$ içeriklerini etkilememiştir ($p>0.05$).

Petterson (1988)'un kaliteli bir silajda $\text{NH}_3\text{-N}$ içeriğinin 80.00 g/kg TN den yüksek olmaması gerektiğini bildirmektedir. Araştırmadan elde $\text{NH}_3\text{-N}$ içeriklerine ilişkin bulgular kontrol ve inokulnat grubu silajlarının iyi kalitede silajlar olduğunu göstermektedir.

4.2.2. Hasattan 7 gün önce inokulant ilave edilmiş mısır silajlarının fermantasyon gelişimi ve son ürün özellikleri

Çizelge 4.8. Hasattan 7 gün önce inokulant ilavesinin silajların bazı kimyasal parametreleri üzerine etkileri

MUAMELELER					
Özellikler	Günler	Kontrol	^{ho} LAB	^{het} LAB	p
pH	2	4,62±0,00	4,55±0,00	4,46± 0,09	ÖD
	5	4,49±0,01 ^a	4,31±0,00 ^b	4,52±0,01 ^a	% 1
	14	3,82±0,00 ^a	3,71±0,01 ^b	3,71±0,00 ^b	% 1
	21	3,87±0,01 ^a	3,67±0,00 ^c	3,75±0,01 ^b	% 1
	45	3,34±0,01 ^a	3,15±0,01 ^c	3,22±0,01 ^b	% 1
LA	2	6,58±0,17 ^c	7,48± 0,06 ^b	8,63±0,10 ^a	% 1
	5	6,67±0,09 ^b	8,40±0,33 ^a	9,22±0,11 ^a	% 1
	14	9,03±0,05 ^b	10,70±0,15 ^a	10,39±0,24 ^a	% 5
	21	12,39±0,14 ^a	11,59± 0,35 ^a	9,86±0,18 ^b	% 5
	45	7,96±0,12 ^a	6,94±0,17 ^b	8,24±0,13 ^a	% 5
KM Kaybı	2	0,39±0,03	0,31 ±0,00	0,55±0,17	ÖD
	5	0,61±0,28	0,27±0,00	0,32±0,03	ÖD
	14	0,66±0,05	0,68±0,04	0,57±0,07	ÖD
	21	0,93±0,07 ^a	0,78±0,00 ^{ab}	0,71±0,00 ^b	% 5
	45	2,03±0,08 ^a	1,62±0,07 ^b	1,37±0,04 ^b	% 5

^{ho}LAB: Homofermentatif laktik asit bakterisi; ^{het}LAB: Heterofermentatif laktik asit bakterisi; (ÖD): önemli değil; p:Önem kontrolü

Çizelge 4.8'den de görüleceği gibi silolanan kitlede 45 günlük süreçte gerçekleşen açım sonrası saptanan pH değerleri incelendiğinde, gerek kontrol grubu gerekse katkı maddesi gruplarında silajlarda sürekli olarak gözlenen düşüşler sonrası son ürünlerde pH değerleri kontrol grubu ^{ho}LAB ve ^{het}LAB gruplar için sırasıyla 3,34 ±0,01; 3,15±0,03 ve 3,22±0,01 olarak gerçekleşmiştir. Açım dönemlerinde uygulamaların gruplarda saptanan pH değerleri üzerinde etkisi, 2. gün haricinde dönemlerde önemli olduğu ($p<0.01$; $p<0.05$) saptanmıştır.

Araştırmada silaj örneklerinde saptanan LA içeriklerine ilişkin olarak yapılan istatistiki analiz sonucunda silolama süresince gözlenen değişimler üzerinde muamelenin etkisinin ($p<0,01$; $p<0,05$) tüm gruplarda önem taşıdığı saptanmıştır. LA içeriğinin, açım dönemleri bazında incelendiğinde 2, 5, 14 gün katkı maddesi gruplarında daha yüksek değerlere sahip olduğu 21. ve 45. günlerde daha düşük değerlere sahip olduğu saptanmıştır.

Çizelge 4.9. Hasattan 7 gün önce inokulant ilavesinin 45. günde yapıla açım sonrası silajların bazı özelliklerine ilişkin saptanan değerler

MUAMELELER				
Özellikler	Kontrol	^{ho} LAB	^{het} LAB	p
KM,%	31,47±0,36 ^a	29,91±0,63	30,89±0,37	ÖD
HP,% KM	7,17±0,06 ^{ab}	7,38±0,12 ^a	6,49±0,26 ^b	%5
HK,% KM	4,49±0,01 ^a	4,47±0,02 ^a	4,07±0,04 ^b	%5
HS,% KM	25,09±0,54 ^a	21,21±0,55 ^b	23,15±0,38 ^{ab}	%5
HY,% KM	2,37±0,03	2,06±0,08	2,02±0,11	ÖD
NDF,% KM	53,35±0,30	53,70±0,49	51,34±0,80	ÖD
ADF,% KM	31,03±0,41	32,86±0,50	32,75±0,34	ÖD
ADL,% KM	4,50±0,10	4,40±0,10	4,15±0,05	ÖD
NH ₃ -N, g/kg KM	6,22±0,11 ^a	5,32±0,21 ^b	6,24±0,06 ^a	%5
SÇK g/kg KM	31,68±1,57	29,62±2,87	32,44±3,70	ÖD

^{ho}LAB: Homofermentatif laktik asit bakterisi; ^{het}LAB: Heterofermentatif laktik asit bakterisi; KM: Kuru madde; SÇK: Suda çözünebilir karbonhidrat; NH₃-N: Amonyaga bağlı nitrojen; HP: Ham protein; HK: Ham kül; HS: Ham selüloz; HY: Ham yağ, NDF: Nötral çözücülerde çözünmeyen lif; ADF: Asit nötral çözücülerde çözünmeyen lif; ADL: Asit çözücülerde çözünmeyen lignin;(ÖD): önemli değil; p:Önem kontrolü.

Kırkbeşinci günde yapılan analizlerde muamelenin etkisi HP, HK, HS ve NH₃-N üzerinde istatistiki anlamda önemli olarak ($p<0,05$) saptanmıştır.

4.2.3. Hasattan 1 gün önce inokulant ilave edilmiş mısır silajlarının fermentasyon gelişimi ve son ürün özellikleri

Çizelge 4.10. Hasattan 1 gün önce inokulant ilavesinin silajların bazı kimyasal parametreleri üzerine etkileri

MUAMELELER					
Özellikler	Günler	Kontrol	^{ho} LAB	^{het} LAB	P
	2	4,64±0,01 ^a	4,62±0,01 ^b	4,50± 0,11	ÖD
	5	4,46±0,02	4,52±0,00	4,46±0,01	ÖD
pH	14	3,79±0,01 ^a	3,79±0,01 ^a	3,68±0,00 ^b	% 1
	21	3,39±0,39	3,79±0,01	3,68±0,00	ÖD
	45	3,27±0,00	3,26±0,00	3,25±0,00	ÖD
	2	6,43±0,10 ^b	8,23± 0,11 ^a	8,19±0,17 ^a	% 1
	5	7,25±0,10	7,54±0,07	7,45±0,06	ÖD
LA	14	8,68±0,06 ^c	9,98±0,07 ^a	9,25±0,06 ^b	% 1
	21	8,68±0,06 ^c	9,98± 0,07 ^a	9,25±0,06 ^b	% 1
	45	6,38±0,56	6,71±0,07	6,71±0,07	ÖD
	2	0,38±0,02 ^b	0,48 ^a ±0,03	0,39±0,00 ^{ab}	%5
	5	0,32±0,01	0,34±0,02	0,43±0,06	ÖD
KM Kaybı	14	0,66±0,05 ^{ab}	0,71±0,00 ^a	0,56±0,02 ^b	ÖD
	21	0,66±0,05 ^{ab}	0,71±0,00 ^a	0,56±0,02 ^b	%5
	45	1,98±0,03	1,84±0,18	1,75±0,33	ÖD

^{ho}LAB: Homofermentatif laktik asit bakterisi; ^{het}LAB: Heterofermentatif laktik asit bakterisi; (ÖD): önemli değil; p:Önem kontrolü

Çizelge 4.10'dan da görüleceği gibi hasattan 1 gün önce inokulant ilave edilip silolanan kitlede gerçekleşen açım sonrası saptanan pH değerleri incelendiğinde, gerek kontrol grubu gerekse katkı maddesi gruplarında silajlarda sürekli olarak gözlenen düşüşler sonrası son ürünlerde pH değerleri kontrol grubu ^{ho}LAB ve ^{het}LAB grupları için sırasıyla 3,27 ±0,00; 3,26±0,00 ve 3,25±0,00 olarak gerçekleşmiştir. Açım dönemlerinde uygulamaların gruplarda saptanan pH değerleri üzerinde etkisinin sadece 14.gün de önemli olduğu (p<0.01) saptanmıştır.

Araştırmada silaj örneklerinde saptanan LA içeriklerine ilişkin olarak yapılan istatistiksel analiz sonucunda silolama süresince gözlenen değişimler üzerinde muamelenin etkisinin (p<0,01) önem taşıdığı saptanmıştır. LA içeriğinin, açım dönemleri bazında incelendiğinde tüm açım dönemlerinde katkı maddesi gruplarında daha yüksek değerlere sahip olduğu gözlenmiştir.

Açım dönmelerinde saptanan KM kaybı bakımından gözlenen değişimler üzerinde muamelenin etkisi 2. ve 21. gündeki açımda istatistiki anlamda önemli olarak ($p<0,05$) saptanmıştır.

Açım dönmelerinde saptanan KM kaybı bakımından gözlenen değişimler üzerinde muamelenin etkisi 2. ve 21. gündeki açımlarda istatistiki anlamda önemli olarak ($p<0,05$) saptanmıştır.

Çizelge 4.11. Hasattan 1 gün önce inokulant ilavesinin 45. günde yapılan açım sonrası silajların bazı özelliklerine ilişkin saptanan değerler

MUAMELELER				
Özellikler	Kontrol	^{ho} LAB	^{het} LAB	P
KM,%	32,77±0,49 ^a	31,02±0,63	30,84±0,62	ÖD
HP,% KM	7,37±0,02 ^b	7,83±0,02 ^a	7,27±0,05 ^b	%1
HK,% KM	5,08±0,00 ^a	3,70±0,10 ^b	5,32±0,21 ^a	%5
HS,% KM	25,27±0,61 ^{ab}	26,26±0,60 ^a	22,95±0,30 ^b	%5
HY,% KM	2,45±0,05 ^b	2,58±0,03	2,48±0,05 ^a	ÖD
NDF,% KM	58,13±1,25 ^a	50,44±1,43 ^b	54,58±0,46 ^{ab}	%5
ADF,% KM	34,02±0,67	33,55±0,33	34,72±0,51	ÖD
ADL,% KM	4,65±0,05 ^a	4,65±0,05 ^a	4,25±0,05 ^b	%5
NH ₃ -N, g/kg KM	5,97±0,13 ^b	4,76±0,15 ^b	5,36±0,30 ^{ab}	%5
SÇK g/kg KM	33,85±4,50	34,28±2,04	32,63±4,52	ÖD

^{ho}LAB: Homofermentatif laktik asit bakterisi; ^{het}LAB: Heterofermentatif laktik asit bakterisi; KM: Kuru madde; SÇK: Suda çözünebilir karbonhidrat; NH₃-N: Amonyaga bağlı nitrojen; HP: Ham protein; HK: Ham kül; HS: Ham selüloz; HY: Ham yağ; NDF: Nötral çözücülerde çözünmeyen lif; ADF: Asit nötral çözücülerde çözünmeyen lif; ADL: Asit çözücülerde çözünmeyen lignin; (ÖD): önemli değil; p:Önem kontrolü

Kırkbeşinci günde yapılan analizlerde muamelenin etkisi HP ($p<0,01$), HK, HS, NDF, ADL, NH₃-N üzerinde istatistiki anlamda önemli olarak ($p<0,05$) saptanmıştır.

Çizelge 4.12. Hasat sonrası inokulant ilavesinin silajların bazı kimyasal parametreleri üzerine etkileri

MUAMELELER					
Özellikler	Günler	Kontrol	^{ho} LAB	^{het} LAB	P
pH	2	4,64±0,01 ^a	4,37±0,00 ^b	4,33±0,00 ^b	%1
	5	4,46±0,02 ^a	4,41±0,01 ^{ab}	4,38±0,00 ^b	%5
	14	3,79±0,01	3,78±0,00	3,77±0,00	ÖD
	21	3,78±0,01 ^{ab}	3,81±0,01 ^a	3,76±0,00 ^b	%5
	45	3,27±0,00 ^a	3,24±0,01 ^b	3,26±0,00 ^{ab}	%5
LA	2	4,28±0,03 ^b	6,41±0,07 ^a	6,66±0,06 ^a	%1
	5	6,21±0,06 ^c	7,70±0,04 ^b	8,91±0,03 ^a	%1
	14	8,55±0,07 ^c	10,41±0,06 ^b	11,69±0,06 ^a	%1
	21	10,39±0,06 ^c	12,82±0,04 ^b	13,68±0,04 ^a	%1
	45	5,90±0,06 ^c	7,91±0,03 ^a	7,50±0,04 ^b	%1
KM Kaybı	2	0,48±0,18	0,42±0,03	0,57±0,03	ÖD
	5	0,32±0,03	0,32±0,02	0,17±0,17	ÖD
	14	0,72±0,05	0,55±0,08	0,59±0,04	ÖD
	21	1,07±0,04 ^a	0,69±0,02 ^b	1,00±0,11 ^{ab}	%5
	45	1,46±0,04	1,55±0,58	2,12±0,03	ÖD

^{ho}LAB: Homofermentatif laktik asit bakterisi; ^{het}LAB: Heterofermentatif laktik asit bakterisi; (ÖD): önemli değil; p:Önem kontrolü

Çizelge 4.12'den de görüleceği gibi hasat sonrası inokulant ilave edilip silolanan kitlede gerçekleşen açım sonrası saptanan pH değerleri incelendiğinde, gerek kontrol grubu gerekse katkı maddesi gruplarında silajlarda sürekli olarak gözlenen düşüşler sonrası son ürünlerde pH değerleri kontrol grubu ^{ho}LAB ve ^{het}LAB grupları için sırasıyla 3,27 ±0,01; 3,24±0,01 ve 3,26±0,00 olarak gerçekleşmiştir. Açım dönemlerinde uygulamaların gruplarda saptanan pH değerleri üzerinde etkisinin 14. gün hariç tüm dönemlerde önemli olduğu (p<0.01; p<0.05) saptanmıştır.

Araştırmada silaj örneklerinde saptanan LA içeriklerine ilişkin olarak yapılan istatistiksel analiz sonucunda silolama süresince gözlenen değişimler üzerinde muamelenin etkisinin (p<0,01) önem taşıdığı saptanmıştır. LA içeriğinin, açım dönemleri bazında incelendiğinde tüm açım dönemlerinde katkı maddesi gruplarında daha yüksek değerlere sahip olduğu gözlenmiştir.

Açım dönemlerinde saptanan KM kaybı bakımından gözlenen değişimler üzerinde muamelenin etkisi sadece 21. gündeki açımda istatistiksel anlamda önemli olarak (p<0,05) saptanmıştır.

Açım dönmelerinde saptanan KM kaybı bakımından gözlenen değişimler üzerinde muamelenin etkisi 21. ve 45. gündeki açımlarda istatistiki anlamda önemli olarak ($p<0,05$) saptanmıştır.

Çizelge 4.13. Hasattan sonrası inokulant ilavesinin silajların 45. günde yapılan açım sonrası bazı kimyasal parametreleri üzerine etkileri

MUAMELELER				
Özellikler	Kontrol	^{ho} LAB	^{het} LAB	p
KM,%	32,77±0,49	31,55±1,71	30,84±0,62	ÖD
HP,% KM	7,50±0,10 ^a	7,76±0,01 ^a	7,13±0,01 ^b	%5
HK,% KM	5,11±0,02 ^a	4,43±0,01 ^b	4,46±0,01 ^b	%1
HS,% KM	25,61±0,28 ^a	21,84±0,11 ^b	23,20±0,56 ^b	%5
HY,% KM	2,50±0,10 ^a	2,02±0,01 ^b	2,71±0,01 ^a	%1
NDF,% KM	59,74±0,36 ^a	54,68±0,10 ^b	51,64±0,47 ^c	%1
ADF,% KM	34,29±0,40 ^a	30,12±0,26 ^b	30,47±0,42 ^b	%1
ADL,% KM	4,55±0,15 ^{ab}	4,15±0,05 ^b	4,85±0,05 ^a	%5
NH ₃ -N, g/kg KM	6,20±0,09	5,16±0,04	6,14±0,40	ÖD
SÇK g/kg KM	31,19±2,96	26,25±3,10	31,26±3,09	ÖD

^{ho}LAB: Homofermentatif laktik asit bakterisi; ^{het}LAB: Heterofermentatif laktik asit bakterisi; KM: Kuru madde; SÇK: Suda çözünebilir karbonhidrat; NH₃-N: Amonyaga bağlı nitrojen; HP: Ham protein; HK: Ham kül; HS: Ham selüloz; HY: Ham yağ; NDF: Nötral çözücülerde çözünmeyen lif; ADF: Asit nötral çözücülerde çözünmeyen lif; ADL: Asit çözücülerde çözünmeyen lignin; (ÖD): önemli değil; p:Önem kontrolü

Kırkbeşinci günde yapılan analizlerde muamelenin etkisi NDF, ADF, HK, HY ($p<0,01$), HP, HS, ADL üzerinde istatistiki anlamda önemli olarak ($p<0,05$) saptanmıştır.

Silaj fermantasyonu sırasında oluşan pH, NH₃-N ve laktik asit miktarı fermantasyonun kalitesini belirlemektedir. Özellikle pH ve NH₃-N miktarları düşük, laktik asit/asetik asit oranları yüksek silajlar iyi fermente olmuş silajlar olarak kabul edilebilirler (Filya 2007b).

4.2.4. Mısır silajlarının mikrobiyolojik özellikleri ile ilgili bulgular

Hasattan 15 gün önce inokulant ilave edilmiş mısır silajlarının mikrobiyolojik analiz sonuçları Çizelge 4.14’de verilmiştir. Elde edilen verilere göre yapılan muamelenin özellikle ^{ho}LAB inokunat silajların LAB yoğunluğunu tüm açım dönemlerinde kontrol ve ^{het}LAB inokulanta göre önemli düzeyde artış gözlenmiştir ($p<0,01$). Maya yoğunluklarında da yine ^{ho}LAB grubunda çoğu dönemde daha az tespit edilmiştir ($p<0,01$; $p<0,05$). Genel olarak küf oluşumuna ise rastlanmamıştır.

Çizelge 4.14. Hasattan 15 gün önce inokulant ilavesinin fermantasyon süresince silajların mikrobiyolojik parametreleri üzerine etkileri

MUAMELELER					
Özellikler	Günler	Kontrol	^{ho} LAB	^{het} LAB	P
LAB	2	3,33±0,48	2,85±0,85	3,10±0,40	ÖD
	5	3,69±0,79	3,37±0,42	3,21±0,73 ^a	ÖD
	14	1,45±1,45	3,60±0,70	4,20±0,12	ÖD
	21	4,16±0,14 ^b	4,26±0,00 ^{ab}	4,54±0,03 ^a	%5
	45	4,54±0,03 ^a	4,49±0,11 ^a	3,80±0,01 ^b	%1
Maya	2	3,33±0,48	2,85±0,85	3,10±0,40	ÖD
	5	3,69±0,79	3,37±0,42	3,21±0,73	ÖD
	14	1,45±1,45	3,60±0,70	4,19±0,11	ÖD
	21	4,38±0,00	4,16±0,11	4,34±0,01	ÖD
	45	4,34±0,01	4,60±0,00	4,59±0,29	ÖD
Küf	2	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	ÖD
	5	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	ÖD
	14	0,00±0,00	1,00±1,00	0,00±0,00	ÖD
	21	0,00±0,00 ^b	0,00±0,00 ^b	3,15±0,15 ^a	%1
	45	3,15±0,15	1,30±1,30	1,30±1,30	ÖD

^{ho}LAB: Homofermentatif laktik asit bakterisi; ^{het}LAB: Heterofermentatif laktik asit bakterisi; (ÖD): önemli değil; p:Önem kontrolü

Çizelge 4.15. Hasattan 7 gün önce inokulant ilavesinin fermantasyon süresince silajların mikrobiyolojik parametreleri üzerine etkileri

MUAMELELER					
Özellikler	Günler	Kontrol	^{ho} LAB	^{het} LAB	P
LAB	2	3,02±0,17	3,19±0,01	3,44±0,0	ÖD
	5	3,04±0,04 ^b	3,83±0,03 ^a	2,59±0,11 ^c	%1
	14	3,51±0,55 ^b	4,36±0,02 ^a	4,29±0,01 ^a	%1
	21	4,31±0,01 ^a	4,07±0,09 ^{ab}	3,88±0,07 ^b	%5
	45	4,54±0,03	4,44±0,06	4,52±0,00	ÖD
Maya	2	0,00±0,00 ^c	3,58±0,10 ^a	3,17±0,06 ^a	%1
	5	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	ÖD
	14	0,00±0,00 ^b	4,04±0,04 ^a	0,00±0,00 ^b	%1
	21	0,00±0,00 ^c	4,45±0,04 ^a	3,99±0,11 ^b	%1
	45	0,00±0,00 ^b	4,29±0,09 ^a	4,52±0,03 ^a	%1
Küf	2	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	ÖD
	5	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	ÖD
	14	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	ÖD
	21	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	ÖD
	45	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	ÖD

^{ho}LAB: Homofermentatif laktik asit bakterisi; ^{het}LAB: Heterofermentatif laktik asit bakterisi; (ÖD): önemli değil; p:Önem kontrolü

Hasattan 7 gün önce inokulant ilave edilmiş mısır silajlarının mikrobiyolojik analiz sonuçları Çizelge 4.15’de verilmiştir. Özellikle ^{ho}LAB inokulant silajların LAB yoğunluğunu çeşitli dönemlerinde kontrol ve ^{het}LAB inokulanta göre önemli düzeyde artış gözlenmiştir

($p < 0.01$) . Maya yoğunluklarında da yine ^{ho}LAB ve ^{het}LAB grubunda daha az tespit edilmiştir ($p < 0.01$; $p < 0.05$). Genel olarak silajlarda küf oluşumuna ise rastlanmamıştır.

Çizelge 4.16. Hasattan 1 gün önce inokulant ilavesinin fermantasyon süresince silajların mikrobiyolojik parametreleri üzerine etkileri

MUAMELELER					
Özellikler	Günler	Kontrol	^{ho} LAB	^{het} LAB	P
LAB	2	2,92±0,07 ^b	3,87±0,02 ^a	0,00±0,00 ^c	% 1
	5	3,00±0,00 ^b	4,08±0,00 ^a	4,19±0,11 ^a	% 1
	14	3,51±0,55 ^{a,b}	3,71±0,06 ^a	3,31±0,08 ^b	% 5
	21	3,51±0,55 ^{ab}	3,71±0,06 ^a	3,31±0,18 ^b	% 5
	45	4,54±0,03	3,97±3,97	6,93±6,93 ^b	ÖD
Maya	2	2,74±0,26	2,92±0,07	2,30±0,30	ÖD
	5	0,00±0,00 ^b	0,00±0,00 ^b	3,79±0,01 ^a	% 1
	14	1,24±1,24	3,88±0,07	2,00±0,00	ÖD
	21	1,24±1,24	3,88±0,07	2,00±0,00	ÖD
	45	4,34±0,01 ^a	3,87±0,02 ^a	3,22±0,18 ^b	% 5
Küf	2	0,00±0,00	0,00±0,00 ^b	1,00±1,00	ÖD
	5	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	ÖD
	14	0,00±0,00	1,00±1,00	0,00±0,00	ÖD
	21	0,00±0,00	1,00±1,00	0,00±0,00	ÖD
	45	3,15± 0,15 ^b	4,53± 0,02 ^a	3,51±0,00 ^b	% 1

^{ho}LAB: Homofermentatif laktik asit bakterisi; ^{het}LAB: Heterofermentatif laktik asit bakterisi; (ÖD): önemli değil; p:Önem kontrolü

Hasattan 1 gün önce inokulant ilave edilmiş mısır silajlarının mikrobiyolojik analiz sonuçları Çizelge 4.16 'da verilmiştir. Özellikle ^{ho}LAB inokulant silajların LAB yoğunluğunu çeşitli dönemlerinde kontrol ve ^{het}LAB inokulanta göre önemli düzeyde artış gözlenmiştir ($p < 0.01$; $p < 0.05$) . Maya yoğunluklarında genel olarak ^{ho}LAB grubunda daha fazla tespit edilmiştir ($p < 0.01$; $p < 0.05$). Genel olarak silajlarda küf oluşumuna ise rastlanmamıştır.

Çizelge 4.17. Hasat sonrası inokulant ilavesinin fermantasyon süresince silajların mikrobiyolojik parametreleri üzerine etkileri

MUAMELELER					
Özellikler	Günler	Kontrol	^{ho} LAB	^{het} LAB	p
LAB	2	2,92±0,07 ^b	2,87±0,02 ^b	3,91±0,03 ^a	% 1
	5	3,04±0,04 ^c	3,50±0,07 ^b	4,06±0,02 ^a	% 1
	14	3,51±0,05 ^b	3,26±0,03 ^c	4,27±0,00 ^a	% 1
	21	4,31±0,01 ^a	3,30±0,00 ^b	2,45±0,15 ^c	% 1
	45	4,54±0,03 ^a	4,49±0,11 ^b	3,62±0,02 ^b	% 1
Maya	2	2,74±0,26 ^a	0,00±0,00 ^b	0,00±0,00 ^b	% 1
	5	0,00±0,00 ^c	2,15±0,15 ^b	3,00±0,22 ^a	% 1
	14	1,24±1,24	0,00±0,00	1,15±0,15	ÖD
	21	4,40±0,10	3,54±0,06	1,24±1,24	ÖD
	45	4,34±0,01 ^a	4,25±0,05 ^a	3,59±0,16 ^b	% 5
Küf	2	0,00±0,00 ^b	3,25±0,02 ^a	0,00±0,00 ^b	% 1
	5	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	ÖD
	14	0,00±0,00	1,15±1,15	0,00±0,00	ÖD
	21	0,00±0,00	0,00±,00	0,00±0,00	ÖD
	45	3,15± 0,15 ^a	1,00± 1,00 ^{ab}	0,00±0,00 ^b	% 5

^{ho}LAB: Homofermentatif laktik asit bakterisi; ^{het}LAB: Heterofermentatif laktik asit bakterisi; (ÖD): önemli değil; p:Önem kontrolü

Hasattan sonra inokulant ilave edilmiş mısır silajlarının mikrobiyolojik analiz sonuçları Çizelge 4.17’de verilmiştir ^{het}LAB 2, 14 ve 45.gün açımında ^{ho}LAB inokulant ilavesinde kontrol grubuna ve ^{het}LAB inokulant ilavesine göre düşük düzeyde tespit edilmiştir. Beşinci gün açımında LAB yoğunluğunu ^{ho}LAB inokulant kontrol grubuna göre yüksek ^{het}LAB inokulant grubuna göre düşük seviyede tespit edilmiştir. Yirmibirinci gün açımında ise kontrol grubu ^{ho}LAB ve ^{het}LAB inokulant grubuna göre LAB yoğunluğunu bakımından yüksek düzeyde tespit edilmiştir (p<0.01) Maya yoğunlukları da kontrol grubunda daha yüksek tespit edilmiştir (p<0.01). Genel olarak silajlarda küf oluşumuna ise rastlanmamıştır.

4.3. Silajların aerobik stabiliteleeri

Fermantasyon sürecini takiben silaj kitlesi açıldığında, anaerobik koşullar aerobik koşullara dönüşür. Aerobik koşullar altında, açım öncesi oksijen yokluğu nedeni ile inaktif durumda olan mikroorganizmalar çoğalmaya başlar. Sonuç olarak silajın bozulması sözkonusudur. Çoğunlukla “aerobik bozulma” olarak da tanımlanan söz konusu oluşumun saha koşullarındaki en tipik belirleyicileri kitlede sıcaklığın yükselmesi ve küf gelişimidir. Yapılan çalışmalar farklı materyalden yapılmış olan silajların aerobik bozulmaya direnç bakımından farklı özellikler taşıdığını ortaya koymaktadır. Mısır benzeri karbonhidratça

zengin materyalin bu anlamda daha fazla olumsuz etkiye sahip olduğu söylenebilir (Mc Donald ve ark., 1991).

Hasattan 15 gün önce inokulant ilavesinin silolamanın son döneminde açılan silajlara 14 günlük aerobik stabilite testi sonuçları Çizelge 4.18 de verilmiştir. Silajların hava ile temas ettikleri bu 14 günlük süre içerisinde, ^{ho}LAB ve ^{het}LAB kullanılan silajların KM kaybı, maya ve küf sayıları kontrol grubuna göre oldukça düşük saptanmıştır (p<0.01). pH değeri 14 günlük süre içerisinde, ^{ho}LAB ve ^{het}LAB kullanılan silajların daha yüksek bulunmuştur (p<0.05).

Çizelge 4.18. Hasattan 15 gün önce inokulant ilavesinin açım sonrası silajların aerobik dayanıklılığına ilişkin olarak incelenen bazı parametreler

MUAMELELER				
Özellikler	Kontrol	^{ho} LAB	^{het} LAB	p
pH	3,51±0,05 ^b	4,59± 0,32 ^a	5,15± 0,23 ^a	%5
KM Kaybı	1,66±0,12	1,60±0,08	2,04±0,12 ^a	ÖD
Maya	4,61± 0,20 ^a	0,00±0,00 ^b	0,00±0,00 ^b	%1
Küf	9,97± 0,23 ^a	6,15± 0,15 ^b	5,97±0,02 ^b	%1

^{ho}LAB: Homofermentatif laktik asit bakterisi; ^{het}LAB: Heterofermentatif laktik asit bakterisi;; LAB: Laktik asit bakterisi. Aynı satırda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir; p:Önem kontrolü

Çizelge 4.19. Hasattan 7 gün önce inokulant ilavesinin açım sonrası silajların aerobik dayanıklılığına ilişkin olarak incelenen bazı parametreler

MUAMELELER				
Özellikler	Kontrol	^{ho} LAB	^{het} LAB	p
pH	5,49±0,08	5,47± 0,06	5,28± 0,01 ^a	ÖD
KM Kaybı	1,39±0,14	1,60±0,30	1,33±0,00 ^a	ÖD
Maya	0,00± 0,00 ^c	7,54±0,02 ^a	7,40±0,02 ^b	%1
Küf	0,00± 0,00 ^b	5,66± 0,18 ^a	5,99±0,04 ^a	%1

^{ho}LAB: Homofermentatif laktik asit bakterisi; ^{het}LAB: Heterofermentatif laktik asit bakterisi;; LAB: Laktik asit bakterisi. Aynı satırda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir; p:Önem kontrolü.

Hasattan 7 gün önce inokulant ilavesinin silolamanın son döneminde açılan silajlara 14 günlük aerobik stabilite testi sonuçları Çizelge 4.19'da verilmiştir. Silajların hava ile temas ettikleri bu 14 günlük süre içerisinde, ^{ho}LAB ve ^{het}LAB kullanılan silajların pH, değeri kontrol grubuna göre düşük saptanmıştır. KM kaybı ^{het}LAB inokulan kullanılan grubun en düşük seviyede tespit edilmiştir. Maya ve küf sayıları ^{het}LAB ve ^{ho}LAB gruplarında birbirinden farklı tespit edilmiştir (p<0.01).

Çizelge 4.20 .Hasattan 1 gün önce inokulant ilavesinin açım sonrası silajların aerobik dayanıklılığına ilişkin olarak incelenen bazı parametreler

MUAMELELER				
Özellikler	Kontrol	^{ho} LAB	^{het} LAB	p
pH	4,82±0,10 ^a	4,28± 0,06 ^b	5,17± 0,09 ^a	%5
KM Kaybı	1,60±0,06 ^b	1,81±0,00 ^a	1,25±0,01 ^c	%1
Maya	0,00± 0,00 ^b	6,07±0,03 ^a	6,29±1,29 ^a	%5
Küf	0,00± 0,00 ^b	5,39± 0,09 ^a	5,80±0,80 ^a	%1

^{ho}LAB: Homofermentatif laktik asit bakterisi; ^{het}LAB: Heterofermentatif laktik asit bakterisi; LAB: Laktik asit bakterisi, Aynı satırda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir; p:Önem kontrolü

Hasattan 1 gün önce inokulant ilavesinin silolamanın son döneminde açılan silajlara 14 günlük aerobik stabilite testi sonuçları Çizelge 4.20’de verilmiştir. Silajların hava ile temas ettikleri bu 14 günlük süre içerisinde, ^{ho}LAB kullanılan silajların pH kontrol ve ^{het}LAB kullanılan silajların pH dan daha düşük tespit edilmiştir. Maya sayıları ise inokulant kullanılan gruplarda kontrol grubuna göre daha yüksek bulunmuştur (p<0.05). KM kaybı, ^{het}LAB inokulant kullanılan grupta en düşük seviyede tespit edilmiştir.

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

Çizelge 4. 21. Hasat sonrası inokulant ilavesinin açım sonrası silajların aerobik dayanıklılığına ilişkin olarak incelenen bazı parametreler

MUAMELELER				
Özellikler	Kontrol	^{ho} LAB	^{het} LAB	P
pH	4,66±0,23 ^a	3,44± 0,06 ^b	4,84± 0,00 ^a	%1
KM Kaybı	1,46±0,04	1,36±0,01	0,66±0,66 ^a	ÖD
Maya	7,40± 0,01 ^b	7,59±0,02 ^a	7,53±0,06 ^{ab}	%5
Küf	5,74± 0,26 ^b	7,29± 0,01 ^a	0,00±0,00 ^c	%1

^{ho}LAB: Homofermentatif laktik asit bakterisi; ^{het}LAB: Heterofermentatif laktik asit bakterisi;; LAB: Laktik asit bakterisi. Aynı satırda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir.

Hasattan sonra inokulant ilavesinin silolamanın son döneminde açılan silajlara 14 günlük aerobik stabilite testi sonuçları Çizelge 4.21’de verilmiştir. Silajların hava ile temas ettikleri bu 14 günlük süre içerisinde, ^{ho}LAB kullanılan silajların pH sı kontrol ve ^{het}LAB kullanılan silajların pH dan daha düşük tespit edilmiştir. Maya sayıları ise inokulant

kullanılan gruplarda kontrol grubuna göre daha yüksek bulunmuştur ($p<0.05$). KM kaybı, ^{het}LAB inokulant kullanılan grupta en düşük seviyede tespit edilmiştir.

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

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

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmanın amacı tarlada fiziksel zarar görmüş mısır bitkilerine hasat öncesi ve hasat sonrası bakteriyal inokulant ilavesinin silaj kalitesi ve aerobik stabilite üzerindeki etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Yapılan çalışma sonucunda fiziksel zarar görmüş mısır bitkilerine hasattan 15, 7, 1 gün önce ve hasat sonrası uygulanan bakteriyal inokulant ilavesi mısır silajında kalite kriterleri bakımından önemli bir değişim oluşturmamıştır. Fakat mikrobiyal bozulma üzerinde hasat öncesi homofermantatif laktik asit bakteri uygulamasının daha olumlu sonuç verdiği belirlenmiştir.

Bu çalışma kurumadde içeriği daha düşük (%25'in altında) mısır silajında uygulandığında kullanılan inokulantların etkisinin daha etkin olabileceği düşünülmektedir. Bundan sonra ki çalışmalarda bu tip materyallerle çalışılması daha uygun olacağı söylenebilir.

Bu açıdan bakıldığı zaman, hasat öncesinde doğal yada fiziksel olarak zarar görmüş mısırların değerlendirilmesinde katkı maddesi uygulamasının kayıpları azaltma açısından alternatif olabilir. Fakat bunun tam olarak ortaya konması için saha şartlarında daha büyük alanlarda uygulanıp sonuçlarının ortaya konmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

6. KAYNAKLAR

- Adams MR and MO Moss (2000). Food Microbiology. 2nd ed. The Royal Society of Chemistry.
- Akyıldız AR (1984). Yemler Bilgisi Laboratuvar Kılavuzu. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları: 895, Ders Kitabı: 213, 236 s, Ankara.
- Anonim (1986). TNT, RDX, HMX, and 2,4-DNT in Waste Water and groundwater liquid chromatographic method first action. In: Changes in methods. J Assoc Off Anal Chem 69:366-367.
- Ashbell GZ, G Weinberg, A Azrieli, Y Hen and B Horev, (1991). A simple system to study the aerobic deterioration of silages. Canadian Agric. Eng., 33:391-393.
- Axelsson L (1998). Lactic Acid Bacteria: Classification and Physiology. In: Salminen,S., Wright AV, Lactic Acid Bacteria: Microbiology and Functional Aspects. New York, Marcel Decker, pp. 1-72.
- Barry TN, Di Menna ME, Webb ME and Parle JN (1980). Some Observations on Aerobic Deterioration in Untreated Silages and in Silages Made with Formaldehyde-Containing Additives. J. Sci. Food and Agric. 31:1 33-146.
- Blakeman JP (1981). Microbial Ecology of the Phylloplane. Academic Press London,pp. 502.
- Bolsen KK, Laytimi A and Schirhammer J (1988). Effect of Enzyme and Inoculant Additives on Preservation and Feeding Value of Sorghum Silages. J.Anim. Sci. 66 (Suppl. 1):367.
- Bolsen KK, Sonan RN, Dalke B, Pope R, Riley JG and Laytimi A (1992). Evaluation of Inoculant and NPN Silage Additives: A Summary of 26 Trials and 65 Farm- Scale Silages. In: Kansas Agric. Exp. Sta. Rpt. of Prog. 651. Kansas State University, Manhattan, pp 101-102.
- Cai Y, Benno Y, Ogawa M, Ohmomo S, Kumai S, and Nakase T (1998). Influence of *Lactobacillus* spp. from an Inoculant and of *Weissella* and *Leuconostoc* spp. from Forage Crops on Silage Fermentation. Applied and Environmental Microbiol. 64: 2982-2987.
- Carpita N (1997). Structure and Biosynthesis of Plant Cell Walls. In D.T. Dennis, D.H. Turpin, D.D. Lefebvre, and D.B. Layzell (eds.) Plant metabolism, 2nd Edition. Addison Wesley Longman, Essex, England, pp. 124-147.
- Close W, Menke KH (1986). Selected Topics in Animal Nutrition Universitat, Pp; 170+85, Hohenheim.
- Daeschel MA, Anderson RE and Fleming HP (1987). Microbial Ecology of Fermenting Plant Material. FEMS Microbiology Review. 46: 357-367.
- Davidson PM, Hoover DG (1993). Antimicrobial Components from Lactic Acid Bacteria, Salminen, S. and A. Von Wright(eds). P: 127, markel decker, Inc. New York.

- Davies OD (1996). The Effect of Inoculant Additives on the Fermentation Characteristics of Maize Silage. In: Proc XIth International Silage Conference, Aberystwyth, Wales, pp. 156-157.
- Dawson KA, Newman KE, and Boling JA (1990). Effects of Microbial Supplements Containing Yeast and *Lactobacilli* on Roughage-Fed Ruminant Microbial Activities. J. Anim. Sci. 68: 3392.
- Filya İ (2001). Silaj Teknolojisi. Uludag Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü, 16059, Görükle, Bursa.
- Filya İ (2002a). Laktik Asit Bakteri ve Laktik Asit Bakteri+Enzim Karışımı Silaj İnokulantlarının Mısır Silajı Üzerine Etkileri. Turk J Vet Animal Sci, 26:679-687.
- Filya İ (2002b). Laktik Asit Bakteri İnokulantlarının Mısır ve Sorgum Silajlarının Fermantasyon, Aerobik Stabilite ve *in situ* Rumen Parçalanabilirlik Özellikleri Üzerine Etkileri. Turk J Vet Animal Sci, 26:815-823.
- Filya İ (2003a). The Effect of *Lactobacillus Buchneri*, with or without Homofermentative Lactic Acid Bacteria, on the Fermentation, Aerobic Stability, and Ruminant Degradability of Wheat, Sorghum, and Maize Silages. J. Appl. Microbiol. 95:1080–1086.
- Filya İ (2003a). The Effect of *Lactobacillus Buchneri*, with or without Homofermentative Lactic Acid Bacteria, on The Fermentation, Aerobic Stability, and Ruminant Degradability of Wheat, Sorghum, and Maize Silages. J. Appl. Microbiol. 95:1080–1086.
- Filya İ (2003b). Nutritive Value of Whole Crop Wheat Silage Harvested at Three Stages of Maturity. Animal Feed Sci. Technology 103:85–95.
- Filya İ (2004). Nutritive Value and Aerobic Stability of Whole Crop Maize Silage Harvested at Four Stages of Maturity. Animal Feed Science and Technology 116:141–150.
- Filya İ (2007a). Türkiye' de Kaba Yem Sorunu ve Çözüm Yolları. Türkiye Süt Sığırcılığı Kurultayı. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi 25-26 Ekim, İzmir. 15 s.
- Filya İ (2007b). Ülkemizde Silaj Yapımı ve Silaj Kalitesinin Artırılma Yolları. Yem Magazin Dergisi. 15 (47): 37-45.
- Filya İ ve Sucu E (2003). Silajlarda Fermantasyon Kalitesi ve Aerobik Stabilitenin Gelistirilmesi Üzerinde Araştırmalar. GAP III. Tarım Kongresi 02-03 Ekim, Sanlıurfa. 45: 273-278.
- Filya İ, Karabulut A, Kalkan H, Sucu E (2001). Bakteriyal İnokulantların Sorgum Silajlarının Fermantasyon, Aerobik Stabilite ve Rumen Parçalanabilirlik Özellikleri Üzerine Etkileri. Ankara Üniv. Zir. Fak. Tarım Bil. Dergisi 7:112-119.
- Filya İ, Sucu E (2004). Formik Asit Temeline Dayalı Bir Koruyucunun Mısır ve Sorgum Silajlarının Aerobik Stabiliteleri Üzerine Etkisi. 4. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi, Konya.

- Filya İ, Sucu E and Karabulut A (2006a). The Effect of *Lactobacillus buchneri* on the Fermentation, Aerobic Stability and Ruminant Degradability of Maize Silage. *Journal of Applied Microbiol.* 101:1216-1223.
- Fitzsimons A, Hols P, Jore J, Leer RJ, O'Connell M and Delcour J (1994). Development of an Amylolytic *Lactobacillus plantarum* Silage Strain Expressing the *Lactobacillus amylovorus* oc-amylase Gene. *Appl. Environ. Microbiol.* 60:3529-3535. 50
- Fry SC (1985). Primary Cell Wall Metabolism. *Oxford Surveys of Plant Molecular & Cell Biology* 2:1-42.
- Hirano SS and Upper CD (1991). Bacterial Community Dynamics. In: Andrews, J.H., Hirano, S.S. (eds). *Microbial Ecology of Leaves*, Springer, New York, p.271-294. In: "Grass and Forage Reports" In: Proc. Eurobac Conference 1986. S.
- Johnson LM, JH Harrison, D Davidson, WC Mahanna and K Shinnors (2003). Corn Silage Management: Effect of Hybrid, Maturity, Inoculation and Mechanical Processing on Fermentation Characteristics. *J.Dairy Sci.* 86: 287–308.
- Jones BA, Hatfield RD and Muck RE (1992). Effect of Fermentation and Bacterial Inoculation on Lucerne Cell Walls. *J. Sci. Food Agric.* 60:147-153.
- Keady TWJ, Steen RWJ, Kilpatrick DJ and Mayne CS (1994). Effects of Inoculant Treatment on Silage Fermentation, Digestibility and Intake by Growing Cattle. *Grass Forage Sci.* 49: 284-294.
- Kim JG, Ham JS, Chung ES, Sed S and Lee JK (2005). Effect of New Microbial Strain as an Inoculant on The Quality of Maize Silage. XXth International Grassland Congress, July 2005 Belfast, North Ireland, UK. p. 478.
- Kleinschmit DH and Kung L, JR (2006a). The Effects of *Lactobacillus buchneri* 4078 and *Pediococcus pentosaceus* R1094 on the Fermentation of Corn Silage. *J. Dairy Sci.* 89: 3999-4004.
- Kleinschmit, D. H., R.J. Schmidt, and L. Kung, JR. (2005). The Effects of Various Antifungal Additives on the Fermentation and Aerobic Stability of Corn Silage. *J. Dairy Sci.* 88: 2130-2139.
- Klijn N, Nieuwenhof FF, Hoolwerf JD, Van Der Waals CB and Weerkamp AH (1995). Identification of *Clostridium tyrobutyricum* as The Causative Agent of Late Blowing in Cheese by Species-Specific PCR Amplification. *Applied and Environmental Microbiology.* 61:2919-2924.
- Koc F, Coskuntuna L (2003). The Comparison of the Two Different Methods on the Determination of Organic Acids in Silage Fodders. *Journal of Animal Production.* 44(2): 37-47.
- Kung LJR (1998). A Review on Silage Additives and Enzymes. In *Proceedings 59th Minneapolis Nutrition Conference*, Minneapolis, MN. pp. 121-135.

- Kung LJR and Muck RE (1997). Animal Response to Silage Additives, Silage: Field to Feedbunk, Vol. NRAES-99. Northeast Regional Agric. Engng. Service, Hershey, PA. p. 200-210.
- Kung LJR, Chen JH, Kreck EM and Knutsen K (1993). Effect of Microbial Inoculants on the Nutritive Value of Corn Silage for Lactating Dairy Cows. *J. Dairy Sci.* 76:3763-3770.
- Kung LJR, Shaver R (2001). How Good Is Your Silage Making? *Hoard's Dairyman*, 146:597.
- Langston CW and Bouma C (1960). A Study of the Microorganisms from Grass Silage. I. The Cocci. *Appl. Microbiol.* 8: 212-222.
- Lindgren S, Petterson K, Jonsson A, Lingvall P and Kaspersson A (1988). Silage Inoculation: Selected Strains, Temperature, Wilting and Practical Application. *Swed. J. Agric. Res.* 15: 9-18.
- Lindgren S, Petterson K, Kaspersson A, Jonsson A and Lingvall P (1985). Microbial Dynamics During Aerobic Deterioration of Silages. *J. Sci. Food Agr.* 36: 765-774
- McDonald P (1981). *Biochemistry of Silage*. John Willey, Sons, Chicester, New York, Brisbane, Toronto, pp. 226.
- McDonald P, Edwards RA, Greenhalgh JFD (1988). *Animal Nutrition*. 4 th Edition. Longman Scientific and Technical, 543 p.
- McDonald P, Henderson AR, Heron SJE (1991). *The Biochemistry of Silage*. Second Edition. 340 p., Chalcombe Publication, Marlow, England.
- Meeske R, Basson HM (1998). The effects of a lactic acid bacteria inoculant on maize Silage. *Anim. Feed Sci. Technol.* 70: 239–247
- Middelhoven WJ and Van Baalen AHM (1988). Development of the Yeast Flora of Whole-Crop Maize During Ensiling and During Subsequent Aerobiosis. *J. Sci. Food Agric.* 42:199.
- Moon MJ, Ely LO, Sudweeks EM (1980). Aerobic deterioration wheat, lucerne and maize silages prepared with *L. acidophilus* and a candida spp. *J. App. Bact.*, 49:75.
- Moran J, Weinberg ZG, Ashbell G, Hen Y, Owen TR (1996). The Effects of Bacterial inoculant on the Fermentation and Aerobic Stability of Whole Crop Wheat Silage. In: *Proc. 11th International Silage Conference*. 164-165 p, Aberystwyth, Wales.
- Muck RE (1989). Initial Bacterial Numbers on Lucerne Prior to Ensiling. *Grass Forage Sci.* 44:19-25.
- Muck RE (1993). The Role of Silage Additives in Making High Quality Silage. Pages 106-116 in *Silage Production from Seed to Animal*. NRAES-67. Northeast Reg. Agric. Eng. Serv., Syracuse, NY.
- Muck RE (1996). A Lactic Acid Bacteria Strain to Improve Aerobic Stability of Silages. In *Research Summaries*. U.S. Dairy Forage Res. Center, Madison, WI. pp. 42-43.

- Muck RE and Holmes BJ (2000). Factors Affecting Bunker Silo Densities. Appl. Eng.in Agric. 16: 613-619.
- Muck RE and Kung L JR (1997). Effects of Silage Additives on Ensiling. In: Proc. From Silage, Field to Feed Bunk North American Conference, Hershey, Pennsylvania. Northeast Regional Agricultural Engineering Service Publication 99, Ithaca, NY. pp. 187-199.
- Ohyama Y, Masaki S and Hara S (1975). Factors Influencing Aerobic Deterioration of Silages and Changes in Chemical Composition After Opening Silos. J. Sci. Food Agric. 26:1137-1147.
- Pahlow G (1986). Microbiology of Inoculants, Crops and Silages-Small Scale Silage Experiments. In Proceedings of the Eurobac Conference ed. Lindgren, S.E. & Patterson, K.L. Uppsala, Sweden University of Agricultural Science, pp.45-59.
- Pahlow G (1991). Role of Microflora in Forage Conservation. In: Proceedings of a Conference on Forage Conservation Towards 2000. (Pahlow, G and Honig, H., Eds.) Braunschweig, Germany, pp 26-36.
- Pahlow G and Honig H (1994). The Role of Microbial Additives in the Aerobic Stability of Silage. In Workshop Proc. the15* General Meeting of the European Grassland Federation Wageningen, The Netherlands, June 6-9. pp. 149-151.
- Pahlow G, Muck RE, Driehuis F, Oude Elferink SJWH and Spoelstra SF (2003). Microbiology of Ensiling. In: Silage Science and Technology. D. R.
- Palalı H (2007). Laktik Asit Bakterilerinde Transkripsiyon Regülasyonu. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Basılmamış Yüksek Lisans Tezi. 35s.
- Pelhate J. 1977. Maize Silage. Incidence of Moulds During Conservation. Folia Veterinaria Latina. 7: 1-16.
- Petterson K (1988). Ensiling of Forages: Factors Affecting Silage Fermentation and Quality, Sveriges Lantbruksuniversitet, 46 p, Uppsala,54
- Playne MJ, Mc Donald P (1966). The Buffering Constituent of Herbage and of Silage. J. Sci. Food. Agric, 17:264-268.
- Polat C, Koç F, Özdüven ML (2005). Mısır Silajında Laktik Asit Bakteri ve Laktik Asit Bakteri+Enzim Karışımı _nokulantların Fermantasyon ve Toklularda Ham Besin Maddelerinin Sindirilme Dereceleri Üzerine Etkileri. Tekirdag Ziraat Fakültesi Dergisi, 2(1): 13-22.
- Ranjıt NK, and L Kung JR (2000). The Effect of *Lactobacillus buchneri*, *Lactobacillus plantarum*, or a Chemical Preservative on the Fermentation and Aerobic Stability of Corn Silage. J. Dairy Sci. 83: 526-535.

- Ranjit NKL, Kung JR, JM Robinson and KK Krekemeier (1999). Moderate to High Levels of *Lactobacillus buchneri* Markedly Improve the Aerobic Stability of Corn Silage. *J. Dairy Sci.* 82 (Suppl.1): 125.
- Rooke JA and Hatfield RD (2003). Biochemistry of Ensiling. In *Silage Science and Technology*. DR Buxton, R E Muck, and JH Harrison, Ed. Am. Soc.
- Sanderson MA (1993). Aerobic stability and In vitro Fiber Digestibility of Microbially Inoculated Corn and Sorghum Silages. *J. Anim. Sci.* ,71, 505-514.
- Schleifer KH and Ludwig W (1995). Phylogeny of the Genus *Lactobacillus* and Related Genera. *Syst. Appl. Microbiol.* 14:461-467.
- Seale DR, Pahlow G, Spoelstra SF, Lindgren S, Dellaglio F and Lowe JF (1990). Methods for the Microbiological Analysis of Silage. In: "Grass and Forage Reports" In: Proc. Eurobac Conference 1986. S. Lindgren and K.L. Pettersson (eds.). Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, pp. 147-164
- Sebastian S, Philip LE, Fellner V and Idziak ES (1989). Comparative Assessment of Bacterial Inoculation and Propionic acid Treatment on Aerobic Stability and Microbial Populations of Ensiled High Moisture Ear Corn. *J. Anim. Sci.* 74:447-456.
- Shape ME, Fryer TF and Smith DG (1966). Identification of The Lactic Acid Bacteria. "Gibbs, M.M. and Skinner, F.A (ed): Identification Methods for Microbiologist" Part A. Academic Press, New York. pp. 245-55.
- Shayan JV, Vov. SO and Kartavi AS (1996). Effect of Biological Additive on Quality of Maize Silage and Performance of Silage-Fed Steers. In: Proc XIth International Silage Conference, Aberystwyth, Wales, pp. 174-175. *silage. Animal Feed Sci. and Technology*, 70: 239-247.
- Soysal Mİ (1998). Biyometrinin Prensipleri (_statistik I ve II Ders Notları), Yayın No: 95, Ders Kitabı No: 64, T.Ü. Tekirdag Ziraat Fakültesi, 331 s, Tekirdag.
- Spoelstra SF, Courtin MG and Van Beers JAC (1988). Acetic Acid Bacteria Can Initiate Aerobic Deterioration of Whole Crop Maize Silage. *J. Agric. Sci., Camb.* Ill: 127-132.
- SPSS Inc. (1999). *SPSS for Windows*. Version 11.00, Chicago.
- Stokes M, Chen J (1994). Effects of an Enzyme-Inoculant Mixture on the Course of Fermentation of Corn Silage. *J. Dairy Sci.*, 77: 3401-3409. Sucu E, Filya (2006). The Effects of Bacterial Inoculants on the Fermentation,
- Uriarte ME (2001). Aerobic Stability of Corn Silage. PhD Diss., Kansas State University, Manhattan.
- Weinberg ZG and Muck RE (1996). New Trends and Opportunities in The Development and Use of Inoculants for Silage. *FEMS Microbiol. Rev.* 19(1):53-68.
- Weinberg ZG, Ashbell G, Azrieli A and Brukental I (1993). Ensiling Peas, Ryegrass and Wheat with Additives of Lactic Acid Bacteria (LAB) and Cell Wall Degrading Enzymes. *Grass Forage Sci.* 48:70-78.

- Weinberg ZG, Ashbell G, Hen Y, Azrieli A (1993). The Effect of Applying Lactic Acid Bacteria Ensiling on the Aerobic Stability of Silages. *J. Appl. Bacteriol.*, 75: 512-518.
- Weinberg ZG, Shatz O, Chen Y, Yosef E, Nikbahat M, Ben-Ghedalia D and Miron J (2007). Effect of Lactic Acid Bacteria Inoculants on *In Vitro* Digestibility of Wheat and Corn Silages. *J. Dairy Sci.* 90: 4754-4762.
- Whittenbury R (1961). An Investigation of the Lactic Acid Bacteria. Ph.D. Thesis. University of Edinburgh.
- Wilkinson, J.M. and M.I. TOIVONEN. 2003. *World Silage*. Chalcombe Publications. Lincoln, United Kingdom.
- Wieringa GW and Beck T (1964). Investigations on the Use of Cultures of Lactic Acid Bacteria in the Preparation of Silage in the Small Containers. 1. Obtaining Active *Lactobacillus* Cultures for Inoculation Trials. *Das Wirtschaftseigene Futter*. 10: 34-44.
- Wilkinson JM (1999). Silage and Health. *Natural Toxins*. 7: 221-232. Woolford MK, Bolsen KK and Peart LA (1982). Studies on the Aerobic Deterioration of Whole Crop Cereal Silages. *J. Agric. Sci. (Camb.)* 98: 529.
- Woolford M and G Pahlow (1998). The Silage Fermentation. In: *Microbiology of Fermented Foods*. Vol 1. Wood BJB (ed.). Blackie Academic & Professional. London. pp. 73-102.
- Woolford MK (1984). The Chemistry of Silage. In "The Silage Fermentation". New York:Marcel Decker, pp. 71-132.
- Woolford MK (1990). The Detrimental Effects of Air on Silage. *J. Appl. Bacteriol.* 68:101-116.

ÖZGEÇMİŞ

12.04.1990 yılında Kırklareli’de doğdu. İlkokulu Hazinedar köyü ilkokulu’nda, Ortaokulu Babaeski Merkez Ortaokulu ve Lise öğrenimini ise Babaeski İMKB çok programlı Lisesi’nde tamamladıktan sonra 2009-2013 yılları arasında Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni bölümünde okudu. 2013 yılında bölüm 3. sınıfları olarak mezun oldu. 2013 yılında Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni Anabilim Dalında yüksek lisans eğitimine başladı. Kırklareli Babaeski ilçesinde kendi aile şirketi bünyesinde hayvansal ve bitkisel üretim yapmakta ve ticari faaliyette bulunmaktadır.

TESEKKÜR

Yüksek lisans öğrenimim ve tez çalışmam süresince bana her konuda destek olan danışman hocam Yrd Doç. Dr. Levend COSKUNTUNA'a, kimyasal ve istatistiki analizlerin yapılmasında yardımlarını esirgemeyen. Doç. Dr. Fisun KOÇ ile Doç. Dr.M. Levent ÖZDÜVEN hocalarıma, yüksek lisans öğrenimimde başlangıçtan sonuna kadar tüm aşamalarda her anlamda yanımda olan bölüm başkanımız basta olmak üzere tüm bölüm hocalarıma ve manevi desteklerinden dolayı aileme çok teşekkür eder, saygılarımı sunarım.

Atakan YILMAZ